

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第2区分
 【発行日】平成19年9月20日(2007.9.20)

【公開番号】特開2006-47903(P2006-47903A)
 【公開日】平成18年2月16日(2006.2.16)
 【年通号数】公開・登録公報2006-007
 【出願番号】特願2004-232125(P2004-232125)
 【国際特許分類】

G 0 2 B 5/30 (2006.01)

G 0 3 B 21/00 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 5/30

G 0 3 B 21/00 E

【手続補正書】
 【提出日】平成19年8月6日(2007.8.6)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項1】

H層と前記H層の屈折率に対して相対的に低い屈折率を有するL層とを積層した多層構造を有する偏光分離素子において、
 S偏光入射に対して第一波長帯域における透過率が高く、前記第一波長帯域と異なる第二波長帯域における透過率が低く、且つP偏光入射に対して前記第一波長帯域における透過率が低く、前記第二波長帯域における透過率が高い光学特性を有し、前記第一波長帯域および前記第二波長帯域は共に30nm以上の帯域幅があり、かつ前記第一波長帯域および前記第二波長帯域の前記30nm以上の帯域において、S偏光とP偏光の透過率の差が60%以上であることを特徴とする偏光分離素子。

【請求項2】

前記多層構造に入射する光線の入射角度 θ_0 は n_p 、 n_L をそれぞれ入射側光学部材、L層の屈折率とすると、

【数1】

$$\theta_0 > \tan^{-1}(n_p/n_L) \cdots (1)$$

を満足することを特徴とする請求項1の偏光分離素子。

【請求項3】

前記多層構造に入射する光線の入射角度 θ_0 は n_p 、 n_L をそれぞれ入射側光学部材、L層の屈折率とすると、

【数2】

$$\theta_0 > \sin^{-1}(n_p/n_L) \cdots (2)$$

を満足することを特徴とする請求項1の偏光分離素子。

【請求項4】

前記第一波長帯域および第二波長帯域が赤波長帯域、緑波長帯域、青波長帯域の3帯域のうちの1つ又は2つの帯域とおよそ一致することを特徴とする請求項1、2又は3の偏光分離素子。

【請求項 5】

前記多層構造は光学部材に狭持されており、前記光学部材の材料の可視光波長帯域における屈折率 n_p は

【数 3】

$$1.4 \leq n_p \leq 2.1$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項の偏光分離素子。

【請求項 6】

可視光波長帯域における前記 H 層の材料の屈折率 n_H 、L 層の材料の屈折率 n_L は

【数 4】

$$n_L < n_H$$

$$1.6 \leq n_H \leq 2.6$$

$$1.0 \leq n_L \leq 1.7$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の偏光分離素子。

【請求項 7】

前記 H 層と L 層が共に薄膜であることを特徴とする請求項 6 の偏光分離素子。

【請求項 8】

前記 H 層の薄膜の材料は TiO_2 、 CeO_2 、 Nd_2O_3 、 ZnO 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 ZnS 、 Al_2O_3 およびそれらを含む混合材料のいずれかであることを特徴とする請求項 7 の偏光分離素子。

【請求項 9】

前記 L 層の薄膜の材料は SiO_2 、 MgF_2 、 AlF_3 、 Na_3AlF_6 、 CaF_2 、 LiF 、 NaF 、 Al_2O_3 およびそれらを含む混合材料のいずれかであることを特徴とする請求項 7 の偏光分離素子。

【請求項 10】

前記偏光分離素子は、多層構造に入射する光線の入射角度が 10° 以内の角度範囲において良好に偏光分離することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の偏光分離素子。

【請求項 11】

前記偏光分離素子は、多層構造に入射する光線の入射角度が 5° 以内の角度範囲において良好に偏光分離することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の偏光分離素子。

【請求項 12】

前記 L 層が空気であることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項の偏光分離素子。

【請求項 13】

前記 L 層がナノポーラス材料であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項の偏光分離素子。

【請求項 14】

複数の反射型液晶表示素子と、
複数の色光でそれぞれ対応する前記複数の反射型液晶表示素子を照明し、該複数の反射型液晶表示素子からの複数の色光を合成して投射する光学系とを有する画像表示装置であって、

前記光学系が請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の偏光分離素子を用いて、前記複数の反射型液晶表示素子からの前記複数の色光を合成することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 15】

光源手段と、無偏光の光の偏光方向を揃える偏光変換素子と、波長帯域により光を反射と透過に分離するダイクロイックミラーと、偏光状態により光を反射と透過に分離する偏光ビームスプリッタと、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の偏光分離素子と、信号に合わせて偏光方向を変調する光変調素子と、偏光の方向を 90° 回転する $1/2$ 波長板と、該光変調素子により変調された光を合成する偏光ビームスプリッタと、合成された光を投

影する投影レンズと、を有することを特徴とする投影装置。

【請求項 16】

光源手段と、無偏光の光の偏光方向を揃える偏光変換素子と、波長帯域により光を反射と透過に分離するダイクロイックミラーと、偏光状態により光を反射と透過に分離する偏光ビームスプリッタと、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の偏光分離素子と、信号に合わせて偏光方向を変調する光変調素子と、該光変調素子により変調された光を合成するダイクロイックプリズムと、合成された光を投影する投影レンズと、を有することを特徴とする投影装置。

【請求項 17】

光源手段と、無偏光の光の偏光方向を揃える偏光変換素子と、波長帯域により光を反射と透過に分離するダイクロイックミラーと、偏光状態により光を反射と透過に分離する偏光ビームスプリッタと、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の偏光分離素子と、信号に合わせて偏光方向を変調する光変調素子と、該光変調素子により変調された光を合成するダイクロイックプリズムと、該光源手段側へのもれ光、又はノ及び戻り光を遮断する偏光子と、直線偏光を円偏光に回転する 1/4 波長板と、合成された光を投影する投影レンズと、を有することを特徴とする投影装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

図1のように、波長選択性偏光分離素子1は、入射側プリズム（光学部材）（入射側光学部材）11と射出側プリズム（光学部材）（射出側光学部材）12とを接合して構成され、入射側プリズム11の入射面110および射出側プリズム12の射出面121に対して後述する構成の多層構造10が入射面110に対して45°傾いて配置されている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0050】

本実施例の偏光分離素子は、可視光波長帯域において相対的に高い屈折率を有するH層と相対的に低い屈折率を有するL層を積層した多層構造を2つの光学部材の間に設けた偏光分離素子において、S偏光入射に対して第一波長帯域の透過率が高く、第一波長帯域と異なる第二波長帯域の透過率が低く、且つP偏光入射に対して第一波長帯域の透過率が低く、第二波長帯域の透過率が高い光学特性を有し、第一波長帯域および第二波長帯域は、共に30nm以上（好ましくは50nm以上）の帯域幅があり、かつS偏光とP偏光の透過率の差が60%以上（好ましくは75%以上）の帯域が含まれている。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

全反射減衰する光は透過率、位相共にS偏光、P偏光で異なる。図2は高屈折率媒質60に低屈折率媒質61が挟まれた構造に入射光線が入射角 θ_0 (入射角度 θ_0) で入射するモデルの説明図である。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 6 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 6 0 】

図4は、高屈折率プリズム（材料の屈折率が高いプリズム）11,12に挟まれた低屈折率媒質のL層61、高屈折率媒質のH層60を交互に7層積層した多層構造に、入射光線を入射角 45° （入射角度 θ_0 ）で入射するモデルの説明図である。高屈折率プリズム11,12の材料の屈折率は共に2.0、L層61の材料は屈折率1.37、H層60の材料は屈折率2.35とし、波長550nmにおける構成がPrism|1.0L 0.5H 1.0L 1.0H 1.0L 0.5H 1.0L | Prism（Hは $nd = d/4$ の高屈折率層、0.5Hは $nd = d/8$ の高屈折率層、Lは $nd = d/4$ の低屈折率層を表す。nは屈折率、dは膜厚、 λ_0 は設計波長である。）である場合のS偏光、P偏光の透過率の波長特性を図5に示す。

本実施例において多層構造を挟持するプリズム11、12等の光学部材の材料の可視光波長帯域における屈折率 n_p は

【数5】

$$1.4 \leq n_p \leq 2.1$$

を満足している。

又、可視光波長帯域におけるH層の材料の屈折率 n_H 、L層の材料の屈折率 n_L は

【数6】

$$n_L < n_H$$

$$1.6 \leq n_H \leq 2.6$$

$$1.0 \leq n_L \leq 1.7$$

を満足している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 6 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 6 4 】

2つのプリズム11,12は共にOHARA社商品名S-LAH79(波長550nmにおける材料の屈折率2.01)、H層は TiO_2 (波長550nmにおける屈折率2.32)、L層は MgF_2 (波長550nmにおける屈折率1.39)であり、波長550nmにおけるプリズム11,12とL層の屈折率差から求められる臨界角は 43.7° 、ブリュースター角は 34.7° である。

本実施例において多層構造に入射する光線の入射角度 θ_0 は n_p 、 n_L をそれぞれプリズム11（入射側光学部材）、L層の屈折率とすると、

【数7】

$$\theta_0 > \tan^{-1}(n_p/n_L) \quad \dots \quad (1)$$

【数8】

$$\theta_0 > \sin^{-1}(n_p/n_L) \quad \dots \quad (2)$$

を満足している。

【手続補正7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 9 2 】

表1に実施例9の構成を表す設計値を示す。この波長選択性偏光分離素子のシミュレーション結果を図14(a)～(c)に示す。図14(a)が入射角 57.5° 、図14(b)が入射角 60° 、図14(c)が入射角 62.5° である。2つのプリズムは共にOHARA社商品名PBH56(波長550nmにおける材料の屈折率1.85)、H層は TiO_2 (波長550nmにおける屈折率2.32)、L層は MgF_2 (波長550nmにおける屈折率1.39)であり、波長550nmにおけるプリズムとL層の屈折率差から求められる臨界角は 48.8° 、ブリュースター角は 36.9° である。多層構造はL層とH層が交互に49層積層され、多層構造への入射角は臨界角以上、且つ角度特性を有する $60 \pm 2.5^\circ$ である。青波長帯域(波長420～500nm)のS偏光を透過、P偏光を反射、赤波長帯域(波長580～680nm)のS偏光を反射、P偏光を透過する光学特性であり、L層屈折率を低屈折率にした実施例7、8と同様に入射角を高入射角にすることによっても、角度特性が良好な特性が可能である。

尚、以上の各実施例において、H層の薄膜の材料は TiO_2 、 CeO_2 、 Nd_2O_3 、 ZnO 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 ZnS 、 Al_2O_3 およびそれらを含む混合材料のいずれかである。

L層の薄膜の材料は SiO_2 、 MgF_2 、 AlF_3 、 Na_3AlF_6 、 CaF_2 、 LiF 、 NaF 、 Al_2O_3 およびそれらを含む混合材料のいずれかである。

この他、L層は空気であっても良い。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0096】

実線がS偏光、破線がP偏光である。光源51(光源手段)から発光し、偏光変換素子52により偏光がS偏光にそろえられた白色光はダイクロイックミラー53aにより緑波長帯域の光線30を透過、赤波長帯域の光線40、青波長帯域の光線20を反射させる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0097】

ダイクロイックミラー53aを透過した緑波長帯域の光線30はPBS54aで反射し、緑用液晶による反射型の光変調素子55gに入射し、信号に合わせて変調される。白表示の場合、変調された光はP偏光31となって射出されるため、2つのPBS54a,54cを透過して投射レンズ系57に入射し、投影される。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0098

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0098】

ダイクロイックミラー53aにより反射された青波長帯域の光線20は波長選択性偏光分離素子1を透過し、青用液晶による反射型の光変調素子55bに入射し、変調される。白表示の場合、変調された光はP偏光21となって射出されるため、波長選択性偏光分離素子1を反射し、偏光の方向を 90° 回転する $1/2$ 波長板58によりS偏光20に変換され、PBS54cを反射し、投射レンズ系57に入射し、投影される。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0100

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0100】

黒表示（画像情報が黒色）の場合はいずれの光も液晶による反射型光変調素子55r,55g,55bにより入射と同じ偏光のまま射出されるため、各光学部材を介し同じ光路で再び光源（光源手段側）51側に戻る。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0122

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0122】

実施例13が実施例12と異なる点はPBS54aとダイクロイックプリズム53bとの間、波長選択性偏光分離素子1とダイクロイックプリズム53bとの間にS偏光を遮断する偏光子62を各々配置する。また、ダイクロイックプリズム53bと投射レンズ系57との間に直線偏光を円偏光に回転する1/4波長板63を設置する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0129

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0129】

例えば屈折率を n 、厚さを d としたとき

$$n d \geq 2 \text{ nm}$$

程度の層を設けても良い。これら実施例10～13の投影装置（画像表示装置）は、複数の反射型液晶表示素子（判者派多液晶パネル）と、複数の色光でそれぞれ対応する前記複数の反射型液晶表示素子を照明し、該複数の反射型液晶表示素子からの複数の色光を合成して投射する光学系とを有する画像表示装置であって、前記光学系が実施例1～9のいずれかに記載の偏光分離素子を用いて、光源からの光の色分離を行ったり及び/又は前記複数の反射型液晶表示素子からの前記複数の色光の色合成を行ったりしている。ここで、前記偏光分離素子の多層膜（多層膜構造が構成されている面）に対して、前記光学系の光軸が略45度（44～46度の範囲）なしている。前記偏光分離素子の多層膜に入射する光線の入射角度範囲が10度以内の角度範囲（つまり、40～50度の角度範囲で多層膜構造が形成されている面に入射する）である。

各実施例において、偏光分離素子は、多層構造に入射する光線の入射角度が10°以内の角度範囲において良好に偏光分離する。

より好ましくは、偏光分離素子は、多層構造に入射する光線の入射角度が5°以内の角度範囲において良好に偏光分離する。