

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5458545号
(P5458545)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 5/30 (2006.01) G O 2 B 5/30
G O 2 B 27/28 (2006.01) G O 2 B 27/28 Z

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-271731 (P2008-271731)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成20年10月22日(2008.10.22)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2010-101992 (P2010-101992A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成22年5月6日(2010.5.6)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成23年10月4日(2011.10.4)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	小林 衆方
			東京都日野市日野4-2-1-8 エプソント ヨコム株式会社内
		審査官	小西 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透光性部材と、無機性結晶材料と、を備えた光学物品の製造方法であって、
 ガラスからなる第1の透光性部材の一方の面と前記無機性結晶材料の一方の面とを接着剤からなる第1の接着層で接着する研磨前接着工程と、

前記無機性結晶材料の他方の面を基準面として前記第1の透光性部材の他方の面を研磨する第1の研磨工程と、

前記第1の研磨工程で研磨された前記第1の透光性部材の他方の面を基準面として前記無機性結晶材料を所定の厚みに研磨する第2の研磨工程と、を備えたことを特徴とする光学物品の製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載の光学物品の製造方法において、

前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、接着剤からなる第2の接着層と、偏光分離膜と、第2の透光性部材と、反射膜と、接着剤からなる第3の接着層と、を順に繰り返し積層する積層工程を備え、

前記積層体を、以下の式(1)を満たす厚みに形成することを特徴とする光学物品の製造方法。

$$t 1 = t 2 - t 3 - t 4 \quad \dots (1)$$

(式中、t 1 は前記積層体の厚み、t 2 は前記第2の透光性部材の厚み、t 3 は前記第2の接着層の厚み、t 4 は前記第3の接着層の厚みである。)

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光学物品の製造方法において、

前記第 1 の透光性部材、前記第 1 の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、偏光分離膜と、接着剤からなる第 2 の接着層と、第 2 の透光性部材と、反射膜と、接着剤からなる第 3 の接着層と、を順に繰り返し積層する積層工程を備え、

前記積層体を、以下の式 (2) を満たす厚みに形成することを特徴とする光学物品の製造方法。

$$t_1 = t_2 + t_3 - t_4 \quad \dots (2)$$

(式中、 t_1 は前記積層体の厚み、 t_2 は前記第 2 の透光性部材の厚み、 t_3 は前記第 2 の接着層の厚み、 t_4 は前記第 3 の接着層の厚みである。)

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光学物品の製造方法において、

前記第 1 の透光性部材、前記第 1 の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、接着剤からなる第 2 の接着層と、偏光分離膜と、第 2 の透光性部材と、接着剤からなる第 3 の接着層と、反射膜と、を順に繰り返し積層する積層工程を備え、

前記積層体を、以下の式 (3) を満たす厚みに形成することを特徴とする光学物品の製造方法。

$$t_1 = t_2 - t_3 + t_4 \quad \dots (3)$$

(式中、 t_1 は前記積層体の厚み、 t_2 は前記第 2 の透光性部材の厚み、 t_3 は前記第 2 の接着層の厚み、 t_4 は前記第 3 の接着層の厚みである。)

20

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光学物品の製造方法において、

前記無機性結晶材料は水晶であり、

前記光学物品は、前記透光性部材と前記水晶と偏光分離膜と反射膜とが積層されてなる偏光ビームスプリッタであることを特徴とする光学物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、透光性部材と接着層と無機性結晶材料とを備えた光学物品の製造方法およびその光学物品に関する。

30

【背景技術】

【0002】

光ピックアップや液晶プロジェクタ、その他の装置において、複数の透光性部材の間に光学薄膜を挟んで形成された光学物品が用いられている。

このような光学物品として、それぞれ内部に反射膜が設けられた 2 つの透光性部材の間に偏光分離膜を挟んで順次積層し、これらの透光性部材の前記偏光分離膜の光射出面側に水晶位相板を設けた偏光分離素子 (P S 変換素子) がある。

【0003】

例えば、反射膜が形成された第 1 の透光性部材と、第 1 の透光性部材に形成された偏光分離膜と位相差板である水晶位相板からなる偏光分離変換部と、第 2 の透光性部材と、を

40

順次重ね合わせて相互に接着して形成された従来例 (特許文献 1) がある。
 このような光学物品は、各部材が接着剤で接着固定され、種々の方法で製造されている。偏光分離変換部は、通常、偏光分離膜と水晶位相板とから構成され、第 1 の透光性部材と水晶位相板とが接着剤を介して接着固定された積層体を得る。そして、この積層体を研磨することにより所定の厚みに形成されるが、この場合、第 1 の透光性部材、接着剤、水晶位相板の順で積層されており、水晶位相板を研磨することで積層体の総厚の調整を行うのが一般的であった。

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 206225 号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、第1の透光性部材、接着剤、水晶位相板の順で積層された積層体において、第1の透光性部材および接着剤が均一の厚みでない場合がある。特に、接着剤の層は厚みにばらつきが生じやすい。したがって、水晶位相板を研磨すると、第1の透光性部材および接着剤の厚みの相違が水晶位相板の厚みに反映されてしまい、水晶位相板の厚みが不均一になるという課題がある。さらに、高精度な厚みが要求される水晶位相板の厚みが不均一になることで、光学物品の偏光変換効率等に影響を及ぼすという課題がある。

【0006】

本発明の目的は、偏光変換効率に優れた光学物品を高精度に加工することができる光学物品の製造方法およびその光学物品を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

[適用例1]

本適用例にかかる光学物品の製造方法は、透光性部材と、無機性結晶材料と、を備えた光学物品の製造方法であって、第1の透光性部材の一方の面と前記無機性結晶材料の一方の面とを接着剤からなる第1の接着層で接着する研磨前接着工程と、前記無機性結晶材料の他方の面を基準面として前記第1の透光性部材の他方の面を研磨する第1の研磨工程と、前記第1の透光性部材の他方の面を基準面として前記無機性結晶材料を所定の厚みに研磨する第2の研磨工程と、を備えたことを特徴とする。

20

この構成の本適用例では、透光性部材と無機性結晶材料層とを備えた光学物品の製造方法において、まず、無機性結晶材料が接着された第1の透光性部材の接着面ではない他方の面を研磨することによりこの第1の透光性部材の他方の面が無機性結晶材料の他方の面と平行になるように形成する。その後、形成された第1の透光性部材の他方の面を基準面として支持した状態で無機性結晶材料層の研磨を行う。この方法によって、無機性結晶材料の面内の厚みを均一にすることができるので、偏光変換効率に優れるとともに、無機性結晶材料を含む光学物品を高精度に加工することができる。

【0008】

[適用例2]

本適用例にかかる光学物品の製造方法は、前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、接着剤からなる第2の接着層と、偏光分離膜と、第2の透光性部材と、反射膜と、接着剤からなる第3の接着層と、を順に繰り返し積層する積層工程を備え、前記積層体を、以下の式(1)を満たす厚みに形成する。

30

【0009】

[式1]

$$t_1 = t_2 - t_3 - t_4 \quad \dots (1)$$

式中、 t_1 は前記積層体の厚み、 t_2 は前記第2の透光性部材の厚み、 t_3 は前記第2の接着層の厚み、 t_4 は前記第3の接着層の厚みである。

【0010】

この構成の本適用例では、前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、第2の接着層と、偏光分離膜と、第2の透光性部材と、反射膜と、第3の接着層と、が順に繰り返し積層される光学物品において、積層体の厚み、第2の透光性部材の厚み、第2の接着層の厚み、および、第3の接着層の厚みを上記式(1)を満たす構成としたので、ピッチずれによる光量ロスを抑えることができ、偏光光量を十分に確保することができる。すなわち、光学品質の向上を図ることができる。

40

【0011】

[適用例3]

本適用例にかかる光学物品の製造方法は、前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、偏光分離膜と、接着剤からなる第2の接着層と、第2の透光性部材と、反射膜と、接着剤からなる第3の接着層と、を順に繰り返し積

50

層する積層工程を備え、前記積層体を、以下の式(2)を満たす厚みに形成する。

【0012】

[式2]

$$t_1 = t_2 + t_3 - t_4 \quad \dots (2)$$

式中、 t_1 は前記積層体の厚み、 t_2 は前記第2の透光性部材の厚み、 t_3 は前記第2の接着層の厚み、 t_4 は前記第3の接着層の厚みである。

【0013】

この構成の本適用例では、前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、偏光分離膜と、第2の接着層と、第2の透光性部材と、反射膜と、第3の接着層と、が順に繰り返して積層されてなる光学物品において、積層体の厚み、第2の透光性部材の厚み、第2の接着層の厚み、および、第3の接着層の厚みを上記式(2)を満たす構成としたので、ピッチずれによる光量ロスを抑えることができ、偏光光量を十分に確保することができる。すなわち、光学品質の向上を図ることができる。

10

【0014】

[適用例4]

本適用例にかかる光学物品の製造方法は、前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、接着剤からなる第2の接着層と、偏光分離膜と、第2の透光性部材と、接着剤からなる第3の接着層と、反射膜と、を順に繰り返して積層する積層工程を備え、前記積層体を、以下の式(3)を満たす厚みに形成する。

【0015】

[式3]

$$t_1 = t_2 - t_3 + t_4 \quad \dots (3)$$

式中、 t_1 は前記積層体の厚み、 t_2 は前記第2の透光性部材の厚み、 t_3 は前記第2の接着層の厚み、 t_4 は前記第3の接着層の厚みである。

20

【0016】

この構成の本適用例では、前記第1の透光性部材、前記第1の接着層および前記無機性結晶材料からなる積層体と、第2の接着層と、偏光分離膜と、第2の透光性部材と、第3の接着層と、反射膜と、が順に繰り返して積層されてなる光学物品において、積層体の厚み、第2の透光性部材の厚み、第2の接着層の厚み、および、第3の接着層の厚みを上記式(3)を満たす構成としたので、ピッチずれによる光量ロスを抑えることができ、偏光光量を十分に確保することができる。すなわち、光学品質の向上を図ることができる。

30

【0017】

[適用例5]

本適用例にかかる光学物品の製造方法は、前記無機性結晶材料は水晶であり、前記光学物品は、前記透光性部材と前記水晶と偏光分離膜と反射膜とが積層されてなる偏光ビームスプリッタである。

この構成の本適用例では、水晶からなる無機性結晶材料を用いて前述の工程で製造することにより、高精度に加工することができ、その結果優れた偏光変換効率を備えた偏光ビームスプリッタ(Polarized Beam Splitter、PBS)を製造することができる。

40

【0018】

[適用例6]

本適用例にかかる光学物品は、透光性部材と、無機性結晶材料と、前記透光性部材と前記無機性結晶材料とを接着している接着層と、を備えた光学物品であって、前記無機性結晶材料の表面と、前記接着層と前記無機性結晶材料層との界面と、が実用上平行であることを特徴とする。

この構成の本適用例では、無機性結晶材料層の厚みが均一となるので、偏光変換効率に優れた光学物品を提供することができる。

【0019】

[適用例7]

50

本適用例にかかる光学物品は、前記無機性結晶材料は水晶であり、前記光学物品は、前記透光性部材と前記水晶と偏光分離膜と反射膜とが積層されてなる偏光ビームスプリッタである。

この構成の本適用例では、前述のように均一の厚みを有する水晶からなる無機性結晶材料層に偏光分離膜および反射膜が積層された偏光ビームスプリッタ (Polarized Beam Splitter、PBS) であるので、前述と同様の作用効果を奏することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。ここで、各実施形態において、同一構成要素は同一符号を付して説明を省略もしくは簡略にする。

10

[第1実施形態]

第1実施形態を図1から図7に基づいて説明する。図1は第1実施形態にかかる偏光分離変換素子の端面を示す図であり、図2および図3は図1の要部を示す断面図である。ここで、偏光分離変換素子は、光学物品としてPS変換素子(または偏光ビームスプリッタ、Polarized Beam Splitter、PBS)と称されるものである。この偏光分離変換素子は、例えば、液晶プロジェクタ装置に用いられている。

図1において、偏光分離変換素子1は、第1の透光性部材11と第2の透光性部材12とが偏光分離変換部13を間に挟んで交互に配置された平板状部材である。第1の透光性部材11と第2の透光性部材12とはそれぞれ反射部14が設けられている。反射部14は隣り合う偏光分離変換部13の間の中間位置に配置されている。

20

第1の透光性部材11及び第2の透光性部材12は、その光入射側の平面と光出射側の平面とが平行とされ、これらの平面に対して45°の角度をもって偏光分離変換部13と反射部14とが互いに平行に配置されている。本実施形態では、偏光分離変換素子1は左右対称構造としたが、一方向のみに平行配置された非対称な構造でもよい。

【0021】

第1の透光性部材11や第2の透光性部材12は、BK7等の光学ガラス、白板ガラス、ホウケイ酸ガラス、青板ガラスをはじめとするガラスから成形されている。

偏光分離変換部13は、図2に示される通り、第1の接着層131と位相差板132と第2の接着層133と偏光分離膜134と、を備えている。

30

第1の接着層131および第2の接着層133は接着剤からなる層であり、接着剤としては一般的な光硬化型接着剤を使用することができる。

位相差板132は、短冊状の1/2波長板であり、無機性結晶材料を用いることができる。無機性結晶材料としては、例えば、SiO₂の単結晶からなる水晶が挙げられ、この水晶は人工水晶でも天然水晶でもよい。

偏光分離膜134は、入射した光線束(S偏光とP偏光)を、S偏光の部分光束(S偏光)とP偏光の部分光束(P偏光)とに分離し、S偏光とP偏光のいずれか一方を選択的に透過させ、他方を選択的に反射する性質を有する膜である。例えば、図3に示すように、S偏光を反射し、P偏光を透過する。偏光分離膜134は、異なる材質の層、例えば、酸化ケイ素(SiO₂)の層、ランタンアルミネートの層及びフッ化マグネシウム(MgF₂)の層が積層されて構成される。これらの層は複数層で構成されるものであり、本実施形態では図示しないが、例えば、5層で構成される。第1の透光性部材11側から第2の透光性部材12側に向かうに従って、第1層、第2層、第3層、第4層、第5層となり、第1の透光性部材11に直接設けられる。これらの層のうち第1層、及び第5層が酸化ケイ素(SiO₂)の層であり、第3層がフッ化マグネシウム(MgF₂)の層であり、第2層及び第4層がランタンアルミネートの層である。

40

【0022】

反射部14は、反射膜141と第3の接着層142と、を備えている。

反射膜141は、誘電体多層膜を積層することによって形成される。もちろん、反射膜141を構成する誘電体多層膜は、偏光分離膜134を構成するものとは異なる組成およ

50

び構成を有している。反射膜 141 としては、偏光分離膜 134 で反射された直線偏光成分（S 偏光または P 偏光）のみを選択的に反射し、他の直線偏光成分は反射しないような誘電体多層膜で構成されたものが好ましい。

反射膜 141 は、アルミニウムを蒸着することによって形成するようにしてもよい。誘電体多層膜で反射膜 141 を形成した場合には、特定の直線偏光成分（たとえば S 偏光）を約 98% 程度の反射率で反射することができる。一方、アルミニウム膜では、反射率は高々 92% 程度である。従って、誘電体多層膜で反射膜 141 を形成するようにすれば、偏光ビームスプリッタアレイから出射される光量を高めることができる。さらに、誘電体多層膜は、アルミニウム膜よりも光の吸収が少ないので、発熱も少ないという利点もある。なお、特定の直線偏光成分の反射率を向上させるには、反射膜 141 を構成する誘電体多層膜（通常は 2 種類の膜が交互に積層された構造である）を構成するそれぞれの膜の厚さ、あるいは膜の材料を最適化すれば良い。

10

第 3 の接着層 142 は、第 1 の接着層 131 および第 2 の接着層 133 で用いられたものと同様のものを使用することができる。

【0023】

これらの層の厚みを、図 2 を参照して以下のように定義する。

第 1 の透光性部材 11 の厚みを t_{11} 、第 1 の接着層 131 の厚みを t_{12} 、位相差板 132 の厚みを t_{13} 、第 2 の透光性部材 12 の厚みを t_2 、第 2 の接着層 133 の厚みを t_3 、第 3 の接着層 142 の厚みを t_4 とする。

ここで、偏光分離変換素子 1 に入射する入射光に対する射出光の光量を確保するためには、偏光分離膜 134 の中間位置から第 1 の透光性部材 11 を含む反射膜 141 の中間位置までのピッチ L_1 と、偏光分離膜 134 の中間位置から第 2 の透光性部材 12 を含む反射膜 141 の中間位置までのピッチ L_2 と、が同一（ $L_1 = L_2$ ）であることが好ましい。すなわち、 $t_2 = t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_3 + t_4$ となり、第 1 の透光性部材 11 と第 1 の接着層 131 と位相差板 132 とからなる積層物の厚み t_1 は、以下の式で定義される。なお、偏光分離膜 134 と反射膜 141 の膜厚は他の層の厚みに比べて無視できる程に小さい。

20

【0024】

[式 4]

$$t_1 = t_2 - t_3 - t_4 \quad \dots (1)$$

30

【0025】

次に、第 1 実施形態にかかる光学物品の製造方法について図 4 から図 7 を用いて説明する。図 4 は第 1 実施形態における積層の工程を説明する概略図、図 5 は第 1 実施形態における研磨工程を説明する概略図、図 6 は第 1 実施形態における切断工程を説明する概略図、図 7 は第 1 実施形態における切断工程を説明する概略図である。

まず、第 1 の透光性部材 11 を形成するための短冊状光学ブロック 11A と第 2 の透光性部材 12 を形成するための短冊状光学ブロック 12A とを用意する。これらの短冊状光学ブロック 11A、12A の材質は第 1 の透光性部材 11 や第 2 の透光性部材 12 と同じである。

【0026】

40

[1. 研磨前接着工程]

図 4 (A) に示すように、短冊状光学ブロック 11A の一方の面に接着剤を塗布して第 1 の接着層 131 を形成し、この第 1 の接着層 131 によって、短冊状位相差板 132A を接着させる。このように、短冊状光学ブロック 11A、第 1 の接着層 131、短冊状位相差板 132A からなる積層体を積層体 20 とする。

【0027】

[2. 研磨工程]

研磨を行う装置としては、図 5 (A) に示されるように、平板状の支持板 91 と、支持板 91 の支持面 91A に平行な研磨面 92A を有し、支持面 91A に対して研磨面 92A を平行に保った状態で円を描くように動作可能な砥石 92 を有する装置を用いる。

50

[2 - 1 . 第 1 の研磨工程]

図 5 (A) に示すように、複数の積層体 2 0 を、短冊状位相差板 1 3 2 A が支持面 9 1 A に接する状態となるように支持板 9 1 上で支持する。各積層体 2 0 は、短冊状光学ブロック 1 1 A および第 1 の接着層 1 3 1 の厚みが同一ではなく、また、一つの積層体 2 0 においても短冊状光学ブロック 1 1 A および第 1 の接着層 1 3 1 の厚みが不均一となっている。

第 1 の研磨工程では、このような厚みにばらつきのある積層体 2 0 が所定の厚みとなるように、例えば、短冊状光学ブロック 1 1 A を図 5 (A) に示すライン 1 の位置まで研磨することにより、積層体 2 0 の総厚を均一にする。これにより、ライン 1 の位置に基準面 2 0 A が形成される。また、この基準面 2 0 A は短冊状位相差板 1 3 2 A の表面と実用上平行な面に形成されている。

10

【 0 0 2 8 】

[2 - 2 . 第 2 の研磨工程]

次に、図 5 (B) に示すように、積層体 2 0 を反転させ、基準面 2 0 A が支持面 9 1 A に接する状態となるように支持板 9 1 上で支持する。第 1 の研磨工程で、積層体 2 0 の総厚みが均一であり、且つ短冊状位相差板 1 3 2 A の表面と支持面 9 1 A は平行に支持されるので、短冊状位相差板 1 3 2 A は均一に研磨される。そして、短冊状位相差板 1 3 2 A が研磨され、厚みが t_1 の積層体 2 0 が形成される。

【 0 0 2 9 】

[3 . 反射膜および偏光分離膜形成工程]

20

図 4 (B) に示すように、短冊状光学ブロック 1 2 A の一方の面に偏光分離膜 1 3 4 を形成するための偏光分離膜 1 3 4 A を形成し、一方の面とは反対側の面に反射膜 1 4 1 を形成するための反射膜 1 4 1 A を形成する。偏光分離膜 1 3 4 A および反射膜 1 4 1 A の形成方法は、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の方法を用いて形成する。このようにして得られた積層体を積層体 3 0 とする。

【 0 0 3 0 】

[4 . 貼合工程]

図 4 (C) に示すように、積層体 2 0 の短冊状光学ブロック 1 1 A と積層体 3 0 の反射膜 1 4 1 とを接着剤を介して貼り合わせ、一体化させる。ここで塗布した接着剤からなる層は、第 3 の接着層 1 4 2 となる。このようにして得られた積層体を積層体 4 0 とする。

30

そして、積層体 4 0 を、接着剤からなる第 2 の接着層 1 3 3 を介して複数積層し、図 6 (A) に示されるような積層体 5 0 を作成する。

【 0 0 3 1 】

[5 . 切断工程]

切断工程では、積層体 5 0 を所定形状に切断する。

図 6 (A) に示されるように、両端部が揃えられた状態の積層体 5 0 を用意する。

そして、図 6 (B) に示されるように、積層された短冊状光学ブロック 1 1 A , 1 2 A に、その平面に対して 45° の方向 L に沿って所定間隔毎に切断する。切断された 1 つのブロック 1 1 C を図 7 (A) に示す。図 7 (A) に示される通り、ブロック 1 1 C は端部が平行四辺形とされる。そして、ブロック 1 1 C には偏光分離変換部 1 3 と反射部 1 4 とが所定間隔毎に配置された構造となる。その後、ブロック 1 1 C の所定位置をその平面に対して垂直な方向 V 1 に沿って切断する。

40

[6 . 接合工程]

図 7 (B) に示される通り、切断されたブロック 1 1 C を左右に並べて接合し、偏光分離変換素子 1 が成形される。

【 0 0 3 2 】

従って、第 1 実施形態では、以下の作用効果を奏することができる。

(1) 短冊状光学ブロック 1 1 A を用意し、この短冊状光学ブロック 1 1 A の一方の面に接着剤からなる第 1 の接着層 1 3 1 を介して短冊状位相差板 1 3 2 A を接着させて積層体 2 0 を形成する。そして、積層体 2 0 の短冊状位相差板 1 3 2 A が支持面 9 1 A に接する

50

状態となるように支持板 9 1 上で支持して短冊状光学ブロック 1 1 A を研磨することにより積層体 2 0 の総厚を均一にした後、積層体 2 0 を基準面 2 0 A が支持面 9 1 A に接する状態に反転させ、短冊状位相差板 1 3 2 A を研磨する方法を採用した。そのため、短冊状光学ブロック 1 1 A または第 1 の接着層 1 3 1 の厚みが不均一であったとしても、最初に短冊状光学ブロック 1 1 A を研磨して積層体 2 0 の総厚を均一化するので、その後の第 2 の研磨工程において、短冊状位相差板 1 3 2 A の厚みを均一に研磨することができる。すなわち、短冊状位相差板 1 3 2 A の表面と、短冊状位相差板 1 3 2 A と第 1 の接着層 1 3 1 との界面と、が平行な状態に保たれる。したがって、偏光変換効率に影響を及ぼすことのない高精度な偏光分離変換素子 1 を製造することができる。

【 0 0 3 3 】

(2) 前述のように、短冊状光学ブロック 1 1 A および第 1 の接着層 1 3 1 の厚みが不均一であっても、総厚が均一かつ高精度な偏光分離変換素子 1 を製造することができるため、短冊状光学ブロック 1 1 A の厚み精度および第 1 の接着層 1 3 1 を塗布する際の精度が要求されない。したがって、製造工程が容易になるため、安価な偏光分離変換素子 1 を効率よく製造することができる。

【 0 0 3 4 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態を図 8 および図 9 に基づいて説明する。第 2 実施形態では、偏光分離変換素子の偏光分離変換部の構成および製造方法が第 1 実施形態とは異なる。

図 8 は本発明の第 2 実施形態の光学物品である偏光分離変換素子を示す要部拡大断面図であり、図 9 は第 2 実施形態における積層工程を説明する概略図である。

図 8 において、偏光分離変換部 1 5 は、第 1 の接着層 1 5 1 と位相差板 1 5 2 と偏光分離膜 1 5 3 と第 2 の接着層 1 5 4 と、を備えている。

偏光分離膜 1 5 3 は第 1 実施形態の偏光分離膜 1 3 4 と同様の構成であり、位相差板 1 5 2 は第 1 実施形態の位相差板 1 3 2 と同様の構成である。第 1 の接着層 1 5 1 および第 2 の接着層 1 5 4 に使用される接着剤も第 1 実施形態で使用したものと同様のものを使用することができる。

【 0 0 3 5 】

これらの層の厚みを、図 8 を参照して以下のように定義する。

第 1 の透光性部材 1 1 の厚みを t_{11} 、第 1 の接着層 1 5 1 の厚みを t_{12} 、位相差板 1 5 2 の厚みを t_{13} 、第 2 の透光性部材 1 2 の厚みを t_2 、第 2 の接着層 1 5 4 の厚みを t_3 、第 3 の接着層 1 4 2 の厚みを t_4 とする。

ここで、偏光分離変換素子 6 に入射する入射光に対する射出光の光量を確保するためには、偏光分離膜 1 5 3 の中間位置から第 1 の透光性部材 1 1 を含む反射膜 1 4 1 の中間位置までのピッチ L_1 と、偏光分離膜 1 5 3 の中間位置から第 2 の透光性部材 1 2 を含む反射膜 1 4 1 の中間位置までのピッチ L_2 と、が同一 ($L_1 = L_2$) であることが好ましい。すなわち、 $t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_4 = t_2 + t_3$ となり、第 1 の透光性部材 1 1 と第 1 の接着層 1 5 1 と位相差板 1 5 2 とからなる積層体の厚み t_1 は、以下の式で定義される。なお、偏光分離膜 1 5 3 と反射膜 1 4 1 の膜厚は他の層の厚みに比べて無視できる程に小さい。

【 0 0 3 6 】

[式 5]

$$t_1 = t_2 + t_3 - t_4 \quad \dots (2)$$

【 0 0 3 7 】

このような構成の偏光分離変換素子 6 の製造方法について図 9 を用いて説明する。

[1 . 研磨前接着工程]

まず、第 1 の透光性部材 1 1 を形成するための短冊状光学ブロック 1 1 A を用意し、図 9 (A) に示すように、短冊状光学ブロック 1 1 A の一方の面に接着剤を塗布して第 1 の接着層 1 5 1 を形成し、この第 1 の接着層 1 5 1 の上に位相差板 1 5 2 を形成するための短冊状位相差板 1 5 2 A を積層して、接着させる。このように、短冊状光学ブロック 1 1

10

20

30

40

50

A、第1の接着層151および短冊状位相差板152Aからなる積層体を積層体61とする。

【0038】

[2. 研磨工程]

研磨工程では、積層体61の両方の面を研磨して所定の厚み、すなわち前述の式(2)で示される t_1 の厚みに加工する。研磨方法としては、第1実施形態で用いた装置を用い、同様の方法で第1の研磨工程および第2の研磨工程を実施する。

[3. 偏光分離膜形成工程]

次に、所定の厚みにされた積層体61の短冊状位相差板152Aの上に偏光分離膜153を形成するための偏光分離膜153Aを真空蒸着、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の方法を用いて形成する。このようにして得られた積層体を積層体63とする。

10

【0039】

[4. 反射膜形成工程]

図9(B)に示すように、短冊状光学ブロック12Aの一方の面に反射膜141を形成するための反射膜141Aを真空蒸着、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の方法を用いて形成する。このようにして得られた積層体を積層体64とする。

【0040】

[5. 貼合工程]

図9(C)に示すように、積層体63の短冊状光学ブロック11Aと積層体64の反射膜141Aとを接着剤を介して貼り合わせ、一体化させる。ここで塗布した接着剤は、第3の接着層142となる。このようにして得られた積層体を積層体65とする。

20

そして、積層体65を、第2の接着層154となる接着剤を介して複数積層する。

【0041】

以降は、第1実施形態と同様にして、切断工程および接合工程を実施して、図8に示す偏光分離変換素子6が成形される。

従って、第2実施形態では、第1実施形態の効果(1)(2)と同様の効果を奏することができる。

【0042】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態を図10および図11に基づいて説明する。第3実施形態では、偏光分離変換素子の反射部の構成および製造方法が第1実施形態とは異なる。

図10は本発明の第3実施形態の光学物品である偏光分離変換素子を示す要部拡大断面図であり、図11は第3実施形態における積層工程を説明する概略図である。

図10において、反射部16は、第1の透光性部材11側から順に反射膜161、第3の接着層162が積層されている。反射膜161は第1実施形態の反射膜141と同様の構成であり、第3の接着層162に使用される接着剤も第1実施形態で使用したものと同一のものを使用することができる。

【0043】

これらの層の厚みを、図10を参照して以下のように定義する。

第1の透光性部材11の厚みを t_{11} 、第1の接着層131の厚みを t_{12} 、位相差板132の厚みを t_{13} 、第2の透光性部材12の厚みを t_2 、第2の接着層133の厚みを t_3 、第3の接着層162の厚みを t_4 とする。

ここで、偏光分離変換素子7に入射する入射光に対する射出光の光量を確保するためには、偏光分離膜134の中間位置から第1の透光性部材11を含む反射膜161の中間位置までのピッチ L_1 と、偏光分離膜134の中間位置から第2の透光性部材12を含む反射膜161の中間位置までのピッチ L_2 と、が同一($L_1 = L_2$)であることが好ましい。すなわち、 $t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_3 = t_2 + t_4$ となり、第1の透光性部材11と第1の接着層131と位相差板132とからなる積層体の厚み t_1 は、以下の式で定義

40

50

される。なお、偏光分離膜と反射膜の膜厚は他の層の厚みに比べて無視できる程に小さい。

【0044】

[式6]

$$t_1 = t_2 - t_3 + t_4 \quad \dots (3)$$

【0045】

このような構成の偏光分離変換素子7の製造方法について図11を用いて説明する。

[1. 研磨前接着工程]

まず、第1の透光性部材11を形成するための短冊状光学ブロック11Aを用意し、図11(A)に示すように、短冊状光学ブロック11Aの一方の面に接着剤を塗布して第1の接着層131を形成し、この第1の接着層131の上に位相差板132を形成するための短冊状位相差板132Aを積層して接着させる。このようにして得られた積層体を積層体71とする。

10

【0046】

[2. 研磨工程]

研磨工程では、積層体71の両方の面を研磨して所定の厚み、すなわち前述の式(3)で示される t_1 の厚みに加工する。研磨方法としては、第1実施形態で用いた装置を用い、同様の方法で第1の研磨工程および第2の研磨工程を実施する。

【0047】

[3. 反射膜形成工程]

次に、所定の厚みにされた積層体71の短冊状光学ブロック11Aの他方の面に反射膜161を形成するための反射膜161Aを真空蒸着、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の方法を用いて形成する。このようにして得られた積層体を積層体72とする。

20

【0048】

[4. 偏光分離膜形成工程]

図11(B)に示すように、短冊状光学ブロック12Aの一方の面に偏光分離膜134を形成するための偏光分離膜134Aを真空蒸着、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の方法を用いて形成する。このようにして得られた積層体を積層体73とする。

30

【0049】

[5. 貼合工程]

図11(C)に示すように、積層体72の反射膜161Aと積層体73の短冊状光学ブロック12Aを接着剤を介して貼り合わせ、一体化させる。ここで塗布した接着剤は、第3の接着層162となる。このようにして得られた積層体を積層体74とする。

そして、積層体74を、接着剤からなる第2の接着層133を介して複数積層する。

【0050】

以降は、第1実施形態と同様にして、切断工程および接合工程を実施して、図10に示す偏光分離変換素子7が成形される。

従って、第3実施形態では、第1実施形態の効果(1)(2)と同様の効果を奏することができる。

40

【実施例】

【0051】

以下、本実施形態の効果を確認するために、実施例について説明する。

[実施例1]

実施例1は第1実施形態に対応した偏光分離変換素子1の実施例である。各層に用いた材料と厚みは以下の通りである。

第1の透光性部材および第2の透光性部材：ガラス(SCHOTT社(独)製、商品名「B270」)、厚み2~3mm

位相差板：人工水晶、目標中心厚み30 μ m

50

接着層 : 光硬化型接着剤 (アーデル社製、商品名「UT20」)、厚み数 μm
 偏光分離膜 : 第1実施形態に記載の材料、厚み数 μm
 反射膜 : 第1実施形態に記載の材料、厚み数 μm

【0052】

上記構成の偏光分離変換素子を第1実施形態に記載の製造方法で複数作製したところ、作製後の位相差板の厚みは面内 $28.5\mu\text{m}$ 以上 $31.5\mu\text{m}$ 以下の範囲内であった。すなわち、位相差板の研磨誤差は $\pm 1.5\mu\text{m}$ 以内であった。

そして、これらの偏光分離変換素子について、各波長における偏光変換効率を日立製分光光度計 U4100 を用いて測定した。測定結果を図12に示す。

【0053】

[比較例1]

実施例1と同様の構成の偏光分離変換素子を、従来の方法で複数作成した。すなわち、積層体20の短冊状光学ブロック11Aが支持面91Aに接する状態となるように支持板91上で支持して短冊状位相差板132Aを研磨した後、積層体20を反転させ、短冊状位相差板132Aが支持面91Aに接する状態となるように支持板91上で支持して短冊状光学ブロック11Aを研磨して、厚み t_1 の積層体20を形成した。

【0054】

作製後の位相差板の厚みは $27.0\mu\text{m}$ 以上 $33.0\mu\text{m}$ 以下の範囲内であった。すなわち、位相差板の研磨誤差は $\pm 3.0\mu\text{m}$ 以内であった。

そして、これらの偏光分離変換素子について、各波長における偏光変換効率を日立製分光光度計 U4100 を用いて測定した。測定結果を図13に示す。

【0055】

実施例1では、水晶の厚みのばらつきが面内 $\pm 1.5\mu\text{m}$ であり、比較例1の $\pm 3.0\mu\text{m}$ に比べてばらつきが小さくなった。

また、図12および図13からわかるように、波長 500nm 以上 600nm 以下の領域において、偏光変換効率が安定して高くなっている。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明は、液晶プロジェクタ、その他の装置に用いられる光学物品に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の第1実施形態の光学物品である偏光分離変換素子を示す端面図。

【図2】図1の要部拡大断面図。

【図3】図1の要部拡大断面図。

【図4】第1実施形態における積層工程を説明する概略図。

【図5】第1実施形態における研磨工程を説明する概略図。

【図6】第1実施形態における切断工程を説明する概略図。

【図7】第1実施形態における切断工程を説明する概略図。

【図8】本発明の第2実施形態の光学物品である偏光分離変換素子を示す要部拡大断面図。

【図9】第2実施形態における積層工程を説明する概略図。

【図10】本発明の第3実施形態の光学物品である偏光分離変換素子を示す要部拡大断面図。

【図11】第3実施形態における積層工程を説明する概略図。

【図12】実施例1の結果を示すグラフ。

【図13】比較例1の結果を示すグラフ。

【符号の説明】

【0058】

1...偏光分離変換素子(光学物品)、11...第1の透光性部材、12...第2の透光性部材、13...偏光分離変換部、14...反射部、131...第1の接着層、132...位相差板、

10

20

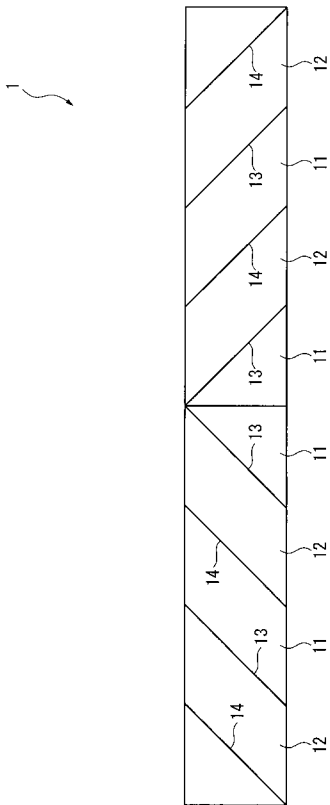
30

40

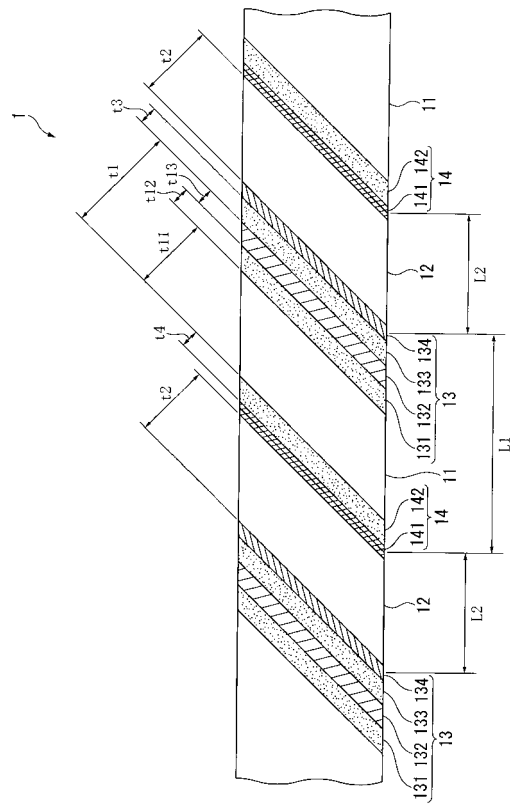
50

1 3 3 ... 第 2 の 接 着 層、 1 3 4 ... 偏 光 分 離 膜、 1 4 1 ... 反 射 膜、 1 4 2 ... 第 3 の 接 着 層

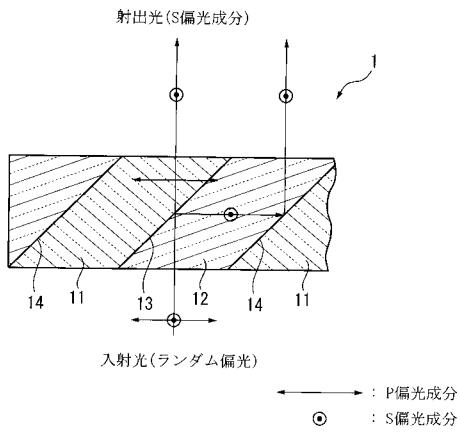
【 図 1 】



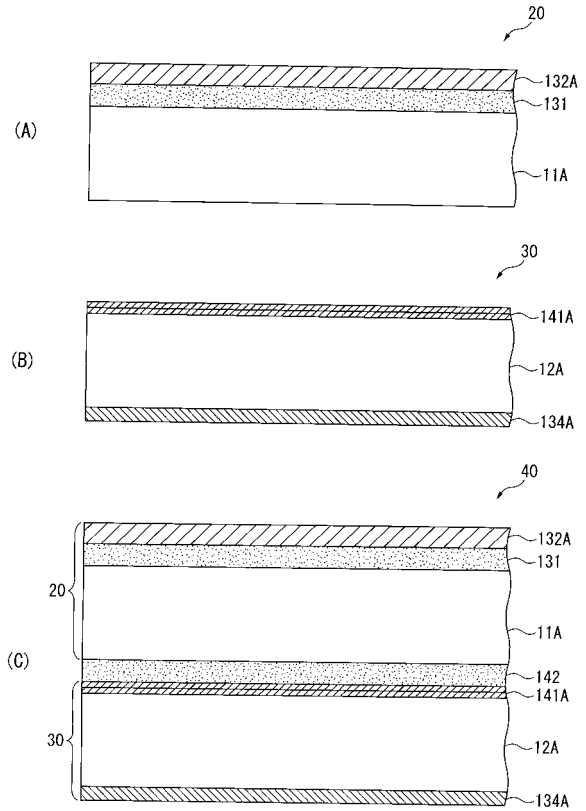
【 図 2 】



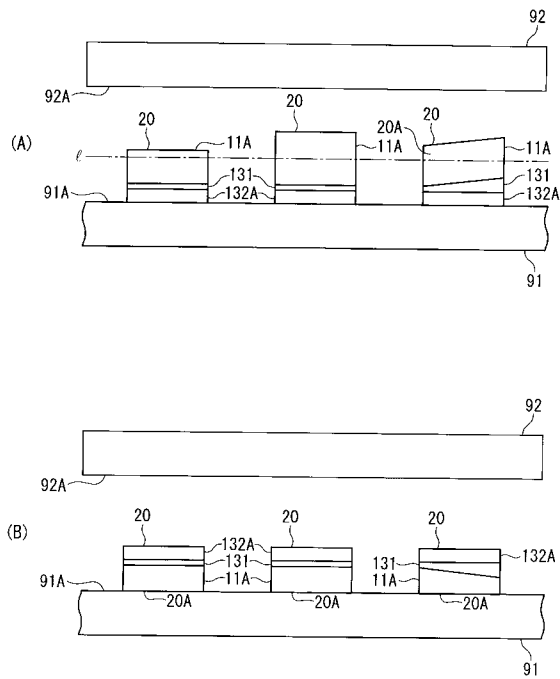
【図3】



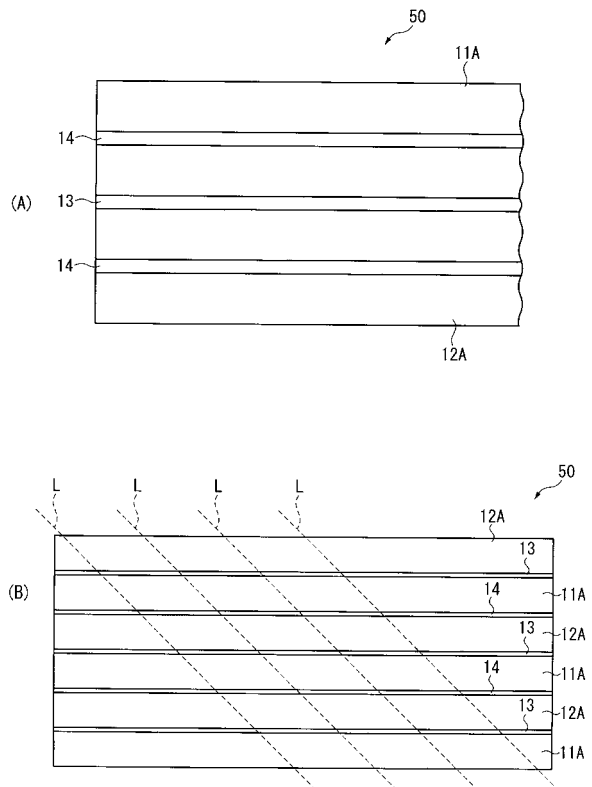
【図4】



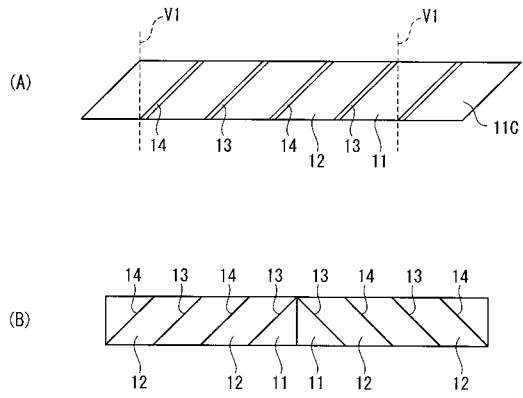
【図5】



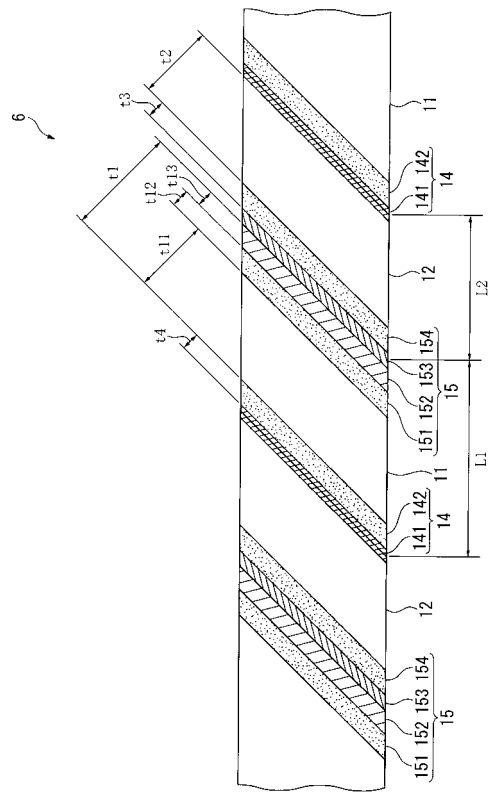
【図6】



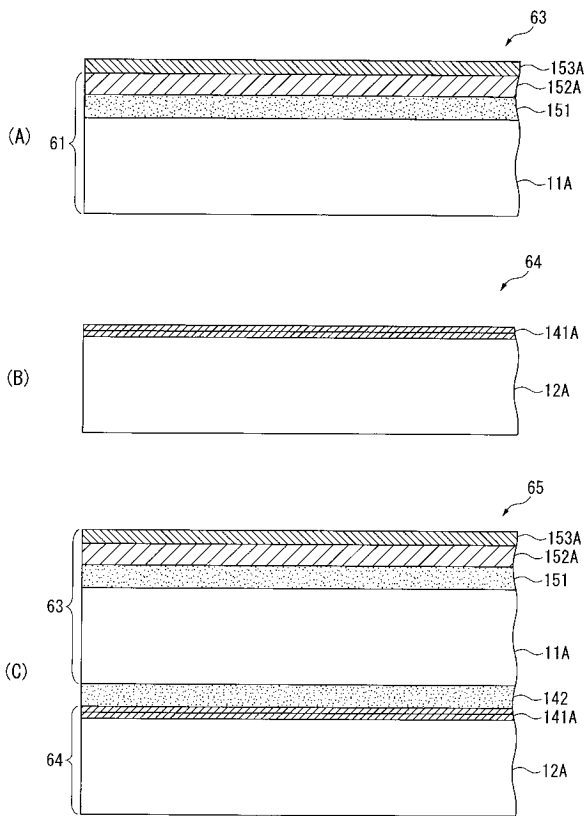
【 図 7 】



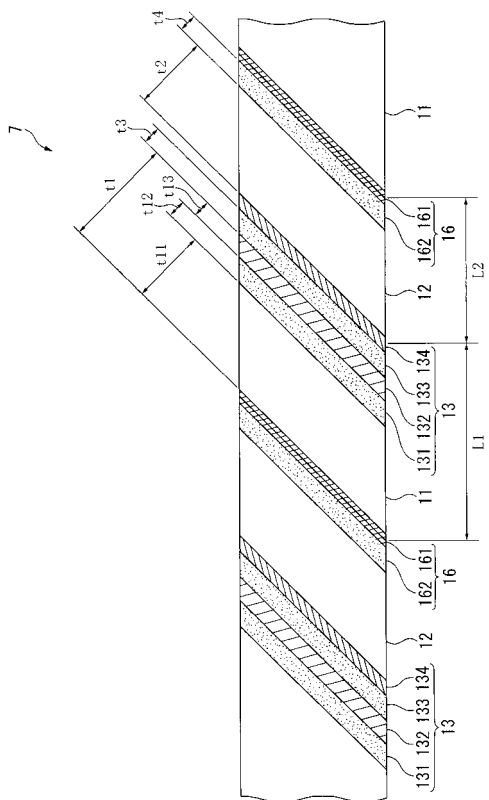
【 図 8 】



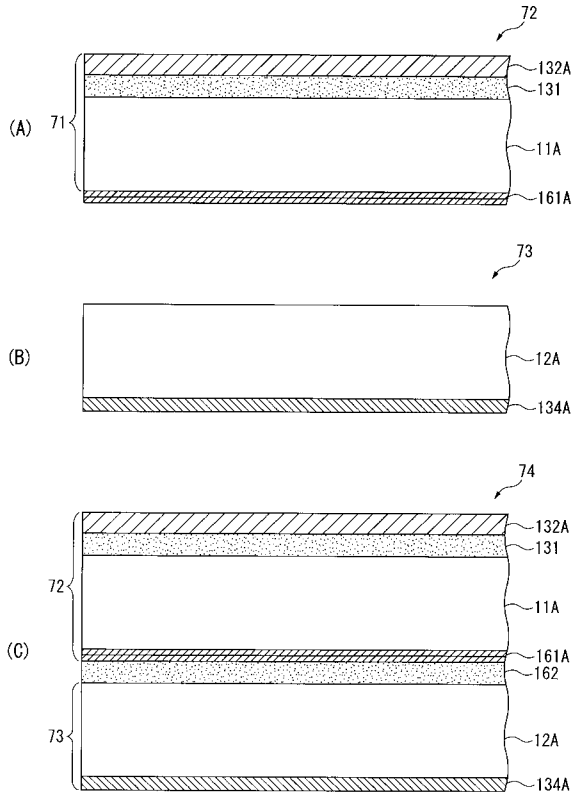
【 図 9 】



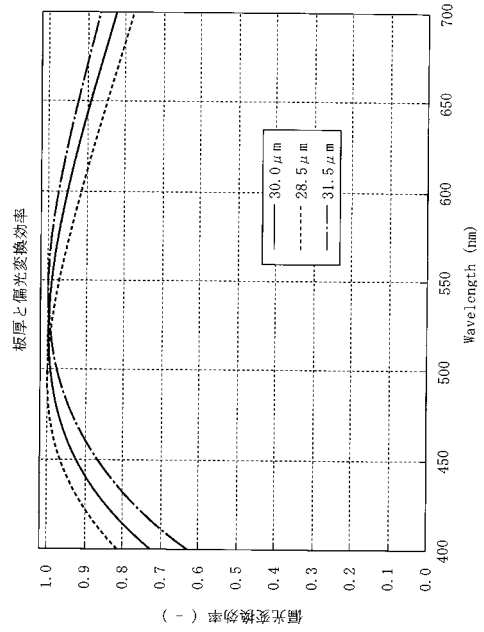
【 図 10 】



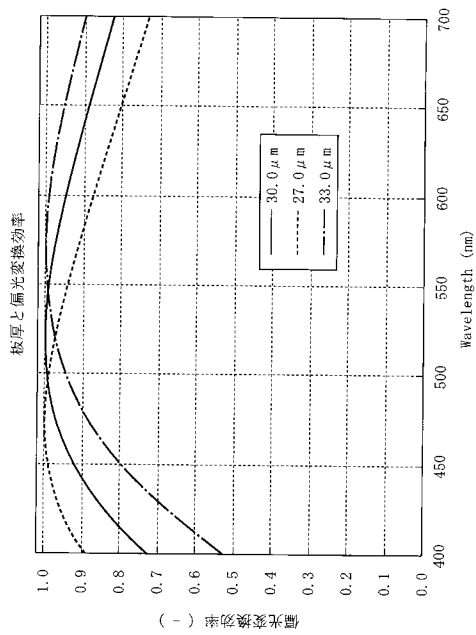
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-276313(JP,A)
特開2005-099779(JP,A)
特開2005-187258(JP,A)
特開2004-045767(JP,A)
特開2007-232870(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/30