

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6559007号
(P6559007)

(45) 発行日 令和1年8月14日 (2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日 (2019.7.26)

(51) Int. Cl.

F I

GO2B 5/04 (2006.01)
GO2B 5/22 (2006.01)
HO4N 9/09 (2006.01)
HO4N 9/07 (2006.01)

GO2B 5/04 C
GO2B 5/22
HO4N 9/09 A
HO4N 9/07 D

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-158014 (P2015-158014)
(22) 出願日 平成27年8月10日 (2015.8.10)
(65) 公開番号 特開2017-37162 (P2017-37162A)
(43) 公開日 平成29年2月16日 (2017.2.16)
審査請求日 平成30年8月3日 (2018.8.3)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100086818
弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者 大室 隆司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内
審査官 植野 孝郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色分解光学系及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光束を互いに異なった少なくとも第1色光の光束、第2色光の光束、および第3色光の光束に分割し、該3つの光束を3つの撮像素子にそれぞれ導光する色分解光学系であって、

第1入射面より入射した光束のうち前記第1色光の光束を反射し、前記第2色光の光束と前記第3色光の光束とを透過する第1ダイクロイック膜を施した第1反射面を有する第1プリズムと、前記第1反射面とは空隙を介して対向する第2入射面より入射した光束を第2射出面より射出する第2プリズムと、前記第2プリズムの前記第2射出面より射出した光束を第3入射面より入射し、該第3入射面から入射した光束を第3射出面より射出する第3プリズムと、前記第2プリズムの前記第2射出面と前記第3プリズムの前記第3入射面との間に配置した前記第2色光の光束を吸収する吸収フィルタとを有し、

前記第3プリズムの前記第3入射面または前記吸収フィルタの前記第3入射面とは対向する面には、前記第2色光の光束を反射し、前記第3色光の光束を透過する第2ダイクロイック膜が施されていることを特徴とする色分解光学系。

【請求項 2】

前記第1色光は青色光であり、前記第2色光は赤色光であり、前記第3色光は緑色光であることを特徴とする請求項1に記載の色分解光学系。

【請求項 3】

前記第2プリズムの前記第2入射面より入射した光束のうち前記第2色光の光束は、前

記第2プリズムの前記第2射出面より射出し、前記吸収フィルタを通過し、前記第2ダイクロイック膜が施されている、前記第3プリズムの前記第3入射面または該第3入射面とは対向する前記吸収フィルタの面で反射し、前記吸収フィルタを通過し、前記第2射出面から前記第2プリズムに入射し、前記第2プリズムの前記第2入射面で全反射して該第2プリズムより射出し、前記3つの撮像素子のうち前記第2色光の光束に対応する撮像素子に入射することを特徴とする請求項1又は2に記載の色分解光学系。

【請求項4】

前記吸収フィルタは、色温度補正作用を有することを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載の色分解光学系。

【請求項5】

前記吸収フィルタは、前記緑色光の透過率が前記赤色光の透過率より高くなるように構成されていることを特徴とする請求項2に記載の色分解光学系。

【請求項6】

前記吸収フィルタは、前記青色光の透過率が前記赤色光の透過率より高くなるように構成されていることを特徴とする請求項5に記載の色分解光学系。

【請求項7】

請求項1乃至6のうちいずれか1項に記載の色分解光学系と、
前記3つの撮像素子と、
を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のプリズムとダイクロイック膜を有し、入射光を複数の色光の光束に分割し、分割した各々の光束を各々撮像素子に導光するようにしたテレビカメラやビデオカメラ等の撮像装置に用いられる色分解光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、テレビカメラ等では対物レンズから射出した光束を複数の色光の光束に分解し、各々の光束を各色光に対応した撮像素子に導光する手段として色分解光学系が用いられている。多くの色分解光学系では、例えば、3つのプリズムより構成し、入射光を青色・緑色・赤色の3つの色光の光束に分解している。

【0003】

例えば色分解光学系は青色光を反射するダイクロイック膜を施した青色光を取り出す第1プリズムと、第1プリズムと空気間隔を介して配置された赤色光を反射するダイクロイック膜を施した赤色光を取り出す第2プリズムを有する。更に第2プリズムのダイクロイック膜を施した面（第2反射面）に接着され、第1プリズム及び第2プリズムを透過した緑色光を取り出す第3プリズムの少なくとも3つのプリズムより構成されている。

【0004】

一般に撮像装置に用いられている固体撮像素子の表面には金属コーティング膜が施されており、その反射率は高い。色分解光学系において、色分解される色光のうち、第2プリズムで色分解された色光が固体撮像素子で反射したことに起因して、ゴースト光が生じることが多い。

【0005】

従来、色分解光学系において赤色光を色分解する第2プリズムに起因して生ずるゴースト光を軽減するようにした色分解光学系が知られている（特許文献1、2）。また色分解光学系を対物レンズ側から順に第1プリズム乃至第4プリズムの4つのプリズムより構成し、第1プリズムと第2プリズムのプリズム頂角を適切に設定して高い解像力を得るようにした色分解光学系が知られている（特許文献3）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 6 6 9 1 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 4 7 8 0 5 号公報

【特許文献 3】特開平 0 7 - 2 8 1 0 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

多くの撮像装置では撮像手段として固体撮像素子が用いられている。このため固体撮像素子を用いる撮像装置では、ゴースト光や干渉縞ゴーストが発生してくる場合が多い。前述した色分解光学系では固体撮像素子面で反射した光によって生ずるゴースト光のうち、第 2 色光が入射する固体撮像素子の入射面で反射された第 2 色光が第 2 プリズムの第 2 反射面で反射した後に固体撮像素子に再入射する場合がある。そうするとゴーストや干渉縞ゴーストが生じる。

10

【 0 0 0 8 】

例えば第 2 プリズムで色分解される第 2 色光のうち、固体撮像素子の面で反射し、元の光路を戻り第 2 プリズムに入射する場合がある。そして第 2 プリズムの第 2 反射面で反射して第 2 プリズムに入射して第 2 入射面で全反射した後に固体撮像素子に再入射するとゴースト光が生ずる。この他、第 2 入射面で全反射条件を満たさず、全反射しないで透過し、空隙を通過し、第 1 プリズムの第 1 反射面で反射した光束が第 2 プリズムを通過した後に、固体撮像素子に再入射することにより干渉縞ゴーストが生じる場合がある。

20

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 や特許文献 2 ではゴーストや干渉縞ゴーストの発生を軽減した構成の色分解光学系を開示している。これらの技術では第 2 プリズムのプリズム頂角を大きくしている。このため、色分解光学系の大型化する傾向があった。色分解光学系の小型化を図りつつ、固体撮像素子の入射面で反射したことにより生ずるゴーストや干渉縞ゴーストの発生を軽減し、良好なる画像を得るには色分解光学系の構成を適切に設定することが重要になってくる。

【 0 0 1 0 】

本発明は、例えば、撮像素子の入射面で反射した光束によるゴーストの軽減に有利な色分解光学系の提供を目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の色分解光学系は、入射光束を互いに異なった少なくとも第 1 色光の光束、第 2 色光の光束、および第 3 色光の光束に分割し、該 3 つの光束を 3 つの撮像素子にそれぞれ導光する色分解光学系であって、

第 1 入射面より入射した光束のうち前記第 1 色光の光束を反射し、前記第 2 色光の光束と前記第 3 色光の光束とを透過する第 1 ダイクロイック膜を施した第 1 反射面を有する第 1 プリズムと、前記第 1 反射面とは空隙を介して対向する第 2 入射面より入射した光束を第 2 射出面より射出する第 2 プリズムと、前記第 2 プリズムの前記第 2 射出面より射出した光束を第 3 入射面より入射し、該第 3 入射面から入射した光束を第 3 射出面より射出する第 3 プリズムと、前記第 2 プリズムの前記第 2 射出面と前記第 3 プリズムの前記第 3 入射面との間に配置した前記第 2 色光の光束を吸収する吸収フィルタとを有し、

40

前記第 3 プリズムの前記第 3 入射面または前記吸収フィルタの前記第 3 入射面とは対向する面には、前記第 2 色光の光束を反射し、前記第 3 色光の光束を透過する第 2 ダイクロイック膜が施されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、例えば、撮像素子の入射面で反射した光束によるゴーストの軽減に有利な色分解光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の色分解光学系を有する撮像装置の要部概略図

【図 2】本発明の色分解光学系と従来の色分解光学系で色分解される色光の分光特性の説明図

【図 3】本発明に係る吸収フィルタと従来吸収フィルタの分光特性の説明図

【図 4】本発明の色分解光学系の一部のプリズムを通過する光束の説明図

【図 5】本発明と従来に係る多層反射防止膜の分光と特性の説明図

【図 6】従来の色分解光学系を用いた撮像装置の要部概略図

【図 7】従来の色分解光学系の説明図

【図 8】従来の色分解光学系の説明図

10

【図 9】従来の多層反射防止膜の分光特性の説明図

【図 10】多層反射防止膜の分光特性の説明図

【図 11】従来の色分解で生ずるゴーストの説明図

【図 12】従来の色分解で生ずるゴーストの説明図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明の色分解光学系は、入射光束を互いに異なった少なくとも第 1 色光の光束、第 2 色光の光束、および第 3 色光の光束に分割し、該 3 つの光束を 3 つの撮像素子にそれぞれ導光する。

20

【 0 0 1 5 】

色分解光学系は第 1 入射面より入射した光束のうち第 1 色光の光束を反射し、第 2 色光の光束と第 3 色光の光束とを透過する第 1 ダイクロイック膜を施した第 1 反射面を有する第 1 プリズムを有する。1 反射面とは空隙を介して対向する第 2 入射面より入射した光束を第 2 射出面より射出する第 2 プリズムを有する。

【 0 0 1 6 】

さらに第 2 プリズムの第 2 射出面より射出した光束を第 3 入射面より入射し、第 3 入射面から入射した光束を第 3 射出面より射出する第 3 プリズムを有する。そして第 2 プリズムの第 2 射出面と第 3 プリズムの第 3 入射面との間に配置した第 2 色光の光束を吸収する吸収フィルタを有している。前記第 3 プリズムの第 3 入射面または吸収フィルタの第 3 入射面とは対向する面には、第 2 色光の光束を反射し、第 3 色光の光束を透過する第 2 ダイクロイック膜が施されている。

30

【 0 0 1 7 】

本発明の色分解光学系において、第 2 プリズムの第 2 入射面より入射した光束のうち第 2 色光の光束は第 2 プリズムの第 2 射出面より射出し、吸収フィルタを通過し、第 2 ダイクロイック膜が施されている第 3 プリズムの第 3 入射面または第 3 入射面とは対向する吸収フィルタの面で反射する。その後、吸収フィルタと第 2 射出面を通過し、第 2 プリズム内に入射し、第 2 プリズムの第 2 入射面で全反射し、第 2 プリズムより出射して 3 つの撮像素子のうちの第 2 色光の光束に対応する撮像素子に入射する。後述する実施例において、第 1 色光は青色光であり、第 2 色光は赤色光であり、第 3 色光は緑色光である。

40

【 0 0 1 8 】

本発明の色分解光学系の構成を説明する前に、従来の色分解光学系の構成及び従来の色分解光学系を用いたときに生ずるゴースト及び干渉縞ゴーストについて説明する。図 6 は従来の色分解光学系と対物レンズ、吸収フィルタを有する撮影装置（テレビカメラ）の主要断面図を示している。図 6 に示す従来のテレビカメラの多くは、対物レンズ L e と吸収フィルタ 1 0 1 2 と、吸収フィルタ 1 0 1 2 を通った光を色分解する色分解プリズム 1 0 0 1 と複数の固体撮像素子を有している。

【 0 0 1 9 】

色分解プリズム 1 0 0 1 で色分解された光束は、各固体撮像素子 1 0 1 1 B、1 0 1 1 G、1 0 1 1 R（以下「固体撮像素子 1 0 1 1」ともいう。）に至り、固体撮像素子 1 0

50

11は各色光で形成される像を撮像し、電気信号に変換している。吸収フィルタ1012は、色補正フィルタと云われ、色補正フィルタとしては、吸収型やダイクロイック膜型、またその両方を有するものがあるが、ここでは吸収型として説明する。

【0020】

色分解プリズム1001の第1プリズムCP1は、入射面1002より入射した、吸収フィルタ1012を通った光のうち青反射用のダイクロイック膜を施した面1003にて、青色光のみを反射させ、残りの緑色光と赤色光を透過させる。反射した青色光は、入射面1002にて全反射され、面1004より射出して青色用の固体撮像素子1011Bに向かう。

【0021】

第2プリズムCP2の赤反射用のダイクロイック膜を施した面1007は、面1003を透過し空気間隙1005を透過した光のうち、赤色光のみを反射し、残った緑色光を透過させる。面1007で反射した赤色光は、空気間隙1005と接する第2プリズムCP2の反射防止膜1009が施された入射面1006面にて全反射し、面1008から射出して赤色用の固体撮像素子1011Rに向かう。面1007を透過し第3プリズムP3に入射した緑色光は面1010より射出し、緑色用の固体撮像素子1011Gに向かう。このような光学作用によって色分解プリズム1001は入射光を3色の光束に分解する。

【0022】

図7は、図6に示す対物レンズLeからの光束のうち色分解プリズム1001の第1プリズムCP1および第2プリズムCP2を通して赤色用の固体撮像素子1011Rの有効部に至る光束を描いた光路図である。この光束のうちDと付記した光線は、この紙面に於ける固体撮像素子1011Rの撮像面に最も低い位置を通る軸外光束の周辺光線を示す。第2プリズムCP2は、この光線Dを図中 で囲んだ入射面1006上の領域Aにて全反射させる必要があるが、この光線Dを全反射させるためには、

$$\theta_2 > (\theta_1 + \theta_{\max}) / 2 \quad \cdots (1)$$

という式を満足させることが必要となる。

【0023】

ただし、

θ_1 : 第1プリズムCP1のプリズム頂角

θ_2 : 第2プリズムCP2のプリズム頂角

$$= \sin^{-1}(1/n)$$

n : 第1プリズムCP1、第2プリズムCP2の材料の屈折率

$$\theta_{\max} = \sin^{-1}\{1/(2 \cdot n \cdot Fno)\}$$

Fno : 対物レンズLeのFナンバー

である。

【0024】

先の特許文献3では、色分解プリズムの小型化を図るために、式(1)の下限近傍 $-0.5^\circ < \theta_2 - \{(\theta_1 + \theta_{\max})/2\} < 5.5^\circ$ \cdots 式(1)の範囲とする必要があることを開示している。

【0025】

前述したように一般に固体撮像素子の表面には、金属コーティングが施されており、その反射率は比較的高い。この為、強い光源(明るい被写体)を直接撮像すると、固体撮像素子面上から反射される反射光が強くなる。また、撮像面は画素が規則正しく配列されているために、回折光をも伴って反射してくる。

【0026】

図8(A)、(B)は、このときの反射による影響の説明図である。図8(A)では図6に示す色分解プリズム1001を構成する第2プリズムCP2内の光路を通して、固体撮像素子1011Rの面で反射した後に、他の面で反射して固体撮像素子1011Rに再入射することでゴーストとなる光路の説明図である。

【0027】

10

20

30

40

50

図 8 (B) は、一つのゴースト光路を示し、第 2 プリズム C P 2 を図 8 (A) のゴースト光路に沿って展開した模式図を示している。特に、反射面 1 0 0 7 に垂直に入射し反射する光線を描いている。この図から、固体撮像素子にて反射した光の内、第 2 プリズムに入射した直後の面 1 0 0 6 に角度 θ_2 で入射した光線のこの入射角度と、面 1 0 0 7 にて反射した後、再度面 1 0 0 6 に入射する角度 θ_2 は、互いに同じで θ_2 であることが分かる。

【 0 0 2 8 】

従来は、撮像管の焼き付きの問題からこのようなゴーストの問題がなかったため、プリズム頂角 θ_2 の取りうる範囲は、色分解光学系の小型化のみを考えるだけで良かった。即ちプリズム頂角 θ_2 を、なるべく光が全反射するに足るだけの小さな角度で設定していれば良かった。

10

【 0 0 2 9 】

例えば、特許文献 3 においても、

$$-0.5^\circ < \theta_2 - \{ (\theta_1 + \theta_{\max}) / 2 \}$$

と色分解光学系の小型化のために、わずかながら全反射条件を満足しない領域がある。図 8 (B) を見ると、点 P₁、点 P₂ がこの領域内にあるとしており、この 2 点では全反射が起こらないことになる。

【 0 0 3 0 】

ここで、プリズム頂角 θ_2 が角度 θ_2 よりわずかに小さい場合を想定する。図 9 は、面 1 0 0 6 に設ける多層反射防止膜 1 0 0 9 の分光特性の説明図である。横軸は波長 (nm)、縦軸は面 1 0 0 6 を透過する光線の透過率である。当然のことならば、図 6 に示す正規光線 L a の如く空気間隙側 1 0 0 5 を通り、面 1 0 0 6 に入射する主光線 (入射角約 4 5 度前後) は高い透過率を示している (図上最上部の正規光線と記した特性)。その後、面 1 0 0 7 で反射され第 2 プリズム C P 2 側から面 1 0 0 6 に全反射臨界角より大きな角度で入射した光線 L a は全反射する。

20

【 0 0 3 1 】

これが目的とする形である。しかしながら、図 9 に示す下側 4 本の曲線 (ライン) は、下側から順に、全反射臨界角より 0 . 0 0 7 度、0 . 1 1 6 度、0 . 3 5 6 度、0 . 7 2 3 度小さい角度で入射した時の光線の透過率である。全反射角度からわずかに外れるだけで面 1 0 0 6 からは図 9 に示す透過が起こる。

【 0 0 3 2 】

30

図 8 (B) を見ると、第 2 プリズム C P 2 の面 1 0 0 6 での反射点である点 P₁、点 P₂ において、全反射が起こらない領域としているため、点 P₁、点 P₂ では、空気間隙 1 0 0 5 を挟んだ面 1 0 0 6 と面 1 0 0 3 で干渉が観測されるようになる。

【 0 0 3 3 】

図 1 1 (A) と図 1 1 (B) は、図 8 に示す面 1 0 0 7 に入射する光線の角度が垂直よりわずかにずれたときのゴースト光路を示した説明図である。図 1 1 (A) は紙面内で、上向きに向かう光線を示し、図 1 1 (B) は下向きに向かう光線のゴースト光路を示した説明図である。点 P₃、点 P₆ においては、光束の面 1 0 0 6 への入射角度が大きくなるため、全反射がより起こりやすくなる傾向にあり問題はない。これに対して点 P₄、点 P₅ においては、逆に光束の面 1 0 0 6 への入射角度が小さくなるため、全反射条件を満足せず、面 1 0 0 3 で反射して干渉縞が生じる原因となってくる。

40

【 0 0 3 4 】

この干渉を伴ったゴーストは、被写体が低輝度のときにはそれ程目立つことはないが、被写体が高輝度のときには、モニター画面上で、図 1 2 に示すように干渉縞ゴーストとして観察されることになる。つまり、干渉縞は画面上 (撮像素子上) で上下対の干渉縞が生じ、またこの対の干渉縞が互いに重ねて観察されて、非常に画質を損なうものになってくる。更に、このゴースト光の干渉は、色分解光学系のようにゴーストが出る色光の波長域が狭くなればなるほど、より顕著に観測されてくる。

【 0 0 3 5 】

次に本発明の色分解光学系の構成について説明する。図 1 は本発明の色分解光学系を用

50

いた撮像装置の実施例 1 の要部断面図である。同図において L e は対物レンズ（撮影レンズ）である。1 は色分解光学系（色分解プリズム）である。本実施例において、不図示のカメラ本体に対して着脱可能な対物レンズ L e は、被写体像を形成してこの被写体像を色分解光学系 1 を介して 3 つの色光に分解して各色光の光束を各々青色用、緑色用、赤色用の各固体撮像素子 1 1 B、1 1 G、1 1 R に導光する。

【0036】

以下、各々の固体撮像素子 1 1 B、1 1 G、1 1 R を総称して固体撮像素子 1 1 ともいう。色分解光学系 1 は、対物レンズ L e と固体撮像素子 1 1 との間に配置され、対物レンズ L e からの光を青色、緑色、赤色の各色光に分解し、その各々を互いに異なった光路に配置した固体撮像素子 1 1 B、1 1 G、1 1 R に導く。なお、色分解光学系 1 と各固体撮像素子 1 1 は、カメラ本体内に固定されている。

10

【0037】

色分解光学系 1 は、光束の進行方向へ順に、第 1 プリズム（青色分解用のプリズム）C P 1 を有している。更に空気間隙 1 5 を介して隣接する第 2 プリズム（赤色分解用のプリズム）C P 2 と、第 3 プリズム（緑色光を導光するプリズム）C P 3 の 3 つのプリズムブロックを有している。また第 1 プリズム C P 1、第 2 プリズム C P 2、第 3 プリズム C P 3 の材料の屈折率は全て同じである。

【0038】

そして、第 2 プリズム C P 2 と第 3 プリズム C P 3 の間には第 2 色光を吸収する吸収フィルタ（以降、吸収フィルタとする）1 2 を配置している。吸収フィルタ 1 2 と、第 2 プリズム C P 2 および第 3 プリズム C P 3 とは接着により接着されて一体化されている。

20

【0039】

第 1 プリズム C P 1 は、空気間隙 1 5 と接する反射面（第 1 反射面）3 に青色光のみを反射し、残りの光である緑色光と赤色光を透過するように誘電体多層膜で構成された青反射ダイクロイック膜（青色用の反射面）5 が施されている。第 3 プリズム C P 3 は、吸収フィルタ 1 2 との接着面である入射面（第 3 入射面）1 4 に赤色光のみを反射し、残りの緑色光を透過する様に誘電体多層膜で構成された赤反射ダイクロイック膜（赤色用の反射面）7 が施されている。

【0040】

第 2 プリズム C P 2 は、空気間隙 1 5 と接する入射面（第 2 入射面）6 に多層反射防止膜 9 が施されている。ここで多層反射防止膜 9 は、従来より用いられている多層反射防止膜と同じものを用いている。

30

【0041】

色分解光学系 1 は対物レンズ L e からの光を第 1 プリズム C P 1 の入射面（第 1 入射面）2 より取り込む。第 1 プリズム C P 1 の青反射ダイクロイック膜 5 が施された反射面（第 1 反射面）3 にて青色成分の反射光と、その他の透過光（緑色光と赤色光）に分離する。反射面 3 で反射された青色光は、入射面 2 にて全反射する。そして射出面 4 を射出し、青色成分のための固体撮像素子 1 1 B に導かれる。

【0042】

反射面 3 にて透過により分離された光（赤色成分と緑色成分）は、多層反射防止膜 9 を施した入射面（第 2 入射面）6 から第 2 プリズム C P 2 内に入射する。第 2 プリズム C P 2 に入射した光は、第 2 プリズム C P 2 の面（第 2 射出面）1 3 に接合された吸収フィルタ 1 2 へ入射する。その吸収フィルタ 1 2 の反対面に接合された第 3 のプリズム C P 3 の赤反射ダイクロイック膜 7 が施された入射面（第 3 入射面）1 4 へと到達する。

40

【0043】

その内、赤色成分の光は赤反射ダイクロイック膜 7 が施された入射面 1 4 によって反射される。一方、緑色成分の光は入射面 1 4 を透過する。ダイクロイック膜 5 が施された反射面 3 とダイクロイック膜 7 が施された入射面 1 4 を透過した緑色成分の光は、射出面（第 3 射出面）1 0 より射出し、緑色成分のための固体撮像素子 1 1 G に導かれる。また、入射面 1 4 で反射された赤色光は、再度吸収フィルタ 1 2 を通って第 2 プリズム C P 2 に

50

再入射する。

【0044】

その赤色光は、空気間隙15と接する第2プリズムCP2の多層反射防止膜9を施した入射面6（反射面）にて全反射され、射出面8を射出して赤色成分のための固体撮像素子11Rに導かれる。

【0045】

図2は、色分解光学系1の総合分光透過率の説明図である。同図における実線は本発明の色分解光学系1の総合分光透過率である。破線は、図6に示した従来の色分解光学系1001の総合分光透過率である。ここで総合分光透過率と述べているのは、色分解光学系と吸収フィルタ（吸収型）の掛け合わせとしている。図3は、本発明における、吸収フィルタ12（実線）の分光特性と従来例の吸収フィルタ1012（破線）の分光特性の説明図である。図2に示すように、吸収フィルタは、緑色光の透過率が赤色光の透過率より高くなるように構成されている。また、吸収フィルタは、青色光の透過率が赤色光の透過率より高くなるように構成されている。

10

【0046】

本発明に係る吸収フィルタ12は、光が2度通過するため、その2倍の厚みの特性が従来例の図6に示す吸収フィルタ1012と同等の分光特性となる。そのため、図2の赤成分の分光特性が重なっている。

【0047】

図2において本発明に係る青色光Bは吸収フィルタ12を通過しないので従来例に比べて透過率が良くなっている。また本発明に係る吸収フィルタは従来例の吸収フィルタの厚さに比べて厚さが1/2である。このため本発明に係る緑色光Gは従来例に比べて吸収フィルタの1/2の厚さしか通過しないため、透過率が良くなっている。赤色光Rが通過する吸収フィルタの厚さは本発明と従来例の色分解光学系と同じであるため、図2に示すように分光特性が重なっている。

20

【0048】

従来は図6に示すように吸収フィルタを色分解光学系より被写体側（光入射側）に配置していたため、青色成分や緑色成分にも大きく影響していた。これに対して、本発明においては、吸収フィルタ12の影響を青色成分から除外し、緑色成分には、吸収フィルタの厚みの比に対し指数関数的に軽減することが出来る。その差が図3の実線と破線の差である。

30

【0049】

次に、本発明の色分解光学系1より生ずるゴーストに対する光学作用と効果について述べる。図4は、第2プリズムCP2で生ずるゴースト光の光路を展開した断面図である。図4では固体撮像素子11Rに1度至った赤色成分の光が、固体撮像素子11Rの撮像面にて反射され、第2プリズムCP2に再度逆行する光路を示している。

【0050】

固体撮像素子11Rからの反射光は順に、第2プリズムCP2 吸収フィルタ12 赤色反射ダイクロイック面7 吸収フィルタ12 第2プリズムCP2と云った光路を通り、固体撮像素子11Rに再入射する。なお、第2プリズムCP2のプリズム頂角 θ_2 は、面13と全反射する面（入射面）6とが形成する角度である。なお、図4は、従来例の図11（A）に示す色分解光学系1001に比べて吸収フィルタ12を2回通る違いがある。

40

【0051】

図4は、一つのゴースト光路を示し、特にダイクロイック膜7が施された入射面14に垂直に入射し反射する光線を描いている。この図4から、固体撮像素子11Rにて反射した光Rgの内、第2プリズムCP2に入射した直後の面6に角度 θ_2 で入射した光線のこの入射角度と、入射面14にて反射した後、再度面6に入射する角度 θ_2 は、互いに同じであることが分かる。

【0052】

50

本発明は、先の特許文献 3 においても、

$$-0.5^\circ < \theta_2 - \{ (\theta_1 + \theta_{\max}) / 2 \}$$

と色分解光学系の小型化のために、全反射条件を満足しないながらも、全反射しない光が影響の少ない範囲としている。そして第 2 プリズム CP 2 の頂角 (θ_2) を設定してプリズムの小型化を優先させている。

【0053】

図 4 を見ると、光 Rg の第 2 プリズム CP 2 の面への入射点、点 P₁、点 P₂ において、全反射が起こらないことになる。ここで、プリズム頂角 θ_2 が角度 θ_1 よりわずかに小さい場合を想定する。図 5 の細い線は、多層反射防止膜 9 が施された面 6 で反射する時の総合分光特性の説明図である。ここで、本発明 (1) (実線細線) においては、以下の光路を辿る。

10

【0054】

つまり、第 1 プリズム CP 1 第 2 プリズム CP 2 吸収フィルタ 12 赤反射ダイクロ膜 7 が施された面 14 での反射 吸収フィルタ 12 第 2 プリズム CP 2 (ここまでが正規光路) である。次いで固体撮像素子 11R 第 2 プリズム CP 2 吸収フィルタ 12 赤反射ダイクロ膜 7 が施された入射面 14 吸収フィルタ 12 第 2 プリズム CP 2 多層反射防止膜が施された面 6 による反射 (図 10 参照) する。次いで第 2 プリズム CP 2 固体撮像素子 11R と云った光路である。ここでは、簡単のため固体撮像素子 11R は 100% の反射としている。

【0055】

20

また、図 5 の従来例 (1) (破線細線) においては図 7 に示すように、以下の様な光路である。つまり、吸収フィルタ 1012 第 1 プリズム CP 1 第 2 プリズム CP 2 赤反射ダイクロ膜が施された面 1007 で反射 第 2 プリズム CP 2 (ここまでが正規光路) である。次いで固体撮像素子 1011R 第 2 プリズム CP 2 赤反射ダイクロ膜が施された面 1007 での反射 第 2 プリズム CP 2 である。次いで多層反射防止膜 1009 が施された面 1006 による反射 (図 10 参照) 第 2 プリズム CP 2 固体撮像素子 1011R と云った光路である。

【0056】

次に図 5 の太い線である (本発明 (2)) は、前述した多層反射膜 9 が施された面 6 による反射の部分を多層反射防止膜 9 を施した面 6 を透過 青反射ダイクロ膜 5 を施した面 3 による反射 多層反射防止膜 9 を施した面 6 を透過、と入れ替えた特性である。細線と太線のエネルギーの加算と差分で干渉の強度を表せる。

30

【0057】

図 5 に示した特性の積分値 (光のエネルギーを代表する値) は、破線細線 (従来例 (1)) を 65 とすると、実線細線 (本発明 (1)) は 33、破線太線 (従来例 (2)) は 21、実線太線 (本発明 (2)) は 11 である。したがって、従来例では干渉縞のゴーストは、 65 ± 21 で、コントラストとして 42 となるが、本発明においては 33 ± 11 となり、強度もコントラストも半減させることができる。

【0058】

各実施例において、吸収フィルタが色温度補正作用を有する分光特性を有する色温度補正フィルタより構成しても良い。本発明においては、従来、色分解光学系より被写体側に配置する吸収フィルタを廃止しているが、ゴーストを低減する効果と色温度補正を除去する効果とが相互に影響する場合は、必ずしも廃止する必要はない。本発明においては、第 2 色光に赤色光を使った例を示したが、第 2 色光に緑色光を使った構成とし、吸収フィルタの代わりに濃度の薄いニュートラルデンシティフィルタやマゼンタフィルタを使うことも同様な効果を達成できる。

40

【0059】

また、第 2 プリズム CP 2 の面 13 への処置を明示していないが、第 2 プリズム CP 2 と接着剤の屈折率差が大きな場合などは、接合面の干渉を防止するため、反射防止膜の様な接着界面の反射防止策を施しても良い。

50

また、第2色光の反射膜を第3プリズムの入射面としたが、吸収フィルタの第3プリズムの入射面と対向する面に変えても、同様な効果を得られる。製造上の規制などで配置を変えることも考えられる。

【0060】

以上のように本発明によれば、本発明によれば、小型で干渉縞ゴーストの少ない色分解光学系を得ることができる。

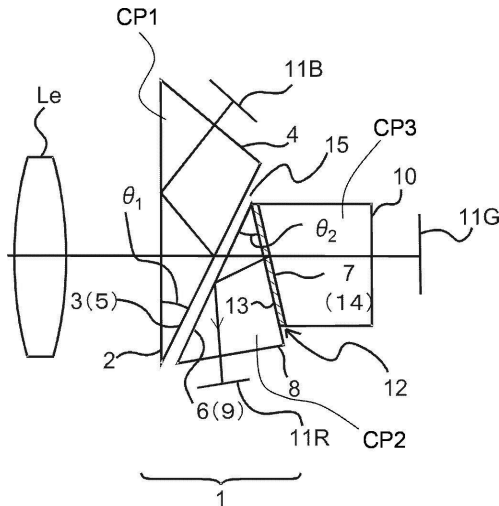
【符号の説明】

【0061】

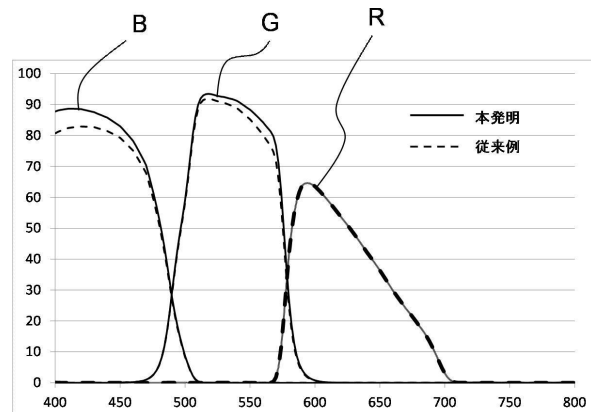
- | | | |
|--------------------|--------------------|-------------|
| 1 色分解光学系 | CP1 第1プリズム | CP2 第2プリズム |
| CP3 第3プリズム | 2 第1プリズムの入射面 | |
| 3 青色分解のためのダイクロイック面 | 4 青色用の光射出面 | 5 空気間隙 |
| 6 第2プリズムの入射面 | 7 赤色分解のためのダイクロイック面 | |
| 8 赤色用の光射出面 | 9 多層反射防止膜 | 10 緑色用の光射出面 |
| 11 固体撮像素子 | 12 吸収フィルタ | |

10

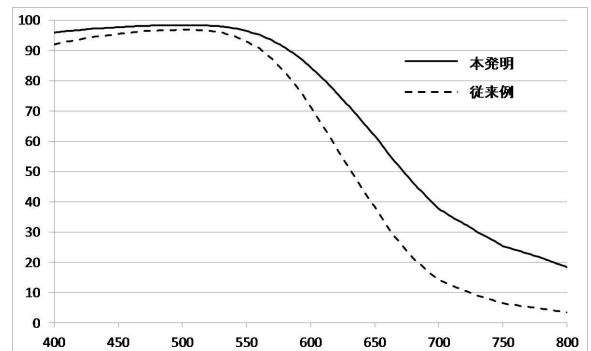
【図1】



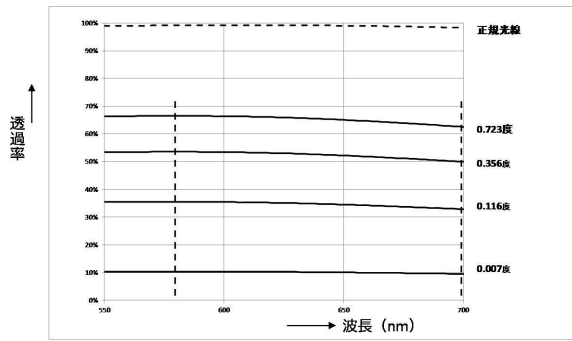
【図2】



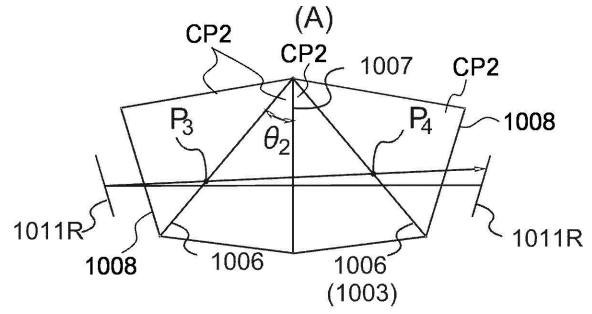
【図3】



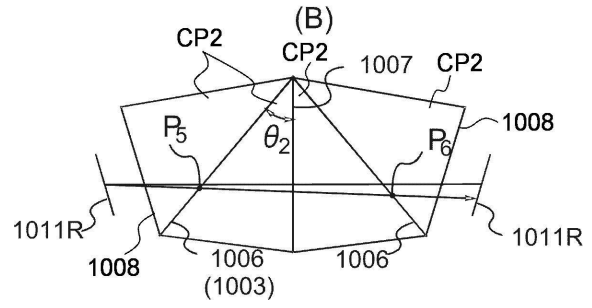
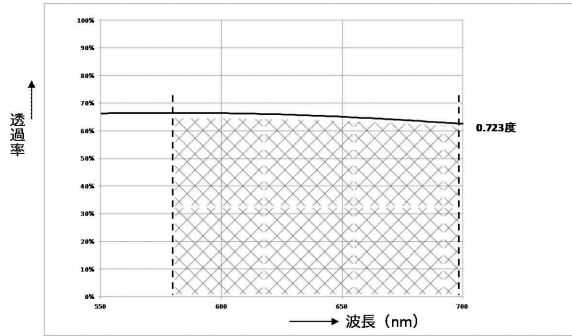
【図 9】



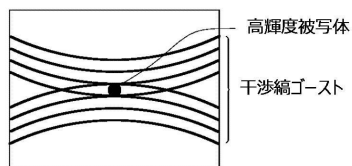
【図 11】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 3 - 1 3 5 5 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 2 5 6 3 6 (J P , A)
特開昭 5 6 - 7 2 5 9 1 (J P , A)
特開平 7 - 4 3 5 0 7 (J P , A)
特開平 9 - 7 3 0 0 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 5 / 0 0 - 5 / 1 3 6
G 0 2 B 5 / 2 2
H 0 4 N 9 / 0 7
H 0 4 N 9 / 0 9