(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3584257号
(P3584257)
(45)発行日　平成16年11月4日(2004.11.4)　(24)登録日　平成16年8月13日(2004.8.13)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B　5/30　G02B　5/30

請求項の数 7　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平6-70623
(22)出願日　平成6年4月8日(1994.4.8)
(65)公開番号　特開平7-281024
(43)公開日　平成7年10月27日(1995.10.27)
審査請求日　平成13年4月4日(2001.4.4)

(73)特許権者　000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
(72)発明者　岡本　幹夫
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
株式会社ニコン内

審査官　吉野　公夫

(56)参考文献　特開平０３－２８４７０５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B　5/30
G02B 27/28

(54)【発明の名称】偏光ビームスプリッタ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

透光性基板上に形成された誘電体多層膜を有する偏光ビームスプリッタにおいて、

前記誘電体多層膜は２つの異なる設計基準波長λ1を有する第１の誘電体多層膜と、設計基準波長λ2を有する第２の誘電体多層膜とからなり、

前記第１および第２の誘電体多層膜は、それぞれ高屈折率物質と低屈折率物質との交互層を有し、

前記第１の誘電体多層膜の交互層のブリュースター条件を満足する入射角と、前記第２の誘電体多層膜の交互層のブリュースター条件を満足する入射角とが異なるように、前記第１の誘電体多層膜の交互層と、前記第２の誘電体多層膜の交互層とで、交互層を形成する高屈折率物質と低屈折率物質との屈折率の値の組み合わせを異ならせたことを特徴とする偏光ビームスプリッタ。

【請求項２】

請求項１に記載の偏光ビームスプリッタにおいて、前記第１の誘電体多層膜の前記高屈折率物質と前記第２の誘電体多層膜の前記高屈折率物質、および前記第１の誘電体多層膜の前記低屈折率物質と前記第２の誘電体多層膜の前記低屈折率物質との少なくともどちらか一組は互いに異なる屈折率を有することを特徴とする偏光ビームスプリッタ。

【請求項３】

請求項１に記載の偏光ビームスプリッタにおいて、前記第１の誘電体多層膜の前記高屈折率物質と前記第２の誘電体多層膜の前記高屈折率物質、および前記第１の誘電体多層膜の

前記低屈折率物質と前記第２の誘電体多層膜の前記低屈折率物質との少なくともどちらか一組は互いに異なる物質であること特徴とする偏光ビームスプリッタ。

【請求項４】

前記第１の誘電体多層膜の交互層に高屈折率物質TiO_2と低屈折率物質SiO_2、前記第２の誘電体多層膜の交互層に高屈折率物質TiO_2と低屈折率物質Al_2O_3とを用いた組み合わせとしたことを特徴とする請求項３記載の偏光ビームスプリッタ。

【請求項５】

前記第１の誘電体多層膜の交互層に高屈折率物質TiO_2と低屈折率物質SiO_2、前記第２の誘電体多層膜の交互層に高屈折率物質ZrO_2と低屈折率物質MgF_2とを用いた組み合わせとしたことを特徴とする請求項３記載の偏光ビームスプリッタ。

【請求項６】

前記第１及び第２の誘電体多層膜は、それぞれの基準波長λ1、λ2において光学的膜厚λ1／４、λ2／４の高屈折率物質と低屈折率物質とで構成された２層を基本周期としてｎ周期（ｎは任意の整数）積層した交互層であることを特徴とする請求項1に記載の偏光ビームスプリッタ。

【請求項７】

請求項６に記載の偏光ビームスプリッタは、更に、前記交互層の両側に形成された光学的薄膜λ1／８、λ2／８の前記高屈折率物質または低屈折率物質のいずれか一方からなる薄膜層を備えることを特徴とする偏光ビームスプリッタ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、Ｓ及びＰ両偏光成分の分離合成に使用される偏光ビームスプリッタに関する。

【０００２】

【比較の技術】

一般に偏光ビームスプリッタは、２個の４５°プリズムの間に高屈折率物質と低屈折率物質との誘電体薄膜を交互に積層した誘電体多層膜を介在させたものが使われている。誘電体多層膜の物質選択は、４５°プリズムの光軸上から入射する入射光のＰ偏光成分の反射率がもっとも小さく、かつＳ偏光成分の反射率が最も高くなるような波長範囲内に入るよう行われる。

【０００３】

偏光ビームスプリッタは、入射光をＰとＳの両偏光成分を高効率に分離するために光ディスク装置や投射表示装置等に利用されている。比較から偏光ビームスプリッタの使用波長帯域幅を広げるために、誘電体多層膜構成について様々な提案がなされている。例えば、特開昭６１－１４１４０２号公報では、高屈折率物質と低屈折率物質との２層を基本周期とした誘電体多層膜に中間層を設け、この層の膜厚を調整することにより帯域幅を広げている。また、特開平３－２８４７０５号公報で示されている従来の偏光ビームスプリッタの構成例では、設計基準波長が異なる２つの誘電体多層膜でそれぞれ高屈折率物質と低屈折率物質の組み合わせが同一な組み合わせである。この構成により、使用波長の帯域幅を広げ、かつ偏光分離比向上がなされている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の誘電体多層膜構成を有する偏光ビームスプリッタでは、設計入射角に対しては帯域幅は広がるものの、光束の入射角が少しでもずれるとＰ／Ｓ偏光分離比が悪くなり、帯域幅が非常に狭くなるという問題がある。

本発明の目的は、偏光分離多層膜面に入射する光束の入射角依存性が少なくかつ偏光分離比が高い、使用帯域幅が広い偏光ビームスプリッタを提供しようとするものである。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明では、透光性基板上に形成された誘電体多層膜を有する

偏光ビームスプリッタにおいて、前記誘電体多層膜は２つの異なる設計基準波長λ1を有する第１の誘電体多層膜と、設計基準波長λ2を有する第２の誘電体多層膜とからなり、前記第１および第２の誘電体多層膜は、それぞれ高屈折率物質と低屈折率物質との交互層を有し、前記第１の誘電体多層膜の交互層のブリュースター条件を満足する入射角と、前記第２の誘電体多層膜の交互層のブリュースター条件を満足する入射角とが異なるように、前記第１の誘電体多層膜の交互層と、前記第２の誘電体多層膜の交互層とで、交互層を形成する高屈折率物質と低屈折率物質との屈折率の値の組み合わせを異ならせたことを特徴とする。

【０００６】

【作用】

本発明の偏光ビームスプリッタは、誘電体多層膜への光束の入射角が多少変化しても使用波長領域の帯域幅を狭めることのないような構成及び誘電体多層膜の交互層の高屈折率層、低屈折率層に用いる物質を選択するようにしたものである。　広帯域にわたって偏光分離するためには、偏光分離膜に入射する光束の波長に対して、Ｐ偏光成分とＳ偏光成分とを分離している波長帯域を大きくする必要がある。そのためには、スネルの法則に従い、Ｐ偏光成分とＳ偏光成分との偏光分離が最も大きい角度であるブリュースター角近傍を設計入射角として、偏光分離膜に入射させるようにする。

【０００７】

本発明の誘電体多層膜構成では、設計基準波長が異なる第１及び第２の誘電体多層膜を有している。第１及び第２の誘電体多層膜のそれぞれに入射する光束の入射角が異なるように設定する。また第１及び第２の誘電体多層膜の高屈折率と低屈折率の物質は、下記ブリュースター条件（１）と（２）が異なるように選択した。例えば、一方の誘電体多層膜の交互層には高屈折率物質としてTiO_2、低屈折率物質SiO_2とした組み合わせとし、他方の誘電体多層膜の交互層には高屈折率物質としてTiO_2、低屈折率物質としてAl_2O_3とした組み合わせを用いれば良い。

【０００８】

各設計基準波長λ１、λ２（λ１≠λ２）、設計基準入射角θに対しそれぞれの入射角θ１、θ２とする。それぞれにおけるブリュースタ条件は、次式（１）（２）で表される。

λ１＞λ２

λ１、θ１；ｎＨ１／ＣＯＳθＨ１＝ｎＬ１／ＣＯＳθＬ１　　（１）

λ２、θ２；ｎＨ２／ＣＯＳθＨ２＝ｎＬ２／ＣＯＳθＬ２　　（２）

θ１　；透光性基体１から第１の誘電体多層膜と透光性基体１との境界面に入射する角度

θ２　；透光性基体２から第２の誘電体多層膜と透光性基体２との境界面に入射する角度

ｎＨ１、ｎＬ１　；設計基準波長λ１での第１の誘電体多層膜の交互層における高屈折率層及び低屈折率層の屈折率

ｎＨ２、ｎＬ２　；設計基準波長λ２での第２の誘電体多層膜の交互層における高屈折率層及び低屈折率層の屈折率

θＨ１、θＬ１　；設計基準波長λ１での第１の誘電体多層膜の交互層において、高屈折率層及び低屈折率層の各層から境界面に入射する角度

θＨ２、θＬ２　　；設計基準波長λ２での第２の誘電体多層膜の交互層において、高屈折率層及び低屈折率層の各層から境界面に入射する角度

図３は、上記誘電体多層膜に入射する光束が、高屈折率層及び低屈折率層から境界面に入射する状態説明図である。図中θｉ、θＨｉ、θＬｉは、第１及び第２の誘電体多層膜ｉ＝１、２に対応している。

【０００９】

本発明の誘電体多層膜の交互層に用いられる高屈折率層、低屈折率層及び調整層の膜厚は、それぞれλ／４、λ／４、λ／８である。ただし、実際に形成される膜厚は、実験的に試行錯誤して決められ設計値から多少ずれることもある。

また、本発明の調整層はＰ偏光成分の透過率に発生するリップルを低減するために設けられている。大きなリップルがあると、偏光ビームスプリッタとして使用できる波長範囲は

制限されるので好ましくない。
【００１０】
本発明の実施例と比較するために、偏光ビームスプリッタの構成は基本的に図１と同じで、第１及び第２の誘電体多層膜の交互層に用いる高屈折率層TiO_2と低屈折率層SiO_2との物質の組み合わせを同一とした透過率特性をみる。図１０は、その透過率特性の入射角依存性である。
設計基準入射角４５°で、Ｐ／Ｓ偏光分離比が高い帯域は１６０ｎｍであるが、入射角が±２．５°ずれると、その帯域幅は９０ｎｍとなる。１種類のみの組み合わせで構成された誘電体多層膜を用いた偏光ビームスプリッタは、Ｓ及びＰ偏光成分の分離可能な使用波長域を広く得ることができる。しかしながら、誘電体多層膜面への入射角がわずかにずれるだけで、所望の波長帯域幅が非常に狭くなってしまう。
【００１１】
それに反し、本発明の実施例の使用帯域幅は、光束が誘電体多層膜面に入射する角度が多少ずれてもＰ偏光成分とＳ偏光成分との分離比を維持しつつ非常に広くなる。また、偏光ビームスプリッタを組み込まれた光学系の配置の自由度も高くなる。
次に、本発明の偏光ビームスプリッタの誘電体多層膜の構成法について説明する。
【００１２】
図１は、本発明の第１及び第２の誘電体多層膜３、４のそれぞれが、各透光性基体であるプリズム１上に形成され、その各々を接着層５を介して接合されている構成である。
図８は、透光性基体１に第１の誘電体多層膜と第２の誘電体多層膜とを連続して形成する。さらに、その上に透光性基体１２を接着する構成である。
【００１３】
図９は、透光性基体が平板ガラス２の両面上に誘電体多層膜を施し、ガラスと同程度の屈折率を持つ液体媒質６中に浸した構成にしても同様な性能が得られる。
【００１４】
【実施例】
本発明の偏光ビームスプリッタの第１の実施例について説明する。
図１は、調整層１Ｃと第１の誘電体多層膜３の交互層１３とが積層されたプリズム１と調整層２Ｃと第２の誘電体多層膜４の交互層２３とが積層されているプリズム２とが光学接着剤５で接合されている偏光ビームスプリッタの構成である。プリズム１及びプリズム２は、屈折率ｎＳが１．８４である。また、光学接着剤の屈折率ｎｂ＝１．５２である。図には、光束が４５°で入射させた時の反射光Ｒと透過光Ｔとを記載してある。透過光Ｔには、Ｓ偏光成分ＴＳとＰ偏光成分ＴＰとがある。
【００１５】
第１の誘電体多層膜の交互層１３は、設計基準波長λ１＝６８０ｎｍで、高屈折率物質ｎＨ１＝２．３８の$TiO_2$１１と低屈折率物質ｎＬ１＝１．６５の$Al_2O_3$１２とが光学的膜厚λ１／４で構成されている。
第２の誘電体多層膜の交互層２３は、設計基準波長λ２＝４２０ｎｍで高屈折率物質ｎＨ２＝２．３８の$TiO_2$２１と低屈折率物質ｎＬ２＝１．４７の$SiO_2$２２とがそれぞれ光学的膜厚λ２／４で構成されている。
また第１及び第２の誘電体多層膜の各交互層とプリズム１及びプリズム２との間には、それぞれ膜厚λ１／８、λ２／８の調整層が設けられている。
【００１６】
光束が設計基準入射角４５°から入射角が±２．５°ずれた場合を考える。高角度側に対応する（使用波長域では短波長側に相当する）第１の誘電体多層膜の交互層１３に用いている高屈折率物質１１及び低屈折率物質１２は、光束が透光性基体１から透光性基体１と第１の誘電体多層膜との境界面に入射する角度θ１＝４７．５°でブリュースター条件（１）を満足するように選択する。本実施例では、第１の誘電体多層膜の交互層の物質組み合わせとして、高屈折率層１１にTiO_2、低屈折率層１２にAl_2O_3を選択した。
【００１７】

また低角度側に対応する（使用波長域で長波長側に相当する）第２の誘電体多層膜の交互層２３に用いている高屈折率物質２１及び低屈折率物質２２は、光束が透光性基体２から透光性基体２と第２の誘電体多層膜との境界面に入射する角度θ２＝４２．５°でブリュースター条件（２）を満足するように選択する。本実施例では、第２の誘電体多層膜の交互層の物質組み合わせとして、高屈折率層２１にTiO_2、低屈折率層２２にSiO_2を選択した。

【００１８】

図４は、第１実施例の誘電体多層膜構成のＰ及びＳ偏光成分の透過率特性Ｔｐ、ＴＳ及び入射角４２．５°、４５°、４７．５°のそれぞれの透過率特性である。

本発明の第１実施例の誘電体多層膜構成を有する偏光ビームスプリッタのＰ及びＳ偏光成分の透過率の入射角依存性について図１０の比較例と比較する。

【００１９】

比較例の多層膜構成は、波長範囲が４８０ｎｍから５５０ｎｍにおいて、入射角を設計基準角度から数度ずれると帯域幅Ｘが７０ｎｍとなり、使用帯域は非常に狭くなってしまう。

それに対し、本発明の第１実施例は、波長範囲４６０ｎｍから６２０ｎｍにわたり、高い偏光分離（ＴＳ／ＴＰ）０．１％以下を示している。設計基準入射角から±２．５°ずれても帯域幅Ｘは、１６０ｎｍと広い帯域を維持している。

【００２０】

図５は、本発明の実施例１の、長波長側λ＝６２０ｎｍにおけるＰ偏光成分の透過率の入射角依存性について示したものである。

本実施例は、第１の誘電体多層膜の交互層、第２の誘電体多層膜の交互層それぞれの組み合わせが同一な種類の物質TiO_2とSiO_2を用いた図１０の比較例に比べ、入射角依存性を考慮に入れても、透過率特性の帯域幅を大幅に広げることができた。

【００２１】

これは長波長側のＰ偏光透過率の落ち込みの原因となっている第１の誘電体多層膜の交互層が４７．５°でブリュースター条件（１）を満足し、短波長側の落ち込みの原因となっている第２の誘電体多層膜の交互層が４２．５°でブリュースター条件（２）を満足するようにそれぞれの誘電体多層膜の膜物質を選択しているからである。

【００２２】

このように、本発明の構成の偏光ビームスプリッタを用いることにより、従来例より大幅に使用波長帯域が広げることができ、光の入射角に対し自由度の高い偏光ビームスプリッタが得ることができた。

次に本発明の第２の実施例について述べる。

第２の実施例の誘電体多層膜構成は、第１の実施例と基本的には同じであり、誘電体多層膜に用いる物質の組み合わせが異なる。その構成は、調整層１Ｃと第１の誘電体多層膜３の交互層１３とが積層された透光性基体１と調整層２Ｃと第２の誘電体多層膜４の交互層２３とが積層されている透光性基体２とが光学的接着剤５で接合されている偏光ビームスプリッタの構成である。透光性基体１及び透光性基体２は、屈折率ｎＳが１．５２である。

【００２３】

第１の誘電体多層膜の交互層は、設計基準波長λ１＝７００ｎｍで、高屈折率物質ｎＨ１＝２．３８のTiO_2　と低屈折率物質ｎ１＝１．４７のSiO_2　とが光学的膜厚λ１／４で構成されている。

第２の誘電体多層膜の交互層は、設計基準波長λ２＝４３０ｎｍで高屈折率物質ｎＨ２＝２．０２のZrO_2と低屈折率物質ｎＬ２＝１．３７のMgF_2とがそれぞれ光学的膜厚λ２／４で構成されている。

また第１及び第２の誘電体多層膜の各交互層とプリズム１及び２との間には、それぞれ膜厚λ１／８、λ２／８の調整層が設けられている。

【００２４】

光束が設計基準入射角５２°近傍で入射角±４°ずれた場合、高角度側に対応する（使用波長域では短波長側に相当する）第１の誘電体多層膜の交互層に用いている高屈折率物質及び低屈折率物質は、光束の膜面法線に対する入射角５６°でブリュースター条件（１）を満足するように選択する。本実施例の第１の誘電体多層膜の物質組み合わせは、高屈折率層１１にTiO_2、低屈折率層１２にSiO_2を選択した。

【００２５】

また低角度側に対応する（使用波長域で長波長側に相当する）第２の誘電体多層膜の交互層に用いている高屈折率物質及び低屈折率物質は、光束が入射角４８°でブリュースター条件（２）を満足するように選択する。本実施例の第２の誘電体多層膜の物質組み合わせは、高屈折率層２１にZrO_2、低屈折率層２２にMgF_2を選択した。

【００２６】

図６は、誘電体多層膜構成の第２実施例のＰ及びＳ偏光成分の透過率特性及び入射角４８°、５２°、５６°のそれぞれの透過率特性である。

本発明の第２実施例の誘電体多層膜構成を有する偏光ビームスプリッタのＰ及びＳ偏光成分の透過率の入射角依存性について図１０の比較例と比較する。

比較例の多層膜構成は、波長範囲が４８０ｎｍから５５０ｎｍにおいて、入射角を設計基準角度から数度ずれると帯域幅が７０ｎｍとなり、使用帯域は非常に狭くなってしまう。

【００２７】

それに対し、本発明の第２実施例は、波長範囲４６０ｎｍから６２０ｎｍにわたり、Ｓ偏光成分とＰ偏光成分との高い偏光分離を示している。設計基準入射角から±４°ずれても帯域幅Ｘは、１７０ｎｍと広い帯域を維持している。

このように、本発明の実施例は、第１の誘電体多層膜の交互層と第２の誘電体多層膜の交互層とが同一な種類の物質組み合わせであるTiO_2とSiO_2とを用いた比較例に比べ、入射角依存性を考慮に入れても、透過率特性の帯域幅を大幅に広げることができた。

【００２８】

これは長波長側のＰ偏光透過率の落ち込みの原因となっている第１の誘電体多層膜の交互層では５６°でブリュースター条件（１）を満足し、短波長側の落ち込みの原因となっている第２の誘電体多層膜の交互層では４８°でブリュースター条件（２）を満足するよう誘電体多層膜の膜物質を選択しているからである。

このように、第１の誘電体多層膜と第２の誘電体多層膜それぞれの設計基準波長や低屈折率物質と高屈折率物質との組み合わせを異ならせることにより、入射角に対し自由度が高く、かつ偏光分離比Ｓ／Ｐが高い、高帯域な偏光ビームスプリッタを得ることが可能である。

【００２９】

図７及び図８は、第３の実施例である。

本実施例は、本発明の偏光ビームスプリッタの配置に関する変形例である。

透光性基体１上に第１の誘電体多層膜３と第２の誘電体多層膜４とが連続して積層し、透光性基体２を接着層５を介して構成されている。

この構成によれば、低屈折率層及び高屈折率層の成膜が、１バッチですむ利点がある。

【００３０】

図９は、本発明の偏光ビームスプリッタの第４の実施例である。

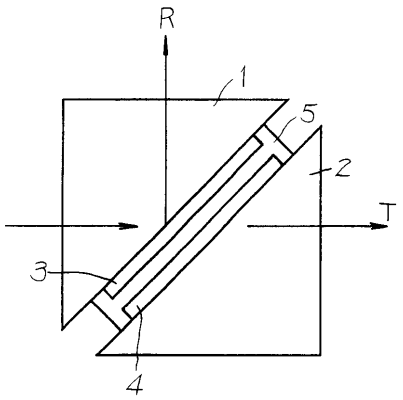
本実施例の偏光ビームスプリッタは、透光性基体に透明平板基体２を用い、平板基体とほぼ同一な屈折率を有する液体媒質６で満たされた第１及び第２の誘電体多層膜とから構成されている。その第１の誘電体多層膜３と第２の誘電体多層膜４は、透明平板基体の両側に配置されている。液体媒質としては、例えばエチレングリコール（屈折率１．４３）、ベンゼン（屈折率１．５１）などがある。

【００３１】

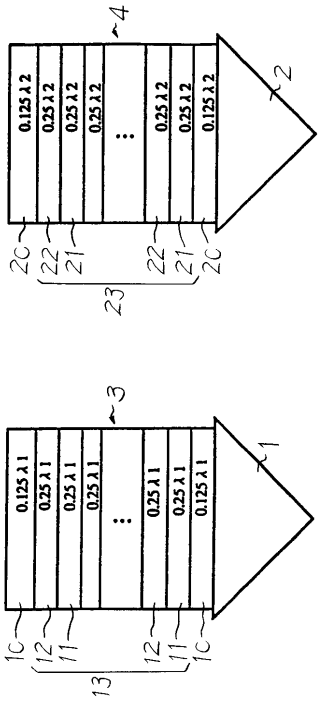
一般に、透光性基体にプリズムを用いた場合、プリズム内の材料不均一により複屈折を生ずる。基体中を光束が通過する際、偏光状態が変化し直線偏光特性が悪くなることが知られている。この様な場合、液体媒質を用いた構成により、透光性基体の複屈折の問題を避

けることができる。
第３実施例のような構成配置を有する偏光ビームスプリッタにより、誘電体多層膜層の成膜が１バッチで済み、生産性の向上が期待できる。
【００３２】
第４実施例の構成配置を有する偏光ビームスプリッタは、高価なプリズムを使用しなくて済むためコスト低減などが期待できる。
【００３３】
【発明の効果】
以上のように本発明の偏光ビームスプリッタによれば、低屈折率物質と高屈折率物質との組み合わせや設計基準波長が異なる第１及び第２の誘電体多層膜とを設けた構成を用いることにより、入射角に対し自由度が高く、かつ、広い波長域でＳ偏光成分とＰ偏光成分との高い分離または合成が可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の偏光ビームスプリッタの構成を示す概略断面図。
【図２】本発明の第１及び第２の誘電体多層膜の構成断面図。
【図３】本発明の誘電体多層膜構成に入射する光束の状態説明図。
【図４】本発明第１実施例の誘電体多層膜構成の透過率特性図。
【図５】本発明第１実施例の誘電体多層膜構成の透過率特性の入射角依存性。
【図６】本発明第２実施例の誘電体多層膜構成のＰ偏光成分の透過率特性図。
【図７】本発明第３実施例の偏光ビームスプリッタの構成断面図。
【図８】本発明第３実施例の第１及び第２の誘電体多層膜の構成断面図。
【図９】本発明第４実施例の偏光ビームスプリッタの構成断面図。
【図１０】従来の偏光ビームスプリッタの構成に基づく透過率特性比較図。
【符号の説明】
１　第１の透光性基体（プリズム）
２　第２の透光性基体（プリズム）
３　第１の誘電体多層膜
４　第２の誘電体多層膜
５　接着層
６　液体媒質
１１　光学的膜厚がλ１／４の高屈折率物質
１２　光学的膜厚がλ１／４の低屈折率物質
１３　光学的膜厚がそれぞれλ１／４の高屈折率物質と低屈折率物質とからなる交互層
１Ｃ　光学的膜厚がλ１／８の調整層
２１　光学的膜厚がλ２／４の高屈折率物質
２２　光学的膜厚がλ２／４の低屈折率物質
２３　光学的膜厚がそれぞれλ２／４の高屈折率物質と低屈折率物質とからなる交互層
２Ｃ　光学的膜厚がλ２／８の調整層

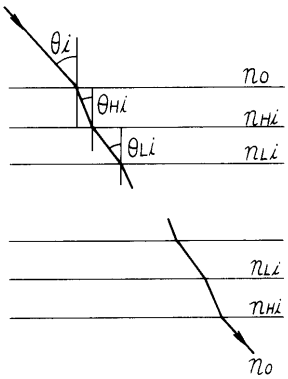
【図１】


R
1
5
2
T
3
4

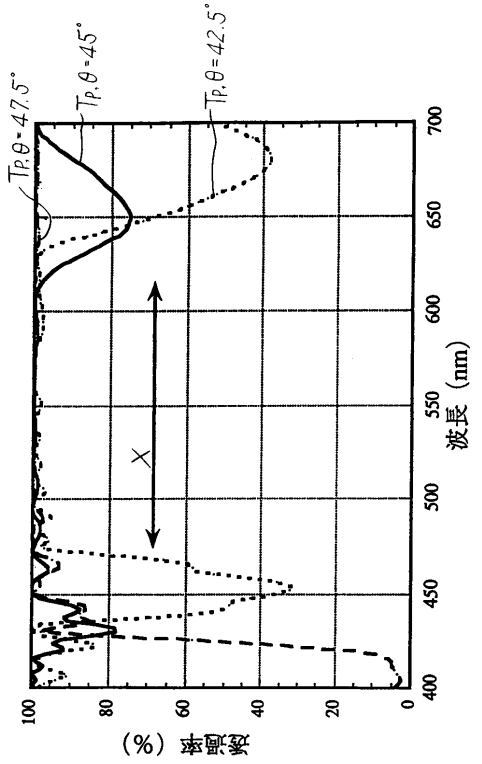
【図２】


4
0.125λ2
0.25λ2
0.25λ2
0.25λ2
0.25λ2
0.25λ2
0.125λ2
2
2C
22
21
23
3
0.125λ1
0.25λ1
0.25λ1
0.25λ1
0.25λ1
0.25λ1
0.125λ1
1
1C
12
11
13

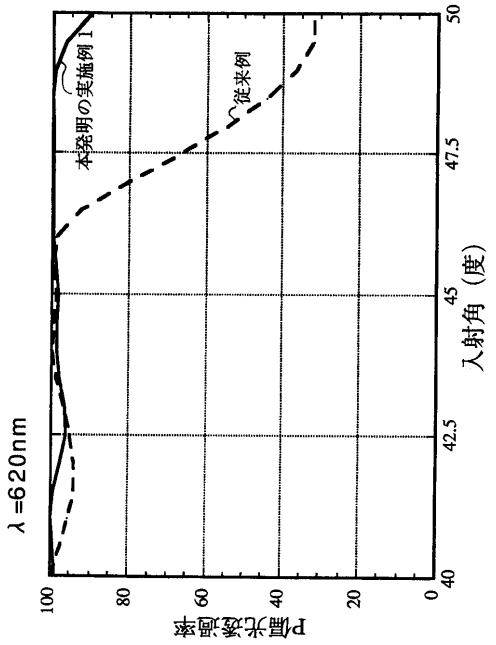
【図３】


θi
nO
θHi
nHi
θLi
nLi
nLi
nHi
nO

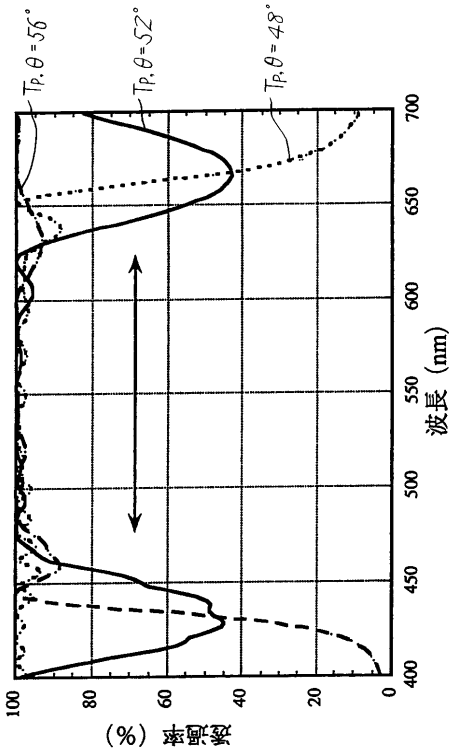
【図４】


Tp,θ=47.5°
Tp,θ=45°
Tp,θ=42.5°
X
透過率（%）
100
80
60
40
20
0
波長（nm）
400
450
500
550
600
650
700

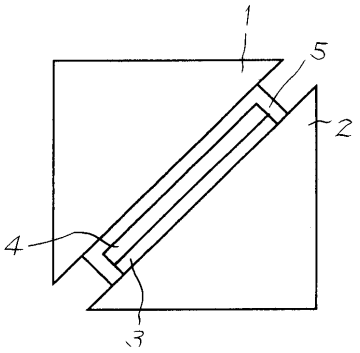
【図５】


λ=620nm
本発明の実施例1
従来例
P偏光透過率
入射角（度）
100
80
60
40
20
0
50
47.5
45
42.5
40

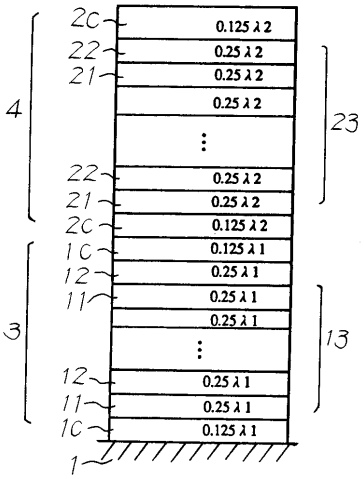
【図６】


Tp, θ=56°
Tp, θ=52°
Tp, θ=48°
透過率（%）
波長（nm）
100
80
60
40
20
0
400
450
500
550
600
650
700

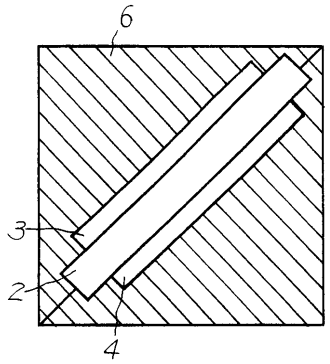
【図７】


1
5
2
4
3

【図８】


2C
22
21
4
0.125λ2
0.25λ2
23
10
12
11
3
0.125λ1
0.25λ1
13
1

【図９】



【図１０】

