

(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2012-108969

(P2012-108969A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>G 1 1 B</b>	<b>7/135</b>	<b>(2012.01)</b>	G 1 1 B	7/135	A	2 H 0 4 2		
<b>G 0 2 B</b>	<b>5/30</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	5/30		2 H 0 8 8		
<b>G 0 2 B</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	5/04	A	2 H 1 4 9		
<b>G 0 3 B</b>	<b>21/14</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	5/04	D	2 K 1 0 3		
<b>G 0 3 B</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	5/04	B	5 D 7 8 9		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-255125 (P2010-255125)  
 (22) 出願日 平成22年11月15日 (2010.11.15)

(71) 出願人 000002369  
 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 110000637  
 特許業務法人樹之下知的財産事務所  
 (72) 発明者 古里 大喜  
 東京都日野市日野421-8 エプソント  
 ヨコム株式会社内  
 Fターム(参考) 2H042 CA10 CA14 CA17  
 2H088 EA14 EA15 EA18 FA16 FA18  
 HA10 HA13 HA21 HA24 HA28  
 MA01 MA06  
 2H149 AA26 AB06 BA04 BA27 DA03  
 FA41W FA42Z FD03 FD47

最終頁に続く

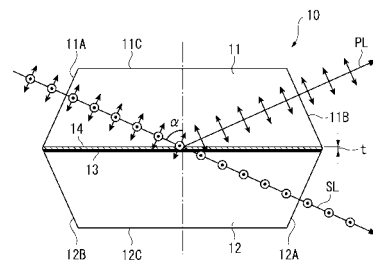
(54) 【発明の名称】 光学素子、プリズム、偏光変換素子、光ピックアップ装置及び投射装置

(57) 【要約】

【課題】 広範囲の波長領域で光学特性の優れたプリズムを提供する。

【解決手段】 互いに隣り合う第一透光性基材 1 1 及び第二透光性基材 1 2 を偏光分離膜 1 3 と接合層 1 4 とを挟んで接合し入射光を P 偏光と S 偏光とに分離するとともに P 偏光を反射し S 偏光を透過させるプリズム 1 0。第一透光性基材 1 1 及び第二透光性基材 1 2 の屈折率 n を、 $1.73 < n < 2.0$  (d 線における) とし、入射角を、 $61^\circ \sim 82^\circ$  に設定し、接合層 1 4 の膜厚 t を、 $15 \text{ nm} < t < 60 \text{ nm}$  とした。そのため、プリズム 1 0 を容易に製造することができるとともに、光学特性が良好となる。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の透光性基材と、これらの透光性基材のうち隣り合う透光性基材を偏光分離膜と接合層とを挟んで接合し入射光を P 偏光と S 偏光とに分離するとともに P 偏光を反射し S 偏光を透過させる光学素子であって、

前記透光性基材の屈折率  $n$  は、 $1.73 < n < 2.0$  (d 線における) であり、

前記入射光の入射角  $\theta$  は、 $61^\circ < \theta < 82^\circ$  であり、

前記接合層の膜厚  $t$  は、 $15 \text{ nm} < t < 60 \text{ nm}$  である

ことを特徴とする光学素子。

## 【請求項 2】

10

請求項 1 に記載された光学素子において、

前記接合層は、前記隣り合う透光性基材のうち一方の透光性基材の上にプラズマ重合法により成膜され、シロキサン (Si-O) 結合を含み、結晶化度が 45% 以下である Si 骨格と、この Si 骨格に結合する有機基からなる脱離基とを含む第 1 の接合膜とを有する第 1 の被着体と、前記隣り合う透光性基材のうち他方の透光性基材の上にプラズマ重合法により成膜され、前記第 1 の接合膜と同じ材料の第 2 の接合膜とを有する第 2 の被着体とを有し、前記第 1 の接合膜の少なくとも一部の領域及び前記第 2 の接合膜の少なくとも一部の領域にそれぞれエネルギーを付与し、前記第 1 の接合膜及び前記第 2 の接合膜の少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が前記 Si 骨格から脱離することにより、前記第 1 の接合膜の表面の前記領域及び前記第 2 の接合膜の表面の前記領域にそれぞれ発現した接着性を有する

20

ことを特徴とする光学素子。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載された光学素子を備え、

前記複数の透光性基材は第一透光性基材と第二透光性基材であり、前記第一透光性基材は、前記入射光が入射する入射面と、前記 P 偏光が出射する P 波出射面と、これらの入射面と出射面との端部同士を接続し前記偏光分離膜と平行とされる主面とが形成され、前記第二透光性基材は、前記 S 偏光が出射する S 波出射面と、前記入射面と隣接する側面と、この側面と前記 S 波出射面との端部同士を接続し前記偏光分離膜と平行とされる主面とが形成されたことを特徴とするプリズム。

30

## 【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載された光学素子と、前記偏光分離膜で反射された P 偏光を S 偏光に偏光する波長板とを備えたことを特徴とする偏光変換素子。

## 【請求項 5】

請求項 3 に記載されたプリズムを備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

## 【請求項 6】

請求項 4 に記載された偏光変換素子を備えたことを特徴とする投射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

40

本発明は、光学素子、プリズム、偏光変換素子、光ピックアップ装置及び投射装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

光記録媒体である光ディスクを記録・再生する光ディスク装置に使用する光ピックアップ装置、投射装置、その他の電子機器には、プリズム、偏光変換素子等の光学物品が利用されている。

例えば、光ピックアップ装置にはプリズムが利用されている。

図 19 は一般的な光ピックアップ装置の構造が示されている。

図 19 において、光ピックアップ装置は、レーザー光を出射する半導体レーザー等から

50

なる光源 100 から出射された直線偏光 PL は、グレーティング 101 により 3 ビーム等の回折光となって、プリズム 102 へ入射すると、プリズムの接合面 102C に配置された偏光分離膜へ入射する。このとき接合面 102C に対する法線と前記回折光である入射光の入射光軸とを含む面に対して前記直線偏光の偏光面が平行である場合、当該直線偏光は P 偏光として作用し、当該 P 偏光である前記直線偏光は前記偏光分離膜を透過して、1/4 波長板 103 へ入射する。1/4 波長板 103 へ入射した前記 P 偏光は、位相が 90° ずれることにより円偏光に変換されて対物レンズ 104 へ入射し、当該対物レンズ 104 で集光されて光ディスク D のデータピットに入射することとなる。前記円偏光は前記データピットで逆回転の円偏光 SL1 となって反射され、対物レンズ 104 を経て 1/4 波長板 103 へ入射する。ここで、前記円偏光 SL1 は、1/4 波長板 103 により位相が 90° ずれて S 偏光 SL2 となってプリズム 102 へ入射する。前記 S 偏光 SL2 は前記偏光分離膜で反射されて光検出部 105 で受光され、検出される構造である。

10

ここで、プリズム 102 は、それぞれ三角柱状のガラス基材 102A, 102B の間に偏光分離膜と接合層からなる層 102C を挟んで接合された構造である。プリズム 102 は偏光ビームスプリッターとして用いられる。

プリズム 102 で使用される接合層は、一般的に接着剤が用いられており、接着剤とガラス基材とは屈折率が異なるので、通常、接着剤と一方のガラス基材 102A との間には所謂マッチングコート(マッチング膜)が設けられている。前記マッチング膜とは、複数の光学素子を接着剤で接着してある積層体において、前記接着剤の屈折率と前記光学素子の屈折率との違いに起因して前記積層体を透過する光の透過率が低下することを防止する為の膜である

20

#### 【0003】

ところで、隣り合うガラス基材同士を接合するために、接着剤に代えてプラズマ重合法により成膜された接合膜を用いる技術がある(特許文献1)。そして、特許文献1の接合膜を用いて、互いに対向する2つの三角柱状ガラス基材の対向面にそれぞれ多層膜の偏光分離膜を成膜し、これらの膜をプラズマ重合膜で接合する偏光ビームスプリッター(特許文献2)がある。

#### 【0004】

図19の従来例及び特許文献2で示される従来例では、偏光分離膜に対して入射光が 45° の入射角で入射するものであるが、従来例として、入射角 60° で入射する光学素子がある(特許文献3)。

30

この特許文献3には、光学素子に無偏光(ランダム光)の光が入射すると、入射角 60° で入射した前記光を P 偏光と S 偏光に分離して、S 偏光を透過し、P 偏光を反射する偏光分離膜を有する六角柱状プリズムが提案されている。通常、光が高屈折率媒質から低屈折率媒質に臨界角以上で入射すると全反射が起こり、この全反射の際に波長程度の領域においてエバネッセント波がしみ出し、このエバネッセント波がしみ出している領域に別の媒質が存在すると、光が透過して全反射減衰現象が生じるという事実を鑑みて考えられたものである。特許文献3のプリズムは多層膜が形成されたプリズム基材に他のプリズム基材を接着剤で貼り合わせることで製造される。

40

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献1】特許第4337935号公報

【特許文献2】特開2010-60770号公報

【特許文献3】特開2008-20892号公報

#### 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

図19の従来例では、ガラス基材の間に接着剤、マッチングコートが設けられているので、接着剤塗布工程やマッチングコート成膜工程が不可欠となり、特に、接着剤塗布工程

50

では、接着剤をガラス基材の一面に均一に成膜しなければならないので、製造工程が煩雑となる。そして、所定の波長領域では、偏光分離膜での反射効率や透過効率が悪くなり、光学特性が不良となる。

特許文献1, 2で示される従来例では、接着剤を使用することに伴う製造工程の煩雑さという課題は改善される。しかし、昨今、使用されるガラス基材の屈折率 $n$ は高いものが要求されるようになり、屈折率 $n$ が1.5程度のガラス基材を使用する特許文献1, 2では、高屈折率のガラス基材を利用して、光学特性が良好な光学素子を提供するという課題を十分に解決することはできなかった。

特許文献3で示される従来例では、接着剤を使用するため、接着剤使用に伴う課題、例えば、製造工程が煩雑になるという課題は残る。

10

【0007】

本発明の目的は、広範囲の波長領域で光学特性の優れた光学素子、プリズム、偏光変換素子、光ピックアップ装置及び投射装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

[適用例1]

本適用例の光学素子は、複数の透光性基材と、これらの透光性基材のうち隣り合う透光性基材を偏光分離膜と接合層とを挟んで接合し入射光をP偏光とS偏光とに分離するとともにP偏光を反射しS偏光を透過させる光学素子であって、前記透光性基材の屈折率 $n$ は、 $1.73 < n < 2.0$ であり、前記入射光の入射角は、 $61^\circ$   $82^\circ$ であり、前記接合層の膜厚 $t$ は、 $15 \text{ nm} < t < 60 \text{ nm}$ であることを特徴とする。

20

この構成の本適用例では、 $1.73 < n < 2.0$  (d線における屈折率)という高屈折率であって製造可能な透光性基材を複数形成し、これらのうち隣り合う透光性基材の一方に偏光分離膜を成膜し、この偏光分離膜と透光性基材の他方を接合層を介して接合する。この光学素子において、入射角が、 $61^\circ$   $82^\circ$ の範囲で入射光を光学素子に入射すると、入射光は偏光分離膜でP偏光とS偏光とに分離するとともにP偏光を反射しS偏光を透過させる。

本発明では、入射角が $82^\circ$ より大きい場合には入射光が偏光分離膜に対して全反射することになり、透過光を得ることができず、入射角が $61^\circ$ 未満の場合には、偏光分離膜での透過率や反射率が特定の波長で低下することになる。

30

そして、屈折率 $n$ が1.73以下であると、偏光分離膜の特性が不十分となり、 $n$ が2.0以上であると、透光性基材自体を製造することが困難となる。

さらに、接合層の膜厚 $t$ が15 nm未満であると、接合強度の信頼性が低下し、膜厚 $t$ が60 nm以上であると、偏光分離膜での透過率や反射率が特定の波長で低下することになる。

【0009】

[適用例2]

本適用例の光学素子では、前記接合層は、前記隣り合う透光性基材のうち一方の透光性基材の上にプラズマ重合法により成膜され、シロキサン(Si-O)結合を含み、結晶化度が45%以下であるSi骨格と、このSi骨格に結合する有機基からなる脱離基とを含む第1の接合膜とを有する第1の被着体と、前記隣り合う透光性基材のうち他方の透光性基材の上にプラズマ重合法により成膜され、前記第1の接合膜と同じ材料の第2の接合膜とを有する第2の被着体とを有し、前記第1の接合膜の少なくとも一部の領域及び前記第2の接合膜の少なくとも一部の領域にそれぞれエネルギーを付与し、前記第1の接合膜及び前記第2の接合膜の少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が前記Si骨格から脱離することにより、前記第1の接合膜の表面の前記領域及び前記第2の接合膜の表面の前記領域にそれぞれ発現した接着性を有する。

40

この構成の本適用例では、接合層がプラズマ重合膜から形成されることで、接合層の膜厚 $t$ を、 $15 \text{ nm} < t < 60 \text{ nm}$ の範囲で容易に実現することができ、しかも、接着剤を接合層として用いないことにより、接合部分の厚みの均一化を図り、光学特性を良好なも

50

のにできる。

【0010】

[適用例3]

本適用例のプリズムは、前記複数の透光性基材は第一透光性基材と第二透光性基材であり、前記第一透光性基材は、前記入射光が入射する入射面と、前記P偏光が出射するP波出射面と、これらの入射面と出射面との端部同士を接続し前記偏光分離膜と平行とされる主面とが形成され、前記第二透光性基材は、前記S偏光が出射するS波出射面と、前記入射面と隣接する側面と、この側面と前記S波出射面との端部同士を接続し前記偏光分離膜と平行とされる主面とが形成されている。

この構成の本適用例では、広範囲の波長領域で光学特性の優れたプリズムを提供することができる。

10

【0011】

[適用例4]

本適用例の偏光変換素子は、前述の光学素子と、前記偏光分離膜で反射されたP偏光をS偏光に偏光する波長板とを備えている。

この構成の本適用例では、広範囲の波長領域で光学特性の優れた偏光変換素子を提供することができる。

【0012】

[適用例5]

本適用例の光ピックアップ装置は、前述のプリズムを備えている。

20

この構成の本適用例では、プリズムが広範囲の波長領域で光学特性の優れたものとなるので、検出精度の高い光ピックアップ装置を提供することができる。

【0013】

[適用例6]

本適用例の投射装置は、前述の偏光変換素子を備えている。

この構成の本適用例では、偏光変換素子が広範囲の波長領域で光学特性の優れたものとなるので、投影精度の高い投射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる光ピックアップ装置を示す概略図。

30

【図2】第1実施形態のプリズムを示す概略図。

【図3】(A)はプラズマ重合膜の接合層にエネルギーを付与する前の分子構造を説明する概略図、(B)はプラズマ重合膜の接合層にエネルギーを付与した後の分子構造を説明する概略図。

【図4】入射角  $\theta$  を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図5】接合膜の膜厚 t を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図6】屈折率 n が 1.83 の場合において入射角  $\theta$  を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図7】屈折率 n が 1.77 の場合において入射角  $\theta$  を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

40

【図8】屈折率 n が 1.75 の場合において入射角  $\theta$  を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図9】屈折率 n が 1.73 の場合において入射角  $\theta$  を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図10】屈折率 n が 1.71 の場合において入射角  $\theta$  を変化させた場合の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図11】本発明の第2実施形態にかかる投射装置を示す概略図。

【図12】第2実施形態の偏光変換素子を示す概略図。

【図13】実施例1の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

50

【図 1 4】比較例 1 の偏光分離膜の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図 1 5】比較例 1 のマッチングコートの波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図 1 6】実施例 1 と比較例 1 との P 偏光と S 偏光との波長と透過率との関係を示すグラフ。

【図 1 7】実施例 2 の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図 1 8】比較例 2 の波長 (nm) と透過率 T (%) との関係を示す図。

【図 1 9】従来のプリズムを内蔵した光ピックアップ装置の概略図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図 1 から図 1 0 は本発明の第 1 実施形態が示されている。

図 1 は第 1 実施形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成を示す。

図 1 において、光ピックアップ装置 1 は、レーザー発信機 1 0 0 と、このレーザー発信機から照射された S 偏光 S L が透過するグレーティング 1 0 1 と、このグレーティング 1 0 1 で透過された S 偏光 S L を透過する第 1 実施形態にかかるプリズム 1 0 と、このプリズム 1 0 で透過された S 偏光 S L を楕円偏光に変える 1 / 4 波長板 1 0 3 と、この 1 / 4 波長板 1 0 3 で偏光された楕円偏光をディスク D に照射する対物レンズ 1 0 4 とを備えている。プリズム 1 0 はディスク D で反射されて P 偏光 P L となった光を検出部 1 0 5 に向けて反射する偏光ビームスプリッターである。

【0016】

図 2 にはプリズム 1 0 の概略構成が示されている。

図 2 において、プリズム 1 0 は、第一透光性基材 1 1 及び第二透光性基材 1 2 と、これらの第一透光性基材 1 1 と第二透光性基材 1 2 との互いに対向する面に挟んで設けられ入射光を P 偏光と S 偏光とに分離するとともに P 偏光を反射し S 偏光を透過させる偏光分離膜 1 3 と接合層 1 4 とを備えている。

第一透光性基材 1 1 と第二透光性基材 1 2 とは、端面が台形状とされ、その屈折率  $n$  が  $1.73 < n < 2.0$  である高屈折ガラスである。このガラスは、添加剤を加えた光学ガラスである。

【0017】

第一透光性基材 1 1 は、入射光が入射する入射面 1 1 A と、P 偏光が出射する P 波出射面 1 1 B と、これらの入射面 1 1 A と P 波出射面 1 1 B との端部同士を接続し偏光分離膜 1 3 と平行とされる主面 1 1 C とが形成された断面台形状である。

第二透光性基材 1 2 は、S 偏光が出射する S 波出射面 1 2 A と、入射面 1 1 A と隣接する側面 1 2 B と、この側面 1 2 B と S 波出射面 1 2 A との端部同士を接続し偏光分離膜 1 3 と平行とされる主面 1 2 C とが形成された断面台形状である。

【0018】

偏光分離膜 1 3 は、高屈折率の無機材料からなる薄膜、例えば、酸化タンタル ( $Ta_2O_5$ ) 又は酸化チタン ( $TiO_2$ ) の薄膜と、低屈折率の無機材料からなる薄膜、例えば、 $SiO_2$  の薄膜とが交互に配置される構成である。

偏光分離膜 1 3 は、真空蒸着、イオンアシスト蒸着、イオンプレーティング法、スパッタ法等の従来と同様の方法を用いて形成される。

偏光分離膜 1 3 の層構成として、表 1 に記載のものが例示できる。

【0019】

10

20

30

40

【表 1】

層	材料	屈折率n	光学膜厚	d(nm)
入射媒質	高屈折ガラス	1.85		
1	接合層	—	0.43	36.7
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	0.79	44.4
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	0.89	75.8
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.0
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	84.3
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.0
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	84.3
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.0
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	84.3
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	55.1
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	88.5
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.0
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	84.3
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.0
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	84.3
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.0
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	1.00	84.3
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	1.00	56.5
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	0.84	71.1
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	0.44	24.6
出射媒質	高屈折ガラス	1.85		

10

20

## 【0020】

接合層 14 は、図 3 (B) に示される通り、第一透光性基材 11 と第二透光性基材 12 の一方にプラズマ重合法により成膜され、シロキサン (Si-O) 結合を含み、結晶化度が 45% 以下である Si 骨格 14A と、この Si 骨格 14A に結合する有機基からなる脱離基とを含む第 1 の接合膜とを有する第 1 の被着体と、第一透光性基材 11 と第二透光性基材 12 の他方にプラズマ重合法により成膜され、第 1 の接合膜と同じ材料の第 2 の接合膜とを有する第 2 の被着体とを有し、第 1 の接合膜の少なくとも一部の領域及び第 2 の接合膜の少なくとも一部の領域にそれぞれエネルギーを付与し、第 1 の接合膜及び第 2 の接合膜の少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が Si 骨格 14A から脱離することにより、第 1 の接合膜の表面の領域及び第 2 の接合膜の表面の領域にそれぞれ発現した接着性を有するものである。

30

## 【0021】

具体的には、エネルギーが付与される前のプラズマ重合膜からなる接合層 14 は、図 3 (A) に示される通り、シロキサン (Si-O) 結合を含み、ランダムな原始構造を有する Si 骨格 14B と、この Si 骨格 14B に結合する脱離基 14C とを有し、変形し難い強固な膜となる。これは、Si 骨格 14B の結晶性が低くなるため、結晶粒界における転位やずれ等の欠陥が生じがたいためと考えられる。このようなプラズマ重合膜の接合層 14 にエネルギーが付与されると、図 3 (B) に示される通り、接合層 14 の表面及び内部に、活性基 14D が生じる。これにより、接合層 14 の表面に接着性が発現する。このような接着性が発現すると、接合層 14 同士は強固に接合可能となる。なお、接合層 14 の Si 骨格 14B の結晶化度は前述の通り 45% 以下であり、好ましくは、40% 以下である。これにより、Si 骨格 14B は十分のランダムな原始構造を含むものとなり、これにより、前述した通り、Si 骨格 14B の特性が顕在化する。

40

プラズマ重合膜の接合層 14 の表面が活性化された第一透光性基材 11 と第二透光性基材 12 とを貼り合わせて一体化する。

## 【0022】

本実施形態のプリズム 10 では、入射光の入射角  $\theta$  は、 $61^\circ$  から  $82^\circ$  である。

表 2 から表 11 には、入射角  $\theta$  を変化させた場合のシミュレート例 1 からシミュレート

50

例 10 までの例が示されている。これらの表 2 ~ 11 では、接合層 14 及び偏光分離膜 13 の層構成並びに屈折率  $n$  が示されている。そして、これらのシミュレート例 1 ~ 10 では、第一透光性基材 11 と第二透光性基材 12 として高屈折ガラス（オハラ株式会社製商品名 LAH55）を使用し、設計波長が 500 nm とされる。

【 0 0 2 3 】

【表 2】

入射角  $\alpha$ : 58°

層	材料	$n$	$d(\text{nm})$	$4nd$
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	70.1	0.82
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	36.4	0.65
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	126.9	1.49
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	33.9	0.60
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	135.2	1.59
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	26.7	0.47
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	137.8	1.62
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	29.3	0.52
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	164.9	1.94
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	31.5	0.56
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	163.2	1.92
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	34.8	0.62
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	153.8	1.81
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	38.3	0.68
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	121.4	1.43
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	46.9	0.83
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	69.9	0.82
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.1	1.07
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	44.1	0.52
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	31.8	0.56
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【 0 0 2 4 】

30

【表 3】

入射角  $\alpha$  : 61°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	57.7	0.68
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	45.2	0.80
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	111.9	1.31
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	45.0	0.80
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	121.2	1.42
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	38.2	0.68
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	112.3	1.32
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	37.8	0.67
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	136.9	1.61
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	42.5	0.75
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	141.0	1.66
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	43.1	0.76
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	123.6	1.45
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	39.7	0.70
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	100.5	1.18
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	40.8	0.72
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	91.9	1.08
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	45.9	0.81
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	65.0	0.76
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	17.7	0.31
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【0025】

【表 4】

入射角  $\alpha$  : 64°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	45.8	0.54
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	48.6	0.86
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	95.6	1.12
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	54.1	0.96
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	110.1	1.29
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	51.7	0.92
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	114.7	1.35
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	50.6	0.90
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	117.0	1.37
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	50.5	0.90
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	115.5	1.36
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	51.8	0.92
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	113.2	1.33
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	53.8	0.95
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	104.5	1.23
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	56.0	0.99
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	86.6	1.02
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	55.7	0.99
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	61.7	0.73
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	24.5	0.43
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【0026】

【表 5】

入射角  $\alpha$  : 67°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	40.0	0.47
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	51.5	0.91
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	92.4	1.09
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.8	1.08
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	101.3	1.19
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	59.7	1.06
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	103.1	1.21
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	57.4	1.02
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	97.7	1.15
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	54.6	0.97
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	94.8	1.11
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	56.5	1.00
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	97.5	1.15
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.9	1.08
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	93.5	1.10
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.6	1.13
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	83.7	0.98
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	61.9	1.10
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	66.7	0.78
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	27.0	0.48
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【 0 0 2 7 】

【表 6】

入射角  $\alpha$  : 70°

Layer	Material	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	29.7	0.35
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	50.6	0.90
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	80.5	0.95
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.8	1.13
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	86.9	1.02
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.2	1.14
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	90.5	1.06
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.5	1.13
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	90.3	1.06
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.6	1.07
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	83.5	0.98
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	57.4	1.02
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	81.4	0.96
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.7	1.08
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	85.9	1.01
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.4	1.14
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	82.4	0.97
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.9	1.08
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	66.2	0.78
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	24.6	0.44
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【 0 0 2 8 】

【表 7】

入射角  $\alpha$  : 73°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	28.8	0.34
2	Ta2O5	2.22	54.0	0.96
3	SiO2	1.47	82.4	0.97
4	Ta2O5	2.22	68.9	1.22
5	SiO2	1.47	84.8	1.00
6	Ta2O5	2.22	68.5	1.21
7	SiO2	1.47	84.8	1.00
8	Ta2O5	2.22	67.1	1.19
9	SiO2	1.47	84.5	0.99
10	Ta2O5	2.22	65.8	1.17
11	SiO2	1.47	82.4	0.97
12	Ta2O5	2.22	64.5	1.14
13	SiO2	1.47	80.4	0.94
14	Ta2O5	2.22	65.3	1.16
15	SiO2	1.47	81.5	0.96
16	Ta2O5	2.22	68.0	1.21
17	SiO2	1.47	81.1	0.95
18	Ta2O5	2.22	66.5	1.18
19	SiO2	1.47	72.7	0.85
20	Ta2O5	2.22	31.0	0.55
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【 0 0 2 9 】

【表 8】

入射角  $\alpha$  : 76°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	25.2	0.30
2	Ta2O5	2.22	55.1	0.98
3	SiO2	1.47	84.8	1.00
4	Ta2O5	2.22	73.1	1.30
5	SiO2	1.47	84.6	0.99
6	Ta2O5	2.22	71.8	1.27
7	SiO2	1.47	81.0	0.95
8	Ta2O5	2.22	68.4	1.21
9	SiO2	1.47	79.1	0.93
10	Ta2O5	2.22	68.6	1.22
11	SiO2	1.47	80.8	0.95
12	Ta2O5	2.22	69.5	1.23
13	SiO2	1.47	81.0	0.95
14	Ta2O5	2.22	70.4	1.25
15	SiO2	1.47	81.3	0.96
16	Ta2O5	2.22	72.1	1.28
17	SiO2	1.47	82.1	0.96
18	Ta2O5	2.22	71.4	1.27
19	SiO2	1.47	78.7	0.92
20	Ta2O5	2.22	35.2	0.62
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【 0 0 3 0 】

【表 9】

入射角  $\alpha$ : 79°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		0
1	接合層	—	18.5	0.22
2	Ta2O5	2.22	53.0	0.94
3	SiO2	1.47	87.2	1.02
4	Ta2O5	2.22	76.0	1.35
5	SiO2	1.47	84.9	1.00
6	Ta2O5	2.22	74.9	1.33
7	SiO2	1.47	81.2	0.95
8	Ta2O5	2.22	72.8	1.29
9	SiO2	1.47	80.9	0.95
10	Ta2O5	2.22	73.8	1.31
11	SiO2	1.47	82.8	0.97
12	Ta2O5	2.22	74.1	1.31
13	SiO2	1.47	81.2	0.95
14	Ta2O5	2.22	72.7	1.29
15	SiO2	1.47	79.7	0.94
16	Ta2O5	2.22	73.4	1.30
17	SiO2	1.47	82.6	0.97
18	Ta2O5	2.22	74.1	1.31
19	SiO2	1.47	84.4	0.99
20	Ta2O5	2.22	37.7	0.67
出射媒質	ガラス	1.85		0

10

20

【0031】

【表 10】

入射角  $\alpha$ : 82°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	11.8	0.14
2	Ta2O5	2.22	50.5	0.89
3	SiO2	1.47	91.7	1.08
4	Ta2O5	2.22	77.4	1.37
5	SiO2	1.47	83.9	0.98
6	Ta2O5	2.22	74.4	1.32
7	SiO2	1.47	79.0	0.93
8	Ta2O5	2.22	75.0	1.33
9	SiO2	1.47	84.0	0.99
10	Ta2O5	2.22	78.8	1.40
11	SiO2	1.47	87.2	1.02
12	Ta2O5	2.22	79.2	1.40
13	SiO2	1.47	84.8	1.00
14	Ta2O5	2.22	76.4	1.36
15	SiO2	1.47	81.4	0.96
16	Ta2O5	2.22	75.6	1.34
17	SiO2	1.47	84.1	0.99
18	Ta2O5	2.22	77.1	1.37
19	SiO2	1.47	91.9	1.08
20	Ta2O5	2.22	40.8	0.72
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【0032】

【表 1 1】

入射角  $\alpha$ : 85°

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	8.8	0.10
2	Ta2O5	2.22	50.7	0.90
3	SiO2	1.47	97.5	1.14
4	Ta2O5	2.22	79.9	1.42
5	SiO2	1.47	86.0	1.01
6	Ta2O5	2.22	76.6	1.36
7	SiO2	1.47	81.1	0.95
8	Ta2O5	2.22	77.4	1.37
9	SiO2	1.47	85.5	1.00
10	Ta2O5	2.22	81.2	1.44
11	SiO2	1.47	89.2	1.05
12	Ta2O5	2.22	82.2	1.46
13	SiO2	1.47	88.5	1.04
14	Ta2O5	2.22	79.2	1.40
15	SiO2	1.47	81.9	0.96
16	Ta2O5	2.22	75.1	1.33
17	SiO2	1.47	82.1	0.96
18	Ta2O5	2.22	77.3	1.37
19	SiO2	1.47	96.5	1.13
20	Ta2O5	2.22	42.9	0.76
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

## 【0033】

以上のシミュレート例において、波長 (nm) と透過率 T (%) との関係が図 4 に示されている。なお、図 4 では、上部にまとめて記載されているのが S 偏光の透過率 T であり、下部にまとめて記載されているのが P 偏光の透過率である。

図 4 において、入射角 が 58° のシミュレート例 1 では、S 偏光の透過率 T が波長の全域、特に、波長が 1300 nm 以上の領域で低く、P 偏光の透過率が波長の全域、特に、波長が 1300 nm 以上の領域で高くなり、光学特性がよくないものとなる。入射角 が 85° のシミュレート例 10 では、P 偏光の透過率 T が波長の全域、特に、波長が 400 ~ 1000 nm の領域で低く、シミュレート例 1 と同様に、光学特性がよいものとはならない。

30

これに対して、シミュレート例 2 ~ 9 で示される入射角 が 61°、64°、67°、70°、73°、76°、79°、82° の例では、S 偏光の透過率が 90% 以上であり、P 偏光の透過率が 10% 未満であるので、光学特性が良好であって、実用上、問題のない範囲となった。

従って、入射角 は、61° 82° が好ましい範囲である。

## 【0034】

表 1 2 から表 1 7 には、接合層 1 4 の膜厚 t を変化させた場合のシミュレート例 1 1 からシミュレート例 1 6 までの例が示されている。これらの表 1 2 ~ 1 7 では、接合層 1 4 及び偏光分離膜 1 3 の層構成並びに屈折率 n が示されている。そして、これらのシミュレート例 1 1 ~ 1 6 では、第一透光性基材 1 1 と第二透光性基材 1 2 として高屈折ガラス (オハラ株式会社製商品名 LAH55) を使用し、設計波長が 500 nm とされ、さらに、入射角 が 70° である。

40

## 【0035】

【表 1 2】

膜厚t 75nm

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	75.0	0.88
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	61.5	1.09
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	103.9	1.22
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.7	1.16
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	107.1	1.26
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.3	1.16
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	108.2	1.27
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.1	1.15
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	108.0	1.27
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.4	1.16
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	106.3	1.25
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.8	1.17
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	100.9	1.19
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.3	1.16
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	90.8	1.07
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.5	1.13
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	80.1	0.94
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	61.8	1.10
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	69.2	0.81
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	29.8	0.53
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【 0 0 3 6】

【表 1 3】

膜厚t 60nm

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	60.0	0.70
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.1	1.07
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	98.9	1.16
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	66.2	1.17
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	102.5	1.20
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.9	1.17
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	104.2	1.22
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.4	1.16
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	103.6	1.22
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.0	1.15
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	100.7	1.18
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.4	1.14
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	94.5	1.11
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.8	1.13
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	88.1	1.03
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.8	1.15
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	82.0	0.96
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.6	1.13
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	68.6	0.81
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	28.8	0.51
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【 0 0 3 7】

【表 1 4】

膜厚t 50nm

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	50.0	0.59
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	58.6	1.04
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	94.2	1.11
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	66.4	1.18
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	98.2	1.15
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.8	1.17
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	99.5	1.17
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.7	1.15
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	98.1	1.15
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.7	1.13
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	95.5	1.12
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.8	1.13
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	93.2	1.09
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.4	1.16
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	89.8	1.06
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	66.9	1.19
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	83.0	0.98
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.7	1.13
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	67.1	0.79
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	27.5	0.49
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【 0 0 3 8】

【表 1 5】

膜厚t 45nm

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	45.0	0.53
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	57.4	1.02
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	91.2	1.07
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	66.2	1.17
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	95.5	1.12
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.6	1.16
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	96.6	1.13
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.1	1.14
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	95.2	1.12
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.2	1.12
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	93.7	1.10
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.0	1.14
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	92.8	1.09
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.9	1.17
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	89.3	1.05
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	66.7	1.18
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	81.6	0.96
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	62.4	1.11
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	65.3	0.77
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	26.8	0.48
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【 0 0 3 9】

【表 16】

膜厚t 30nm

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	30.0	0.35
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	50.6	0.90
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	80.5	0.95
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.8	1.13
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	86.9	1.02
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.2	1.14
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	90.5	1.06
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	63.5	1.13
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	90.3	1.06
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.6	1.07
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	83.5	0.98
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	57.4	1.02
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	81.4	0.96
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.7	1.08
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	85.9	1.01
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	64.4	1.14
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	82.4	0.97
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	60.9	1.08
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	66.2	0.78
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	24.6	0.44
出射媒質	ガラス	1.85		

10

20

【0040】

【表 17】

膜厚t 15nm

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.85		
1	接合層	—	15.0	0.18
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	41.1	0.73
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	76.6	0.90
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.0	1.15
5	SiO <sub>2</sub>	1.47	88.6	1.04
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	67.0	1.19
7	SiO <sub>2</sub>	1.47	93.8	1.10
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	66.0	1.17
9	SiO <sub>2</sub>	1.47	94.1	1.11
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	62.9	1.12
11	SiO <sub>2</sub>	1.47	88.0	1.03
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	59.6	1.06
13	SiO <sub>2</sub>	1.47	85.4	1.00
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	62.1	1.10
15	SiO <sub>2</sub>	1.47	89.0	1.05
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	65.4	1.16
17	SiO <sub>2</sub>	1.47	85.6	1.01
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	61.7	1.09
19	SiO <sub>2</sub>	1.47	68.5	0.80
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	24.4	0.43
出射媒質	ガラス	1.85		

30

40

【0041】

以上のシミュレート例において、波長 (nm) と透過率 T (%) との関係が図 5 に示されている。なお、図 5 では、上部にまとめて記載されているのが S 偏光の透過率 T であ

50

り、下部にまとめて記載されているのがP偏光の透過率である。

図5において、P偏光の透過率はシミュレート例11~16の間で大きな相違はないが、S偏光の透過率でシミュレート例11~16の間で相違がある。つまり、接合層14の膜厚 $t$ が75nmのシミュレート例11では、S偏光の透過率 $T$ が波長の全域、特に、波長が400~600nmの領域で低く、接合層14の膜厚 $t$ が60nmのシミュレート例12では、シミュレート例11ほどではないが、S偏光の透過率 $T$ が波長400~600nmの領域で低くなり、光学特性に問題が残る。

これに対して、膜厚 $t$ が50nm以下のシミュレート例13~16では、S偏光の透過率 $T$ が極めて高い値にあるので、光学特性が良好であり、実用上、問題がない。

従って、接合層14の膜厚 $t$ は、15nm  $t < 60$ nmである。なお、接合層14の膜厚 $t$ は光学特性の点から小さければ小さいほどよいが、接合層14の強度を考慮すると、膜厚 $t$ は15nm未満のものが除かれる。

【0042】

表18から表22には、第一透光性基材11及び第二透光性基材12の屈折率 $n$ を変化させた場合のシミュレート例17からシミュレート例21までが示されている。

これらの表18~22では、接合層14及び偏光分離膜13の層構成並びに屈折率 $n$ が示されている。そして、これらのシミュレート例17~21では、設計波長が400nmとされ、さらに、入射角が70°である。

【0043】

【表18】

$n=1.83$

層	材料	$n$	$d(\text{nm})$	$4nd$
入射媒質	ガラス	1.83		
1	接合層	—	25.8	0.38
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	41.9	0.96
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	70.7	1.04
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	51.1	1.17
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	71.9	1.06
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	49.4	1.13
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	72.6	1.07
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.7	1.11
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	73.2	1.08
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	46.3	1.06
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	66.5	0.98
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	44.1	1.01
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	66.8	0.99
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	46.4	1.06
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	69.2	1.02
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	50.0	1.15
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	71.5	1.06
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.7	1.12
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	54.9	0.81
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	16.9	0.39
出射媒質	ガラス	1.83		

【0044】

【表 1 9】

n=1.77

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.77		
1	接合層	—	35.7	0.53
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	36.8	0.84
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	86.6	1.28
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	40.5	0.93
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	79.4	1.17
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	36.2	0.83
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	77.9	1.15
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	36.0	0.82
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	78.9	1.17
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	30.9	0.71
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	59.3	0.88
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	33.4	0.76
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	93.5	1.38
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	45.3	1.04
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	104.4	1.54
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.0	1.10
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	97.2	1.44
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	42.0	0.96
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	60.4	0.89
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	10.3	0.24
出射媒質	ガラス	1.77		

10

20

【 0 0 4 5】

【表 2 0】

n=1.75

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.75		
1	接合層	—	41.3	0.61
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	36.2	0.83
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	95.4	1.41
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	38.0	0.87
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	80.5	1.19
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	33.0	0.76
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	86.6	1.28
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	35.9	0.82
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	87.7	1.29
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	29.7	0.68
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	68.1	1.01
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	32.8	0.75
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	99.1	1.46
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	41.8	0.96
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	109.2	1.61
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	44.4	1.02
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	102.1	1.51
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	39.1	0.90
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	64.0	0.95
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	10.1	0.23
出射媒質	ガラス	1.75		

30

40

【 0 0 4 6】

【表 2 1】

n=1.73

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.73		
1	接合層	—	46.5	0.69
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	34.8	0.80
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	104.2	1.54
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	36.9	0.84
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	93.8	1.39
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	32.7	0.75
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	96.1	1.42
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	33.1	0.76
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	90.8	1.34
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	27.4	0.63
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	75.1	1.11
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	30.2	0.69
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	101.8	1.50
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	37.9	0.87
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	115.7	1.71
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	41.4	0.95
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	110.9	1.64
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	37.8	0.87
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	72.8	1.07
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	10.2	0.23
出射媒質	ガラス	1.73		

10

20

【 0 0 4 7 】

【表 2 2】

n=1.71

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.71		
1	接合層	—	48.7	0.74
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	33.2	0.76
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	114.4	1.69
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	34.8	0.80
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	105.0	1.55
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	31.0	0.71
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	105.2	1.55
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	30.6	0.70
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	97.5	1.44
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	25.7	0.59
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	83.5	1.23
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	27.7	0.63
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	107.2	1.58
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	34.4	0.79
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	123.9	1.83
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	38.2	0.88
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	120.3	1.78
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	35.8	0.82
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	82.0	1.21
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	10.0	0.23
出射媒質	ガラス	1.71		

30

40

【 0 0 4 8 】

以上のシミュレート例において、波長 (nm) と透過率 T (%) との関係が図 6 から図 10 に示されている。なお、これらの図では、入射角 を 0°、+3°、-3° の 3 つの

50

パターンにおいて、P偏光とS偏光との透過率と波長との関係が示されており、上部にまとめて記載されているのがS偏光の透過率Tであり、下部にまとめて記載されているのがP偏光の透過率である。

図6は屈折率 $n$ が1.83としたシミュレート例17において波長(nm)と透過率T(%)との関係を示す。

図6において、入射角を $0^\circ$ 、 $+3^\circ$ 、 $-3^\circ$ の3つのパターンのいずれであっても、波長が400nm以上の範囲において、S偏光の透過率が高く、P偏光の透過率が低い。

#### 【0049】

図7は屈折率 $n$ が1.77としたシミュレート例18において波長(nm)と透過率T(%)との関係を示す。

図7において、入射角を $0^\circ$ 、 $+3^\circ$ 、 $-3^\circ$ の3つのパターンのいずれであっても、波長が400nm以上の範囲において、S偏光の透過率が高く、P偏光の透過率が低い。

図8は屈折率 $n$ が1.75としたシミュレート例19において波長(nm)と透過率T(%)との関係を示す。

図8において、入射角を $0^\circ$ 、 $+3^\circ$ 、 $-3^\circ$ の3つのパターンのいずれであっても、波長が400nm以上の範囲において、S偏光の透過率が高く、P偏光の透過率が低い。

#### 【0050】

図9は屈折率 $n$ が1.73としたシミュレート例19において波長(nm)と透過率T(%)との関係を示す。

図9において、入射角を $-3^\circ$ とした場合に、波長が400nm以上であってもP偏光の透過率が高いものとなり、実用上、問題が残る。

図10は屈折率 $n$ が1.71としたシミュレート例20において波長(nm)と透過率T(%)との関係を示す。

図10において、入射角を $-3^\circ$ とした場合に、波長が400nm以上であってもP偏光の透過率が高いものとなり、実用上、問題が残る。

従って、第一透光性基材11と第二透光性基材12との屈折率 $n$ は、 $1.73 < n$ が好ましい。但し、 $n = 2.1$ は現在あるガラスの屈折率の上限値であるため、 $n < 2.0$ である。つまり、屈折率 $n$ は、 $1.73 < n < 2.0$ である。

#### 【0051】

以上の構成の第1実施形態では、次の作用効果を奏することができる。

(1) 互いに隣り合う第一透光性基材11及び第二透光性基材12を偏光分離膜13と接合層14とを挟んで接合し入射光をP偏光とS偏光とに分離するとともにP偏光を反射しS偏光を透過させるプリズム10において、第一透光性基材11及び第二透光性基材12の屈折率 $n$ を、 $1.73 < n < 2.0$ とし、入射角を、 $61^\circ$ 、 $82^\circ$ に設定し、接合層14の膜厚 $t$ を、 $15\text{nm} < t < 60\text{nm}$ とした。そのため、プリズム10を容易に製造することができるとともに、光学特性が良好となる。

#### 【0052】

(2) 接合層14をプラズマ重合膜から形成したので、 $15\text{nm} < t < 60\text{nm}$ の範囲のある膜厚 $t$ を容易に実現することができる。その上、接着剤を接合層として用いないから、接合部分の厚みの均一化を図り、光学特性を良好なものにできる。

#### 【0053】

(3) プリズム10を備えて光ピックアップ装置1を構成したから、光ピックアップ装置1を光の検出精度を高いものにできる。

#### 【0054】

図11及び図12は本発明の第2実施形態が示されている。第2実施形態は光学素子として投射装置に設けられる偏光変換素子を光学素子とした例である。

図11は第2実施形態にかかる投射装置の概略構成を示す。

10

20

30

40

50

図 1 1 において、投射装置 2 は、インテグレート照明光学系 1 1 0 と、色分離光学系 1 2 0 と、リレー光学系 1 3 0 と、光源から射出された光を画像情報に応じて変調する光変調装置 1 4 0 と、光変調装置 1 4 0 で変調された光を拡大投射する投射光学装置 1 5 0 とを備える。

インテグレート照明光学系 1 1 0 は、3 枚の透過型液晶パネル 1 4 1 R, 1 4 1 G, 1 4 1 B の画像形成領域をほぼ均一に照明するための光学系であり、光源装置 1 1 1 と、第 1 レンズアレイ 1 1 2 と、偏光変換ユニット 2 0 0 と、重畳レンズ 1 1 3 とを備える。

【 0 0 5 5 】

光源装置 1 1 1 は、光源ランプ 1 1 4 から射出された輻射状の光線をリフレクター 1 1 5 で反射して略平行光線とし、この略平行光線を外部へと射出する。

偏光変換ユニット 2 0 0 は、第 2 レンズアレイ 2 1 0 と、遮光板 2 2 0 と、偏光変換素子 2 0 とを備える。

色分離光学系 1 2 0 は、2 枚のダイクロイックミラー 1 2 1, 1 2 2 と、反射ミラー 1 2 3 とを備え、ダイクロイックミラー 1 2 1, 1 2 2 によりインテグレート照明光学系 1 1 0 から射出された複数の光を赤 ( R )、緑 ( G )、青 ( B ) の 3 色の色光に分離する。ダイクロイックミラー 1 2 1 で分離された青色光は、反射ミラー 1 2 3 によって反射され、フィールドレンズ 1 4 2 を通って、青色用の透過型液晶パネル 1 4 1 B に到達する。

ダイクロイックミラー 1 2 1 を透過した赤色光と緑色光のうちで、緑色光は、ダイクロイックミラー 1 2 2 によって反射され、フィールドレンズ 1 4 2 を通って、緑色用の透過型液晶パネル 1 4 1 G に到達する。

リレー光学系 1 3 0 は、入射側レンズ 1 3 1 と、リレーレンズ 1 3 3 と、反射ミラー 1 3 2, 1 3 4 とを備える。色分離光学系 1 2 0 で分離された赤色光は、ダイクロイックミラー 1 2 2 を透過して、リレー光学系 1 3 0 を通り、さらにフィールドレンズ 1 4 2 を通って、赤色光用の透過型液晶パネル 1 4 1 R に到達する。

光変調装置 1 4 0 は、透過型液晶パネル 1 4 1 R, 1 4 1 G, 1 4 1 B と、クロスダイクロイックプリズム 1 4 3 とを備える。このクロスダイクロイックプリズム 1 4 3 は、各色光毎に変調された光学像を合成してカラーの光学像を形成するものである。

【 0 0 5 6 】

偏光変換素子 2 0 は、第 2 レンズアレイ 2 1 0 からの光 ( P 偏光及び S 偏光 ) を 1 種類の S 偏光に変換するものであり、その具体的な構成が図 1 2 に示されている。

図 1 2 において、偏光変換素子 2 0 は、素子本体 2 0 A と、素子本体 2 0 A に選択的に接合された波長板 2 0 B とを備える。

素子本体 2 0 A は、複数の透光性基材 2 1 と、これらの透光性基材 2 1 のうち隣り合う透光性基材 2 1 の間に設けられた偏光分離膜 2 3 及び接合層 2 4 とを備える。

複数の透光性基材 2 1 は、互いに略平行な光入射面 2 1 A と光出射面 2 1 B とが形成される。

偏光分離膜 2 3 は、第 2 レンズアレイ 2 1 0 からの光 ( S 偏光及び P 偏光 ) のうち、S 偏光を選択的に透過させ、P 偏光を反射させる。

【 0 0 5 7 】

波長板 2 0 B は、透光性基材 2 1 の光出射面 2 1 B に接合される。この波長板 2 0 B は、水晶により形成された  $1/2$  波長板であり、偏光分離膜 2 3 から反射された P 偏光を S 偏光に変換する。

第 2 実施形態では、複数の透光性基材 2 1 は、第 1 実施形態の第一透光性基材 1 1 及び第二透光性基材 1 2 と同じ材質及び屈折率  $n$  である。つまり、透光性基材 2 1 の屈折率  $n$  は  $1.73 < n < 2.0$  である。そして、入射光の入射角  $\theta$  は、 $61^\circ < \theta < 82^\circ$  である。

接合層 2 4 は、第 1 実施形態の接合層 1 4 と同じ材料並びに厚さとされる。つまり、接合層 2 4 は、分子接合するプラズマ重合膜であり、その膜厚  $t$  は、 $15 \text{ nm} < t < 60 \text{ nm}$  である。

偏光分離膜 2 3 は、高屈折率の無機材料からなる薄膜、例えば、酸化タンタル (  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  )

10

20

30

40

50

0<sub>5</sub>)又は酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)の薄膜と、低屈折率の無機材料からなる薄膜、例えば、SiO<sub>2</sub>の薄膜とが交互に配置される構成である。積層される数は適宜設定される。

【0058】

従って、第2実施形態では、第1実施形態の(1)(2)と同じ作用効果を奏することができる他、次の作用効果を奏することができる。

(4)屈折率nが $1.73 < n < 2.0$ の複数の透光性基材21と、これらの透光性基材21の間に設けられた偏光分離膜23及び膜厚tが $15\text{ nm} < t < 60\text{ nm}$ の接合層24とを備え、入射角θを $61^\circ < \theta < 82^\circ$ とした素子本体20Aに、波長板20Bを設けて偏光変換素子20を構成したから、広範囲の波長領域で光学特性の優れた偏光変換素子20を提供することができる。

【0059】

(5)前述の偏光変換素子20を備えて投射装置2を構成したから、投射装置2の投影精度を高いものにできる。

【実施例】

【0060】

第1実施形態及び第2実施形態の効果を確認する実施例について説明する。

実施例1及び従来例1は第1実施形態に対応するものである。

実施例1の接合層14及び偏光分離膜13の層構成並びに屈折率nが表23に示され、比較例1の接合層及び偏光分離膜の層構成並びに屈折率nが表24及び表25に示されている。

表23において、実施例1は、第一透光性基材11と第二透光性基材12として高屈折 $n = 1.87$ のガラスを使用し、設計波長が $400\text{ nm}$ とされる。

比較例1は図19に示される従来例の構成であり、互いに対向するガラス基材の間に偏光分離膜、接着剤層及びマッチングコートが挟まれる。接着剤層に隣接する偏光分離膜の層構成が表24に示され、マッチングコートの層構成が表25に示されている。表24で示される偏光分離膜は設計波長が $900\text{ nm}$ とされる。表25で示されるマッチングコートは設計波長が $500\text{ nm}$ とされる。

【0061】

【表23】

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.87		
1	接合層	—	25.8	0.38
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	41.9	0.96
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	70.7	1.04
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	51.1	1.17
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	71.9	1.06
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	49.4	1.13
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	72.6	1.07
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.7	1.11
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	73.2	1.08
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	46.3	1.06
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	66.5	0.98
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	44.1	1.01
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	66.8	0.99
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	46.4	1.06
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	69.2	1.02
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	50.0	1.15
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	71.5	1.06
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.7	1.12
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	54.9	0.81
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	16.9	0.39
出射媒質	ガラス	1.87		

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

【表 2 4】

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.82		
1	SiO <sub>2</sub>	1.46	89.6	0.58
2	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	38.6	0.39
3	SiO <sub>2</sub>	1.46	61.6	0.40
4	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	49.9	0.51
5	SiO <sub>2</sub>	1.46	151.0	0.98
6	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	106.0	1.07
7	SiO <sub>2</sub>	1.46	128.3	0.83
8	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	99.8	1.01
9	SiO <sub>2</sub>	1.46	151.9	0.98
10	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	52.6	0.53
11	SiO <sub>2</sub>	1.46	11.7	0.08
12	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	36.5	0.37
13	SiO <sub>2</sub>	1.46	187.4	1.21
14	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	79.1	0.80
15	SiO <sub>2</sub>	1.46	174.3	1.13
16	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	93.4	0.95
17	SiO <sub>2</sub>	1.46	167.9	1.09
18	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	220.4	2.23
19	SiO <sub>2</sub>	1.46	166.1	1.08
20	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	11.0	0.11
21	SiO <sub>2</sub>	1.46	167.7	1.09
22	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	47.7	0.48
23	SiO <sub>2</sub>	1.46	122.1	0.79
24	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	40.5	0.41
25	SiO <sub>2</sub>	1.46	41.6	0.27
26	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28	50.1	0.51
27	SiO <sub>2</sub>	1.46	150.9	0.98
出射媒質	接着剤	1.51		

10

20

【 0 0 6 3 】

【表 2 5】

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.82		
1	SiO <sub>2</sub>	1.47	40.6	0.48
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	24.9	0.44
3	SiO <sub>2</sub>	1.47	80.0	0.94
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.22	13.4	0.24
出射媒質	接着剤	1.52		

30

【 0 0 6 4 】

40

実施例 1 は、入射角 を 70°、67°、73° に変えて、波長と透過率との関係をシミュレートしたものである。実施例 1 のシミュレート結果を図 13 に示す。比較例 1 は、入射角 を 45°、42°、48° に変えて、波長と透過率との関係をシミュレートした。比較例 1 のシミュレート結果を図 14 及び図 15 に示す。

実施例 1 では、図 13 に示される通り、入射角 を 70°、67°、73° のいずれにしても、波長 400 nm 以上の領域で、S 偏光の透過率が高く、P 偏光の透過率が低いので、良好な光学特性であった。

これに対して、比較例 1 では、図 14 で示される通り、偏光分離膜の P 偏光並びに S 偏光の透過率の波長依存性が大きい。そして、図 15 で示されるように、マッチングコートでの P 偏光並びに S 偏光の透過率が高い。しかし、成膜工程が 1 つ増えるため、コスト面

50

でも不利であることがわかる。

【 0 0 6 5 】

また、偏光分離波長の領域を比較したシミュレート結果を図 1 6 に示す。図 1 6 では、比較例 1 の P 偏光の透過率が高いものとなっているものの、S 偏光が波長 8 0 0 n m 以上の領域で透過率が極めて高いものとなっているので、偏光分離波長域 R o は 4 0 0 n m から 8 0 0 n m の範囲となる。これに対して、実施例 1 の P 偏光の透過率が広い領域で低くなっているとともに S 偏光の広い範囲で高いものとなっているので、偏光分離波長域 R は 4 0 0 n m から 1 5 0 0 n m の広範囲となる。

【 0 0 6 6 】

実施例 2 及び従来例 2 は第 2 実施形態に対応するものである。

10

実施例 2 の接合層 1 4 及び偏光分離膜 1 3 の層構成並びに屈折率 n が表 2 6 に示され、比較例 2 の接合層及び偏光分離膜の層構成並びに屈折率 n が表 2 7 に示されている。

表 2 6 において、実施例 2 は、透光性基材 2 1 として高屈折  $n = 1.87$  のガラスを使用し、設計波長が 4 0 0 n m とされる。

比較例 1 は従来例の構成であり、出射面及び入射面に対して偏光分離膜が  $45^\circ$  に傾斜して設けられている。偏光分離膜はガラス基材に対して接着剤からなる接合層で接合される。なお、設計波長は 7 6 0 n m である。

【 0 0 6 7 】

【表 2 6】

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.52		
1	接合層	—	25.8	0.38
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	41.9	0.96
3	SiO <sub>2</sub>	1.48	70.7	1.04
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	51.1	1.17
5	SiO <sub>2</sub>	1.48	71.9	1.06
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	49.4	1.13
7	SiO <sub>2</sub>	1.48	72.6	1.07
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.7	1.11
9	SiO <sub>2</sub>	1.48	73.2	1.08
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	46.3	1.06
11	SiO <sub>2</sub>	1.48	66.5	0.98
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	44.1	1.01
13	SiO <sub>2</sub>	1.48	66.8	0.99
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	46.4	1.06
15	SiO <sub>2</sub>	1.48	69.2	1.02
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	50.0	1.15
17	SiO <sub>2</sub>	1.48	71.5	1.06
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	48.7	1.12
19	SiO <sub>2</sub>	1.48	54.9	0.81
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	16.9	0.39
出射媒質	ガラス	1.87		

20

30

40

【 0 0 6 8 】

【表 27】

層	材料	n	d(nm)	4nd
入射媒質	ガラス	1.52		
1	ランタンアルミネート	1.74	51.2	0.47
2	MgF <sub>2</sub>	1.39	92.4	0.67
3	ランタンアルミネート	1.74	68.4	0.63
4	MgF <sub>2</sub>	1.39	128.9	0.94
5	ランタンアルミネート	1.74	66.1	0.61
6	MgF <sub>2</sub>	1.39	104.0	0.76
7	ランタンアルミネート	1.74	71.3	0.65
8	MgF <sub>2</sub>	1.39	122.6	0.89
9	ランタンアルミネート	1.74	90.2	0.83
10	MgF <sub>2</sub>	1.39	94.9	0.72
11	ランタンアルミネート	1.74	81.7	0.75
12	MgF <sub>2</sub>	1.39	143.0	1.04
13	ランタンアルミネート	1.74	69.0	0.63
14	MgF <sub>2</sub>	1.39	134.5	0.98
15	ランタンアルミネート	1.74	88.9	0.82
16	MgF <sub>2</sub>	1.39	122.8	0.90
17	ランタンアルミネート	1.74	99.3	0.91
18	MgF <sub>2</sub>	1.39	137.5	1.00
19	ランタンアルミネート	1.74	93.1	0.85
20	MgF <sub>2</sub>	1.39	136.2	1.03
21	ランタンアルミネート	1.74	93.2	0.85
22	MgF <sub>2</sub>	1.39	145.0	1.06
23	ランタンアルミネート	1.74	101.1	0.93
24	MgF <sub>2</sub>	1.39	154.3	1.13
25	ランタンアルミネート	1.74	114.6	1.05
26	MgF <sub>2</sub>	1.39	161.8	1.18
27	ランタンアルミネート	1.74	95.0	0.87
28	MgF <sub>2</sub>	1.39	160.2	1.21
29	ランタンアルミネート	1.74	109.2	1.00
30	MgF <sub>2</sub>	1.39	169.8	1.24
31	ランタンアルミネート	1.74	109.5	1.00
32	MgF <sub>2</sub>	1.39	204.8	1.49
33	ランタンアルミネート	1.74	105.4	0.97
34	MgF <sub>2</sub>	1.39	209.9	1.53
35	ランタンアルミネート	1.74	106.9	0.98
36	MgF <sub>2</sub>	1.39	183.5	1.38
37	ランタンアルミネート	1.74	123.0	1.13
38	MgF <sub>2</sub>	1.39	208.9	1.52
39	ランタンアルミネート	1.74	135.6	1.24
40	MgF <sub>2</sub>	1.39	206.0	1.50
出射媒質	接着剤	1.51		

10

20

30

## 【0069】

実施例 2 は、入射角 を 70°、67°、73° に変えて、波長と透過率との関係をシミュレートしたものである。実施例 2 のシミュレート結果を図 17 に示す。比較例 2 は、入射角 を 45°、42°、48° に変えて、波長と透過率との関係をシミュレートした。比較例 2 のシミュレート結果を図 18 に示す。

40

実施例 2 では、図 17 に示される通り、入射角 を 70°、67°、73° のいずれにしても、波長 400 nm 以上の領域で、S 偏光の透過率が高く、P 偏光の透過率が低いので、良好な光学特性であった。

これに対して、比較例 2 では、図 18 で示される通り、P 偏光の透過率が波長 450 nm を超える領域で低くなり、S 偏光の反射率も 350 nm から 400 nm の領域で高いものとなっている。従って、比較例 2 では、光学特性が不良であることがわかる。

## 【0070】

50

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的および効果を達成できる範囲内での変形や改良が、本発明の内容に含まれるものであることはいうまでもない。

例えば、前記実施形態では、接合層をプラズマ重合膜から形成したが、本発明では、これに限定されるものではなく、接合層 14, 24 の膜厚  $t$  を、 $15 \text{ nm} < t < 60 \text{ nm}$  に設定できるのであれば、接合層 14, 24 自体の構成は限定されない。

例えば、接合層 14, 24 を、透光性基材に設けられた微結晶連続薄膜と、前記位相差板に設けられた微結晶連続薄膜とを接触させて、前記透光性基材の微結晶連続薄膜と前記位相差板の微結晶連続薄膜との接触界面及び結晶粒界に原子拡散を生じさせる原子拡散接合法により形成される、又は、前記透光性基材及び前記位相差板のうちのいずれか一方に設けられた微結晶連続薄膜と、いずれか他方に設けられた微結晶構造とを接触させて、前記微結晶連続薄膜と前記微結晶構造との接触界面及び結晶粒界に原子拡散を生じさせる原子拡散接合法により形成されるものであってもよい。

10

#### 【0071】

また、本発明の光学素子は、プリズムや偏光変換素子以外の光学素子にも利用することができる。

さらに、本発明に適用されるプリズムや偏光変換素子は、テレビ、その他の電子機器に利用することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0072】

本発明は、複数の透光性基材のうち隣り合う透光性基材を偏光分離膜と接合層とを挟んで構成されるプリズム、偏光変換素子、その他の光学素子に利用することができる。

20

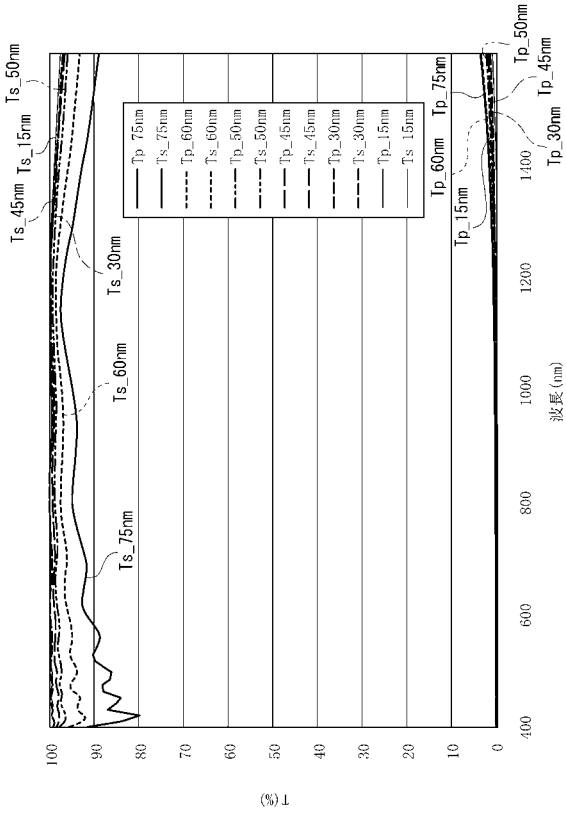
#### 【符号の説明】

#### 【0073】

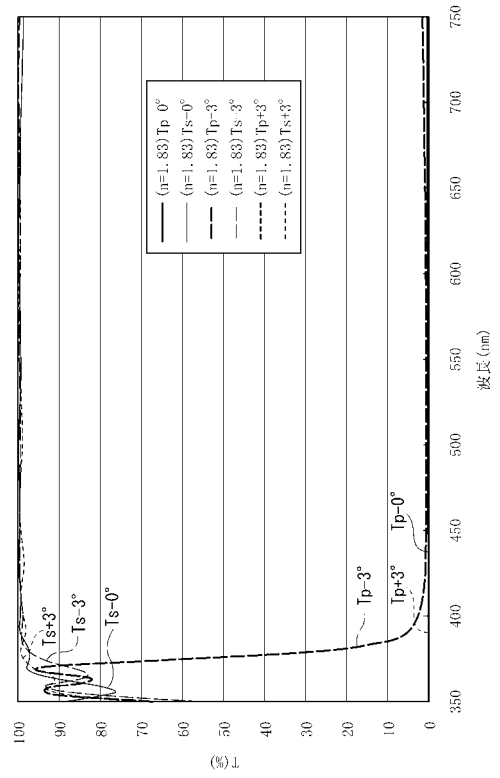
1 ... 光ピックアップ装置、2 ... 投射装置、10 ... プリズム、11 ... 第一透光性基材、11A ... 入射面、11B ... P波出射面、11C ... 主面、12 ... 第二透光性基材、12A ... S波出射面、12B ... 側面、12C ... 主面、13, 23 ... 偏光分離膜、14, 24 ... 接合層、14A, 14B ... Si骨格、14C ... 脱離基、20 ... 偏光変換素子、20B ... 波長板、21 ... 透光性基材、21A ... 光入射面、21B ... 光出射面



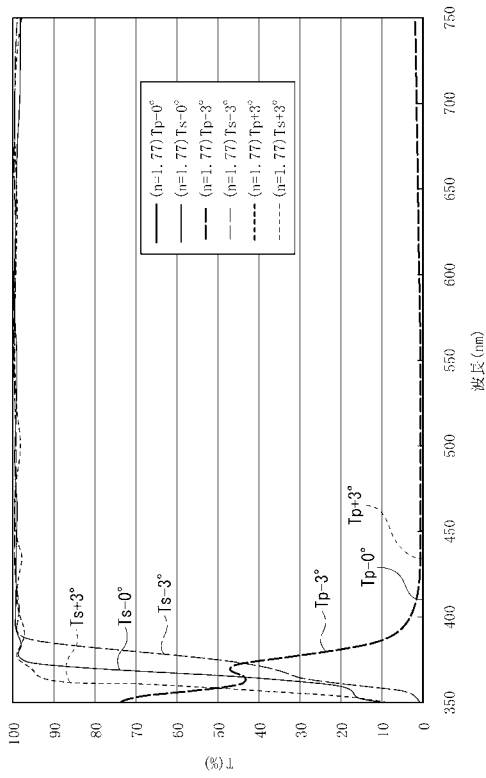
【 図 5 】



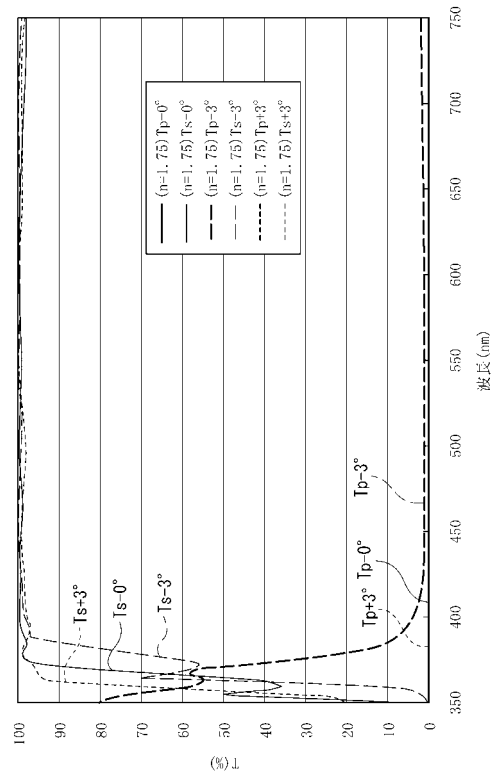
【 図 6 】



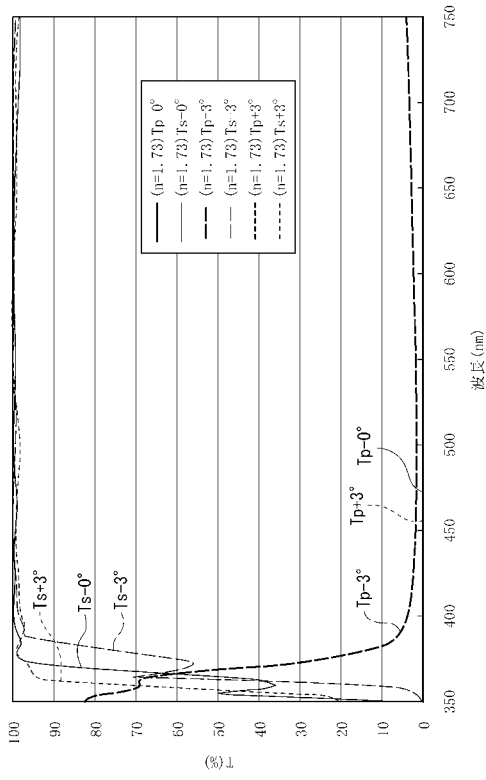
【 図 7 】



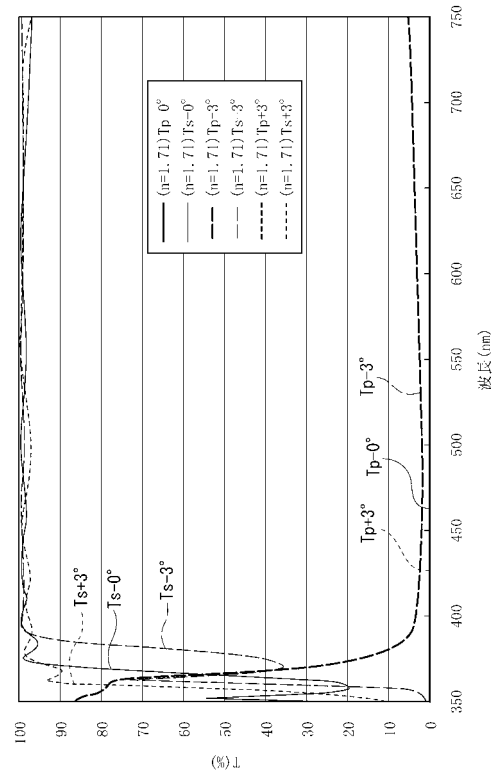
【 図 8 】



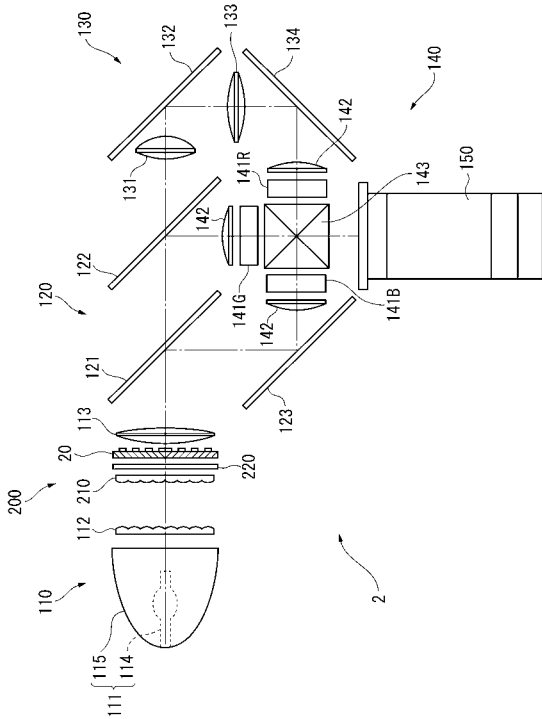
【 図 9 】



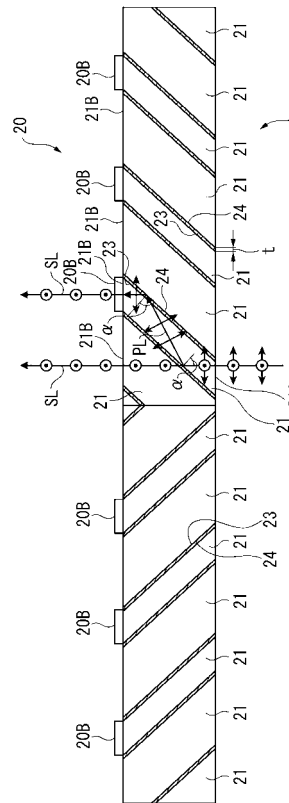
【 図 10 】



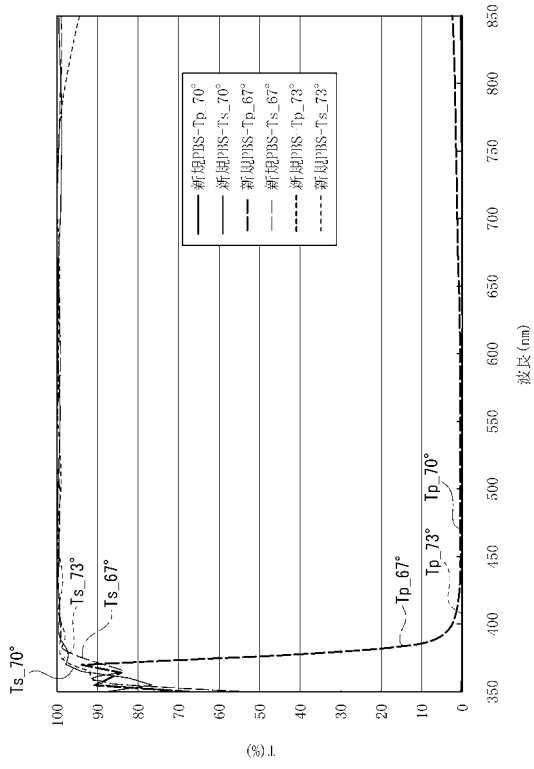
【 図 11 】



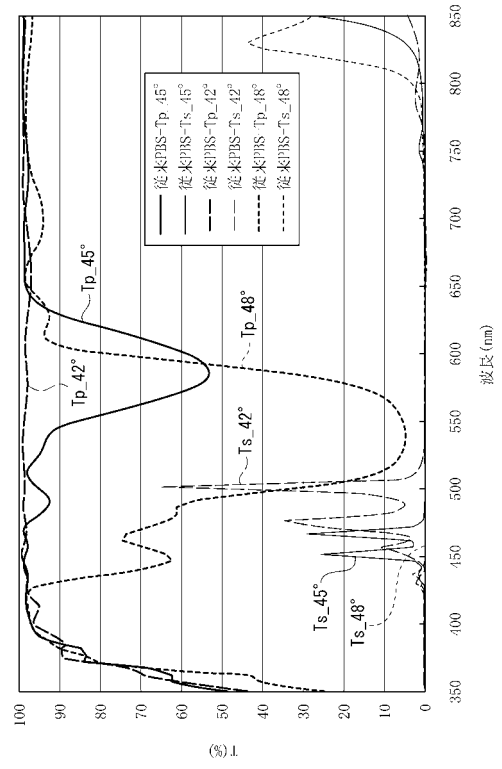
【 図 12 】



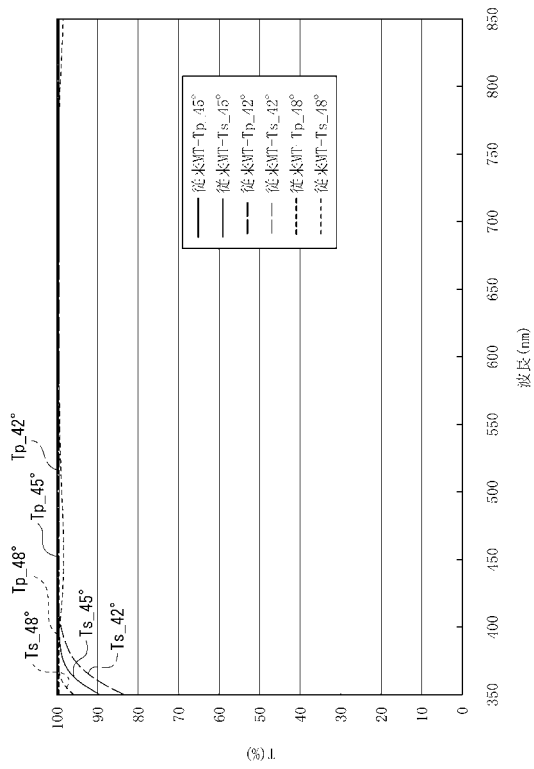
【 図 1 3 】



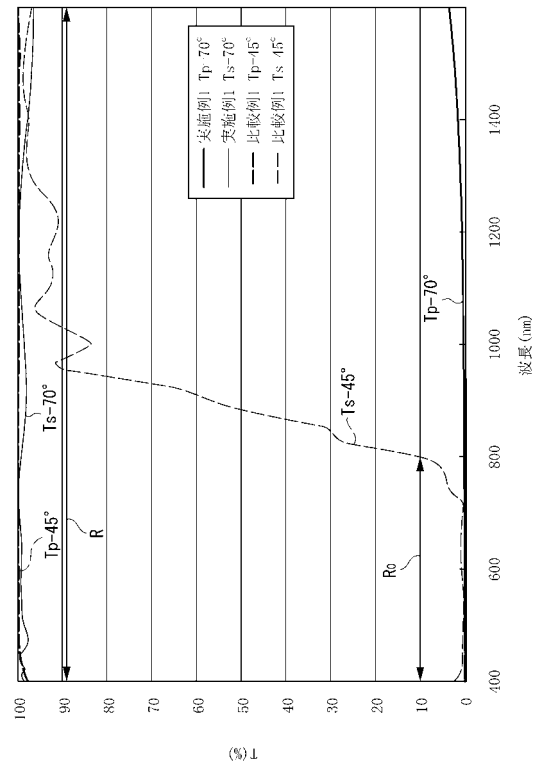
【 図 1 4 】



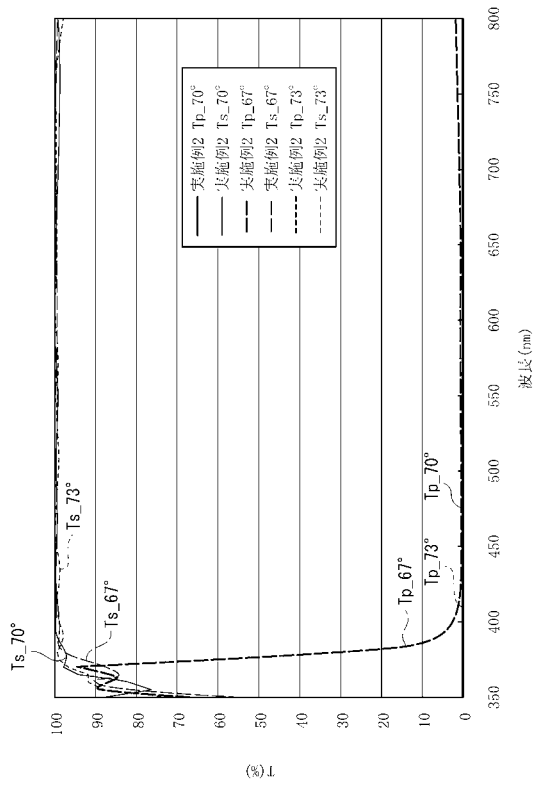
【 図 1 5 】



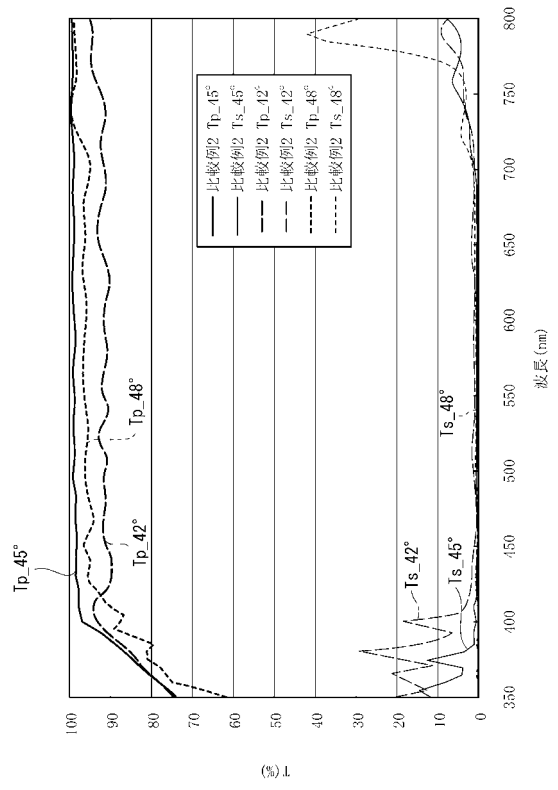
【 図 1 6 】



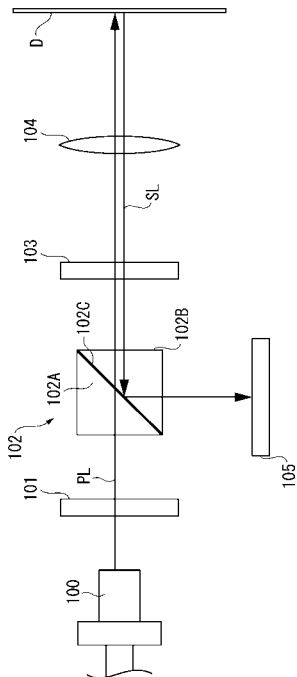
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.				F I				テーマコード(参考)
<b>G 0 2 F</b>	<b>1/13</b>	<b>(2006.01)</b>		G 0 3 B	21/14			Z
				G 0 3 B	21/00			E
				G 0 2 F	1/13	5 0 5		

Fターム(参考)	2K103	AA01	AA05	AA11	AB10	BC01	BC12	BC14	BC17	CA23	CA26
		CA75	CA76								
	5D789	AA38	EC27	EC47	JA12	JA32	JA64	JB03	NA05		