

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年9月22日(22.09.2022)



(10) 国際公開番号

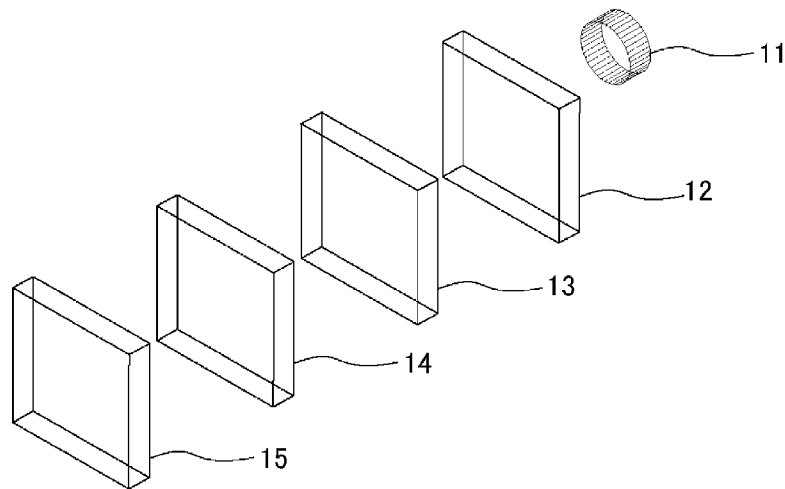
WO 2022/196409 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *G03B 21/00* (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01) *G03B 21/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/009686
- (22) 国際出願日: 2022年3月7日(07.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-041786 2021年3月15日(15.03.2021) JP
- (71) 出願人: デクセリアルズ株式会社(**DEXERIALS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒3230194 栃木県下野市下坪山 1 7 2 4 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 武田 吐夢(**TOMU, Takeda**); 〒3230194 栃木県下野市下坪山 1 7 2 4 デクセリアルズ株式会社内 Tochigi (JP). 佐川 秀人(**SAGAWA, Hideto**); 〒3230194 栃木県下野市下坪山 1 7 2 4 デクセリアルズ株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 野口 信博(**NOGUCHI, Nobuhiro**); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町 3 - 1 6 - 1 1 エルヴァージュ神田錦町 2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 光学機器

[図1]



(57) **Abstract:** The present invention provides an optical device capable of achieving desired polarization characteristics. This optical device comprises a light source, an incidence-side polarization element, an optical modulation element, an emission-side first polarization element, and an emission-side second polarization element, wherein: the emission-side first polarization element has a wire grid structure, and comprises a plurality of protrusions arrayed on one surface of a transparent substrate so as to be separated from each other at a pitch shorter than the wavelength of light in a usage region for the light source; the rotation angle of the transmission axis of the emission-side first polarization element with respect to the transmission axis of the incidence-side polarization element is less than or equal to $\pm 8.5^\circ$; the emission-side second polarization element has a wire grid structure, and comprises a plurality of protrusions arrayed on one surface of

[続葉有]

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告(条約第21条(3))

a transparent substrate so as to be separated from each other at a pitch shorter than the wavelength of light in a usage region for the light source; the protrusions are grid-shaped protrusions extending in a prescribed direction; the grid-shaped protrusions have a reflective layer, a dielectric layer, and an absorption layer in order from the transparent substrate side; and the rotation angle of the absorption axis of the emission-side second polarization element with respect to the absorption axis of the incidence-side polarization element is less than or equal to $\pm 0.7^\circ$.

(57) 要約：所望の偏光特性を得ることができる光学機器を提供する。光源と、入射側偏光素子と、光変調素子と、出射側第1偏光素子と、出射側第2偏光素子とを備えた光学機器であって、出射側第1偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、入射側偏光素子の透過軸に対する出射側第1偏光素子の透過軸の回転角が、 $\pm 8.5^\circ$ 以内であり、出射側第2偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、格子状凸部は、透明基板側から順に、反射層と、誘電体層と、吸収層とを有し、入射側偏光素子の吸収軸に対する出射側第2偏光素子の吸収軸の回転角が、 $\pm 0.7^\circ$ 以内である。

明 細 書

発明の名称：光学機器

技術分野

[0001] 本技術は、偏光素子を備える光学機器に関する。本出願は、日本国において2021年3月15日に出願された日本特許出願番号特願2021-041786を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照されることにより、本出願に援用される。

背景技術

[0002] 偏光素子は、一方向の偏光を吸収し、これと直交する方向の偏光を透過させる光学素子である。液晶表示装置では、原理上、偏光素子が必要となる。特に、透過型液晶プロジェクターのような、光量の大きな光源を使用する液晶表示装置では、偏光素子は強い輻射線を受けるため、優れた耐熱性や耐光性が必要となるとともに、数cm程度の大きさと、高い消光比および反射率特性の制御が要求される。これらの要求に応えるための、ワイヤグリッド型の無機偏光素子が提案されている。

[0003] ワイヤグリッド型の偏光素子は、一方向に延在する導体のワイヤを基板上に、使用する光の波長の帯域よりも狭いピッチ（数十nm～数百nm）で多数並べて配置した構造を有する。この偏光素子に光が入射すると、ワイヤの延在方向に平行な偏光（TE波（S波））は透過することができず、ワイヤの延在方向に垂直な偏光（TM波（P波））は、そのまま透過する。

[0004] ワイヤグリッド型の偏光素子は、耐熱性や耐光性に優れ、比較的大きな素子が作製でき、高い消光比を有している。また、多層構造とすることで反射率特性の制御も可能となり、偏光素子の表面で反射された戻り光が液晶プロジェクターの装置内で再度反射されて生じる、ゴースト等による画質の劣化を低減させることから、液晶プロジェクター等の用途に適している。

[0005] これに対して、ワイヤグリッド型の偏光板として、種々の偏光板が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5 1 8 4 6 2 4 号公報

特許文献2：特許第5 3 5 9 1 2 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 例えば、特許文献1には、基体上に、入射光の波長よりも長い長さ、入射光の波長の半分よりも短い周期とを有する、延設金属素子の配列からなるワイヤグリッド層を備えている、偏光素子が開示されている。

[0008] また、特許文献2には、可視光に対して透明な基体上に、回折格子形状の凹凸部と、その凸部の一部に無機微粒子層を有する、偏光素子が開示されている。

[0009] しかしながら、これらの特許文献には、偏光素子のグリッド構造について記載されているものの、具体的な光学特性については述べられておらず、また、その性能が十分に発揮できる使われ方についても記載されていない。

[0010] 近年、照明・ディスプレイ光源は、水銀ランプからLED、そしてレーザーへと進化しており、液晶プロジェクターにおいても、半導体レーザー（LD）を複数用いることで高光束とし、高輝度化を図っている。それにより、偏光素子は、高光度な強い光の環境下においても耐えつつ、高い透過率特性が求められている。そのためには、出射側の偏光素子にかかる負担軽減が必要であり、プリ偏光素子とメイン偏光素子との2枚の使用が必須となり、その性能が十分に発揮される使われ方が求められることになる。

[0011] 本技術は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、所望の偏光特性を得ることができる光学機器を提供する。

課題を解決するための手段

[0012] 本技術は、光源と、入射側偏光素子と、光変調素子と、出射側第1偏光素子と、出射側第2偏光素子とを備えた光学機器であって、前記出射側第1偏

光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、前記所定方向に直交する断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されたベース形状部と、前記ベース形状部から突出し、前記使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部とを有し、前記出射側第2偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、反射層と、誘電体層と、吸収層とを有し、前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第1偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 8.5^{\circ}$ 以内であり、前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第2偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 0.7^{\circ}$ 以内である。

[0013] また、本技術は、光源と、入射側偏光素子と、光変調素子と、出射側第1偏光素子と、出射側第2偏光素子とを備えた光学機器の製造方法であって、前記出射側第1偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、前記所定方向に直交する断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されたベース形状部と、前記ベース形状部から突出し、前記使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部とを有し、前記出射側第2偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、反射層と、誘電体層と、吸収層とを有し、前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第1偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 8.5^{\circ}$ 以内となるよう

に前記出射側第 1 偏光素子を配置する工程と、前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第 2 偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 0.7^\circ$ 以内となるように前記出射側第 2 偏光素子を配置する工程とを有する。

発明の効果

[0014] 本技術によれば、出射側第 1 偏光素子と出射側第 2 偏光素子との直交角度ズレを最適化することにより、可視光領域の全帯域において、高い P 偏光透過率 (T_p) 及びコントラスト比 (CR) を得ることができ、所望の偏光特性を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図 1 は、本実施の形態に係る光学機器の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図2]図 2 は、入射側偏光素子の直交軸に対する回転角を説明するための図である。

[図3]図 3 は、出射側第 1 偏光素子の第 1 の構成例を模式的に示す断面図である。

[図4]図 4 は、出射側第 1 偏光素子の第 2 の構成例を模式的に示す断面図である。

[図5]図 5 は、出射側第 2 偏光素子の構成例を模式的に示す断面図である。

[図6]図 6 は、反射防止膜の構成例を模式的に示す断面図である。

[図7]図 7 は、液晶プロジェクターの光学ユニットの一部を模式的に示す上面図である。

[図8]図 8 は、出射プリ偏光板の緑色帯域における P 偏光透過率 (T_p) の変化量を示すグラフである。

[図9]図 9 は、出射プリ偏光板の緑色帯域における S 偏光透過率 (T_s) の変化量を示すグラフである。

[図10]図 10 は、出射プリ偏光板の緑色帯域におけるコントラスト比 (CR) の変化量を示すグラフである。

[図11]図 11 は、図 8 に示す P 偏光透過率 (T_p) の変化量の直交ズレ角度

±10°の範囲を示すグラフである。

[図12]図12は、出射メイン偏光板の緑色帯域におけるP偏光透過率(T_p)の変化量を示すグラフである。

[図13]図13は、出射メイン偏光板の緑色帯域におけるS偏光透過率(T_s)の変化量を示すグラフである。

[図14]図14は、出射メイン偏光板の緑色帯域におけるコントラスト比(CR)の変化量を示すグラフである。

[図15]図15は、図14に示すコントラスト比(CR)の変化量の直交ズレ角度±1°の範囲を示すグラフである。

[図16]図16は、出射プリ偏光板(0-30°)及び出射メイン偏光板(0-30°)の緑色帯域におけるP偏光透過率(T_p)の変化量を示すグラフである。

[図17]図17は、図16に示すP偏光透過率(T_p)の変化量の直交ズレ角度±10°の範囲を示すグラフである。

[図18]図18は、出射側プリ偏光板(0-30°)及び出射メイン偏光板(0-30°)の緑色帯域におけるコントラスト比(CR)の変化量を示すグラフである。

[図19]図19は、図18に示すコントラスト比(CR)の変化量の直交ズレ角度±1°の範囲を示すグラフである。

[図20]図20は、出射プリ偏光板(0°)及び出射メイン偏光板(0-30°)の緑色帯域におけるP偏光透過率(T_p)の変化量を示すグラフである。

[図21]図21は、図20に示すP偏光透過率(T_p)の変化量の直交ズレ角度±10°の範囲を示すグラフである。

[図22]図22は、出射プリ偏光板(0°)及び出射メイン偏光板(0-30°)の緑色帯域におけるコントラスト比(CR)の変化量を示すグラフである。

[図23]図23は、図22に示すコントラスト比(CR)の変化量の直交ズレ

角度 $\pm 1^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[図24]図24は、出射プリ偏光板（ 8.5° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるP偏光透過率（ T_p ）の変化量を示すグラフである。

[図25]図25は、図24に示すP偏光透過率（ T_p ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 10^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[図26]図26は、出射プリ偏光板（ 8.5° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるコントラスト比（ CR ）の変化量を示すグラフである。

[図27]図27は、図26に示すコントラスト比（ CR ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 1^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[図28]図28は、比較実験例1の偏光板の断面模式図である。

[図29]図29は、実験例1-1～1-4及び比較実験例1の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。

[図30]図30は、実験例2-1～2-5の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。

[図31]図31は、実験例3-1～3-5の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。

[図32]図32は、実験例4-1～4-5の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。

[図33]図33は、実験例5-1～5-5の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。

[図34]図34は、偏光板について、シミュレーションによって計算された、光学特性における透過軸透過率を示すグラフである。

[図35]実験例1～3について、透過軸透過率を実測した結果を示すグラフである。

[図36]図36は、偏光板について、シミュレーションによって計算された透過軸透過率の波長帯域毎の平均透過軸透過率を示すグラフである。

[図37]図37は、実験例1～3について、波長帯域毎の平均透過軸透過率を実測した結果を示すグラフである。

[図38]図38は、偏光板について、実際に作製し光学特性におけるコントラストを耐熱性評価によって比較したグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本技術の実施の形態について、図面を参照しながら下記順序にて詳細に説明する。

1. 光学機器
2. 第1の実施例
3. 第2の実施例
4. 第3の実施例

[0017] <1. 光学機器>

図1は、本実施の形態に係る光学機器の構成例を模式的に示す斜視図である。図1に示すように、本実施の形態に係る光学機器10は、光源11と、入射側偏光素子12と、光変調素子13と、出射側第1偏光素子14と、出射側第2偏光素子15とを備える。

[0018] 出射側第1偏光素子14は、後述するように、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、格子状凸部は、透明基板側から順に、所定方向に直交する断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されたベース形状部と、ベース形状部から突出し、使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部とを有する。

[0019] また、出射側第2偏光素子15は、後述するように、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、格子状凸部は、透明基板側から順に、反射層と、誘電体層と、吸収層とを有する。

[0020] このような構成からなる光学機器 10 は、出射側第 2 偏光素子 15 の手前に出射側第 1 偏光素子 14 を配置し、高光度な光の一部を出射側第 1 偏光素子 14 が吸収して高放熱することにより、出射側第 2 偏光素子 15 の耐性を向上させ、所望の偏光特性を得ることができる。

[0021] 図 2 は、入射側偏光素子の直交軸に対する回転角を説明するための図である。図 2 に示すように、入射側偏光素子 12 と出射側第 1 偏光素子 14 とは、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する出射側第 1 偏光素子 14 の直交軸の回転角 α_1 が $\pm 8.5^\circ$ 以内となるように配置され、入射側偏光素子 12 と出射側第 2 偏光素子 15 とは、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する出射側第 2 偏光素子 15 の直交軸の回転角 α_2 が $\pm 0.7^\circ$ 以内となるように配置される。

[0022] 出射側第 1 偏光素子 14 は、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する回転角 α_1 （直交ズレ角度）が $\pm 8.5^\circ$ 以内である場合、可視光領域の全帯域の P 偏光透過率（ T_p ）が 95% 以上であることが好ましく、可視光領域の全帯域の P 偏光透過率（ T_p ）の 0° （回転角 α_1 ）の位置からの変化量が -1% 以下（減少量が 1% 以下）であることが好ましい。また、出射側第 1 偏光素子 14 は、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する回転角 α_1 （直交ズレ角度）が $\pm 8.5^\circ$ 以内である場合、可視光領域の全帯域のコントラスト比（CR）が 2.0 以下であることが好ましく、可視光領域の全帯域のコントラスト比（CR）の 0° （回転角 α_1 ）の位置からの変化量が -5% 以下（減少量が 5% 以下）であることが好ましい。

[0023] 出射側第 2 偏光素子 15 は、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する回転角 α_2 （直交ズレ角度）が $\pm 0.7^\circ$ 以内である場合、可視光領域の全帯域の P 偏光透過率（ T_p ）が 90% 以上であることが好ましく、可視光領域の全帯域の P 偏光透過率（ T_p ）の 0° （回転角 α_2 ）の位置からの変化量が -1% 以下（減少量が 1% 以下）であることが好ましい。また、出射側第 2 偏光素子 15 は、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する回転角 α_2 （直交ズレ角度）が $\pm 0.7^\circ$ 以内である場合、可視光領域の全帯域のコントラスト比（CR

）が1000以上であることが好ましく、可視光領域の全帯域のコントラスト比（CR）の 0° （回転角 α_1 ）の位置からの変化量が -20% 以下（減少量が 20% 以下）であることが好ましい。

[0024] これにより、出射側第1偏光素子14及び出射側第2偏光素子15を配置した場合、可視光領域の全帯域のP偏光透過率（ T_p ）の 0° （回転角 α_1 、 α_2 ）位置からの変化量を -1% 以内とすることが可能となり、可視光領域の全帯域のコントラスト比（CR）の 0° （回転角 α_1 、 α_2 ）位置からの変化量を -20% 以内とすることが可能となる。

[0025] 偏光素子の直交軸は、例えば分光光度計を用いて、サンプルを回転させながら、S偏光透過率（ T_s ）が最小値となる角度位置を吸収軸（ 0° ）とするとともに、吸収軸に対して 90° の角度位置を透過軸として設定することができる。P偏光透過率（ T_p ）とは、偏光板に入射する透過軸方向（X軸方向）の偏光（TM波）の透過率を意味する。S偏光透過率（ T_s ）とは、偏光板に入射する吸収軸方向（Y軸方向）の偏光（TE波）の透過率を意味する。

[0026] 以下、光学機器10の各構成について詳細に説明する。

[0027] [光源]

光源11は、レーザー（LD）、LED、水銀ランプ（UHE）などを用いることができる。本実施の形態では、複数用いることで高光束とし、高輝度化を図ることができる半導体レーザーを好適に用いることができ、例えば、RGBの各色に対応する二次元レーザアレイ光源を用いることができる。

[0028] [入射側偏光素子]

入射側偏光素子12は、特に限定されるものではないが、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備える無機偏光板であることが好ましい。

[0029] [光変調素子]

光変調素子13は、特に限定されるものではないが、透過型液晶素子、反

射型液晶表示素子などを用いた構成とすることができる。

[0030] [出射側第1偏光素子(第1の構成例)]

図3は、出射側第1偏光素子の第1の構成例を模式的に示す断面図である。図3に示すように、出射側第1偏光素子14の第1の構成例として示す偏光板20は、ワイヤグリッド構造を有し、透明基板21と、透明基板21上において第1方向(y方向)に延在し、使用帯域の光の波長よりも短いピッチPで互いに離間して周期的に配列された複数の凸部22とを備え、凸部22はそれぞれ、第1方向(y方向)に直交する断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されてなるベース形状部23と、ベース形状部23から突出してなり、使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部24とからなる。

[0031] そして、偏光板20は、入射側偏光素子12の直交軸に対する偏光板20の直交軸の回転角 α_1 が $\pm 8.5^\circ$ 以内となるように配置される。これにより、可視光領域の全帯域のP偏光透過率(T_p)を95%以上とすることが可能となり、可視光領域の全帯域のP偏光透過率(T_p)の 0° (回転角 α_1)の位置からの変化量を -1% 以内とすることが可能となる。

[0032] 図3に示すように、透明基板21の主面21aが拡がる面をxy平面とし、凸部22が延在する方向(第1方向)をy方向、また、y方向に直交し、凸部が配列する方向をx方向とする。またxy平面に直交する方向をz方向とする。図3では、偏光板20に入射する光は、透明基板21の凸部22が形成されている側(グリッド面側)の、z方向から入射する例を示しているが、偏光板20に入射する光を透明基板21側から入射してもよい。

[0033] 偏光板20は、透過、反射、干渉、及び光学異方性による偏光波の選択的光吸収の4つの作用を利用することで、y方向に平行な電界成分をもつ偏光波(TE波(S波))を減衰させ、x方向に平行な電界成分をもつ偏光波(TM波(P波))を透過させる。従って、図3においては、y方向が偏光板の吸収軸の方向であり、x方向が偏光板の透過軸の方向である。

[0034] 偏光板20の凸部22が形成された側(グリッド面側)から入射した光は

、突起部 24 を通過する際に一部が吸収されて減衰する。突起部 24 を透過した光のうち、TM 波（P 波）は高い透過率で、透明基板 21 を透過する。一方、突起部 24 を透過した光のうち、TE 波（S 波）は透明基板 21 で反射される。透明基板 21 で反射された TE 波は、突起部 24 を通過する際に干渉して減衰する。以上のように TE 波の選択的減衰を行うことにより、偏光板 20 は、所望の偏光特性を得ることができる。

[0035] （透明基板）

透明基板 21 は、偏光板 20 の使用帯域の波長の光に対して透明性を有する基板であれば特に制限されず、目的に応じて適宜選択することができる。

「透明性を有する」とは、使用帯域の波長の光を 100% 透過する必要はなく、偏光板としての機能を保持可能な程度に透過できればよい。透明基板 20 の平均厚みは、0.3 mm 以上 1 mm 以下であることが好ましい。使用帯域の光としては、例えば、波長 380 nm ~ 810 nm 程度の可視光が挙げられる。

[0036] 透明基板 21 の構成材料としては、屈折率が 1.1 ~ 2.2 の材料が好ましく、ガラス、水晶、サファイア等が挙げられる。コスト及び透光率の観点からは、ガラス、特に石英ガラス（屈折率 1.46）またはソーダ石灰ガラス（屈折率 1.51）を用いることが好ましい。ガラス材料の成分組成は特に制限されず、例えば光学ガラスとして広く流通しているケイ酸塩ガラス等の安価なガラス材料を用いることができる。熱伝導性の観点からは、熱伝導性が高い水晶またはサファイアを用いることが好ましい。これにより、強い光に対して高い耐光性が得られ、発熱量の多いプロジェクターの光学エンジン用の偏光板として好ましく用いられる。

[0037] また、水晶等の光学活性の結晶からなる透明基板を用いる場合には、結晶の光学軸に対して平行方向または垂直方向に凸部を配置することが好ましい。これにより、優れた光学特性が得られる。ここで、光学軸とは、その方向に進む光の O（常光線）と E（異常光線）との屈折率の差が最小となる方向軸である。

[0038] (凸部)

凸部 2 2 は、透明基板 2 1 上において y 方向に延在し、使用帯域の光の波長よりも短いピッチ P で x 方向に互いに離間して周期的に配列する。凸部 2 2 は、y 方向に直交する x z 断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されてなるベース形状部 2 3 と、ベース形状部 2 3 から突出してなり、使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部 2 4 とからなる。

[0039] 図 3 において符号 P で示した、凸部 2 2 のピッチ（x 方向の繰り返し間隔）は、使用帯域の光の波長よりも短ければ特に制限されない。作製の容易性及び安定性の観点から、凸部のピッチは、例えば、100 nm～200 nm が好ましい。この凸部のピッチは、走査型電子顕微鏡又は透過型電子顕微鏡で観察することにより測定することができる。例えば、走査型電子顕微鏡又は透過型電子顕微鏡を用いて、任意の 4 箇所についてピッチを測定し、その算術平均値を凸部のピッチとすることができる。以下、この測定方法を電子顕微鏡法と称する。

[0040] (ベース形状部)

ベース形状部 2 3 は、y 方向に直交する x z 断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されてなる。x z 断面の幅が先端側に向かって細くなる態様としては種々とりえる。ベース形状部 2 3 は、y 方向に直交する x z 断面において、略三角形状であってもよい。略三角形状は、略二等辺三角形であることが好ましい。ここで、略三角形状とは厳密な三角形状でなくても、効果を奏する限りにおいて、ほぼ三角形状であればよい。例えば、先端が欠けた台形状であってもよい。また、凸部は非常に微細な構造であるため、先細形状は、製造上のある程度の丸みを帯びる場合があり、この場合も上記略三角形状に含まれる。また、凸部の略三角形状の傾斜面（図 3 の符号 2 3 a）が多少の曲率を有する場合もあり、この場合も上記略三角形状に含まれる。

[0041] ここで、本明細書におけるベース形状部 2 3 の寸法について、図 3 を用いて説明する。ベース形状部 2 3 の高さとは、ベース形状部 2 3 の底面 2 3 b（透明基板 2 1 の主面 2 1 a）から先端 2 3 c までの z 方向の寸法であり、

図3において符号aで示した寸法である。また、ベース形状部23の幅とは、 xz 断面において、ベース形状部23の底面23bの x 方向の寸法であり、図3において符号bで示した寸法である。

[0042] ベース形状部23の高さaは、数十nm～数百nmの範囲で適宜設定される。このベース形状部23の高さは、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。ベース形状部23の高さaは、たとえば、50～130nmの範囲であることが好ましい。ベース形状部23の高さaは幅bとの関係でいうと、透過率の向上の観点から、 $(a/b) > 1/2$ であることが好ましく、 $13/10 \geq (a/b) \geq 7/10$ であることがより好ましく、 $13/10 \geq (a/b) \geq 9/10$ であることがさらに好ましい。

[0043] ベース形状部23の幅bは、数十nm～数百nmの範囲で適宜設定される。このベース形状部23の幅は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。ベース形状部23の幅bは、たとえば、80～120nmの範囲であることが好ましい。ベース形状部23の幅bは高さaとの関係でいうと、透過率の向上の観点から、 $(a/b) > 1/2$ であることが好ましく、 $13/10 \geq (a/b) \geq 7/10$ であることがより好ましく、 $13/10 \geq (a/b) \geq 9/10$ であることがさらに好ましい。

[0044] ベース形状部23の幅bと、ベース形状部23が形成されていない領域「 $P-b$ 」との比は、たとえば、 $6/1 \geq (b/P-b) \geq 4/3$ であることが好ましい。

[0045] ベース形状部23は、透明基板21と同じ材料からなってもよい。ベース形状部23と透明基板21とは、一体に形成されたものとしてもよいし、透明基板21上に透明基板21と同じ材料からなるベース形状部23が形成されたものとしてもよい。前者の場合、ベース形状部23は、透明基板（透明基板21に加工する前の基板を透明基板と称するものとする）の主面を加工（例えば、選択的エッチング）することによって、透明基板21の主面21a上にベース形状部23が形成されたものとなる。

[0046] また、ベース形状部23は、透明基板21と異なる誘電体からなってもよ

い。この場合、誘電体の膜厚（ベース形状部23の高さa）は、数十nm～数百nmの範囲で適宜設定される。この誘電体の膜厚は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。誘電体の膜厚（ベース形状部21の高さa）は幅bとの関係でいうと、透過率の向上の観点から、 $(a/b) > 1/2$ であることが好ましく、 $13/10 \geq (a/b) \geq 7/10$ であることがより好ましく、 $13/10 \geq (a/b) \geq 9/10$ であることがさらに好ましい。

[0047] 誘電体を構成する材料としては、 SiO_2 等のSi酸化物、 Al_2O_3 、酸化ベリリウム、酸化ビスマス等の金属酸化物、 MgF_2 、氷晶石、ゲルマニウム（Ge）、二酸化チタン、ケイ素、フッ化マグネシウム、窒化ボロン、酸化ボロン、酸化タンタル、炭素、またはこれらの組み合わせ等の一般的な材料が挙げられる。中でも、誘電体は、Si酸化物で構成されることが好ましい。誘電体の屈折率は、1.0より大きく、2.5以下であることが好ましい。突起部の光学特性は、周囲の屈折率によっても影響を受けるため、誘電体の材料を選択することで、偏光板の特性を制御することができる。誘電体からなるベース形状部23は、蒸着法やスパッタ法、CVD（Chemical Vapor Deposition）法やALD（Atomic Layer Deposition）法を利用することにより、高密度の膜として形成可能である。

[0048] （突起部）

突起部24は、ベース形状部23から突出してなり、使用帯域の光の波長に対して吸収性を有するものである。ベース形状部21から突出してなるとは、図3を用いて説明すると、ベース形状部23の傾斜面23a又は先端（頂点）23cから突き出ているように形成されてなることを意味する。

[0049] 突起部24は、xz断面において、微粒子状であってもよく、吸収軸であるy方向に延在して配列されてなるものとすることができる。この場合、突起部24はワイヤグリッド構造を構成してワイヤグリッド型偏光子としての機能を有し、突起部24の長手方向に平行な方向に電界成分をもつ偏光波（TE波（S波））を減衰させ、突起部22の長手方向に直交する方向に電界

成分をもつ偏光波（TM波（P波））を透過させる。

- [0050] 突起部24の構成材料としては、金属材料、半導体材料等の光学定数の消衰定数が零でない、光吸収作用を持つ物質の1種以上が挙げられ、適用される光の波長範囲によって適宜選択される。金属材料としては、Ta、Al、Ag、Cu、Au、Mo、Cr、Ti、W、Ni、Fe、Sn等の元素単体またはこれらの1種以上の元素を含む合金が挙げられる。また、半導体材料としては、Si、Ge、Te、ZnO、シリサイド材料（ β -FeSi₂、MgSi₂、NiSi₂、BaSi₂、CrSi₂、CoSi₂、TaSi等）が挙げられる。これらの材料を用いることにより、偏光板は、適用される可視光域に対して高い消光比が得られる。
- [0051] 突起部24の構成材料として半導体材料を用いる場合には、吸収作用に半導体のバンドギャップエネルギーが関与するため、バンドギャップエネルギーが使用帯域以下であることが必要である。例えば、可視光で使用する場合、波長400nm以上での吸収、即ち、バンドギャップとしては3.1eV以下の材料を使用する必要がある。
- [0052] 突起部24はxz断面において、略円形状である場合、その半径は、数nm～数百nmの範囲で適宜設定される。この突起部24の半径は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。略円形状である突起部24である場合の半径は、たとえば、5nm～100nmの範囲であることが好ましい。
- [0053] 突起部24の膜厚（ベース形状部21に対して突き出ている厚み）は、特に制限されず、例えば、5nm～100nmが好ましい。この突起部24の膜厚は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。
- [0054] ベース形状部23上の突起部24の位置には特に制限はなく、ベース形状部23の傾斜面でも先端でも可能である。ベース形状部23上の突起部24の位置は、ベース形状部23の先端から底面までのうち、先端寄りの3/4以内の範囲であることが好ましく、先端寄りの1/2以内の範囲であることがより好ましい。ベース形状部23の底面寄りに配置させる場合、製造工程

上、透明基板の主面にも配置してしまうおそれがあるからである。

[0055] 突起部 24 は、蒸着法やスパッタ法等の公知の乾式の手法により、形成可能である。この場合において、斜めから蒸着やスパッタを行うことにより、ベース形状部 23 の一方の傾斜面に突起部 24 を形成することもできる。ベース形状部 23 の一方の傾斜面に突起部 24 を形成した後にさらに、もう一方の傾斜面に突起部 24 を形成することもできる。前者の場合、突起部 24 は、z 方向から平面視してベース形状部 23 に対して非対称な位置に形成されたものとなる。後者の場合は、z 方向から平面視してベース形状部 23 に対して対称な位置に形成されたものとするのが可能となる。また、突起部 23 は、公知の湿式の手法によって形成してもよい。突起部 23 は、構成材料の異なる二層以上から構成されていてもよい。

[0056] [保護膜]

また、本実施形態の偏光板は、光学特性の変化に影響を与えない範囲において、光の入射側の表面が誘電体からなる保護膜により覆われていてもよい。

[0057] [撥水膜]

さらに、本実施形態の偏光板は、光の入射側の表面が、有機系撥水膜により覆われていてもよい。有機系撥水膜は、例えばパーフルオロデシルトリエトキシシラン (F D T S) 等のフッ素系シラン化合物等で構成され、例えば上述の C V D 法や A L D 法を利用することにより形成可能である。これにより、偏光板の耐湿性等の信頼性を向上できる。

[0058] [出射側第 1 偏光素子 (第 2 の構成例)]

図 4 は、出射側第 1 偏光素子の第 2 の構成例を模式的に示す断面図である。図 4 に示すように、出射側第 1 偏光素子 14 の第 2 の構成例として示す偏光板 30 は、ワイヤグリッド構造を有し、透明基板 31 と、透明基板 31 上において第 1 方向 (y 方向) に延在し、使用帯域の光の波長よりも短いピッチ P で互いに離間して周期的に配列された複数の凸部 32 とを備え、凸部 32 は、それぞれ第 1 方向 (y 方向) に直交する断面の幅が先端側ほど細くな

るように形成されてなるベース形状部 33 と、ベース形状部 33 から突出してなり、使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部 34 とからなる。

[0059] そして、偏光板 30 は、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する偏光板 30 の直交軸の回転角 α_1 が $\pm 8.5^\circ$ 以内となるように配置される。これにより、可視光領域の全帯域の P 偏光透過率 (T_p) を 95% 以上とすることが可能となり、可視光領域の全帯域の P 偏光透過率 (T_p) の 0° (回転角 α_1) 位置からの変化量を -1% 以内とすることが可能となる。

[0060] 図 4 に示すように、透明基板 31 の主面 31a が拡がる面を xy 平面とし、凸部 32 が延在する方向 (第 1 方向) を y 方向、また、 y 方向に直交し、凸部 32 が配列する方向を x 方向とする。また xy 平面に直交する方向を z 方向とする。図 4 では、偏光板に入射する光は、透明基板 31 の凸部 32 が形成されている側 (グリッド面側) の、 z 方向から入射する例を示しているが、偏光板 30 に入射する光を透明基板 31 側から入射してもよい。

[0061] 第 2 の構成例として示す偏光板 30 は、第 1 の構成例と比べて、ベース形状部の形状が異なる。具体的には、第 1 の構成例のベース形状部 21 は、 xz 断面が三角形状であるのに対して、第 2 の構成例のベース形状部 33 では xz 断面が台形状である。透明基板 31 及び突起部 34 は、それぞれ第 1 の構成例の透明基板 21 及び突起部 24 と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0062] ベース形状部 33 は、 y 方向に直交する xz 断面において、略台形状であってもよい。略台形状は、上面 33c と下面 (底面) 33b との間を結ぶ 2 つの傾斜面 33a が等しい長さを有し、かつ傾斜面 33a と下面 33b とが形成する角 θ が等しい形状であることが好ましい。この形状は、 z 軸に平行な軸に対して対称な台形である。

[0063] ここで、略台形状とは厳密な台形状でなくても、効果を奏する限りにおいて、ほぼ台形状であればよい。また、凸部は非常に微細な構造であるため、先細形状は製造上のある程度の丸みを帯びる場合があり、この場合も上記略

台形状に含まれる。また、凸部の略台形状の傾斜面（図4の符号33a）が多少の曲率を有する場合もあり、この場合も略台形状と言える。

[0064] ベース形状部33の寸法について、図4を用いて説明する。ベース形状部33の高さとは、ベース形状部33の底面33b（透明基板31の主面31a）から上面33cまでのz方向の寸法であり、図4において符号aで示した寸法である。また、ベース形状部33の幅とは、xz断面において、ベース形状部33の底面33bのx方向の寸法であり、図4において符号bで示した寸法である。

[0065] ベース形状部33の形状及び材料については、第1の構成例のベース形状部23で説明したものと同様のものとすることができる。

[0066] [出射側第1偏光素子（変形例）]

第1の構成例及び第2の構成例において、透明基板が、第1の材料からなる第1基板と、第2の材料からなる第2基板との積層体であってもよい。この場合、第1基板がベース形状部側に配置され、第1の材料がベース形状部の材料と同じ材料であることが好ましい。第2基板の材料としては、透明基板の材料として記載したものと同一ものを用いることができる。

[0067] また、第1の構成例及び第2の構成例において、光の入射側の表面に、位相差補償層が形成されていてもよい。位相差補償層は、例えば光学異方性を持つ無機材料を使った多層膜で構成され、例えば斜方からの蒸着法やスパッタ法を利用することにより形成可能である。これにより、液晶パネルを通った後の偏光の乱れを補正することができる。

[0068] [出射側第2偏光素子]

図5は、出射側第2偏光素子の構成例を模式的に示す断面図である。図5に示すように、出射側第2偏光素子15の第1の構成例として示す偏光板40は、ワイヤグリッド構造を有し、透明基板41と、透明基板41の第1の面41aに形成され、第1方向に延在し、使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して周期的に配列する複数の凸部42と、透明基板41の第1の面41aの反対側の第2の面41bに形成された反射防止層43とを

備え、複数の凸部42は、透明基板41側から順に、反射層42Aと、第1の誘電体からなる誘電体層42Bと、吸収層42Cとを有し、複数の凸部42のそれぞれの表面42a、及び、反射防止層43の表面43aはそれぞれ、第2の誘電体からなる保護膜44A、44Bに覆われている。

[0069] そして、偏光板40は、入射側偏光素子12の直交軸に対する偏光板40の直交軸の回転角 α_2 が $\pm 0.7^\circ$ 以内となるように配置される。これにより、可視光領域の全帯域のP偏光透過率(T_p)を90%以上とすることが可能となり、可視光領域の全帯域のコントラスト比(CR)の 0° (回転角 α_2)位置からの変化量を -20% 以内とすることが可能となる。

[0070] 図5に示すように、透明基板41の主面41aが広がる面をxy平面とし、複数の凸部42の延在する方向(第1方向)をY軸方向と称する。Y軸方向に直交し、透明基板41の主面に沿って複数の凸部42が配列する方向をX軸方向とする。Y軸方向ならびにX軸方向に直交し、透明基板の主面に対して垂直な方向をZ軸方向とする。図5では、偏光板40に入射する光は、透明基板41の凸部42が形成されている側(グリッド面側)の、Z方向から入射する例を示しているが、偏光板40に入射する光を透明基板41側から入射してもよい。

[0071] 偏光板40の複数の凸部42が形成された側(グリッド面側)から入射した光は、吸収層42C及び誘電体層42Bを通過する際に一部が吸収されて減衰する。吸収層42C及び誘電体層42Bを透過した光のうち、偏光波(TM波(P波))は高い透過率で反射層42Aを透過する。一方、吸収層42C及び誘電体層42Bを透過した光のうち、偏光波(TE波(S波))は反射層42Aで反射される。反射層42Aで反射されたTE波は、吸収層42C及び誘電体層42Bを通過する際に一部は吸収され、一部は反射して反射層42Aに戻る。また、反射層42Aで反射されたTE波は、吸収層42C及び誘電体層42Bを通過する際に干渉して減衰する。以上のようにTE波の選択的減衰を行うことにより、偏光板40は、所望の偏光特性を得ることができる。

[0072] 図5に示す偏光板40において、グリッドの高さ h は、透明基板41の面に垂直なZ軸方向の寸法であって、保護膜（高さ（厚さ） h_1 ）を備えた複数の凸部42の高さを意味する。幅 w とは、保護膜44Aを備えた複数の凸部42の延びる方向に沿うY軸方向から見たときに、高さ h 方向に直交するX軸方向の寸法を意味する。また、偏光板40を複数の凸部42の延びる方向に沿うY軸方向から見たときに、複数の凸部42のX軸方向の繰り返し間隔を、ピッチ p と称する。

[0073] 偏光板40において、複数の凸部42のピッチ p は、使用帯域の光の波長よりも短ければ特に制限されない。作製の容易性及び安定性の観点から、複数の凸部42のピッチ p は、例えば、 $100\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$ が好ましい。この複数の凸部42のピッチ p は、走査型電子顕微鏡又は透過型電子顕微鏡で観察することにより測定することができる。例えば、走査型電子顕微鏡又は透過型電子顕微鏡を用いて、任意の4箇所についてピッチ p を測定し、その算術平均値を複数の凸部42のピッチ p とすることができる。

[0074] 偏光板40は、グリッド先端からグリッド間を覆う保護膜44Aの厚みならびに反射防止層43上の保護膜44Bの厚みを最適化することにより、耐久性を維持しつつ透過軸方向の光透過特性を良くすることが可能である。

[0075] （透明基板）

出射側第1偏光素子の構成例の透明基板21と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0076] （反射層）

反射層42Aは、透明基板41上に形成され、吸収軸であるY軸方向に、帯状に延びた金属膜が配列されたものである。反射層42Aは、ワイヤグリッド型偏光子としての機能を有し、反射層42Aの長手方向に平行な方向に電界成分をもつ偏光波（TE波（S波））を減衰させ、反射層42Aの長手方向に直交する方向に電界成分をもつ偏光波（TM波（P波））を透過させる。反射層42Aの膜厚は、特に制限されず、例えば、 $100\text{ nm} \sim 300\text{ nm}$ が好ましい。なお、反射層42Aの膜厚は、例えば上述の電子顕微鏡法

により測定可能である。

[0077] 反射層42Aの構成材料としては、使用帯域の光に対して反射性を有する材料であれば特に制限されず、例えば、Al、Ag、Cu、Mo、Cr、Ti、Ni、W、Fe、Si、Ge、Te等の元素単体、又はこれらの1種以上の元素を含む合金が挙げられる。中でも、反射層42Aは、可視光領域においてワイヤグリッドでの吸収損失を小さく抑えるという観点とコストの観点から、アルミニウム（Al）又はアルミニウム合金で構成されることが好ましい。なお、これらの金属材料以外にも、例えば着色等により表面の反射率が高く形成された金属以外の無機膜や樹脂膜で構成してもよい。

[0078] 反射層42Aは、例えば蒸着法やスパッタ法を利用することにより、高密度の膜として形成可能である。また、反射層は、構成材料の異なる2層以上から構成されていてもよい。

[0079] （誘電体層）

誘電体層42Bは、反射層42A上に形成され、吸収軸であるY軸方向に帯状に延びた誘電体膜が配列されたものである。誘電体層42Bの膜厚は、吸収層42Cで反射した偏光に対して、吸収層42Cを透過して反射層42Aで反射した偏光の位相が半波長ずれる範囲で形成される。具体的には、誘電体層42Bの膜厚は、偏光の位相を調整して干渉効果を高めることが可能な1nm～500nmの範囲で適宜設定される。この誘電体層42Bの膜厚は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。また、誘電体層42Bは、反射層42Aと後述する吸収層42Cとの構成元素の相互拡散を抑制するバリア層としても形成される。

[0080] 誘電体層42Bを構成する第1の誘電体としては、SiO₂等のSi酸化物、Al₂O₃、酸化ベリリウム、酸化ビスマス等の金属酸化物、MgF₂、氷晶石、ゲルマニウム、二酸化チタン、ケイ素、フッ化マグネシウム、窒化ボロン、酸化ボロン、酸化タンタル、炭素、またはこれらの組み合わせ等の一般的な材料が挙げられる。中でも、透過率並びにバリア層の機能の観点から誘電体層42Bは、Si酸化物、Ti酸化物、Zr酸化物、Al酸化物、N

b酸化物及びTa酸化物から構成される群から選択されたいずれか一種以上の酸化物から構成されていることが好ましい。

[0081] 誘電体層42Bの屈折率は、1.0より大きく、2.5以下であることが好ましい。反射層42Aの光学特性は、周囲の屈折率によっても影響を受けるため、誘電体層42Bの材料を選択することで、偏光板の光学特性を制御することができる。また、誘電体層42Bの膜厚及び屈折率を適宜調整することにより、反射層42Aで反射したTE波について、吸収層42Cを透過する際に一部を反射して反射層42Aに戻すことができ、吸収層42Cを通過した光を干渉により減衰させることができる。このようにして、TE波の選択的減衰を行うことにより、所望の偏光特性を得ることができる。

[0082] 誘電体層42Bは、蒸着法やスパッタ法、CVD法やALD法を利用することにより、高密度の膜として形成可能である。また、誘電体層は、構成材料の異なる2層以上から構成されていてもよい。

[0083] (吸収層)

吸収層42Cは、使用帯域の光の波長に対して吸収作用を有するものであり、誘電体層42B上に形成され、吸収軸であるY軸方向に帯状に延びて配列されたものである。吸収層42Cの膜厚は、特に制限されず、例えば、5nm～50nmが好ましい。この吸収層42Cの膜厚は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。

[0084] 吸収層42Cは、金属、合金材料及び半導体材料から構成される群から選択されたいずれか1種以上の材料から構成されていることが好ましい。吸収層42Cの構成材料としては、適用される光の波長範囲によって適宜選択される。金属材料としては、Ta、Al、Ag、Cu、Au、Mo、Cr、Ti、W、Ni、Fe、Sn等の元素単体またはこれらの1種以上の元素を含む合金が挙げられる。また、半導体材料としては、Si、Ge、Te、ZnO、シリサイド材料(β -FeSi₂、MgSi₂、NiSi₂、BaSi₂、CrSi₂、CoSi₂、TaSi等)が挙げられる。これらの材料を用いることにより、偏光板は、適用される可視光域に対して高い消光比が得られる。

。中でも、吸収層42Cは、Fe又はTaを含むとともに、Siを含んで構成されることが好ましい。

[0085] 吸収層42Cとして半導体材料を用いる場合には、吸収作用に半導体のバンドギャップエネルギーが関与するため、バンドギャップエネルギーが使用帯域以下であることが必要である。例えば、可視光で使用する場合、波長400nm以上での吸収、即ち、バンドギャップとしては3.1eV以下の材料を使用する必要がある。

[0086] 吸収層42Cは、例えば蒸着法やスパッタ法を利用することにより、高密度の膜として形成可能である。また、吸収層42Cは、構成材料の異なる2層以上から構成されていてもよい。

[0087] (反射防止層)

反射防止層43は、透明基板41の第2面41b上に形成される。反射防止層43は、公知の反射防止材料からなるものとすることができ、例えば、誘電体層42Bを構成可能な材料を少なくとも2層以上の多層膜で構成されたものとすることができる。

[0088] 図6は、反射防止膜の構成例を模式的に示す断面図である。図6に示すように、反射防止膜43は、屈折率の異なる低屈折率層43Aと高屈折率層43Bとを交互に積層させることで、界面反射された光を干渉により減衰させることができる。反射防止層43の膜厚は、特に制限されず、誘電体層42Bを構成する誘電体層1層あたり1nm～500nmの範囲で適宜設定される。この反射防止層43の膜厚は、例えば上述の電子顕微鏡法により測定可能である。

[0089] 低屈折率層43Aは、SiO₂ (Siの酸化物)等を主成分とした層である。低屈折率層の屈折率は、好ましくは1.20～1.60であり、より好ましくは1.30～1.50である。

[0090] 高屈折率層43Bの屈折率は、好ましくは2.00～2.60であり、より好ましくは2.10～2.45である。このような高屈折率の誘電体としては、五酸化ニオブ (Nb₂O₅、屈折率2.33)、酸化チタン (TiO₂、

屈折率2.33～2.55)、酸化タングステン(WO_3 、屈折率2.2)、酸化セリウム(CeO_2 、屈折率2.2)、五酸化タンタル(Ta_2O_5 、屈折率2.16)、酸化亜鉛(ZnO 、屈折率2.1)、酸化インジウムスズ(ITO 、屈折率2.06)などが挙げられる。

[0091] 反射防止層43は、上述の誘電体層42Bと同じ成膜方法を利用することにより、高密度の膜として形成可能である。好適には、より高密度な膜が形成可能となる、イオンビームアシスト蒸着(IAD: Ion-beam Assisted Deposition)法やイオンビームスパッタリング(IBS: Ion Beam Sputtering)法を用いることが望ましい。

[0092] (保護膜)

複数の凸部42の表面、及び、反射防止層43の表面43aは、それぞれ誘電体からなる保護膜44A、44Bで覆われている。保護膜44Aは、凸部42の頂面、及び凸部42の側面を覆うものであり、必要に応じて、凸部42間の透明基材41表面を覆うようにしてもよい。保護膜44A及び保護膜44Bにより覆うことで、偏光板の耐久性を向上することができる。

[0093] 保護膜44A及び保護膜44Bを形成する際には、緻密で均一且つ膜厚制御性に優れる、ALD法を用いることが好ましい。また、上述の誘電体層42Bと同様、構成材料の異なる2層以上から構成されていてもよい。

[0094] また、保護膜44Aとして、凸部42間を完全に埋め込むようにしてもよい。この場合には、上述の誘電体層42Bを形成する方法以外にも、SOG(Spin on Glass)法を利用することができる。SOGによれば、空気層を含まず平坦化が可能となる。

[0095] 保護膜44A、44Bを構成する誘電体としては誘電体膜22を構成する第1の誘電体と同じ誘電体を用いることができる。耐熱性の観点からは Al_2O_3 が特に好ましい。

[0096] 保護膜44A及び保護膜44Bの少なくとも一方の膜厚を、2.5nm以下とすることができ、耐久性維持の観点から、1nm以上であることが好ましく、1.5nm以上であることがより好ましく、2.0nm以上であるこ

とがさらに好ましい。これにより、偏光板の耐久性を維持しつつ、光透過特性の向上も得られ、特に光学特性の大きな低下が回避できる。

[0097] また、保護膜44A及び保護膜44Bの少なくとも一方の膜厚を、2.5nm以上とすることもでき、光透過特性向上の観点から、10nm以下であることが好ましく、7.5nm以下であることがより好ましく、5.0nm以下であることがさらに好ましい。この場合、偏光板の耐久性を維持しつつ、光透過特性の向上も得られ、特に高耐熱性を維持できる。

[0098] (撥水膜)

さらに、偏光板40は、保護膜44A及び保護膜44Bの少なくとも一方が、有機系撥水膜により覆われていてもよい。有機系撥水膜は、例えばパーフルオロデシルトリエトキシシラン(FDTS)等のフッ素系シラン化合物等で構成され、例えば上述のCVD法やALD法を利用することにより形成可能である。これにより、偏光板の耐湿性等の信頼性を向上できる。

[0099] [液晶プロジェクター]

上述した光学機器10は、耐熱性が要求される、例えば、液晶プロジェクター、ヘッドアップディスプレイなどの用途に好適に用いることができる。以下、具体例として、液晶プロジェクターを例に挙げて説明する。

[0100] 図7は、透過型の3LCD方式の液晶プロジェクターの光学ユニットの一部を模式的に示す上面図である。液晶プロジェクター50の光学エンジン部分は、赤色光 L_R に対する入射側偏光素子51R、液晶パネル52R、出射プリ偏光素子53R、及び出射メイン偏光素子54Rと、緑色光 L_G に対する入射側偏光素子51G、液晶パネル52G、出射プリ偏光素子53G、及び出射メイン偏光素子54Gと、青色光 L_B に対する入射側偏光素子51B、液晶パネル52B、出射プリ偏光素子53B、及び出射メイン偏光素子54Bと、それぞれの出射メイン偏光素子54R、54G、54Bから出射された光を合成し、投射レンズに出射するクロスダイクロプリズム55とを備える。ここで、入射側偏光素子51R、51G、51B、液晶パネル52R、52G、52B、出射プリ偏光素子53R、53G、53B、及び出射メイン偏

光素子 54 R、54 G、54 B は、それぞれ上述した光学機器 10 の入射側偏光素子 12、光変調素子 13 と、出射側第 1 偏光素子 14、及び出射側第 2 偏光素子 15 に対応する。

[0101] 本技術を適用した液晶プロジェクター 50 では、赤色光 L_R 、緑色光 L_G 、青色光 L_B の光に対応する入射側偏光素子 51 R、51 G、51 B に入射させ、入射側偏光素子 51 R、51 G、51 B で偏光された光 L_R 、 L_G 、 L_B を各液晶パネル 52 R、53 G、52 B にて空間変調して出射し、出射プリ偏光素子 53 R、53 G、53 B、及び出射メイン偏光素子 54 R、54 G、54 B を通過した後、クロスダイクロプリズム 55 にて合成されて投射レンズ（不図示）から投射される。赤色光 L_R 、緑色光 L_G 、青色光 L_B は、光源から出射される光をダイクロイックミラーにより分離したものであってもよいが、本技術は、強い光に対して優れた耐光特性を持つため、各色に対応する二次元レーザアレイ光源からの高出力なものを使用することができる。

[0102] 本技術に係る光学機器によれば、入射側偏光素子 12 の直交軸に対する出射側第 1 偏光素子 14 の直交軸の回転角（直交ズレ角度）、及び入射側偏光素子 12 の直交軸に対する出射側第 2 偏光素子 15 の直交軸の回転角（直交ズレ角度）を最適化することにより、可視光領域の全帯域において、高い P 偏光透過率（ T_p ）及びコントラスト比（CR）を得ることができる。従って、プロジェクターで投影した場合、明るく、明暗がはっきりした画質を得ることができる。

[0103] なお、本技術を図面および実施形態に基づき説明してきたが、本技術は上記実施の形態のみに限定されるものではなく、当業者であれば本開示に基づき、種々の変形または修正を行うことが容易であることに注意されたい。したがって、これらの変形または修正は本技術の範囲に含まれることに留意されたい。また、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは異なることがある。具体的な寸法等は、上記説明を参酌して判断すべきものであり、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率の異なる部分が含まれていることは勿論である。

実施例

[0104] <2. 第1の実施例>

第1の実施例では、出射プリ偏光板及び出射メイン偏光板の角度依存性について測定した。なお、本技術は、これらの実施例に限定されるものではなく、本技術の効果を奏する範囲の変形及び改良についても本技術に含まれる。

[0105] [出射プリ偏光板]

図3に示す第1の構成例と同様な構成の偏光板を作製した。透明基板21をサファイア、ベース形状部23を SiO_2 、突起部24をGeで構成した。ベース形状部23の形状は、xz断面を略三角形とし、突起部24の形状は断面を略円とし、かつ、突起部24は傾斜面23aに接触している構造とした。

[0106] [出射メイン偏光板]

図5に示す構成例と同様な構成の偏光板を作製した。透明基板41をガラス、凸部42の反射層42AをAl、誘電体層42Bを SiO_2 、吸収層42Cを FeSi で構成した。反射防止層43を、透明基板41に近い側から順に第1層(SiO_2)、第2層(TiO_2)、第3層(SiO_2)、第4層(TiO_2)、第5層(SiO_2)、第6層(TiO_2)、第7層(SiO_2)、第8層(TiO_2)、第9層(SiO_2)と交互に積層した。また、保護膜44A、44Bを Al_2O_3 で構成した。

[0107] [光学特性の測定]

測定器として日立分光光度計U-4100を使用し、偏光板サンプルを回転させ、S偏光透過率(T_s)が最も小さい値となる角度位置を 0° に設定し、そこから角度を変化させて測定した。

[0108] [出射プリ偏光板の光学特性及び光学特性変化]

表1に、出射プリ偏光板の光学特性及び光学特性変化を示す。出射プリ偏光板の直交軸を回転させ、可視光領域（赤色帯域：波長 $\lambda = 600 \sim 680 \text{ nm}$ 、緑色帯域：波長 $\lambda = 520 \text{ nm} \sim 590 \text{ nm}$ 、青色帯域： $\lambda = 430$

nm～510nm)の全帯域について、S偏光透過率(T_s)及びP偏光透過率(T_p)を測定し、コントラスト比(CR)を算出した。また、 0° 位置のS偏光透過率(T_s)、P偏光透過率(T_p)、及びコントラスト比(CR)からの変化量(%)をそれぞれ算出した。

[0109]

[表1]

角度 θ	光学特性						光学特性変化					
	Bch			Gch			Bch			Gch		
	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR
-30	84.41	61.36	1.376	87.29	66.72	1.308	90.24	74.20	1.216	-11.81	12.06	-29.5%
-20	90.67	55.30	1.639	92.81	61.48	1.510	94.57	69.71	1.357	-5.56	6.60	-16.0%
-10	94.79	50.88	1.863	96.41	57.53	1.676	97.46	66.69	1.461	-1.44	1.58	-4.5%
-5	95.82	50.06	1.914	97.31	57.03	1.706	98.31	66.27	1.484	-0.41	0.76	-1.9%
-4	95.95	49.76	1.929	97.50	56.54	1.724	98.41	65.87	1.494	-0.28	0.46	-1.2%
-3	96.04	49.77	1.929	97.58	56.68	1.722	98.42	65.89	1.494	-0.19	0.47	-1.1%
-2	96.14	49.49	1.943	97.64	56.47	1.729	98.50	65.65	1.500	-0.09	0.19	-0.5%
-1	96.20	49.61	1.939	97.67	56.37	1.732	98.51	65.88	1.495	-0.03	0.30	-0.6%
0	96.23	49.30	1.952	97.74	56.18	1.740	98.50	65.54	1.503	0.00	0.00	0.0%
1	96.20	49.61	1.939	97.67	56.37	1.732	98.51	65.88	1.495	-0.03	0.30	-0.6%
2	96.14	49.49	1.943	97.64	56.47	1.729	98.50	65.65	1.500	-0.09	0.19	-0.5%
3	96.04	49.77	1.929	97.58	56.68	1.722	98.42	65.89	1.494	-0.19	0.47	-1.1%
4	95.95	49.76	1.928	97.50	56.54	1.724	98.41	65.87	1.494	-0.28	0.46	-1.2%
5	95.82	50.06	1.914	97.31	57.03	1.706	98.31	66.27	1.484	-0.41	0.76	-1.9%
10	94.79	50.88	1.863	96.41	57.53	1.676	97.46	66.69	1.461	-1.44	1.58	-4.5%
20	90.67	55.30	1.639	92.81	61.48	1.510	94.57	69.71	1.357	-5.56	6.60	-16.0%
30	84.41	61.36	1.376	87.29	66.72	1.308	90.24	74.20	1.216	-11.81	12.06	-29.5%

[0110] 図8は、出射プリ偏光板の緑色帯域におけるP偏光透過率(T_p)の変化量を示すグラフであり、図9は、出射プリ偏光板の緑色帯域におけるS偏光透過率(T_s)の変化量を示すグラフであり、図10は、出射プリ偏光板の緑色帯域におけるコントラスト比(CR)の変化量を示すグラフであり、図11は、図8に示すP偏光透過率(T_p)の変化量の直交ズレ角度 $\pm 10^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[0111] 表1及び図8～図11に示すように、出射プリ偏光板は、直交ズレ角度が $\pm 20^\circ$ の範囲において、可視光領域の全帯域について90%以上のP偏光透過率(T_p)を有するものであった。また、出射プリ偏光板の直交ズレ角度が $\pm 8.5^\circ$ の場合、青色帯域、緑色帯域、及び赤色帯域のP偏光透過率(T_p)は、それぞれ95.1%、96.7%及び97.7%であり、青色帯域、緑色帯域、及び赤色帯域のP偏光透過率(T_p)の 0° 位置からの変化量は、それぞれ-1.1%、-1.1%及び-0.8%であった。また、出射プリ偏光板は、コントラスト比(CR)が2.0以下であり、出射プリ偏光板の直交ズレ角度が $\pm 8.5^\circ$ の場合、コントラスト比(CR)の 0° 位置からの変化量は、可視光領域の全帯域において-5%以下であり、出射プリ偏光板の直交ズレ角度が $\pm 20^\circ$ の場合でも、コントラスト比(CR)の 0° 位置からの変化量は、可視光領域の全帯域において-20%以下であった。

[0112] [出射メイン偏光板の光学特性及び光学特性変化]

表2に、出射メイン偏光板の光学特性及び光学特性変化を示す。出射メイン偏光板の直交軸を回転させ、可視光領域(赤色帯域:波長 $\lambda = 600 \sim 680 \text{ nm}$ 、緑色帯域:波長 $\lambda = 520 \text{ nm} \sim 590 \text{ nm}$ 、青色帯域: $\lambda = 430 \text{ nm} \sim 510 \text{ nm}$)の全帯域について、S偏光透過率(T_s)及びP偏光透過率(T_p)を測定し、コントラスト比(CR)を算出した。また、 0° 位置のS偏光透過率(T_s)、P偏光透過率(T_p)、及びコントラスト比(CR)からの変化量(%)をそれぞれ算出した。

[0113]

[0114] 図12は、出射メイン偏光板の緑色帯域におけるP偏光透過率(T_p)の変化量を示すグラフであり、図13は、出射メイン偏光板の緑色帯域におけるS偏光透過率(T_s)の変化量を示すグラフであり、図14は、出射メイン偏光板の緑色帯域におけるコントラスト比(CR)の変化量を示すグラフであり、図15は、図14に示すコントラスト比(CR)の変化量の直交ズレ角度 $\pm 1^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[0115] 表2及び図12～15に示すように、出射メイン偏光板は、直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の範囲において、可視光領域の全帯域について90%以上のP偏光透過率(T_p)を有するものであった。また、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の場合、P偏光透過率(T_p)の 0° の位置からの変化量は、可視光領域の全帯域において-1%以下であった。また、出射メイン偏光板は、直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の範囲において、可視光領域の全帯域について1000以上のコントラスト比(CR)を有するものであった。また、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の場合、コントラスト比(CR)の 0° 位置からの変化量は、可視光領域の全帯域において-20%以下であった。

[0116] [出射プリ偏光板($0-30^\circ$)及び出射メイン偏光板($0-30^\circ$)の光学特性及び光学特性変化]

表3に、出射プリ偏光板及び出射メイン偏光板の直交軸を同時に回転させたときの光学特性及び光学特性変化を示す。表2に示す出射プリ偏光板の光学特性、及び表3に示す出射メイン偏光板の光学特性から、可視光領域(赤色帯域:波長 $\lambda=600\sim 680\text{nm}$ 、緑色帯域:波長 $\lambda=520\text{nm}\sim 590\text{nm}$ 、青色帯域: $\lambda=430\text{nm}\sim 510\text{nm}$)の全帯域について、S偏光透過率(T_s)、P偏光透過率(T_p)、及びコントラスト比(CR)をそれぞれ算出した。また、出射プリ偏光板及び出射メイン偏光板の直交軸が 0° 位置のS偏光透過率(T_s)、P偏光透過率(T_p)、及びコントラスト比(CR)からの変化量(%)をそれぞれ算出した。

[0117]

[表3]

θ ₁ +θ ₂ 角度	光学特性						光学特性変化					
	Gch			Rch			Gch			Rch		
	Ip	Is	CR	Ip	Is	CR	Ip	Is	CR	Ip	Is	CR
-30	57.73	14.090	4	61.32	15.706	4	63.07	17.384	4	63.07	17.384	4
-20	72.99	5.947	12	76.79	6.779	11	77.77	7.636	10	77.77	7.636	10
-10	83.89	1.450	58	87.67	1.675	52	88.14	1.930	46	88.14	1.930	46
-5	86.82	0.382	227	90.59	0.443	205	91.03	0.508	179	91.03	0.508	179
-4	87.17	0.254	343	91.04	0.292	312	91.33	0.337	271	91.33	0.337	271
-3	87.45	0.160	546	91.29	0.182	502	91.60	0.208	441	91.60	0.208	441
-2	87.66	0.090	975	91.49	0.101	910	91.78	0.113	810	91.78	0.113	810
-1	87.80	0.048	1811	91.60	0.052	1765	91.93	0.057	1608	91.93	0.057	1608
0	87.88	0.034	2586	91.74	0.034	2665	91.97	0.037	2481	91.97	0.037	2481
1	87.80	0.048	1811	91.60	0.052	1765	91.93	0.057	1608	91.93	0.057	1608
2	87.66	0.090	975	91.49	0.101	910	91.78	0.113	810	91.78	0.113	810
3	87.45	0.160	546	91.29	0.182	502	91.60	0.208	441	91.60	0.208	441
4	87.17	0.254	343	91.04	0.292	312	91.33	0.337	271	91.33	0.337	271
5	86.82	0.382	227	90.59	0.443	205	91.03	0.508	179	91.03	0.508	179
10	83.89	1.450	58	87.67	1.675	52	88.14	1.930	46	88.14	1.930	46
20	72.99	5.947	12	76.79	6.779	11	77.77	7.636	10	77.77	7.636	10
30	57.73	14.090	4	61.32	15.706	4	63.07	17.384	4	63.07	17.384	4

[0118] 図16は、出射プリ偏光板（ $0-30^\circ$ ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるP偏光透過率（ T_p ）の変化量を示すグラフであり、図17は、図16に示すP偏光透過率（ T_p ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 10^\circ$ の範囲を示すグラフであり、図18は、出射側プリ偏光板（ $0-30^\circ$ ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるコントラスト比（ CR ）の変化量を示すグラフであり、図19は、図18に示すコントラスト比（ CR ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 1^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[0119] 表3及び図16～19に示すように、出射プリ偏光板及び出射メイン偏光板の直交ズレ角度が 0° の場合、青色帯域、緑色帯域、及び赤色帯域のP偏光透過率（ T_p ）は、それぞれ87.9%、91.7%及び92.0%であった。また、直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の場合、コントラスト比（ CR ）の 0° 位置からの変化量は、可視光領域の全帯域において -20% 程度であった。

[0120] [出射プリ偏光板（ 0° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の光学特性及び光学特性変化]

表4に、出射プリ偏光板の直交軸を 0° 位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交軸を回転させたときの光学特性及び光学特性変化を示す。表2に示す出射プリ偏光板の光学特性、及び表3に示す出射メイン偏光板の光学特性から、可視光領域（赤色帯域：波長 $\lambda = 600 \sim 680 \text{ nm}$ 、緑色帯域：波長 $\lambda = 520 \text{ nm} \sim 590 \text{ nm}$ 、青色帯域： $\lambda = 430 \text{ nm} \sim 510 \text{ nm}$ ）の全帯域について、S偏光透過率（ T_s ）、P偏光透過率（ T_p ）、及びコントラスト比（ CR ）をそれぞれ算出した。また、出射プリ偏光板及び出射メイン偏光板の直交軸が 0° 位置のS偏光透過率（ T_s ）、P偏光透過率（ T_p ）、及びコントラスト比（ CR ）からの変化量（%）をそれぞれ算出した。

[0121]

[表4]

入射角 θ	光学特性						光学特性変化					
	Bch			Rch			Bch			Rch		
	Ip	Is	CR	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR
-30	65.81	11.321	6	68.66	13.224	5	68.84	15.354	4	-23.03	13.190	-99.8%
-20	77.47	5.302	15	80.88	6.195	13	81.00	7.179	11	-10.86	6.161	-99.5%
-10	85.16	1.405	61	88.88	1.636	54	89.08	1.896	47	-2.86	1.602	-98.0%
-5	87.19	0.377	231	90.99	0.436	209	91.21	0.502	182	-0.75	0.402	-92.2%
-4	87.42	0.252	347	91.27	0.290	314	91.42	0.335	273	-0.47	0.256	-88.2%
-3	87.62	0.158	553	91.44	0.180	508	91.68	0.206	444	-0.30	0.146	-81.0%
-2	87.74	0.090	980	91.59	0.100	916	91.79	0.113	811	-0.15	0.066	-65.6%
-1	87.82	0.048	1822	91.67	0.052	1773	91.92	0.057	1616	-0.07	0.017	-33.5%
0	87.88	0.034	2586	91.74	0.034	2665	91.97	0.037	2481	0.00	0.000	0.0%
1	87.82	0.048	1822	91.67	0.052	1773	91.92	0.057	1616	-0.07	0.017	-33.5%
2	87.74	0.090	980	91.59	0.100	916	91.79	0.113	811	-0.15	0.066	-65.6%
3	87.62	0.158	553	91.44	0.180	508	91.68	0.206	444	-0.30	0.146	-81.0%
4	87.42	0.252	347	91.27	0.290	314	91.42	0.335	273	-0.47	0.256	-88.2%
5	87.19	0.377	231	90.99	0.436	209	91.21	0.502	182	-0.75	0.402	-92.2%
10	85.16	1.405	61	88.88	1.636	54	89.08	1.896	47	-2.86	1.602	-98.0%
20	77.47	5.302	15	80.88	6.195	13	81.00	7.179	11	-10.86	6.161	-99.5%
30	65.81	11.321	6	68.66	13.224	5	68.84	15.354	4	-23.03	13.190	-99.8%

[0122] 図20は、出射プリ偏光板（ 0° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるP偏光透過率（ T_p ）の変化量を示すグラフであり、図21は、図20に示すP偏光透過率（ T_p ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 10^\circ$ の範囲を示すグラフであり、図22は、出射プリ偏光板（ 0° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるコントラスト比（CR）の変化量を示すグラフであり、図23は、図22に示すコントラスト比（CR）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 1^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[0123] 表4及び図20～23に示すように、出射プリ偏光板の直交軸を 0° 位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の場合、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が 0° 位置からのP偏光透過率（ T_p ）の変化量は、可視光領域の全帯域において -1% 以内であり、コントラスト比（CR）の変化量は、可視光領域の全帯域において -20% 程度であった。

[0124] [出射プリ偏光板（ 8.5° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の光学特性及び光学特性変化]

表5に、出射プリ偏光板の直交軸を 8.5° 位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交軸を回転させたときの光学特性及び光学特性変化を示す。表2に示す出射プリ偏光板の光学特性、及び表3に示す出射メイン偏光板の光学特性から、可視光領域（赤色帯域：波長 $\lambda = 600 \sim 680 \text{ nm}$ 、緑色帯域：波長 $\lambda = 520 \text{ nm} \sim 590 \text{ nm}$ 、青色帯域： $\lambda = 430 \text{ nm} \sim 510 \text{ nm}$ ）の全帯域について、S偏光透過率（ T_s ）、P偏光透過率（ T_p ）、及びコントラスト比（CR）をそれぞれ算出した。また、出射プリ偏光板の直交軸を 8.5° 位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交軸が 0° 位置のS偏光透過率（ T_s ）、P偏光透過率（ T_p ）、及びコントラスト比（CR）からの変化量（%）をそれぞれ算出した。

[0125]

[表5]

入射角 θ	光学特性						光学特性変化					
	Gch			Rch			Gch			Rch		
	Ip	Is	CR	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR	Ip	Ts	CR
-30	65.04	11.627	6	67.92	13.507	5	68.29	15.595	4	-21.81	11.592	-99.8%
-20	76.56	5.445	14	80.00	6.327	13	80.36	7.292	11	-10.29	5.410	-99.4%
-10	84.16	1.443	58	87.92	1.671	53	88.37	1.926	46	-2.69	1.408	-97.7%
-5	86.17	0.387	223	90.00	0.445	202	90.48	0.510	177	-0.68	0.352	-91.0%
-4	86.39	0.259	334	90.28	0.297	304	90.69	0.341	266	-0.45	0.224	-86.6%
-3	86.59	0.163	532	90.45	0.184	492	90.94	0.210	434	-0.26	0.128	-78.6%
-2	86.71	0.092	943	90.59	0.102	887	91.05	0.115	792	-0.13	0.057	-62.1%
-1	86.79	0.049	1754	90.67	0.053	1717	91.19	0.058	1579	-0.06	0.015	-29.5%
0	86.85	0.035	2489	90.74	0.035	2581	91.23	0.038	2423	0.00	0.000	0.0%
1	86.79	0.049	1754	90.67	0.053	1717	91.19	0.058	1579	-0.06	0.015	-29.5%
2	86.71	0.092	943	90.59	0.102	887	91.05	0.115	792	-0.13	0.057	-62.1%
3	86.59	0.163	532	90.45	0.184	492	90.94	0.210	434	-0.26	0.128	-78.6%
4	86.39	0.259	334	90.28	0.297	304	90.69	0.341	266	-0.45	0.224	-86.6%
5	86.17	0.387	223	90.00	0.445	202	90.48	0.510	177	-0.68	0.352	-91.0%
10	84.16	1.443	58	87.92	1.671	53	88.37	1.926	46	-2.69	1.408	-97.7%
20	76.56	5.445	14	80.00	6.327	13	80.36	7.292	11	-10.29	5.410	-99.4%
30	65.04	11.627	6	67.92	13.507	5	68.29	15.595	4	-21.81	11.592	-99.8%

[0126] 図24は、出射プリ偏光板（ 8.5° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるP偏光透過率（ T_p ）の変化量を示すグラフであり、図25は、図24に示すP偏光透過率（ T_p ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 10^\circ$ の範囲を示すグラフであり、図26は、出射プリ偏光板（ 8.5° ）及び出射メイン偏光板（ $0-30^\circ$ ）の緑色帯域におけるコントラスト比（ CR ）の変化量を示すグラフであり、図27は、図26に示すコントラスト比（ CR ）の変化量の直交ズレ角度 $\pm 1^\circ$ の範囲を示すグラフである。

[0127] 表5及び図24～27に示すように、出射プリ偏光板の直交軸を 8.5° 位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が $\pm 0^\circ$ の場合、青色帯域、緑色帯域、及び赤色帯域のP偏光透過率（ T_p ）は、それぞれ86.9%、90.7%及び91.2%であった。

[0128] また、出射プリ偏光板の直交軸を 8.5° 位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が $\pm 0.7^\circ$ の場合、出射メイン偏光板の直交ズレ角度が 0° 位置からのP偏光透過率（ T_p ）の変化量は、可視光領域の全帯域において -1% 以内であり、コントラスト比（ CR ）の変化量は、可視光領域の全帯域において -20% 程度であった。

[0129] 第1の実施例によれば、出射プリ偏光板の直交ズレ角度を 8.5° 以内の位置に配置させ、出射メイン偏光板の直交ズレ角度を $\pm 0.7^\circ$ 以内に配置させることにより、可視光領域の全帯域において、高いP偏光透過率（ T_p ）及びコントラスト比（ CR ）を得ることができた。従って、プロジェクターで投影した場合、明るく、明暗がはっきりした画質を得ることができる。

[0130] <3. 第1の実験例>

第1の実験例では、出射側プリ偏光板の光学特性について検証した。

[0131] 出射側プリ偏光板について、シミュレーションを行って効果を検証した。より具体的には、偏光板の光学特性について、RCWA (Rigorous Coupled Wave Analysis) 法による電磁界シミュレーションにより検証した。シミュレーションには、Grating Solver Development社のグレーティングシミュレータGsolverを用いた。

[0132] [実験例 1-1 ~ 1-4]

実験例 1-1 の偏光板の形状は図 3 に示した通りであり、実験例 1-2 ~ 1-4 の偏光板の形状は図 4 に示した通りである。実験例 1-1 ~ 1-4 の偏光板の材料は、透明基板 21、31 とベース形状部 23、33 とはいずれも水晶からなるものであり、突起部 24、34 は Ge からなるものである。実験例 1-1 ~ 1-4 のベース形状部 23、33 の形状はいずれも、高さ a が 70 nm 、幅 b が 100 nm 、ピッチ P が 141 nm であり、傾斜角 θ がそれぞれ、 54° 、 63° 、 72° 、 81° である。高さ a 及び幅 b を固定しているので、実験例 1-1 ($\theta = 54^\circ$) は xz 断面が三角形状であり、実験例 1-2 ($\theta = 63^\circ$)、実験例 1-3 ($\theta = 72^\circ$)、及び、実験例 1-4 ($\theta = 81^\circ$) は xz 断面が台形状である。また、実験例 1-1 ~ 1-4 の突起部 24 の形状はすべて、断面が円であり、その半径が 15 nm である。ベース形状部 23、33 における突起部 24、34 の位置については、図 3 及び図 4 に示した通り、円の最外周が高さ a と同じとし、かつ傾斜面 21a に接触させている。

[0133] [比較実験例 1]

比較実験例 1 の偏光板の xz 断面の形状は図 28 に示した通りである。比較実験例 1 の偏光板 100 の材料は、透明基板 101 とベース形状部 103 とはいずれも水晶からなるものであり、突起部 104 は Ge からなるものである点は実験例 1-1 ~ 1-4 と共通するが、 xz 断面が矩形である点は実験例 1-1 ~ 1-4 と異なる。

[0134] 比較実験例 1 のベース形状部 103 の形状は、高さ a が 70 nm 、幅 b が 100 nm 、ピッチ P が 141 nm であり、傾斜角 θ が 90° である。また、比較実験例 1 の突起部 104 の形状は断面が円であり、その半径が 15 nm である。ベース形状部 103 における突起部 104 の位置については、図 28 に示した通り、円の最外周が高さ a と同じとし、かつ傾斜面 103a に接触させている。

[0135] 図 29 は、実験例 1-1 ~ 1-4 及び比較実験例 1 の偏光板における、各

波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。横軸が波長 λ (nm)を示しており、縦軸が透過軸透過率 T_p (%)を示している。ここで、透過軸透過率 T_p とは、偏光板に入射する透過軸方向(X方向)の偏光波(TM波)の透過率を意味する。

[0136] 図29に示すように、比較実験例1の偏光板よりも本技術に係る偏光板は、傾斜角 θ を小さくしていくことで、可視光領域(赤色帯域:波長 $\lambda=600\sim680$ nm、緑色帯域:波長 $\lambda=520$ nm ~590 nm、青色帯域: $\lambda=430$ nm ~510 nm)のいずれも透過軸透過率が向上している。

[0137] 高さ a 及び幅 b が同じ場合、ベース形状部121は矩形よりも先細形状の方が、光学特性が良いことがわかった。また、高さ a 及び幅 b が同じ場合、 xz 断面が台形状であるよりも三角形状の方が、光学特性が良いことがわかった。また、高さ a 及び幅 b が同じであって、 xz 断面が台形状である場合、傾斜角 θ が小さい方が、光学特性が良いことがわかった。

[0138] [実験例2-1~2-5]

実験例2-1~2-5の偏光板の形状は図3に示した通りである。実験例2-1~2-5の偏光板の材料は、透明基板21とベース形状部23とはいずれも水晶からなるものであり、突起部24はGeからなるものである。

[0139] 実験例2-1~2-5の偏光板の形状はいずれも、幅 b が100 nm、ピッチ P が141 nmと共通であるが、高さ a は順に、50 nm、70 nm、90 nm、110 nm、130 nm、である(その結果、傾斜角 θ は順に、 54° 、 45° 、 61° 、 66° 、 69° である)。また、実験例1-1~1-4の突起部24の形状はすべて、断面が円であり、その半径が15 nmである。ベース形状部23における突起部24の位置については、図3に示した通り、円の最外周が高さ a と同じとし、かつ傾斜面23aに接触させている。

[0140] 図30は、実験例2-1~2-5の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。横軸が波長 λ (nm)を示しており、縦軸が透過軸透過率 T_p (%)を示している。図30に基づく、幅 b に対

する高さ a の比 (a/b) は、 $1/2$ を超えていることが好ましく、 $7/10$ 以上であることがより好ましく、 $9/10$ 、 $11/10$ 、及び、 $13/10$ である場合は $7/10$ の場合よりも好ましい。

[0141] [実験例 3-1 ~ 3-5]

実験例 3-1 ~ 3-5 の偏光板の形状は図 3 に示した通りである。実験例 3-1 ~ 3-5 の偏光板の材料は、透明基板 21 がベース形状部 23 とはいずれもサファイアからなるものであり、突起部 24 は Ge からなるものである。

[0142] 実験例 3-1 ~ 3-5 の偏光板の形状はいずれも、幅 b が 100 nm 、ピッチ P が 141 nm と共通であるが、高さ a は順に、 50 nm 、 70 nm 、 90 nm 、 110 nm 、 130 nm 、である（その結果、傾斜角 θ は順に、 54° 、 45° 、 61° 、 66° 、 69° である）。また、実験例 3-1 ~ 3-5 の突起部 24 の形状はすべて、断面が円であり、その半径が 15 nm である。ベース形状部 23 における突起部 24 の位置については、図 3 に示した通り、円の最外周が高さ a と同じとし、かつ傾斜面 23a に接触させている。

[0143] 図 31 は、実験例 3-1 ~ 3-5 の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。横軸が波長 λ (nm) を示しており、縦軸が透過軸透過率 T_p (%) を示している。図 31 に基づくと、幅 b に対する高さ a の比 (a/b) は、 $1/2$ を超えていることが好ましく、 $7/10$ 以上であることがより好ましく、 $9/10$ 、 $11/10$ 、及び、 $13/10$ である場合は $7/10$ の場合よりも好ましい。この点は、実験例 2-1 ~ 2-5 の偏光板と同様であり、透明基板及びベース形状部の材料を水晶からサファイアに変えても、かかる特徴は変わらないことがわかった。

[0144] [実験例 4-1 ~ 4-5]

実験例 4-1 ~ 4-5 の偏光板の形状は図 3 に示した通りである。実験例 4-1 ~ 4-5 の偏光板の材料は、透明基板 21 はサファイアからなるものであり、ベース形状部 23 は SiO_2 からなるものであり、突起部 24 は Ge

からなるものである。

[0145] 実験例4-1～4-5の偏光板の形状はいずれも、幅 b が100nm、ピッチ P が141nmと共通であるが、高さ a は順に、50nm、70nm、90nm、110nm、130nm、である（その結果、傾斜角 θ は順に、 54° 、 45° 、 61° 、 66° 、 69° である）。また、実験例4-1～4-5の突起部24の形状はすべて、断面が円であり、その半径が15nmである。ベース形状部23における突起部24の位置については、図3に示した通り、円の最外周が高さ a と同じとし、かつ傾斜面23aに接触させている。

[0146] 図32は、実験例4-1～4-5の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。横軸が波長 λ (nm)を示しており、縦軸が透過軸透過率 T_p (%)を示している。図32に基づく、可視光領域（赤色帯域：波長 $\lambda = 600 \sim 680$ nm、緑色帯域：波長 $\lambda = 520$ nm ~ 590 nm、青色帯域： $\lambda = 430$ nm ~ 510 nm）のすべてについて、幅 b に対する高さ a の比（ a/b ）を $1/2$ を超えた形状とすることが、透過軸透過率が向上しているから好ましい。また、可視光領域のすべてについて、 a/b を $7/10$ 以上の形状とすることが、透過軸透過率が向上しているからより好ましい。また、可視光領域のすべてについて、 a/b を $9/10$ 、及び、 $11/10$ の形状とする構成は $7/10$ の形状とする構成よりも好ましい。また、緑色帯域（波長 $\lambda = 520$ nm ~ 590 nm）及び青色帯域（ $\lambda = 430$ nm ~ 510 nm）については、 a/b を $13/10$ の形状とする構成は $7/10$ の形状とする構成よりも好ましい。

[0147] [実験例5-1～5-5]

実験例5-1～5-3の偏光板の形状は、図3に示した透明基板21の代わりに、 SiO_2 からなる第1基板及びサファイアからなる第2基板の積層板とした。ベース形状部23は SiO_2 からなるものであり、突起部24はGeからなるものである。また、実験例5-1～5-3の偏光板は、それぞれ第1基板の厚さ d_1 が、35nm、70nm、105nmであり、第2基板の

厚さ d_2 が、 0.7 mm である。

[0148] また、実験例 5-4 の偏光板の形状は図 3 に示した通りのものであって、透明基板 21 はサファイアからなるものであり、ベース形状部 23 は SiO_2 からなるものであり、突起部 24 は Ge からなるものである。透明基板 21 の厚さは 0.7 mm である。

[0149] また、実験例 5-5 の偏光板の形状は図 3 に示した通りのものであって、透明基板 21 がベース形状部 23 とはいずれもサファイアからなるものであり、突起部 24 は Ge からなるものである。透明基板 21 の厚さは 0.7 mm である。

[0150] また、実験例 5-1 ~ 5-5 の突起部 24 の形状はすべて、断面が円であり、その半径が 15 nm である。ベース形状部 23 における突起部 24 の位置については、図 3 に示した通り、円の最外周が高さ a と同じとし、かつ傾斜面 23a に接触させている。

[0151] シミュレーションにおいては、入射光は基板側から入射した場合について行った。

[0152] 図 33 は、実験例 5-1 ~ 5-5 の偏光板における、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。横軸が波長 λ (nm) を示しており、縦軸が透過軸透過率 T_p (%) を示している。図 33 に基づくと、透明基板が二層の積層体であって、ベース形状部側の第 1 基板がベース形状部と同じ材料からなる実験例 5-1 ~ 5-2 の偏光板は、可視光領域（赤色帯域：波長 $\lambda = 600 \sim 680\text{ nm}$ 、緑色帯域：波長 $\lambda = 520 \sim 590\text{ nm}$ 、青色帯域： $\lambda = 430 \sim 510\text{ nm}$ ）のすべて波長域において、透明基板が単層である実験例 5-4 及び実験例 5-5 の偏光板よりも、透過軸透過率が向上していた。また、実験例 5-3 の偏光板についても、緑色帯域及び青色帯域において、透明基板が単層である実験例 5-4 及び実験例 5-5 の偏光板よりも、透過軸透過率が向上していた。従って、透過軸透過率向上の観点からは、透明基板として、二層の積層体であって、ベース形状部側の第 1 基板がベース形状部と同じ材料からなるものを用いる方が好ましい。

[0153] <4. 第2の実験例>

第2の実験例では、出射側メイン偏光板の光学特性について検証した。

[シミュレーション]

[0154] 本技術に係る偏光板として、図5に示した偏光板をモデルとしてシミュレーションを行った。より具体的には、これらの偏光板の光学特性について、RCWA (R i g o r o u s C o u p l e d W a v e A n a l y s i s) 法による電磁界シミュレーションにより検証した。

[0155] 図34は、図5に示した偏光板をモデルとしてシミュレーションを行って得られた、可視光領域（赤色帯域：波長 $\lambda = 600 \sim 680 \text{ nm}$ 、緑色帯域：波長 $\lambda = 520 \text{ nm} \sim 590 \text{ nm}$ 、青色帯域： $\lambda = 430 \text{ nm} \sim 510 \text{ nm}$ ）における透過軸透過率の分光波形を示すグラフである。横軸が波長 λ (nm) を示しており、縦軸が透過軸透過率 (%) を示している。ここで、透過軸透過率とは、偏光板に入射する透過軸方向 (X軸方向) の偏光 (TM波) の透過率を意味する。

[0156] 偏光板モデルにおいては、以下のパラメータ及び材料とした。

透明基板：材料（無アルカリガラス）、厚み (0.7 mm)、

反射層：材料 (Al)、厚み (250 nm)、幅 (35 nm)、

誘電体層：材料 (SiO_2)、厚み (5 nm)、幅 (35 nm)、

吸収層：材料 (FeSi)、厚み (25 nm)、幅 (35 nm)、

反射防止層：材料 (TiO_2 層/ SiO_2 層の交互積層体)、厚み (641.15 nm)、幅 (35 nm)、表6に具体的な層構成を示す。第1層～第9層は透明基板に近い側から遠い側に順に配置させた。

グリッド：高さ h (280 + 保護膜厚み) nm、幅 w (35 + 保護膜厚み $\times 2$) nm、ピッチ p (141 nm)。

[0157]

[表6]

	構成材料	膜厚 (nm)
第1層	SiO ₂	170.99
第2層	TiO ₂	12.76
第3層	SiO ₂	33.72
第4層	TiO ₂	121.52
第5層	SiO ₂	36.77
第6層	TiO ₂	25.13
第7層	SiO ₂	39.09
第8層	TiO ₂	114.39
第9層	SiO ₂	86.78
total		641.15

[0158] また、偏光板モデルにおいて、保護膜（図5における符号44A、44B）は材料をAl₂O₃とし、膜厚（厚み）を1nm、2.5nm、5nm、7.5nm、10nmとした。また、比較実験例として、保護膜を備えない場合もシミュレーションを行い、図34に示した。

[0159] 保護膜は、偏光板の耐久性を向上させることができるが、図34から、その膜厚が厚くなるにつれて可視光領域全体で透過軸透過率は低下し、特に短波長側の落ち込みが大きくなることがわかった。

[0160] [実験例1～3、比較実験例]

保護膜が2.5nm（実験例1）、保護膜が5nm（実験例2）、保護膜が7.5nm（実験例3）とし、その他は上記シミュレーションを行ったパラメータで実際に偏光板を作製して、透過軸透過率を実測した。その結果を図35に示す。また、保護膜を備えない偏光板（比較実験例）についても透過軸透過率を実測してその結果を図35に示した。図34に示したシミュレ

ーション結果が実際の偏光板の光学特性をよく反映していることがわかる。

[0161] 図34及び図35の結果に基づく、波長400nm～700nmの全波長で透過軸透過率を80%以上とすることが求められる場合には、保護膜の膜厚を5nm以下とする。また、波長430nm～700nmの全波長で透過軸透過率を80%以上とすることが求められる場合には、保護膜の膜厚を10nm以下とする。

[0162] 図36は、シミュレーションを行って得た、各波長帯域毎の透過軸透過率の平均値を示すグラフであり、図37は、実験例1～3及び比較実験例の偏光板について実測した、各波長帯域の透過軸透過率の平均値を示すグラフである。図37に示すグラフは、図36に示したシミュレーション結果が実際の偏光板の光学特性をよく反映していることがわかる。

[0163] 図36及び図37に基づく、赤色帯域、緑色帯域及び青色帯域の全帯域で、平均透過軸透過率を86%以上とすることが求められる場合には、保護膜の膜厚を5nm以下とする。また、赤色帯域、緑色帯域及び青色帯域の全帯域で、平均透過軸透過率を90%以上とすることが求められる場合には、保護膜の膜厚を2.5nm以下とする。

[0164] 本技術に係る偏光板として、実際に作製した偏光板の耐熱性評価を行った。なお、耐熱性評価はクリーンオープンの300℃で行い、偏光板の光学特性であるコントラストについて、初期特性すなわち、クリーンオープンに入れる前からの変化率にて評価した。コントラストとは、透過軸透過率／吸収軸透過率で算出でき、吸収軸透過率とは、偏光板に入射する吸収軸方向（Y軸方向）の偏光（TE波）の透過率を意味する。コントラスト変化率は、偏光板の耐熱性への影響を捉えるのに適している。

[0165] 図38は、実際に作製し光学特性におけるコントラストを耐熱性評価によって比較したグラフである。横軸に試験時間（クリーンオープン内に配置した時間）、縦軸にコントラストの変化率を示しており、入射光が可視光領域の緑色帯域の光（波長＝520nm～590nm）の場合を例とした。図38において、保護膜を備えない場合の結果も併せて示した。

[0166] 図38に示すように、保護膜が厚くなるにつれてコントラストの変化率は小さくなり、偏光板の耐久性は向上している。なお、入射光が緑色帯域の光の場合を例として示したが、赤色帯域の光（波長＝600～680nm）あるいは青色帯域の光（波長＝430nm～510nm）であったとしても、コントラスト変化率の値が多少前後するだけで、同様の効果が得られた。図38の結果から、保護膜の膜厚を2.5nm以上とすると、高耐熱性を維持できることがわかった。

[0167] 以上の結果から、凸部の表面及び反射防止層の表面に保護膜を備える本技術の偏光板は、耐久性を維持しつつ光透過特性の向上も得られることがわかり、特に、光学特性を著しく低下させない膜厚としては2.5nm以下が望ましく、また、高耐熱性を維持させる膜厚としては2.5nm以上が望ましいことがわかった。なお、保護膜を形成するにあたり、複数の凸部だけでなく反射防止層への影響も加味した、保護膜ならびに反射防止層を設計することが好ましい。

符号の説明

[0168] 10 光学機器、11 光源、12 入射側偏光素子、13 光変調素子、14 出射側第1偏光素子、15 出射側第2偏光素子、20 偏光板、21 透明基板、21a 主面、22 凸部、23 ベース形状部、24 突起部、30 偏光板、31 透明基板、31a 主面、32 凸部、33 ベース形状部、34 突起部、40 偏光板、41 透明基板、41a 第1の面、41b 第2の面、42 凸部、42A 反射層、42B 誘電体層、42C 吸収層、43 反射防止層、44A、44B 保護膜、50 液晶プロジェクター、51R、51G、51B 入射側偏光素子、52R、52G、52B 液晶パネル、53R、53G、53B 出射プリ偏光素子、54R、54G、54B 出射メイン偏光素子、100 偏光板、101 透明基板、102 凸部、103 ベース形状部、104 突起部

請求の範囲

- [請求項1] 光源と、入射側偏光素子と、光変調素子と、出射側第1偏光素子と、出射側第2偏光素子とを備えた光学機器であって、
- 前記出射側第1偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、前記所定方向に直交する断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されたベース形状部と、前記ベース形状部から突出し、前記使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部とを有し、
- 前記出射側第2偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、反射層と、誘電体層と、吸収層とを有し、
- 前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第1偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 8.5^\circ$ 以内であり、
- 前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第2偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 0.7^\circ$ 以内である、光学機器。
- [請求項2] 前記出射側第1偏光素子は、前記入射側偏光素子の直交軸に対する回転角が $\pm 8.5^\circ$ 以内である場合、可視光領域の全帯域のP偏光透過率が95%以上であり、可視光領域の全帯域のP偏光透過率の回転角 0° の位置からの変化量が -1% 以下である請求項1記載の光学機器。
- [請求項3] 前記出射側第2偏光素子は、前記入射側偏光素子の直交軸に対する回転角が $\pm 0.7^\circ$ 以内である場合、可視光領域の全帯域のコントラスト比が1000以上であり、可視光領域の全帯域のコントラスト比の回転角 0° の位置からの変化量が -20% 以下である請求項1記載

の光学機器。

[請求項4] 前記出射側第2偏光素子が、前記透明基板の他方の面に反射防止層をさらに備える請求項1又は2記載の光学機器。

[請求項5] 前記出射側第2偏光素子における前記凸部の表面及び前記反射防止層の表面が、誘電体からなる保護膜に覆われている請求項4記載の光学機器。

[請求項6] 前記出射側第2偏光素子における前記保護膜の膜厚が、10nm以下である請求項5記載の光学機器。

[請求項7] 前記出射側第1偏光素子における前記ベース形状部が、前記所定方向に直交する断面において略三角形形状である請求項1乃至6のいずれか1項に記載の光学機器。

[請求項8] 前記出射側第1偏光素子が、前記透明基板の他方の面に位相差補償素子が設けられている請求項1乃至7のいずれか1項に記載の光学機器。

[請求項9] 前記出射側第1偏光素子における前記突起部が、使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する、金属、合金及び半導体からなる群から選択された材料からなる請求項1乃至8のいずれか1項に記載の光学機器。

[請求項10] 光源と、入射側偏光素子と、光変調素子と、出射側第1偏光素子と、出射側第2偏光素子とを備えた光学機器の製造方法であって、

前記出射側第1偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、前記所定方向に直交する断面の幅が先端側ほど細くなるように形成されたベース形状部と、前記ベース形状部から突出し、前記使用帯域の光の波長に対して吸収性を有する突起部とを有し、

前記出射側第2偏光素子は、ワイヤグリッド構造を有し、かつ、透

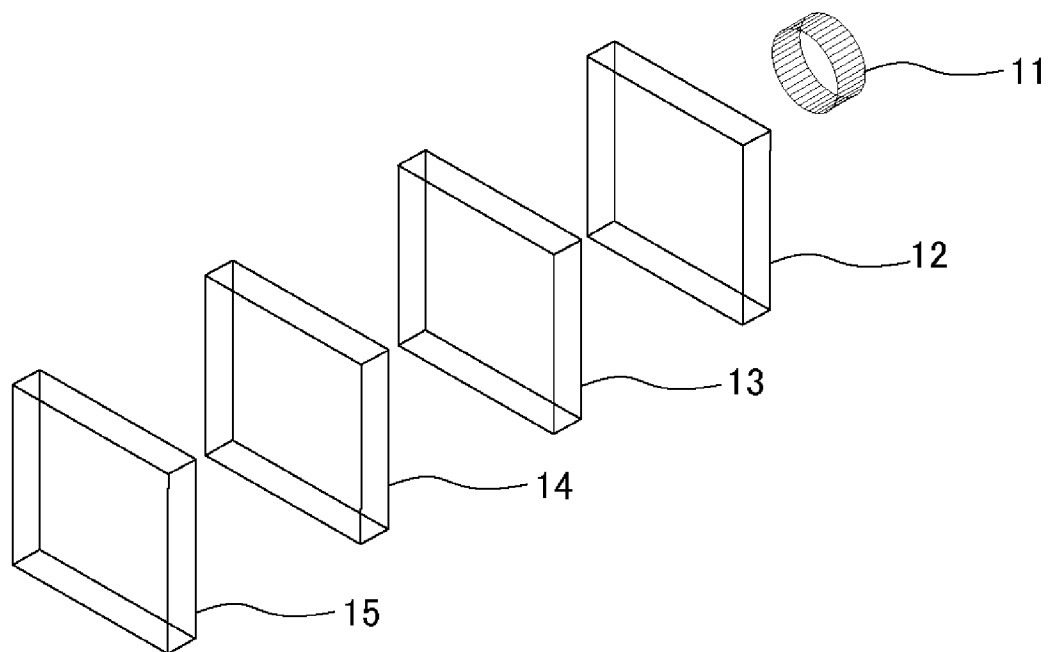
明基板の一方の面に前記光源の使用帯域の光の波長よりも短いピッチで互いに離間して配列された複数の凸部を備え、前記凸部は、所定方向に延在する格子状凸部であり、該格子状凸部は、前記透明基板側から順に、反射層と、誘電体層と、吸収層とを有し、

前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第 1 偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 8.5^{\circ}$ 以内となるように前記出射側第 1 偏光素子を配置する工程と、

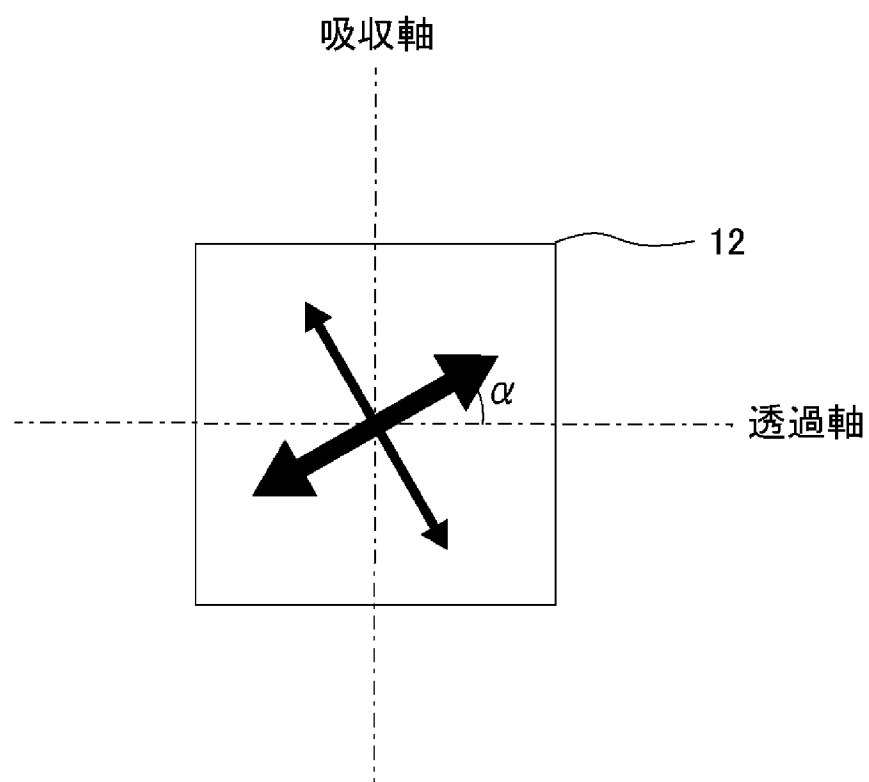
前記入射側偏光素子の直交軸に対する前記出射側第 2 偏光素子の直交軸の回転角が、 $\pm 0.7^{\circ}$ 以内となるように前記出射側第 2 偏光素子を配置する工程とを有する、光学機器の製造方法。

[請求項11] 透過型の液晶プロジェクターである、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光学機器。

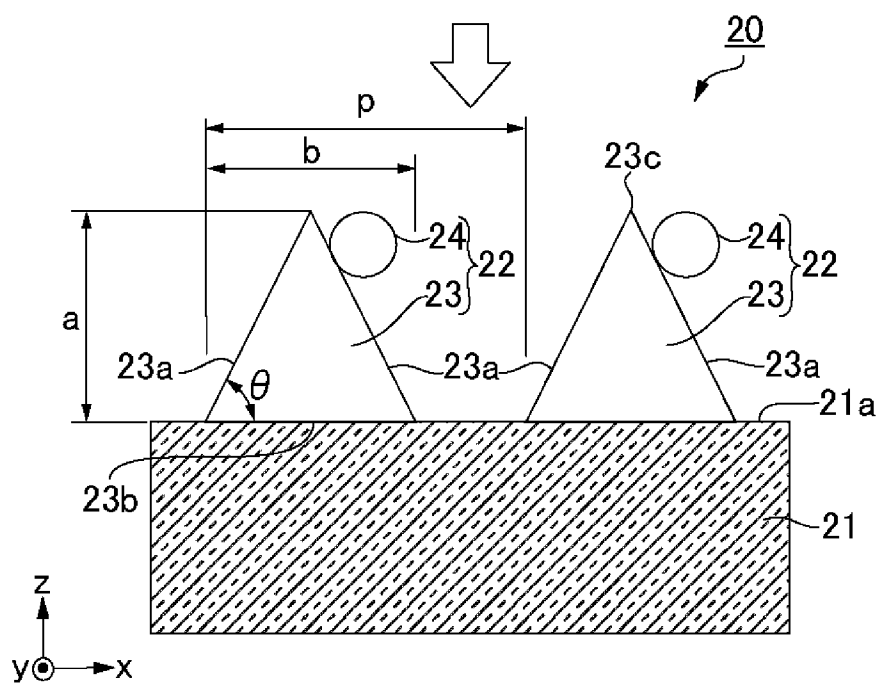
[図1]



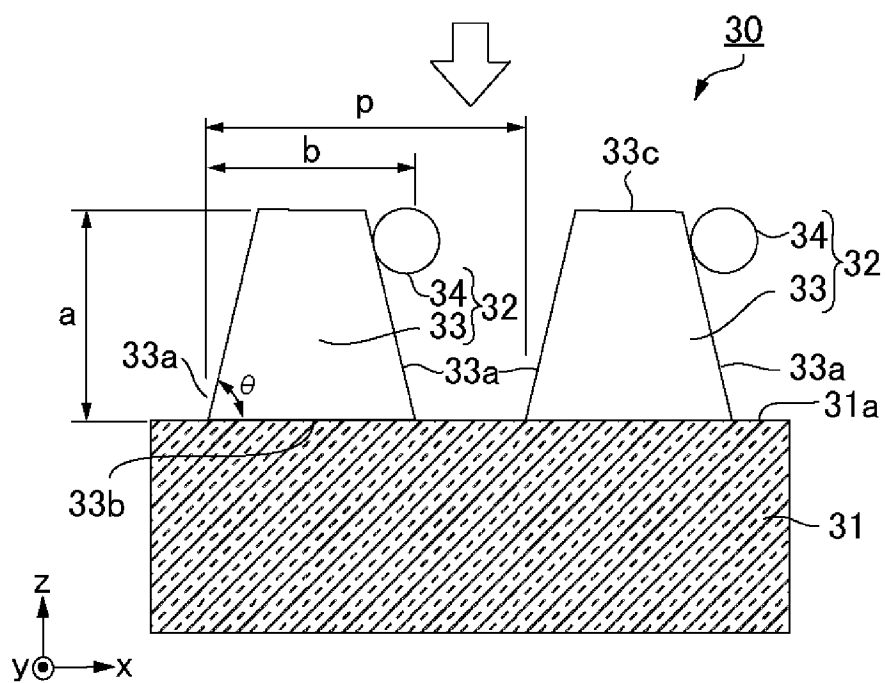
[図2]



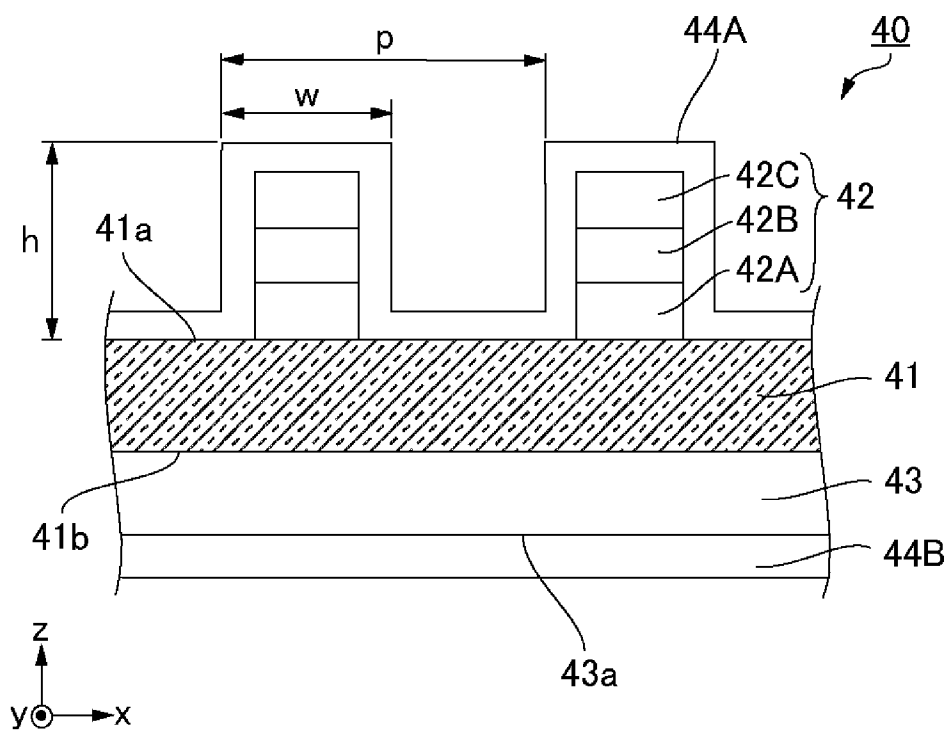
[図3]



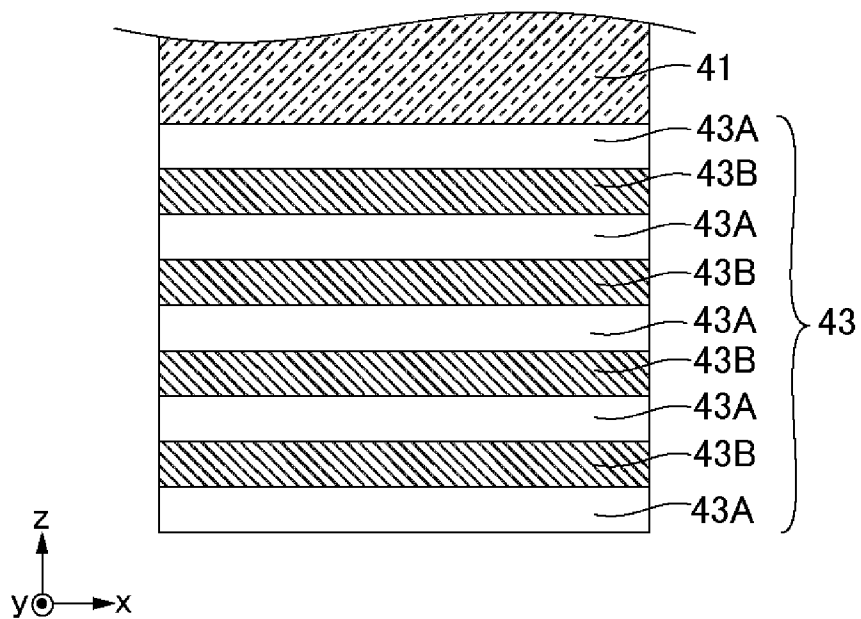
[図4]



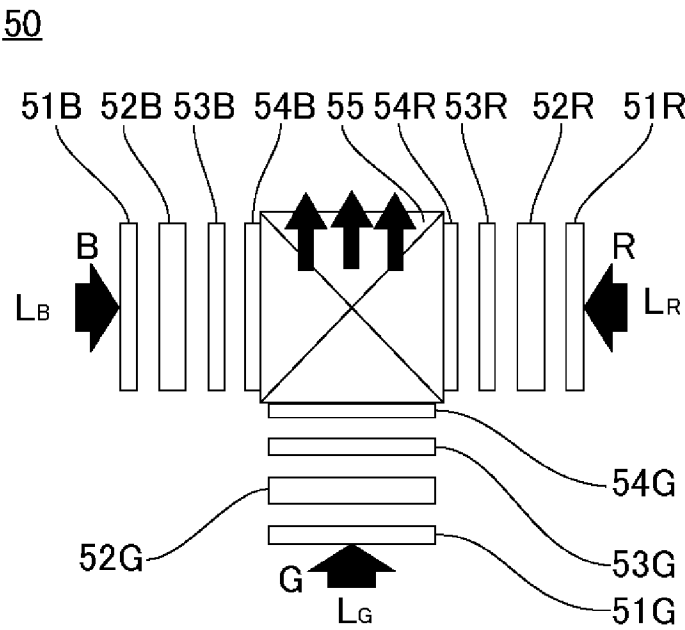
[図5]



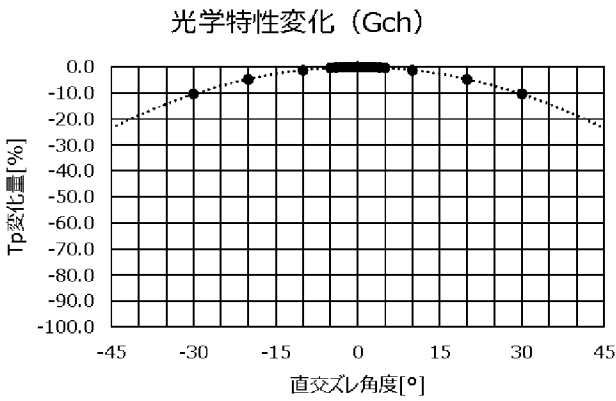
[図6]



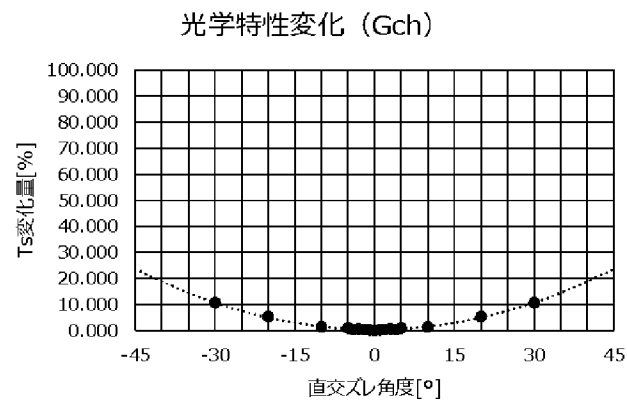
[図7]



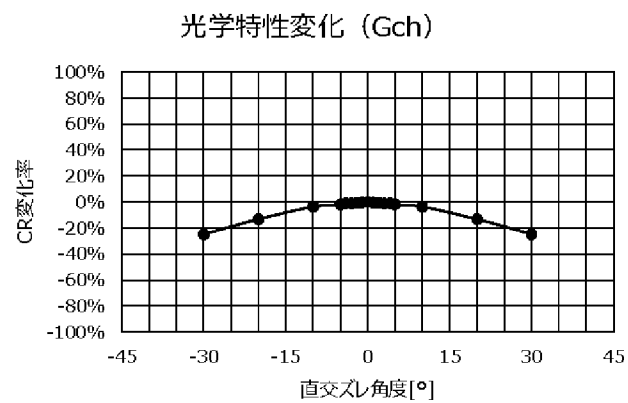
[図8]



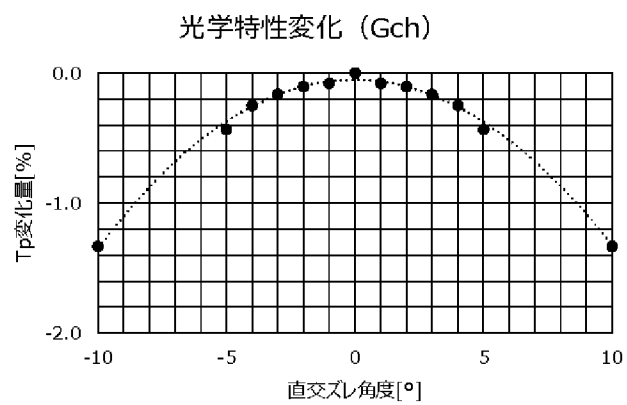
[図9]



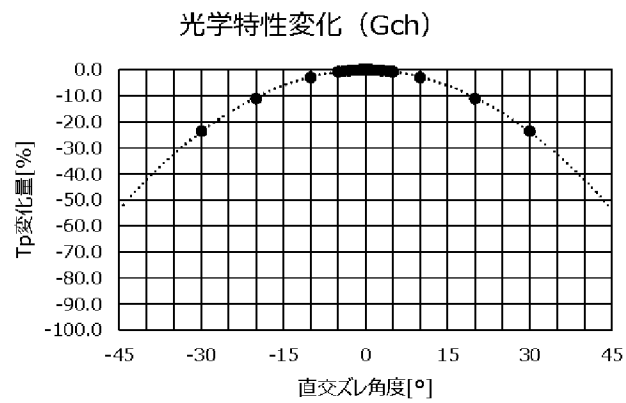
[図10]



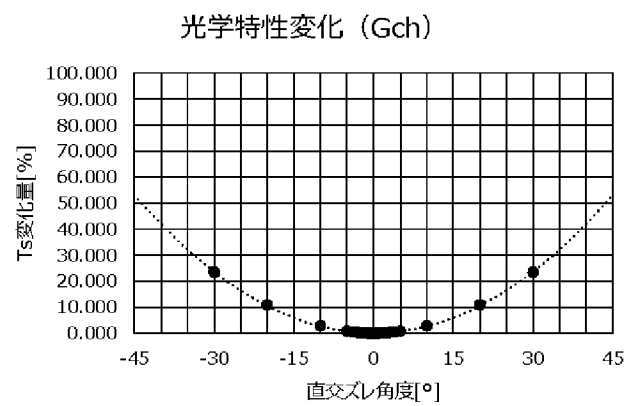
[図11]



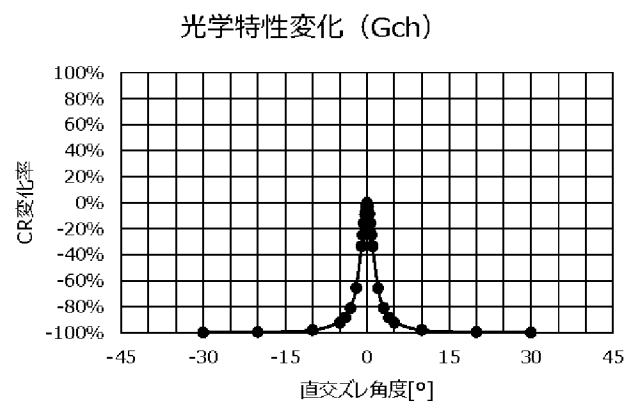
[図12]



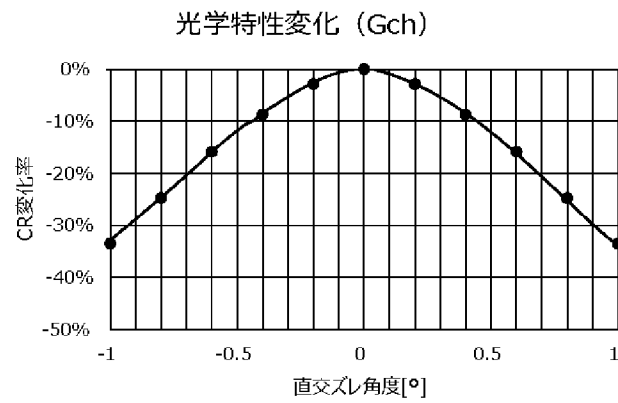
[図13]



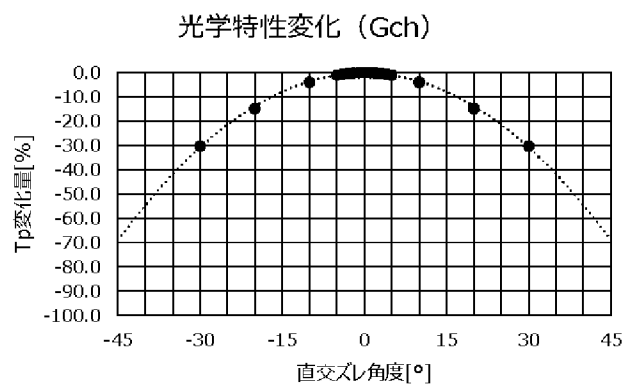
[図14]



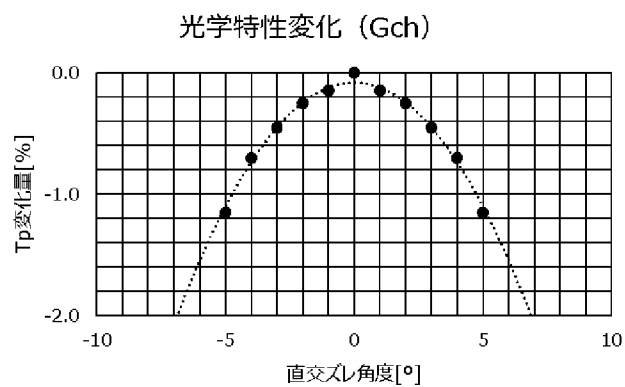
[図15]



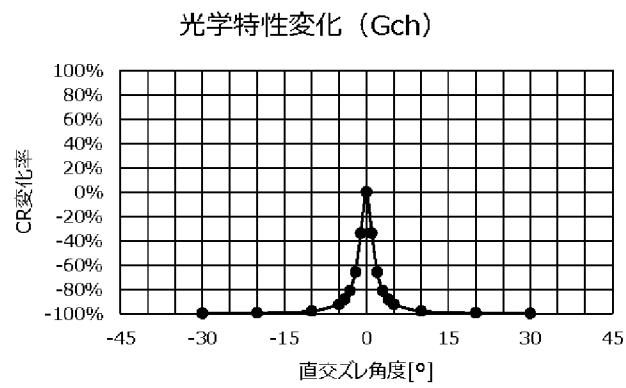
[図16]



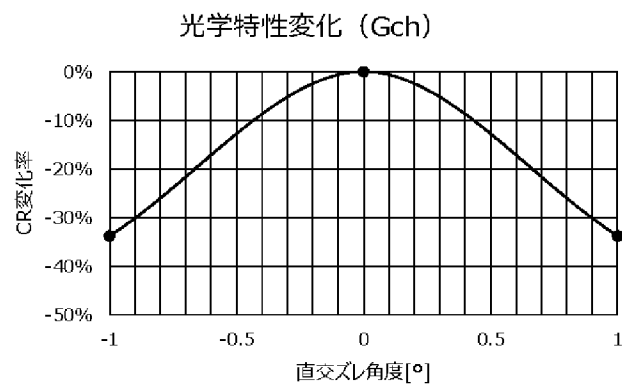
[図17]



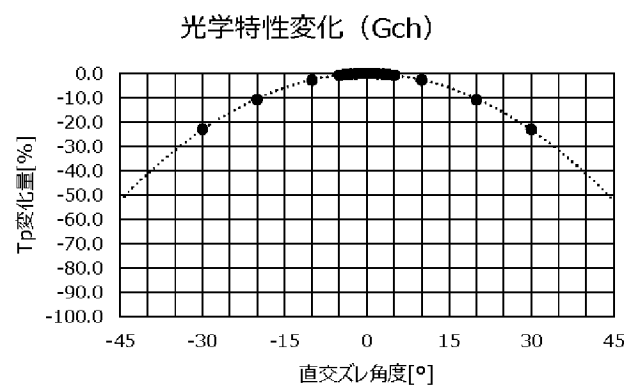
[図18]



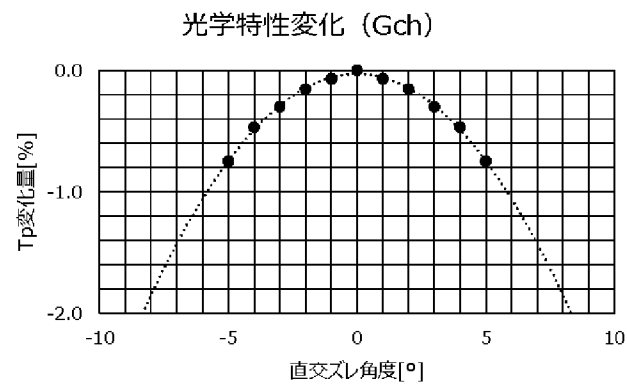
[図19]



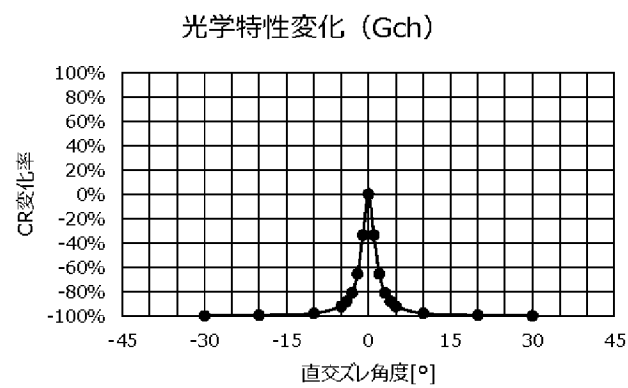
[図20]



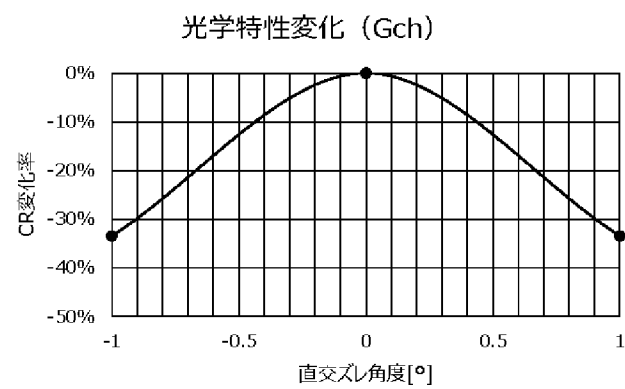
[図21]



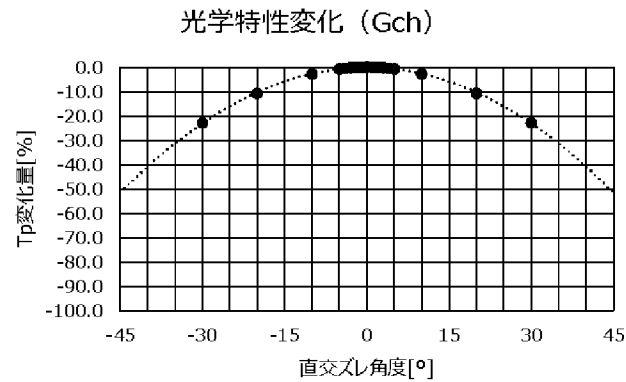
[図22]



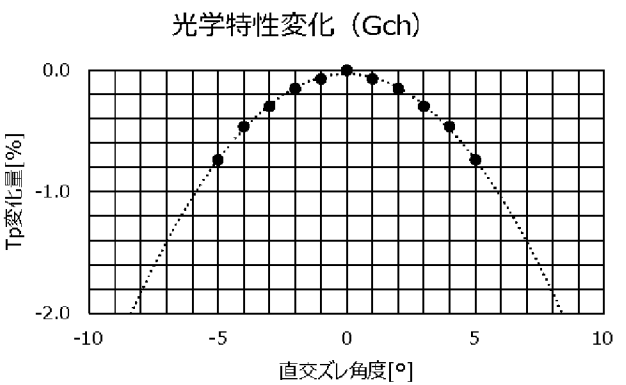
[図23]



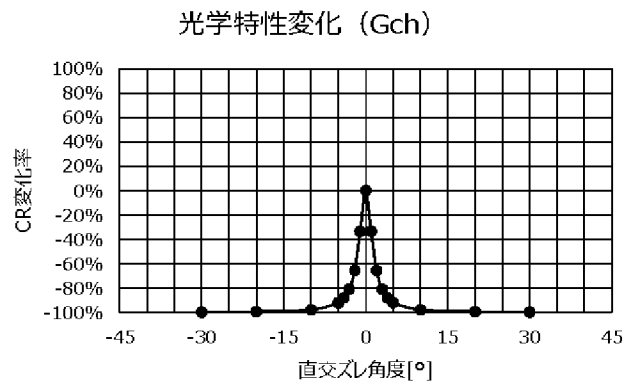
[図24]



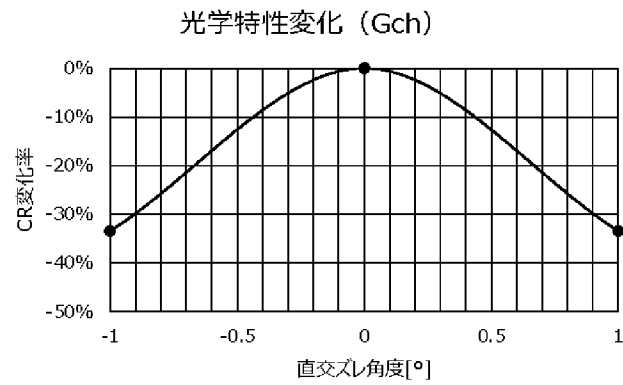
[図25]



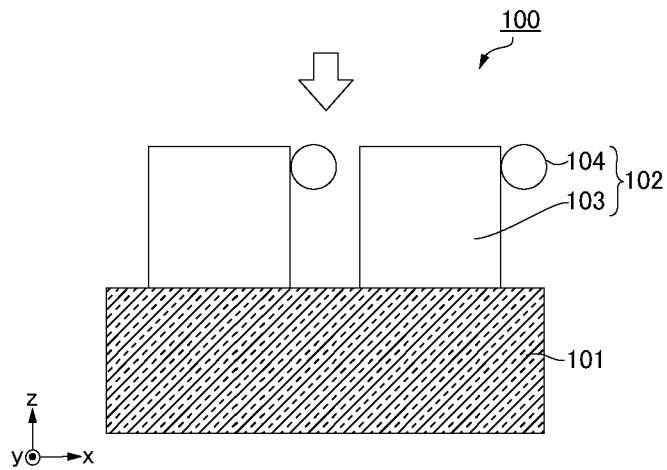
[図26]



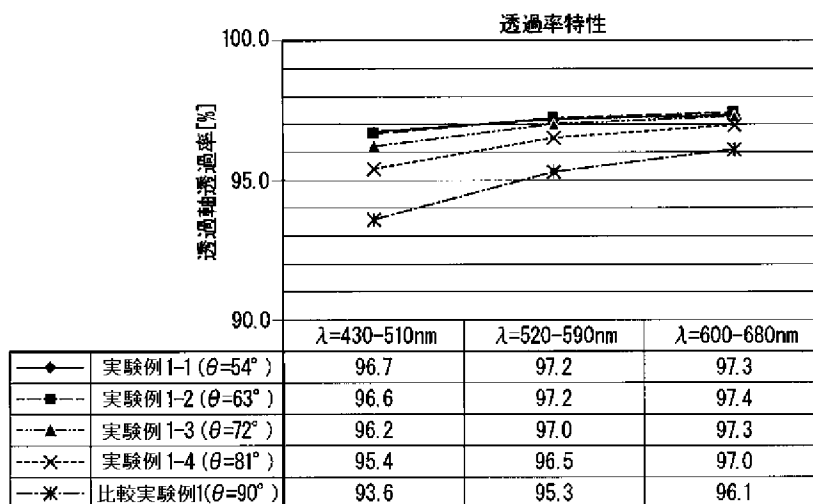
[図27]



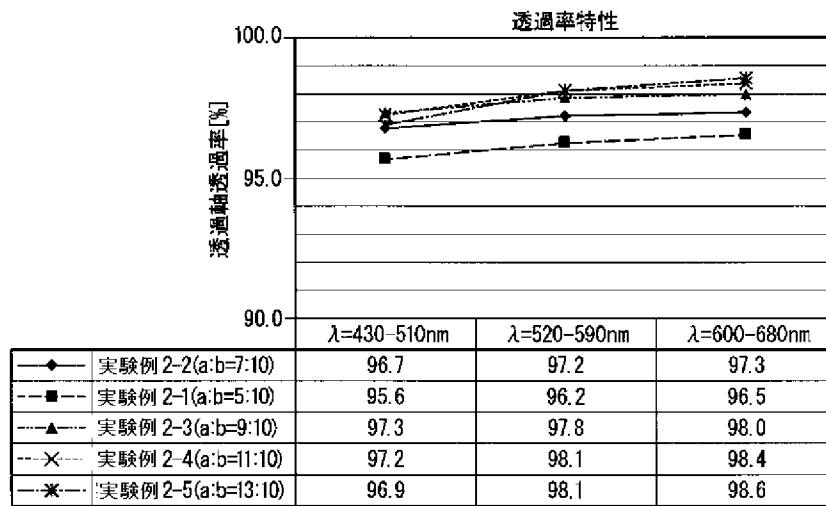
[図28]



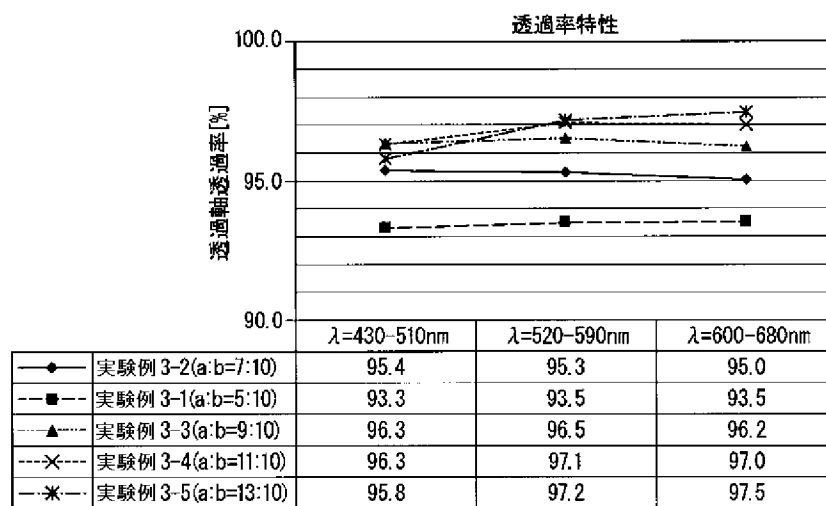
[図29]



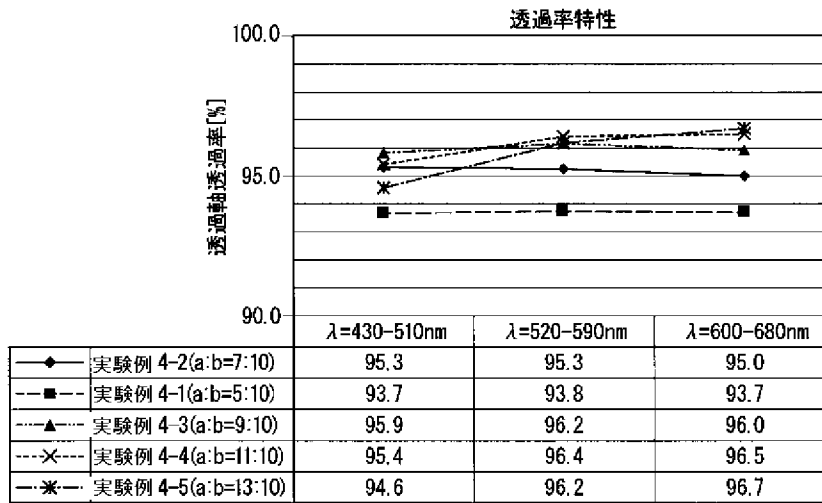
[図30]



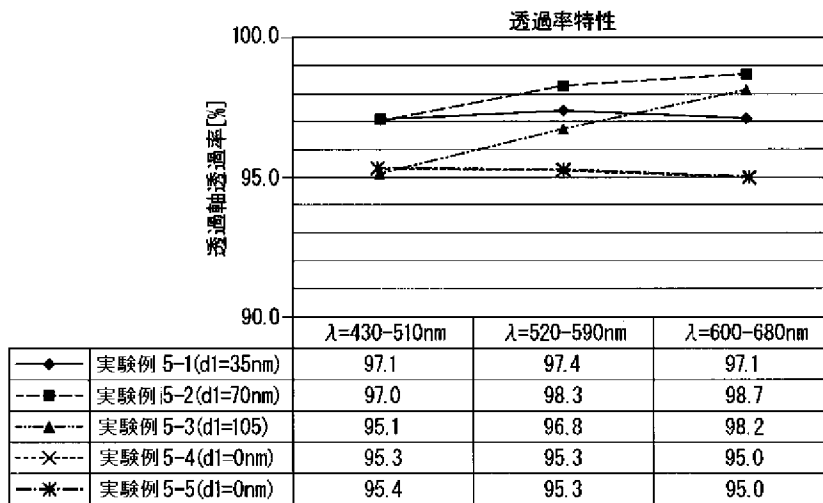
[図31]



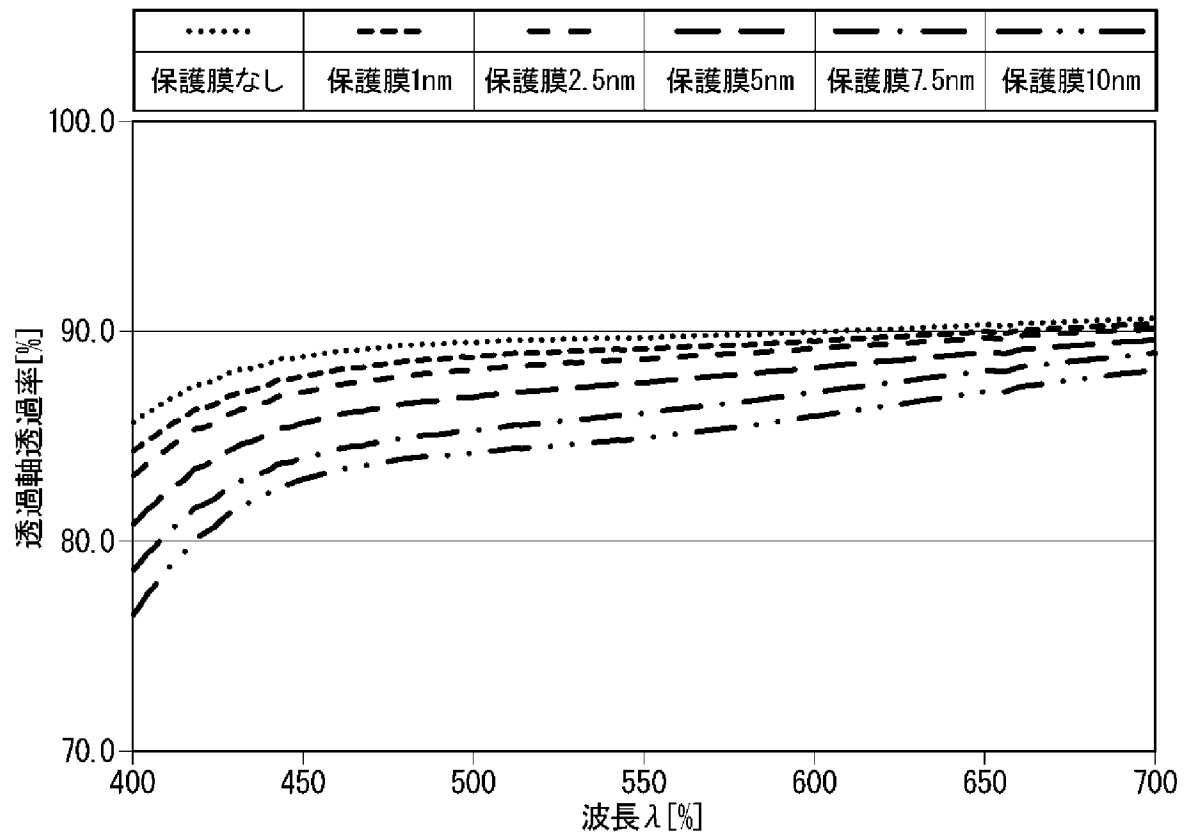
[図32]



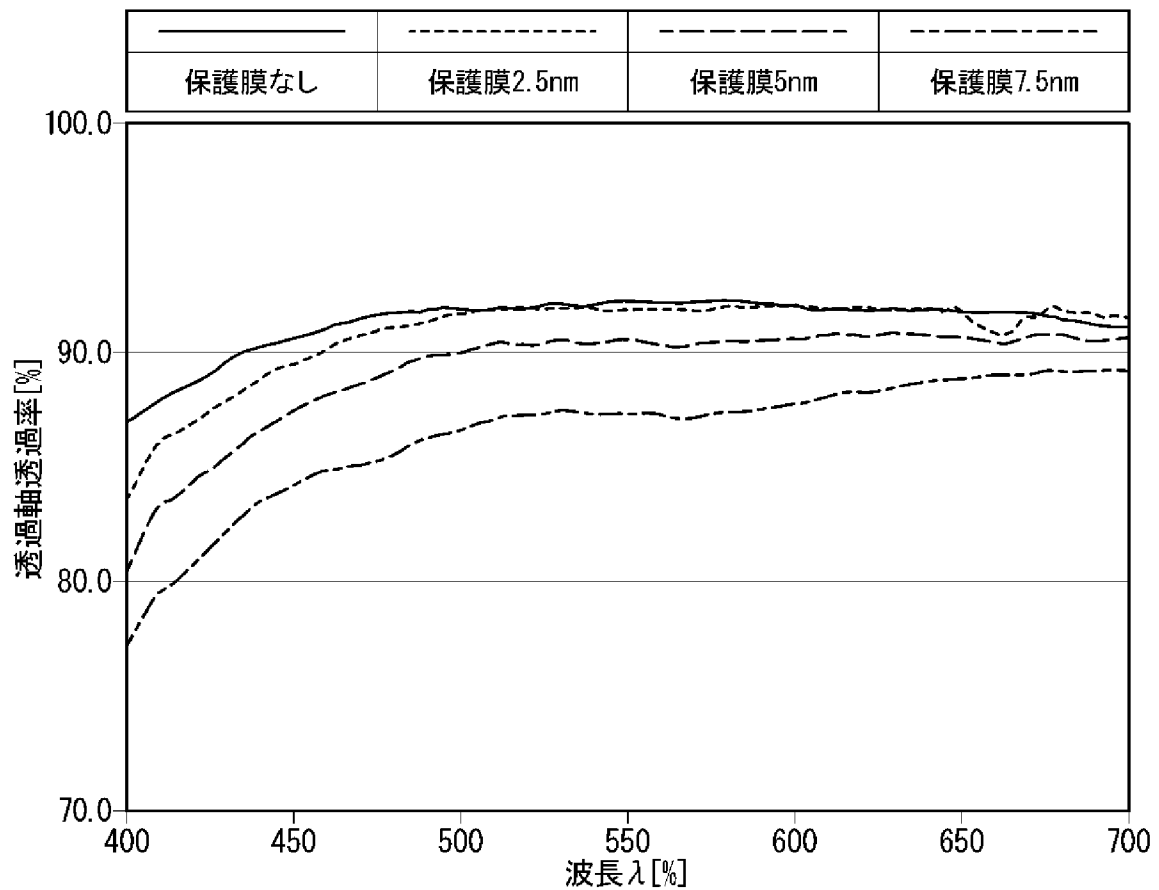
[図33]



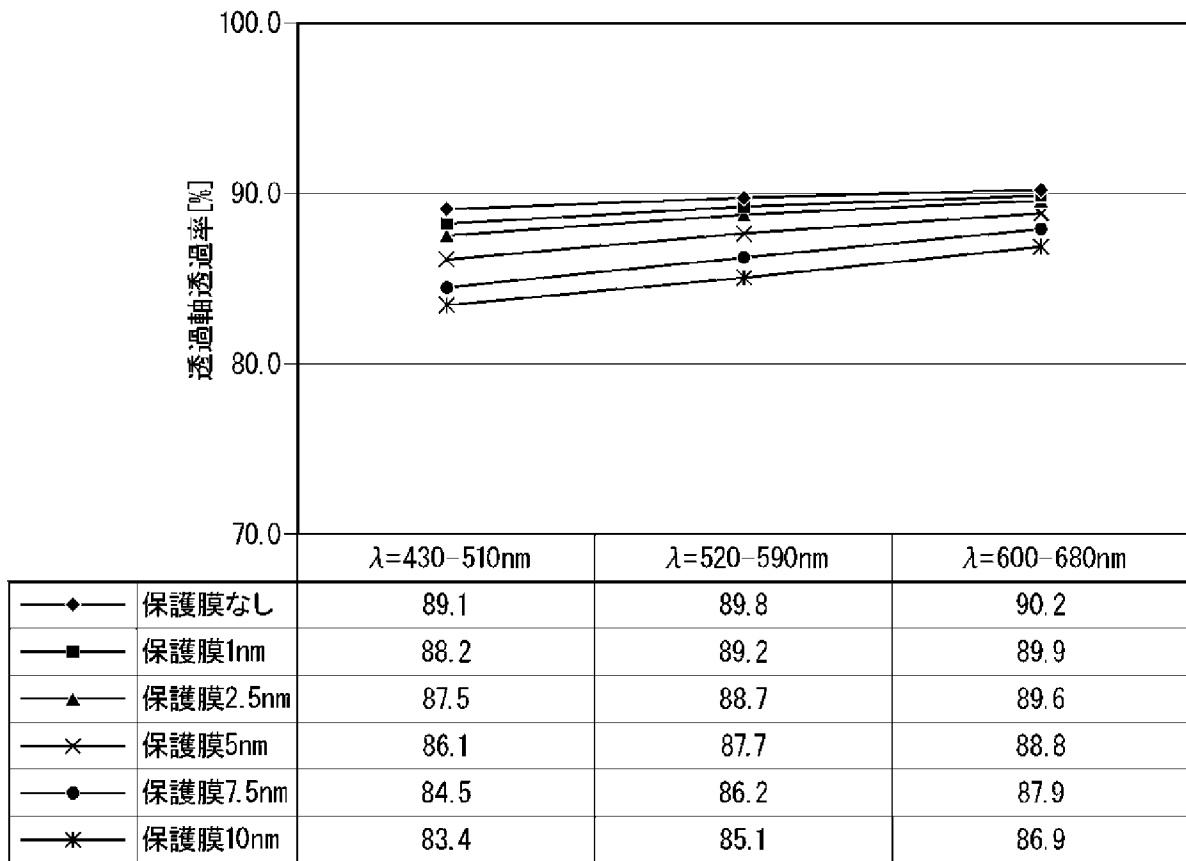
[図34]



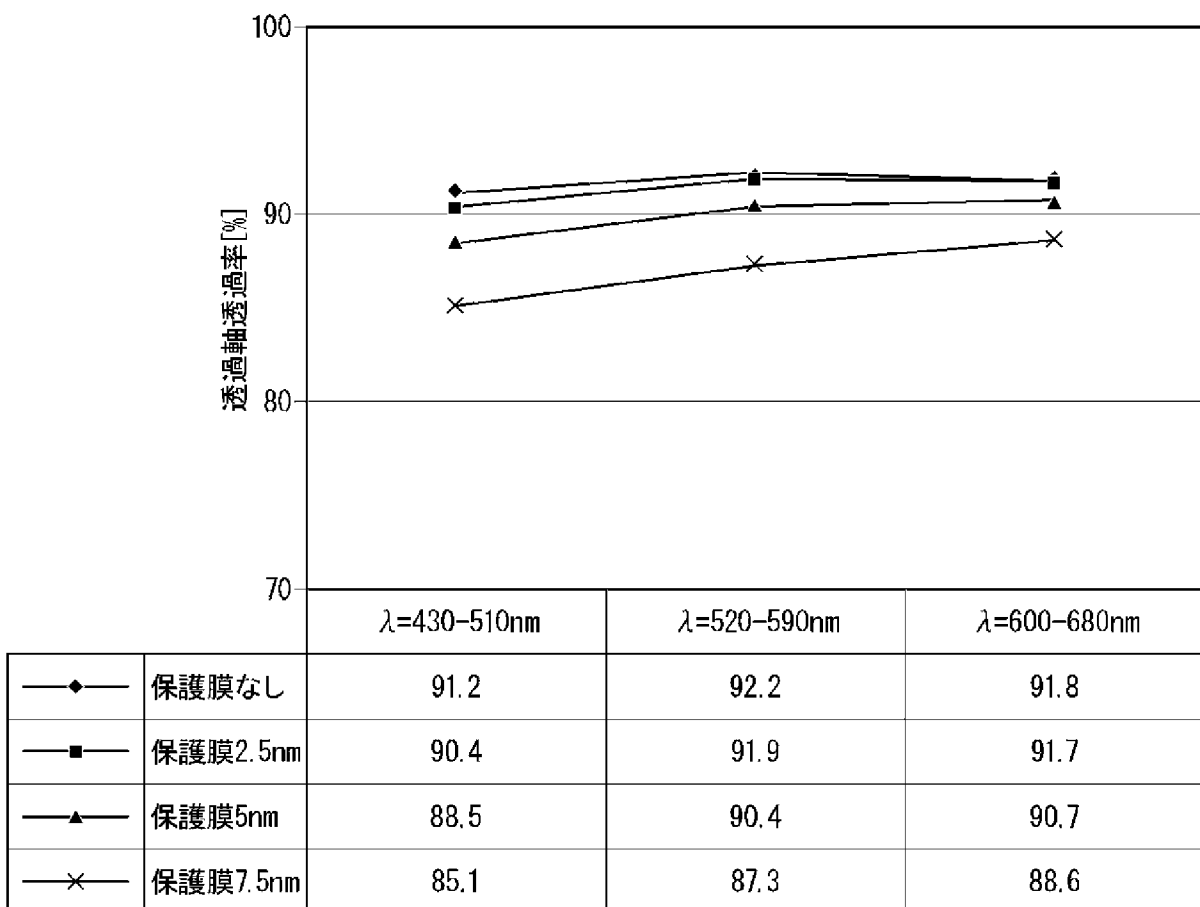
[図35]



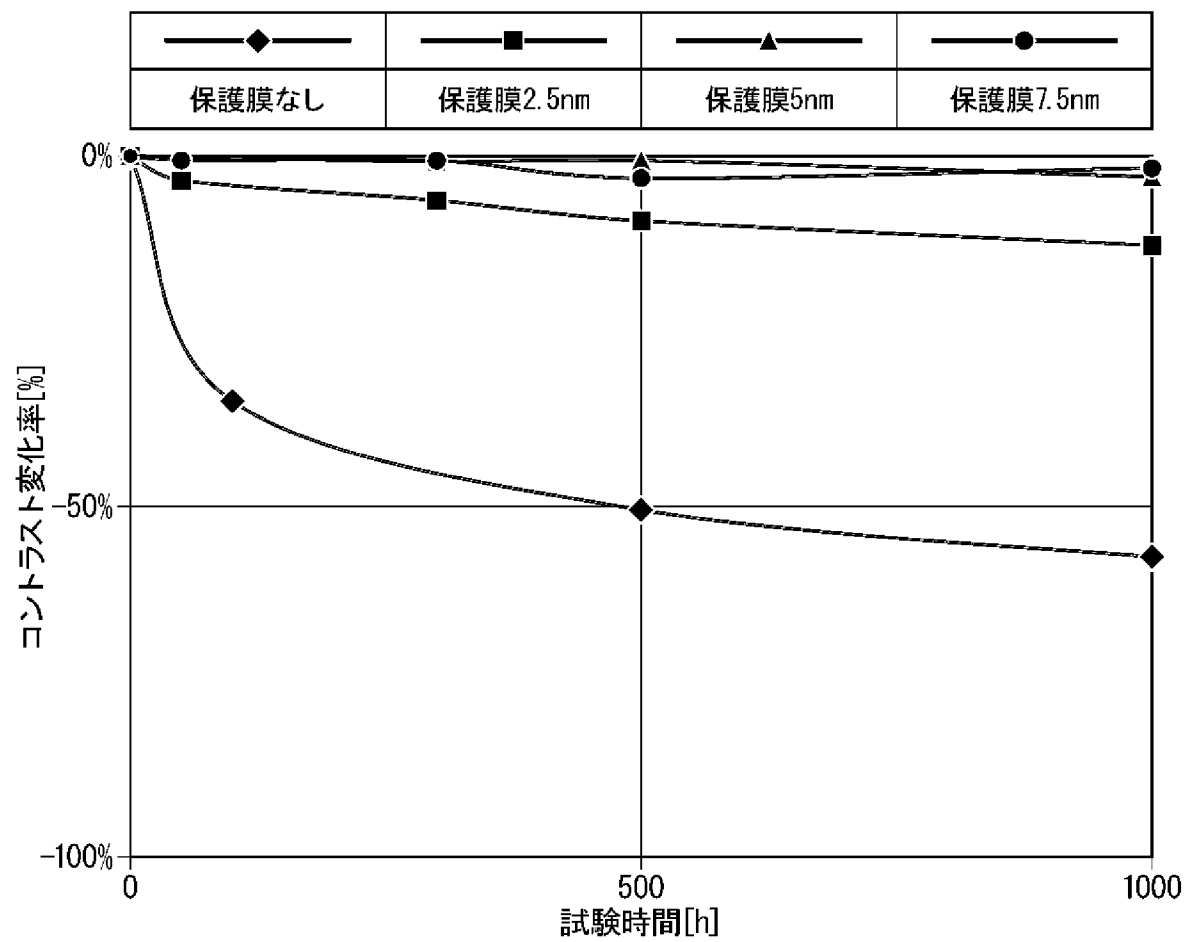
[図36]



[図37]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/009686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 5/30**(2006.01)i; **G02F 1/13**(2006.01)i; **G03B 21/00**(2006.01)i; **G03B 21/14**(2006.01)i

FI: G02B5/30; G02F1/13 505; G03B21/00 E; G03B21/14 Z

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B5/30; G02F1/13; G03B21/00; G03B21/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-216957 A (SONY CORP.) 18 September 2008 (2008-09-18) claims, paragraphs [0038]-[0088], fig. 3-13	1-11
A	JP 2020-140073 A (SEIKO EPSON CORP.) 03 September 2020 (2020-09-03) claims, paragraphs [0005], [0047]-[0110], fig. 1-4	1-11
A	JP 2014-164124 A (SEIKO EPSON CORP.) 08 September 2014 (2014-09-08) claims, paragraphs [0053]-[0093], fig. 1-10	1-11
A	JP 2010-145608 A (SEIKO EPSON CORP.) 01 July 2010 (2010-07-01) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2010-210705 A (SEIKO EPSON CORP.) 24 September 2010 (2010-09-24) entire text, all drawings	1-11
A	WO 2012/118204 A1 (SONY CHEMICAL & INFORMATION DEVICE CORP.) 07 September 2012 (2012-09-07) entire text, all drawings	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 May 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/009686

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-216957	A	18 September 2008	US 2008/0186576 A1 claims, paragraphs [0097]-[0159], fig. 3B-13	
JP	2020-140073	A	03 September 2020	US 2020/0278597 A1 claims, paragraphs [0005], [0051]-[0109], fig. 1-4 CN 111624802 A	
JP	2014-164124	A	08 September 2014	(Family: none)	
JP	2010-145608	A	01 July 2010	US 2010/0149441 A1	
JP	2010-210705	A	24 September 2010	US 2010/0225832 A1 CN 101900849 A	
WO	2012/118204	A1	07 September 2012	US 2013/0286358 A1 JP 2012-181420 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 5/30(2006.01)i; G02F 1/13(2006.01)i; G03B 21/00(2006.01)i; G03B 21/14(2006.01)i FI: G02B5/30; G02F1/13 505; G03B21/00 E; G03B21/14 Z		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B5/30; G02F1/13; G03B21/00; G03B21/14 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-216957 A（ソニー株式会社）18.09.2008（2008-09-18） [特許請求の範囲], 段落[0038]-[0088], 図3-13	1-11
A	JP 2020-140073 A（セイコーエプソン株式会社）03.09.2020（2020-09-03） [特許請求の範囲], 段落[0005], [0047]-[0110], 図1-4	1-11
A	JP 2014-164124 A（セイコーエプソン株式会社）08.09.2014（2014-09-08） [特許請求の範囲], 段落[0053]-[0093], 図1-10	1-11
A	JP 2010-145608 A（セイコーエプソン株式会社）01.07.2010（2010-07-01） 全文, 全図	1-11
A	JP 2010-210705 A（セイコーエプソン株式会社）24.09.2010（2010-09-24） 全文, 全図	1-11
A	WO 2012/118204 A1（ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社） 07.09.2012（2012-09-07） 全文, 全図	1-11
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 06.05.2022		国際調査報告の発送日 17.05.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 横川 美穂 20 4749 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/009686

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2008-216957	A	18.09.2008	US	2008/0186576	A1	
				Claims, [0097]-[0159], FIGs. 3B-13			
JP	2020-140073	A	03.09.2020	US	2020/0278597	A1	
				Claims, [0005], [0051]- [0109], FIGs. 1-4			
				CN	111624802	A	
JP	2014-164124	A	08.09.2014	(ファミリーなし)			
JP	2010-145608	A	01.07.2010	US	2010/0149441	A1	
JP	2010-210705	A	24.09.2010	US	2010/0225832	A1	
				CN	101900849	A	
WO	2012/118204	A1	07.09.2012	US	2013/0286358	A1	
				JP	2012-181420	A	