(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年3月5日(05.03.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/030133 A1

(51) 国際特許分類:
*G02B 5/04* (2006.01) *G02B 5/26* (2006.01)
*G02B 5/22* (2006.01) *G02B 5/28* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072625

(22) 国際出願日: 2014年8月28日(28.08.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-178717 2013年8月29日(29.08.2013) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社(**FUJIFILM CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP). 日本放送協会(**JAPAN BROADCASTING CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1508001 東京都渋谷区神南２丁目２番１号 Tokyo (JP). 池上通信機株式会社(**IKEGAMI TSUSHINKI CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1468567 東京都大田区池上５丁目６番１６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 斎田 有宏(**SAITA Arihiro**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 澤畑 裕一(**SAWAHATA Yuichi**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 正岡 顕一郎(**MASAOKA Kenichiro**); 〒1578510 東京都世田谷区砧一丁目１０番１１号 日本放送協会放送技術研究所内 Tokyo (JP). 西田 幸博(**NISHIDA Yukihiro**); 〒1578510 東京都世田谷区砧一丁目１０番１１号 日本放送協会放送技術研究所内 Tokyo (JP). 小澤 治(**OZAWA Osamu**); 〒1468567 東京都大田区池上５丁目６番１６号 池上通信機株式会社内 Tokyo (JP).

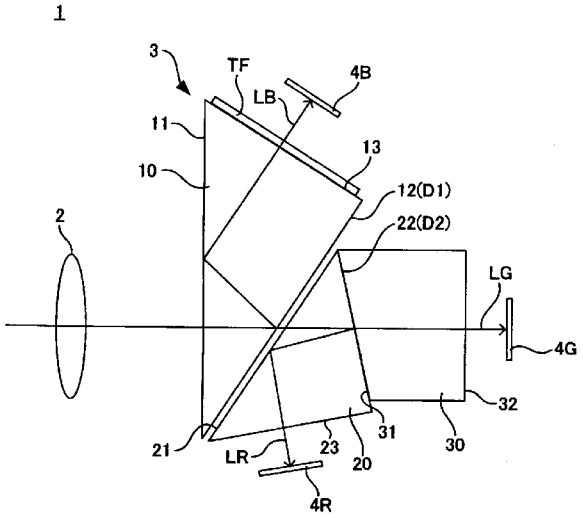
(74) 代理人: 高松 猛, 外(**TAKAMATSU Takeshi** et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング９階 航栄特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: COLOR SEPARATION OPTICAL ASSEMBLY AND IMAGE CAPTURE DEVICE

(54) 発明の名称 : 色分解光学系及び撮像装置




(57) **Abstract**: A color separation optical assembly (3) of an image capture device (1) comprises, in order from a light entry side: a first prism (10) which comprises a first dichroic film (D1) and extracts blue light (LB) which is reflected by the first dichroic film; a second prism (20) which comprises a second dichroic film (D2) and extracts red light (LR) which passes through the first dichroic film and is reflected by the second dichroic film; and a third prism (30) which extracts green light (LG) which passes through the first and second dichroic films. The first dichroic film is a multiband dichroic film which reflects infrared light from the long wavelength side of the red region.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/030133 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

撮像装置（１）の色分解光学系（３）は、光入射側から順に、第１のダイクロイック膜（Ｄ１）を有し、第１のダイクロイック膜によって反射された青色光（ＬＢ）を取り出す第１のプリズム（１０）と、第２のダイクロイック膜（Ｄ２）を有し、第１のダイクロイック膜を透過し第２のダイクロイック膜によって反射された赤色光（ＬＲ）を取り出す第２のプリズム（２０）と、第１及び第２のダイクロイック膜を透過した緑色光（ＬＧ）を取り出す第３のプリズム（３０）と、を備え、第１のダイクロイック膜は、赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するマルチバンドダイクロイック膜とされている。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 色分解光学系及び撮像装置

## 技術分野

[0001]　本発明は、色分解光学系及び撮像装置に関する。

## 背景技術

[0002]　テレビカメラやビデオカメラなどの撮像装置において、入射光を青色光、緑色光、及び赤色光の３つの色光成分に分解する色分解光学系が用いられており、分解された各色光成分は、色光成分毎に設けられたＣＣＤ（Charge Coupled Device）イメージセンサ等の撮像素子に受光される。

[0003]　この種の色分解光学系としてフィリップス型色分解光学系が知られている。フィリップス型色分解光学系は、例えば、青色光を反射しかつ緑色光及び赤色光を透過させるダイクロイック膜が反射・透過面に形成された第１のプリズム、赤色光を反射しかつ緑色光を透過させるダイクロイック膜が反射・透過面に形成された第２のプリズム、及び第３のプリズムを備え、第１のプリズムで青色光を取り出し、第２のプリズムで赤色光を取り出し、第３のプリズムで緑色光を取り出すように構成される。

[0004]　撮像装置の感度を高める観点から、色分解光学系のダイクロイック膜には、典型的には比較的急峻なスロープの分光透過率特性を有するダイクロイック膜が用いられる。一方で、撮像装置の感度を人間の眼の分光感度特性に近似させて色再現性を高める観点から、比較的緩いスロープのブロードな分光透過率特性を有するダイクロイック膜を用いた色分解光学系も知られている（例えば、特許文献１参照）。

[0005]　更に、撮像素子は、一般に人間の眼では感知できない赤外光にも感度を有しているので、赤外光を遮断して人間の眼の分光感度特性に近似した特性を得るために、特許文献１に記載された色分解光学系では、赤外光をカットするための吸収型の視感度補正フィルタが色分解光学系の光入射側に設けられている。また、特許文献２に記載された色分解光学系では、ダイクロイック

膜からなる反射型の赤外線カットフィルタが色分解光学系の光入射側に設けられている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開２００９－７５５４３号公報

特許文献2：日本国特開２０１０－２６３１２号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] 色分解光学系の光入射側に設けられた吸収型の視感度補正フィルタによって赤外光を人間の眼の分光感度特性に合わせて厳密に遮断しようとすると、赤色光までもが減衰され、赤色光に対する撮像装置の感度が低下してしまう。そして、赤色光に対する撮像装置の感度低下を補償するためにゲイン調整によって撮像装置の出力を増幅させると、ノイズが増加して画質が低下する虞がある。

[0008] 一方、ダイクロイック膜からなる反射型の赤外線カットフィルタによれば、人間の眼の分光感度特性に近似させ、かつ視感度補正フィルタよりも急峻なスロープの分光透過率特性を実現することができ、赤色光の減衰を抑制しつつ赤外光のみを厳密にカットすることが可能となる。しかし、色分解光学系の光入射側に設けられたダイクロイック膜からなる反射型の赤外線カットフィルタは、例えば撮像素子の受光面などで反射されてきた光を再度反射して撮像面へ向かわせ、かかる多重反射により迷光が発生して画質を低下させる虞がある。分光透過率特性のスロープを更に急峻なものとすれば迷光を抑制することができるが、人間の眼の分光感度特性から乖離し、色再現性が低下する虞がある。

[0009] 本発明の目的は、上述した事情に鑑みなされたものであり、色再現性に優れ、かつ迷光成分の影響が少なく更にＳ／Ｎ比の劣化が少ない画質に優れる色分解光学系及び撮像装置を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様の色分解光学系は、入射光を青色光、赤色光、及び緑色光の少なくとも３つの色光成分に分解する色分解光学系であって、光入射側から順に、第１のダイクロイック膜を有し、第１のダイクロイック膜によって反射された第１の色光成分を取り出す第１のプリズムと、第２のダイクロイック膜を有し、第１のダイクロイック膜を透過し第２のダイクロイック膜によって反射された第２の色光成分を取り出す第２のプリズムと、第１及び第２のダイクロイック膜を透過した第３の色光成分を取り出す第３のプリズムと、を備え、赤色光は、第２の色光成分として第２のプリズムから取り出され、又は第３の色光成分として第３のプリズムから取り出されるものであり、第１及び第２のプリズムのうち赤色光を取り出すプリズムよりも光入射側に配置された少なくとも一つのプリズムのダイクロイック膜は、赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するマルチバンドダイクロイック膜とされており、マルチバンドダイクロイック膜を有するプリズムから出射される光から、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットするトリミングフィルタを更に備える。

また、本発明の一態様の撮像装置は、上記色分解光学系と、この色分解光学系によって分解された各色光成分を色光成分毎に受光する複数の撮像素子と、を備える。

[0011] 従来例としての吸収型の視感度補正フィルタを用いた色分解光学系を備える撮像装置及び本発明の一態様の撮像装置の総合分光感度特性を比較する。図１１は従来例の撮像装置の構成の一例を示し、図１２は従来例の撮像装置の分光感度特性、及び視感度補正フィルタＣＦ、第１のダイクロイック膜ｄ１、第２のダイクロイック膜ｄ２の単体の分光透過率特性の一例を示し、図１３は本発明の一態様の撮像装置の分光感度特性、及び第１のダイクロイック膜Ｄ１、第２のダイクロイック膜Ｄ２の単体の分光透過率特性の一例を示す。なお、従来例の撮像装置及び本発明の一態様の撮像装置は、いずれも第１のダイクロイック膜を有する第１のプリズムで青色光ＬＢを取り出し、第

２のダイクロイック膜を有する第２のプリズムで赤色光ＬＲを取り出し、第３のプリズムで緑色光ＬＧを取り出す構成であり、更に紫外線カットフィルタによって入射光から紫外線がカットされているものとし、従来例の撮像装置及び本発明の一態様の撮像装置の総合分光感度特性は、従来例では視感度補正フィルタを含み、白色光源、撮影レンズ、紫外線カットフィルタ、色分解光学系、及び撮像素子それぞれの分光透過率ないし分光感度値の積を計算したものである。

[0012] 図１１及び図１２に示す従来例の撮像装置では、総合分光感度特性のＲ成分のピーク波長より長波長側のカーブは視感度補正フィルタＣＦのカーブによって人間の眼の分光感度特性に近似されている。しかし、同時に視感度補正フィルタＣＦの影響でＲ成分の感度がＧ成分の感度と比較して落ち込んでいるのがわかる。この分光感度特性をもつ撮像装置ではＲ成分の感度が低くなるためゲインをかけて増幅する必要がある。この場合、増幅によってノイズも増幅され撮像装置のＳ／Ｎ比が悪化する問題点があった。

[0013] 次に、図１３に示す本発明の一態様の撮像装置では、第１のダイクロイック膜Ｄ１の分光透過率特性が青色光に加えて赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するマルチバンド特性になっているので、総合分光感度特性のＲ成分のピーク波長より長波長側の特性は第１のダイクロイック膜Ｄ１のカーブによって人間の眼の分光感度特性に近似されている。なおかつＲ成分の感度は第１のダイクロイック膜Ｄ１の分光透過率特性によってＧ成分同等の高い感度を維持している。よってこの分光感度特性をもつ撮像装置であれば、Ｒ成分のゲインを特段に上げる必要性はなく、Ｓ／Ｎ比が悪化する問題点はない。

[0014] ゆえに本発明では従来例同等の色再現性を維持しつつ、撮像装置のＳ／Ｎ比劣化のない良質な画像を提供することができる。

## 発明の効果

[0015] 本発明によれば、色再現性に優れ、かつ迷光成分の影響が少なく更にＳ／Ｎ比の劣化が少ない画質に優れる色分解光学系及び撮像装置を提供すること

ができる。

## 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態を説明するための、色分解光学系及び撮像装置の一例の構成を示す図である。

[図2]図１の色分解光学系の第１のダイクロイック膜、第２のダイクロイック膜、及びトリミングフィルタの各々の分光透過率特性の一例を示す図である。

[図3]図１の色分解光学系の分光透過率特性の一例を示す図である。

[図4]図１の色分解光学系の変形例の構成を示す図である。

[図5]本発明の実施形態を説明するための、色分解光学系及び撮像装置の他の例の構成を示す図である。

[図6]図５の色分解光学系の第１のダイクロイック膜、第２のダイクロイック膜、及びトリミングフィルタの各々の分光透過率特性、及び図５の色分解光学系の分光透過率特性の一例を示す図である。

[図7]本発明の実施形態を説明するための、色分解光学系及び撮像装置の他の例の構成を示す図である。

[図8]図７の色分解光学系の第１のダイクロイック膜、第２のダイクロイック膜、及びトリミングフィルタの各々の分光透過率特性、及び図７の色分解光学系の分光透過率特性の一例を示す図である。

[図9]従来例の色分解光学系を備える撮像装置の総合分光感度特性、及びＢ，Ｇ，Ｒそれぞれのピーク値で規格化した場合の分光感度特性の一例を示す図である。

[図10]図１の撮像装置の総合分光感度特性、及びＢ，Ｇ，Ｒそれぞれのピーク値で規格化した場合の分光感度特性の一例を示す図である。

[図11]従来例の色分解光学系の構成の一例を示す図である。

[図12]従来例の撮像装置の総合分光感度特性・分光透過率特性の一例を示す図である。

[図13]本発明の一態様の撮像装置の総合分光感度特性・分光透過率特性の一

例を示す図である。

[図14]白色光源、撮影レンズ、紫外線カットフィルタ及び撮像素子の各光学要素の分光透過率特性ないし分光感度特性の一例を示す図である。

[図15]赤外線カットフィルタの分光透過率特性の一例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0017] 図１は、本発明の実施形態を説明するための、色分解光学系及び撮像装置の一例の構成を示す。

[0018] 図１に示す撮像装置１は、撮影レンズ２を介して入射する入射光を青色光ＬＢ、緑色光ＬＧ、及び赤色光ＬＲの３つの色光成分に分解する色分解光学系３と、色分解光学系３によって分解された青色光ＬＢ、緑色光ＬＧ、及び赤色光ＬＲを色光成分毎に受光するＣＣＤ等の撮像素子４Ｂ，４Ｇ，４Ｒとを備えている。

[0019] 色分解光学系３は、いわゆるフィリップス型色分解光学系と呼ばれるものであり、光入射側から順に、第１のプリズム１０と、第２のプリズム２０と、第３のプリズム３０とを備えており、第１のプリズム１０で青色光ＬＢ、第２のプリズム２０で赤色光ＬＲ、第３のプリズム３０で緑色光ＬＧを取り出すように構成されている。

[0020] 第１のプリズム１０は、光入射面１１、反射・透過面１２、及び光出射面１３を有している。

[0021] 反射・透過面１２には第１のダイクロイック膜Ｄ１が形成されている。第１のプリズム１０で青色光ＬＢを取り出す構成の色分解光学系３では、第１のダイクロイック膜Ｄ１は、青色光を反射し、緑色光及び赤色光を透過するように構成され、更に本例では、赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するマルチバンドのダイクロイック膜とされている。

[0022] 光出射面１３にはトリミングフィルタＴＦが設けられている。トリミングフィルタＴＦは吸収型のフィルタであり、第１のダイクロイック膜Ｄ１によって反射される成分のうち、赤色域の長波長側から赤外域の光を吸収してカットし、青色光を透過させるように構成されている。トリミングフィルタＴ

Ｆを透過した青色光ＬＢが撮像素子４Ｂによって受光される。なお、トリミングフィルタＴＦは、第１のプリズム１０の光出射面１３に設けられていてもよいし、第１のプリズム１０と撮像素子４Ｂとの間に設けられていてもよい。

[0023] 第２のプリズム２０は、光入射面２１、反射・透過面２２、及び光出射面２３を有しており、第１のプリズム１０の反射・透過面１２との間に空気間隔をあけて光入射面２１が第１のプリズム１０の反射・透過面１２に対向するように配置されている。

[0024] 光入射面２１には、第１のプリズム１０の第１のダイクロイック膜Ｄ１を透過した緑色光及び赤色光が入射する。

[0025] 反射・透過面２２には第２のダイクロイック膜Ｄ２が形成されている。第２のプリズム２０で赤色光ＬＲを取り出す構成の色分解光学系３では、第２のダイクロイック膜Ｄ２は、第１のプリズム１０の第１のダイクロイック膜Ｄ１を透過した緑色光及び赤色光のうち、赤色光を反射し、緑色光を透過するように構成されている。第２のダイクロイック膜Ｄ２で反射された赤色光ＬＲが撮像素子４Ｒによって受光される。

[0026] 第３のプリズム３０は、光入射面３１、及び光出射面３２を有しており、光入射面３１が第２のプリズム２０の反射・透過面２２に接合されて配置されている。第２のプリズム２０の第２のダイクロイック膜Ｄ２を透過した緑色光ＬＧが第３のプリズム３０を介して撮像素子４Ｇによって受光される。

[0027] 図２は、色分解光学系３の第１のダイクロイック膜Ｄ１、第２のダイクロイック膜Ｄ２、及びトリミングフィルタＴＦの分光透過率特性の一例を示し、図３は、色分解光学系３の分光透過率特性の一例を示す。

[0028] 第１のダイクロイック膜Ｄ１は、青色光及び赤色域の長波長側から赤外域の光を反射する構成とされており、短波長側では約４５０ｎｍよりも短い波長の透過率が０％となり、長波長側では略７００ｎｍよりも長い波長の透過率が約０％となる。この場合の、短波長側の透過率が実質的に画像形成への影響が無視できる透過率が１０％以下となる波長の境界を短波長側のカット

オフ透過波長、同様に長波長側の透過率が１０％以下となる波長の境界を長波長側のカットオフ透過波長とそれぞれ定義する。なお、吸収フィルタのように長波長側若しくは短波長側にのみカットオフ透過波長を持つ場合もある。また、青色光とは、短波長側のカットオフ透過波長が４００ｎｍ（±３０ｎｍ）であり長波長側のカットオフ透過波長が５００ｎｍ（±３０ｎｍ）の範囲で、概ね４４０ｎｍ付近に透過率のピークを持ち、緑色光とは、短波長側のカットオフ透過波長が４７０ｎｍ（±３０ｎｍ）であり長波長側のカットオフ透過波長が６１０ｎｍ（±３０ｎｍ）の範囲で、概ね５５０ｎｍ付近に透過率のピークを持ち、赤色光とは短波長側のカットオフ透過波長が５５０ｎｍ（±３０ｎｍ）であり長波長側のカットオフ透過波長が７００ｎｍ（±３０ｎｍ）の範囲で、概ね６００ｎｍ付近に透過率のピークを持つものとし、赤外域とは、波長７００ｎｍ（±３０ｎｍ）から撮像素子の感度がなくなる約１０００ｎｍの範囲とする。

[0029] 第１のダイクロイック膜Ｄ１によって反射された成分のうち、赤色域の長波長側から赤外域の光はトリミングフィルタＴＦによってカットされる。そのため、撮像素子４Ｂが受光する成分は青色光ＬＢとなる。第２のダイクロイック膜Ｄ２は、単独では赤外光も反射する構成となっているが、第１のダイクロイック膜Ｄ１によって赤外光はカットされているので、第２のプリズム２０の光出射面２３に到達することはない。そのため、撮像素子４Ｒが受光する成分は赤色光ＬＲとなる。それにより、赤外光を感知できない人間の眼の分光感度特性に近似した特性を得ることができる。第１のダイクロイック膜Ｄ１は、赤外光をカットするために６００ｎｍの透過率から徐々に下げて、７００ｎｍでカットオフ透過波長となることが好ましい。また、撮像素子４Ｂが受光する青色光ＬＢと、トリミングフィルタＴＦによってカットする赤色域の長波長側から赤外域の光とでは波長が比較的離れているので、赤色域の長波長側から赤外域の光をトリミングフィルタＴＦによってカットすることも容易である。一般的に色分解光学系で使用されるトリミングフィルタは、撮像素子で受ける波長帯域以外の光をカットするフィルタであったが

、色分解光学系３では、青色光ＬＢを受光する撮像素子４Ｂ側に向かう光のうち、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットするもので良いので、撮像素子４Ｂに向かう青色光ＬＢを透過して、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットできるフィルタであればどのようなフィルタも利用可能であり、特性の選択の自由度が高い。

[0030] 撮像素子４Ｒによって受光される赤色光ＬＲに関して、色分解光学系３の分光透過率特性のピーク波長は略６００ｎｍとなっている。従来の吸収型の視感度補正フィルタは、典型的には分光透過率特性のピーク波長が５００ｎｍ付近にあって、略７００ｎｍの長波長側のカットオフ透過波長にむけて分光透過率が緩やかに低下する特性であるが、第１のダイクロイック膜Ｄ１は、分光透過率特性のピーク波長が６００ｎｍ付近にあって、波長６００ｎｍでの透過率は略８０％となっており、第１のダイクロイック膜Ｄ１は、赤色域の長波長側から赤外域において、吸収型の視感度補正フィルタと比較して急峻なスロープの分光透過率特性となっている。それにより、赤色光ＬＲの減衰を抑制することができ、赤色光の減衰を補償するためのゲイン調整による撮像装置の出力の大幅な増幅を不要とし、ノイズの増加を抑制して画質を向上させることができる。

[0031] トリミングフィルタＴＦは反射型及び、吸収型の両方タイプが利用可能である。トリミングフィルタＴＦが反射型の場合、トリミングフィルタは、青色光ＬＢの波長帯域だけが透過する特性とする事で、撮像素子側に不要な赤色光の長波長側から赤外域の光線が透過しないため、撮像素子と反射型トリミングフィルタの間で多重反射による影響を回避できる。トリミングフィルタＴＦが吸収型フィルタの場合、フィルタの特性は、青色光ＬＢの波長帯域だけが透過し、撮像に不要な赤色光の長波長側から赤外域の光線を吸収できる分光特性を持てばよいので従来の視感度補正フィルタと比較してフィルタの材質や厚みの選択肢の自由度が大幅に広がる。

[0032] 第１のダイクロイック膜Ｄ１の赤色域の長波長側から赤外域にかけての分光透過率特性は、波長６００ｎｍでの透過率をＡ（％）、波長６５０ｎｍで

の透過率をＢ（％）、波長７００ｎｍでの透過率をＣ（％）として、２＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜１０（但し、６５＜Ａ≦１００、０≦Ｃ＜１０）を満たすことが好ましく、２．５＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜８を満たすことが更に好ましく、３＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜６を満たすことが特に好ましい。（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）の上限を維持して分光透過率特性の傾きを与えることで、赤色光ＬＲを受光する撮像素子４Ｒに到達する光線の分光透過率特性が人間の眼の分光感度特性に近づくため、赤色被写体の色再現性を確保できる。また、（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）の下限を維持する事で、分光透過率特性の傾きが緩くなり過ぎる、すなわち、ダイクロイック膜での赤色光の反射による光量低下を防止し、結果として撮像素子４Ｒのアンプのゲイン補正によりノイズの増加を防止できる。Ａの下限値を上回ることで結像に寄与する赤色光の利用効率が高くなり、Ｒ成分の感度アップに寄与する。より好ましくは７０％以上、更に好ましくは７５％以上が望ましい。

[0033] 上式は、従来の一般的な吸収型の視感度補正フィルタでの赤色の色再現性を維持しかつ光量を増加させる観点から、波長６００ｎｍ及び６５０ｎｍでの透過率の比率、及び波長７００ｎｍでの透過率を規定したものである。従来の吸収型の視感度補正フィルタの波長６００ｎｍでの透過率をａ（％）、波長６５０ｎｍでの透過率をｂ（％）、波長７００ｎｍでの透過率をｃ（％）とし、光量増加の比例係数をαとして、Ａ＝α×ａ、Ｂ＝α×ｂ、Ｃ＝α×ｃの関係が成立する場合、つまりＡ：Ｂ：Ｃ＝ａ：ｂ：ｃとなる場合、従来の吸収型の視感度補正フィルタと第１のダイクロイック膜Ｄ１とで赤色の色再現性が等価となる。ただし、長波長側のカットオフ透過波長近傍の波長７００ｎｍでの透過光量は微小量であるため、波長７００ｎｍでの透過率については１％から１０％程度のばらつきが十分許容される。そこで、波長６００ｎｍ及び６５０ｎｍでの透過率の比率を上式に示されるとおりに規定するものとして、波長６００ｎｍ及び６５０ｎｍでの透過率の比率を上記範囲とし、併せて波長７００ｎｍでの透過率が過度に高くならないように制限することによって、従来の一般的な吸収型の視感度補正フィルタでの赤色の色再現

性を維持しかつ光量の増加を図ることができる。

[0034] 以上の分光透過率特性を有する第１のダイクロイック膜Ｄ１は、例えば表１に示す膜構成により形成することができる。

[0035] [表1]

| | 材質 | 屈折率 | 層厚(nm) |
|---|---|---|---|
| 第1層(入射側) | $TiO_2$ | 2.35 | 28 |
| 第2層 | $SiO_2$ | 1.47 | 75 |
| 第3層 | $TiO_2$ | 2.35 | 40 |
| 第4層 | $SiO_2$ | 1.47 | 70 |
| 第5層 | $TiO_2$ | 2.35 | 48 |
| 第6層 | $SiO_2$ | 1.47 | 81 |
| 第7層 | $TiO_2$ | 2.35 | 46 |
| 第8層 | $SiO_2$ | 1.47 | 69 |
| 第9層 | $TiO_2$ | 2.35 | 44 |
| 第10層 | $SiO_2$ | 1.47 | 81 |
| 第11層 | $TiO_2$ | 2.35 | 52 |
| 第12層 | $SiO_2$ | 1.47 | 81 |
| 第13層 | $TiO_2$ | 2.35 | 42 |
| 第14層 | $SiO_2$ | 1.47 | 46 |
| 第15層 | $TiO_2$ | 2.35 | 72 |
| 第16層 | $SiO_2$ | 1.47 | 183 |
| 第17層 | $TiO_2$ | 2.35 | 99 |
| 第18層 | $SiO_2$ | 1.47 | 150 |
| 第19層 | $TiO_2$ | 2.35 | 76 |
| 第20層 | $SiO_2$ | 1.47 | 124 |
| 第21層 | $TiO_2$ | 2.35 | 89 |
| 第22層 | $SiO_2$ | 1.47 | 142 |
| 第23層 | $TiO_2$ | 2.35 | 79 |
| 第24層 | $SiO_2$ | 1.47 | 131 |
| 第25層 | $TiO_2$ | 2.35 | 89 |
| 第26層 | $SiO_2$ | 1.47 | 131 |
| 第27層 | $TiO_2$ | 2.35 | 82 |
| 第28層 | $SiO_2$ | 1.47 | 160 |
| 第29層 | $TiO_2$ | 2.35 | 83 |
| 第30層 | $SiO_2$ | 1.47 | 163 |
| 第31層 | $TiO_2$ | 2.35 | 86 |
| 第32層(出射側) | $SiO_2$ | 1.47 | 288 |

[0036] 図４は、上述した色分解光学系３の変形例の構成を示す。

[0037] 図４に示す例は、第１のプリズム１０の光入射側に赤外線カットフィルタＩＲを配置したものである。赤外線カットフィルタＩＲを併用することによ

り、赤外光を十分にカットして、より人間の眼の分光感度特性に近似した特性を得ることができ、また、赤色域の長波長側の光の反射に重きを置いて第１のダイクロイック膜Ｄ１を構成することが可能となり、赤色の色再現性を高めることができる。なお、赤外線カットフィルタＩＲは、第１のプリズム１０と撮影レンズ２との間に設けられていてもよいし、第１のプリズム１０の光入射面に設けられていてもよい。

[0038] 赤外線カットフィルタＩＲとしては、図１５に示すように、長波長側のカットオフ透過波長が第１のダイクロイック膜Ｄ１の長波長側のカットオフ透過波長よりも長波長側にある吸収型又は反射型のフィルタを好適に用いることができ、それによれば、色再現性に影響を与えることなく、迷光の発生を防止し、また赤色光ＬＲの減衰を防止することができる。

[0039] 図５は、本発明の実施形態を説明するための、色分解光学系及び撮像装置の他の例の構成を示す図である。

[0040] 図５に示す色分解光学系１０３は、光入射側から順に、第１のプリズム１０と、第２のプリズム２０と、第３のプリズム３０とを備えており、第１のプリズム１０で青色光ＬＢ、第２のプリズム２０で緑色光ＬＧ、第３のプリズム３０で赤色光ＬＲを取り出すように構成されている。

[0041] 第１のプリズム１０の反射・透過面１２には第１のダイクロイック膜Ｄ１が形成されており、第１のダイクロイック膜Ｄ１は、青色光及び赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するように構成されている。また、第１のプリズム１０の光出射面１３には、第１のダイクロイック膜Ｄ１によって反射される成分のうち青色光ＬＢを透過させ、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットするように構成された吸収型のトリミングフィルタＴＦが設けられている。トリミングフィルタＴＦを透過した青色光ＬＢが撮像素子４Ｂによって受光される。

[0042] 第２のプリズム２０の反射・透過面２２には第２のダイクロイック膜Ｄ２が形成されている。第２のプリズム２０で緑色光ＬＧを取り出す構成の色分解光学系１０３では、第２のダイクロイック膜Ｄ２は、第１のプリズム１０

の第１のダイクロイック膜Ｄ１を透過した緑色光及び赤色光のうち、緑色光を反射し、赤色光を透過するように構成されている。第２のダイクロイック膜Ｄ２で反射された緑色光ＬＧが撮像素子４Ｇによって受光される。

[0043] そして、第２のプリズム２０の第２のダイクロイック膜Ｄ２を透過した赤色光ＬＲが第３のプリズム３０を介して撮像素子４Ｒによって受光される。

[0044] 色分解光学系１０３の第１のダイクロイック膜Ｄ１、第２のダイクロイック膜Ｄ２、及びトリミングフィルタＴＦの各々の分光透過率特性、及び色分解光学系１０３の分光透過率特性の一例を図６に示す。

[0045] 図７は、本発明の実施形態を説明するための、色分解光学系及び撮像装置の他の例の構成を示す図である。

[0046] 図７に示す色分解光学系２０３は、光入射側から順に、第１のプリズム１０と、第２のプリズム２０と、第３のプリズム３０とを備えており、第１のプリズム１０で緑色光ＬＧ、第２のプリズム２０で青色光ＬＢ、第３のプリズム３０で赤色光ＬＲを取り出すように構成されている。

[0047] 第１のプリズム１０の反射・透過面１２には第１のダイクロイック膜Ｄ１が形成されており、第１のダイクロイック膜Ｄ１は緑色光を反射するように構成されている。第１のダイクロイック膜Ｄ１で反射された緑色光ＬＧが撮像素子４Ｇによって受光される。

[0048] 第２のプリズム２０の反射・透過面２２には第２のダイクロイック膜Ｄ２が形成されており、第２のダイクロイック膜Ｄ２は、青色光及び赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するように構成されている。また、第２のプリズム２０の光出射面２３には、第２のダイクロイック膜Ｄ２によって反射される成分のうち青色光ＬＢを透過させ、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットするように構成された吸収型のトリミングフィルタＴＦが設けられている。トリミングフィルタＴＦを透過した青色光ＬＢが撮像素子４Ｂによって受光される。

[0049] そして、第２のプリズム２０の第２のダイクロイック膜Ｄ２を透過した赤色光ＬＲが第３のプリズム３０を介して撮像素子４Ｒによって受光される。

[0050] 色分解光学系２０３の第１のダイクロイック膜Ｄ１、第２のダイクロイック膜Ｄ２、及びトリミングフィルタＴＦの各々の分光透過率特性、及び色分解光学系２０３の分光透過率特性の一例を図８に示す。

[0051] 以上の色分解光学系１０３，２０３によっても、上述した色分解光学系３と同様に、色再現性及び画質を高めることができる。なお、色分解光学系１０３，２０３においても、上述した色分解光学系３と同様に、第１のプリズム１０の光入射側に赤外線カットフィルタＩＲを設けることができる。

[0052] 以下、従来例としての吸収型の視感度補正フィルタを使用した色分解光学系を備える撮像装置及び本発明の一態様の撮像装置の総合分光感度特性を比較する。図９は、従来例の撮像装置の総合分光感度特性、及びＢ，Ｇ，Ｒそれぞれのピーク値で規格化した場合の規格化分光感度特性を示し、図１０は、上述した撮像装置１の総合分光感度特性、及びＢ，Ｇ，Ｒそれぞれのピーク値で規格化した場合の規格化分光感度特性を示す。なお、総合分光感度特性は、従来例では視感度補正フィルタを含み、白色光源、撮影レンズ、紫外線カットフィルタ、色分解光学系、及び撮像素子それぞれの分光透過率ないし分光感度値の積を計算したものであり、白色光源、撮影レンズ、紫外線カットフィルタ及び撮像素子の各光学要素の分光透過率特性ないし分光感度特性を図１４に示す。

[0053] 規格化した規格化分光感度特性では、図９に示した従来例と図１０に示した撮像装置１とでほぼ同じ特性となり、色再現性に関して同等の性能を発揮できることがわかる。しかし、総合分光感度特性では、従来例のＲ成分のピークがＧ成分のピークに対して大きく落ち込んでいるのに対し、撮像装置１でのＲ成分のピークはＧ成分のピークとほぼ同じ感度を示す。４００ｎｍから７５０ｎｍにおけるＢ、Ｇ、Ｒの積分値は、従来例でＢ：Ｇ：Ｒ＝０．９２：１．００：０．４５、撮像装置１でＢ：Ｇ：Ｒ＝０．９３：１．００：０．８６となっている。

[0054] カラー撮像カメラにおいては撮影時に必ず白色の被写体を撮影しこれが白色に再現するようＢ：Ｇ：Ｒ＝１：１：１に一致させるホワイトバランス調

整の作業が行われるが、このとき、従来例ではＲ成分の出力をＧ成分と一致させるためにＲ成分に２倍以上のゲインをかける必要があった。これによってＲ成分のノイズ成分も増幅されてカメラのＳ／Ｎ比が悪化する不都合が発生していた。しかし、撮像装置１によれば、Ｒ成分のゲインは１．２倍以下なので、ノイズの増幅を大幅に削減し、Ｓ／Ｎ比の悪化を抑制することができる。

[0055] よって、撮像装置１は良好な色再現とＳ／Ｎ比の悪化のない良好な画像を両立することができる。

[0056] 以上説明したとおり、本明細書には下記の事項が開示されている。

[0057] （１） 入射光を青色光、赤色光、及び緑色光の少なくとも３つの色光成分に分解する色分解光学系であって、光入射側から順に、第１のダイクロイック膜を有し、上記第１のダイクロイック膜によって反射された第１の色光成分を取り出す第１のプリズムと、第２のダイクロイック膜を有し、上記第１のダイクロイック膜を透過し上記第２のダイクロイック膜によって反射された第２の色光成分を取り出す第２のプリズムと、上記第１及び第２のダイクロイック膜を透過した第３の色光成分を取り出す第３のプリズムと、を備え、赤色光は、上記第２の色光成分として上記第２のプリズムから取り出され、又は上記第３の色光成分として上記第３のプリズムから取り出されるものであり、上記第１及び第２のプリズムのうち、赤色光を取り出すプリズムよりも光入射側に配置された少なくとも一つのプリズムのダイクロイック膜は、赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するマルチバンドダイクロイック膜とされており、上記マルチバンドダイクロイック膜を有する上記プリズムから出射される光から、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットするトリミングフィルタを更に備える色分解光学系。

（２） （１）記載の色分解光学系であって、上記トリミングフィルタは、上記マルチバンドダイクロイック膜を有する上記プリズムの光出射面、又はこのプリズムとこのプリズムから出射される光を受光する撮像素子との間に設けられている色分解光学系。

（３）　（２）記載の色分解光学系であって、上記トリミングフィルタは吸収型のフィルタである色分解光学系。

（４）　（１）から（３）のいずれか一つに記載の色分解光学系であって、上記マルチバンドダイクロイック膜の分光透過率特性は、赤色域の長波長側から赤外域にかけて単調に減少している色分解光学系。

（５）　（１）から（４）のいずれか一つに記載の色分解光学系であって、上記マルチバンドダイクロイック膜の長波長側の分光透過率特性は、波長６００ｎｍでの透過率をＡ（％）、波長６５０ｎｍでの透過率をＢ（％）、波長７００ｎｍでの透過率をＣ（％）として、次式によって表される分光透過率特性を有する色分解光学系。

２＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜１０、かつ６５＜Ａ≦１００、かつ０≦Ｃ＜１０

（６）　（５）記載の色分解光学系であって、上記マルチバンドダイクロイック膜の長波長側の分光透過率特性は、次式によって表される分光透過率特性を有する色分解光学系。

２．５＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜８

（７）　（６）記載の色分解光学系であって、上記マルチバンドダイクロイック膜の長波長側の分光透過率特性は、次式によって表される分光透過率特性を有する色分解光学系。

３＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜６

（８）　（１）から（７）のいずれか一つに記載の色分解光学系であって、上記第１のプリズムの光入射面、又はこの第１のプリズムとこの第１のプリズムに光を入射させる撮影レンズとの間に、赤外線カットフィルタが設けられている色分解光学系。

（９）　（８）記載の色分解光学系であって、上記赤外線カットフィルタの長波長側のカットオフ透過波長は、上記マルチバンドダイクロイック膜の赤外域における長波長側のカットオフ透過波長よりも長波長側にある色分解光学系。

（１０）　（８）又は（９）記載の色分解光学系であって、上記赤外線カットフィルタは吸収型又は反射型のフィルタである色分解光学系。

（１１）　（１）から（１０）のいずれか一つに記載の色分解光学系であって、上記マルチバンドダイクロイック膜は、青色光及び赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するものである色分解光学系。

（１２）　（１）から（１１）のいずれか一つに記載の色分解光学系と、上記色分解光学系によって分解された各色光成分を色光成分毎に受光する複数の撮像素子と、を備える撮像装置。

## 産業上の利用可能性

[0058]　本発明によれば、色再現性に優れ、かつ迷光成分の影響が少なく更にＳ／Ｎ比の劣化が少ない画質に優れる色分解光学系及び撮像装置を提供することができる。

[0059]　以上、本発明の実施形態を説明したがこれはあくまで一例示であり、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲において種々変更を加えた態様で実施可能である。本出願は、２０１３年８月２９日出願の日本特許出願（特願２０１３－１７８７１７）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

## 符号の説明

[0060]　１　撮像装置

２　撮影レンズ

３　色分解光学系

４Ｂ，４Ｒ，４Ｇ　撮像素子

１０　第１のプリズム

２０　第２のプリズム

３０　第３のプリズム

Ｄ１　第１のダイクロイック膜（マルチバンドダイクロイック膜）

Ｄ２　第２のダイクロイック膜

ＴＦ　トリミングフィルタ

ＩＲ　赤外線カットフィルタ

ＬＢ　青色光

ＬＧ　緑色光

ＬＲ　赤色光

# 請求の範囲

[請求項1] 入射光を青色光、赤色光、及び緑色光の少なくとも３つの色光成分に分解する色分解光学系であって、

光入射側から順に、

第１のダイクロイック膜を有し、前記第１のダイクロイック膜によって反射された第１の色光成分を取り出す第１のプリズムと、

第２のダイクロイック膜を有し、前記第１のダイクロイック膜を透過し前記第２のダイクロイック膜によって反射された第２の色光成分を取り出す第２のプリズムと、

前記第１及び第２のダイクロイック膜を透過した第３の色光成分を取り出す第３のプリズムと、

を備え、

赤色光は、前記第２の色光成分として前記第２のプリズムから取り出され、又は前記第３の色光成分として前記第３のプリズムから取り出されるものであり、

前記第１及び第２のプリズムのうち、赤色光を取り出すプリズムよりも光入射側に配置された少なくとも一つのプリズムのダイクロイック膜は、赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するマルチバンドダイクロイック膜とされており、

前記マルチバンドダイクロイック膜を有する前記プリズムから出射される光から、赤色域の長波長側から赤外域の光をカットするトリミングフィルタを更に備える色分解光学系。

[請求項2] 請求項１記載の色分解光学系であって、

前記トリミングフィルタは、前記マルチバンドダイクロイック膜を有する前記プリズムの光出射面、又は該プリズムと該プリズムから出射される光を受光する撮像素子との間に設けられている色分解光学系。

[請求項3] 請求項２記載の色分解光学系であって、

前記トリミングフィルタは吸収型のフィルタである色分解光学系。

[請求項4] 請求項１から３のいずれか一項記載の色分解光学系であって、

前記マルチバンドダイクロイック膜の分光透過率特性は、赤色域の長波長側から赤外域にかけて単調に減少している色分解光学系。

[請求項5] 請求項１から４のいずれか一項記載の色分解光学系であって、

前記マルチバンドダイクロイック膜の長波長側の分光透過率特性は、波長６００ｎｍでの透過率をＡ（％）、波長６５０ｎｍでの透過率をＢ（％）、波長７００ｎｍでの透過率をＣ（％）として、次式によって表される分光透過率特性を有する色分解光学系。

２＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜１０かつ６５＜Ａ≦１００かつ０≦Ｃ＜１０

[請求項6] 請求項５記載の色分解光学系であって、

前記マルチバンドダイクロイック膜の長波長側の分光透過率特性は、次式によって表される分光透過率特性を有する色分解光学系。

２．５＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜８

[請求項7] 請求項６記載の色分解光学系であって、

前記マルチバンドダイクロイック膜の長波長側の分光透過率特性は、次式によって表される分光透過率特性を有する色分解光学系。

３＜（Ａ－Ｃ）／（Ｂ－Ｃ）＜６

[請求項8] 請求項１から７のいずれか一項記載の色分解光学系であって、

前記第１のプリズムの光入射面、又は該第１のプリズムと該第１のプリズムに光を入射させる撮影レンズとの間に、赤外線カットフィルタが設けられている色分解光学系。

[請求項9] 請求項８記載の色分解光学系であって、

前記赤外線カットフィルタの長波長側のカットオフ透過波長は、前記マルチバンドダイクロイック膜の赤外域における長波長側のカットオフ透過波長よりも長波長側にある色分解光学系。

[請求項10] 請求項８又は９記載の色分解光学系であって、

前記赤外線カットフィルタは吸収型又は反射型のフィルタである色分解光学系。

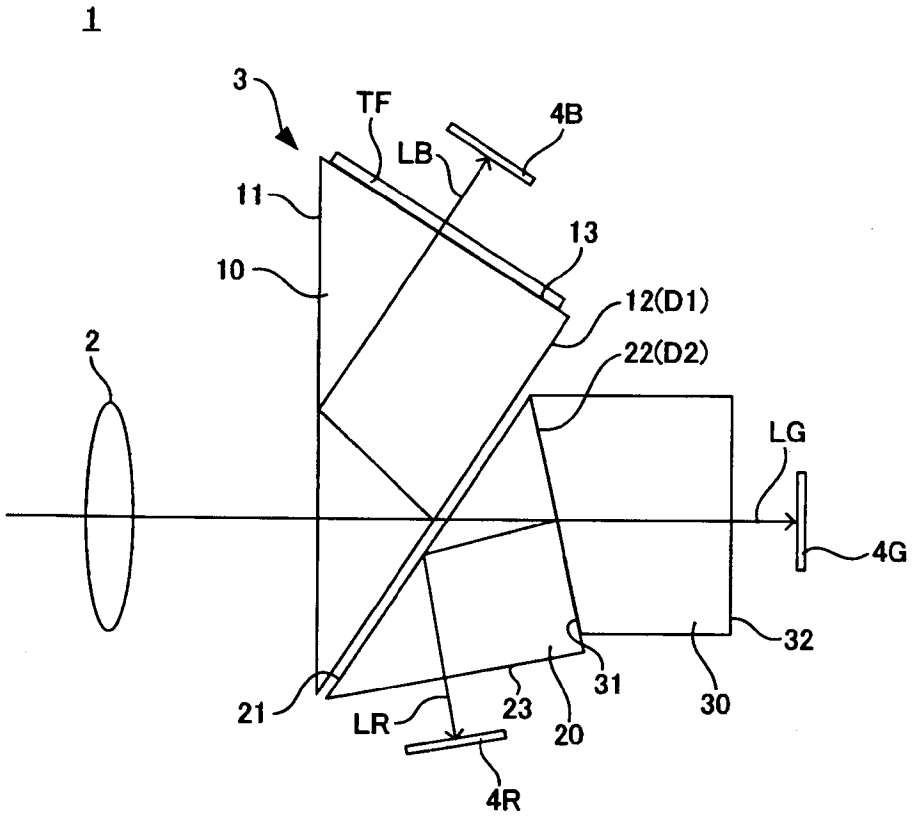
[請求項11] 請求項１から１０のいずれか一項記載の色分解光学系であって、

前記マルチバンドダイクロイック膜は、青色光及び赤色域の長波長側から赤外域の光を反射するものである色分解光学系。

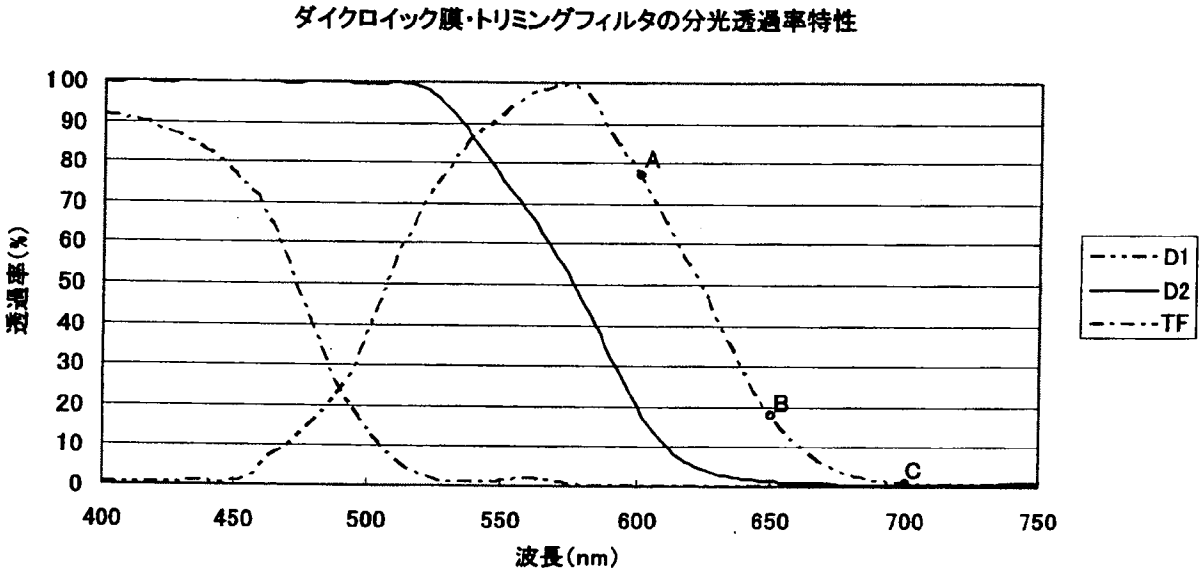
[請求項12] 請求項１から１１のいずれか一項記載の色分解光学系と、

前記色分解光学系によって分解された各色光成分を色光成分毎に受光する複数の撮像素子と、を備える撮像装置。

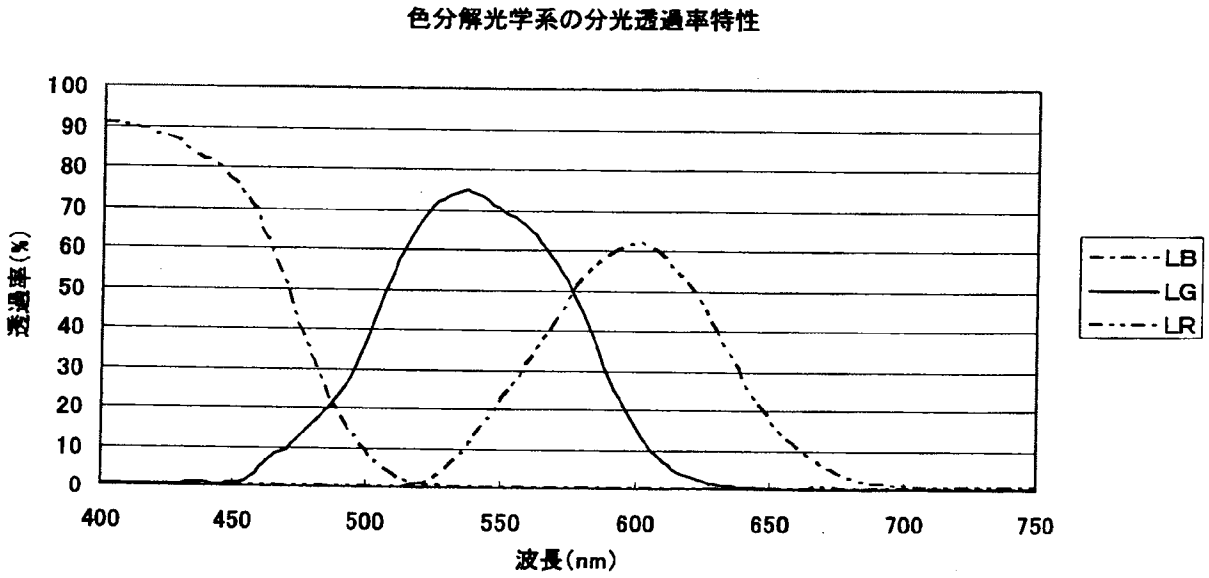
[図1]


1
3
TF
4B
LB
11
13
10
12(D1)
2
22(D2)
LG
4G
32
31
30
21
LR
23
20
4R

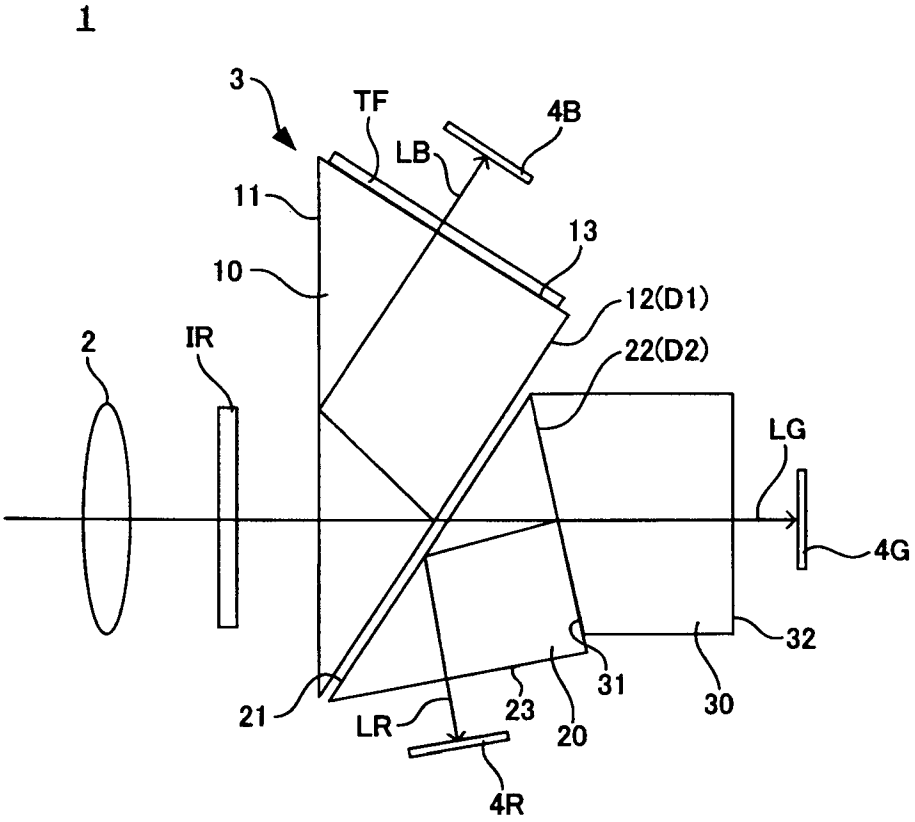
[図2]


ダイクロイック膜・トリミングフィルタの分光透過率特性
透過率(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
450
500
550
600
650
700
750
波長(nm)
A
B
C
D1
D2
TF

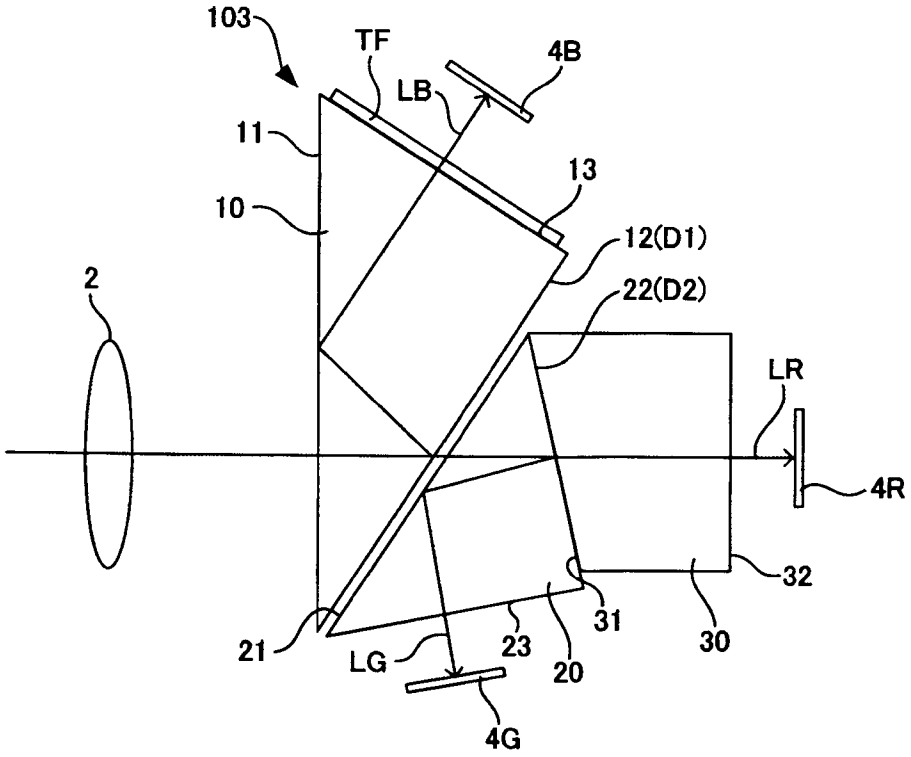
[図3]


色分解光学系の分光透過率特性
透過率(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
450
500
550
600
650
700
750
波長(nm)
LB
LG
LR

[図4]

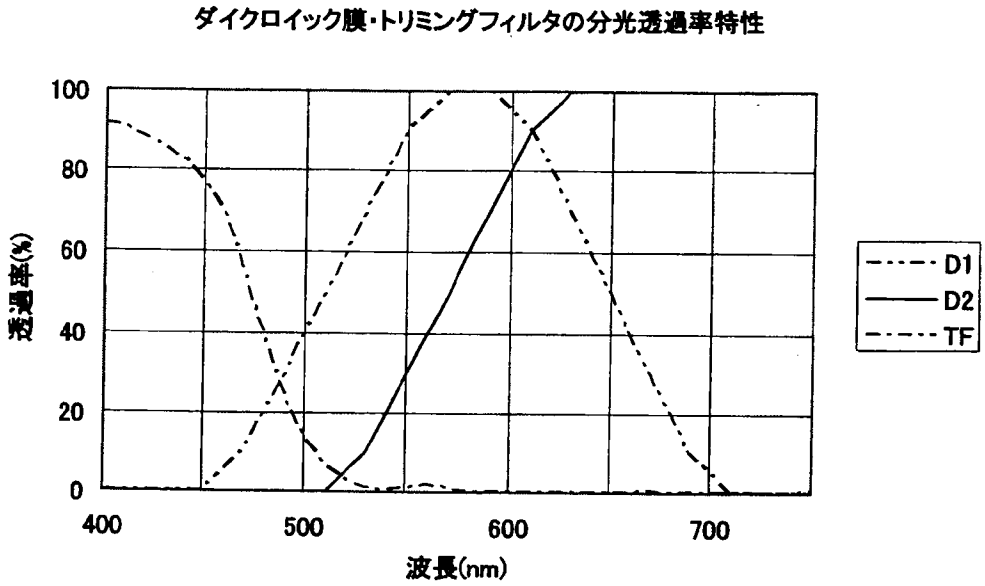

1
3
TF
4B
LB
11
13
10
12(D1)
2
IR
22(D2)
LG
4G
32
31
30
21
LR
23
20
4R

[図5]

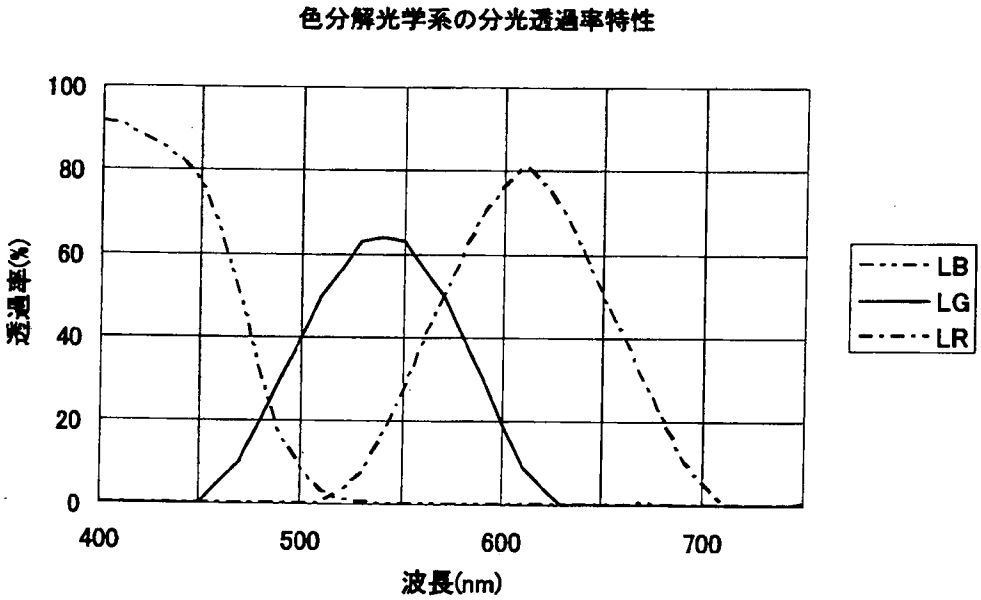


[図6]

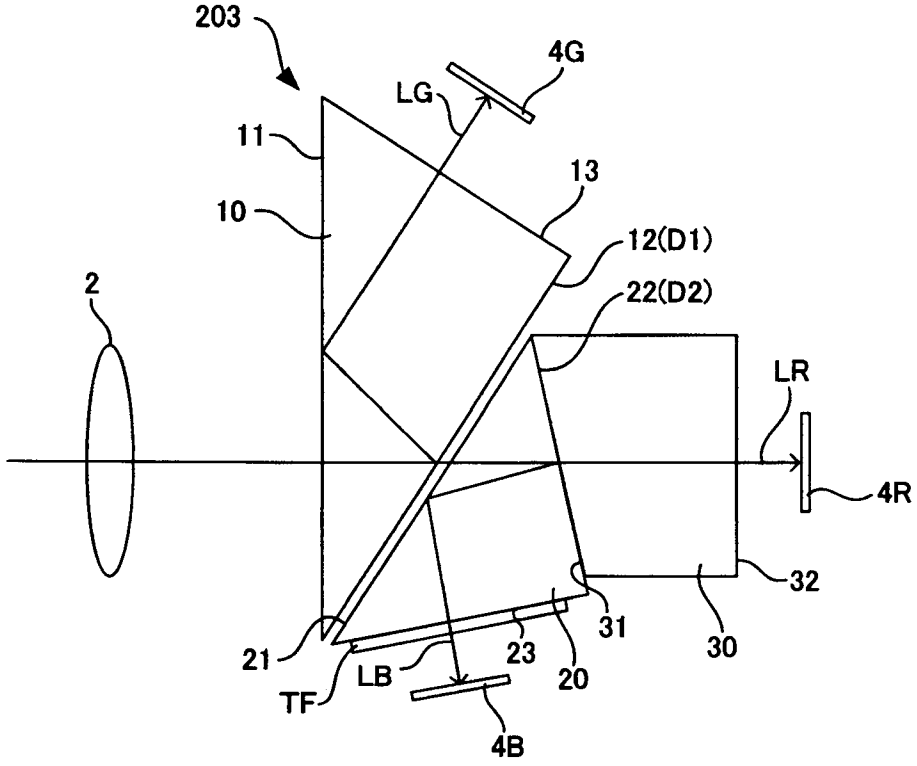
(A)


ダイクロイック膜・トリミングフィルタの分光透過率特性
100
80
60
40
20
0
透過率(%)
400
500
600
700
波長(nm)
D1
D2
TF

(B)

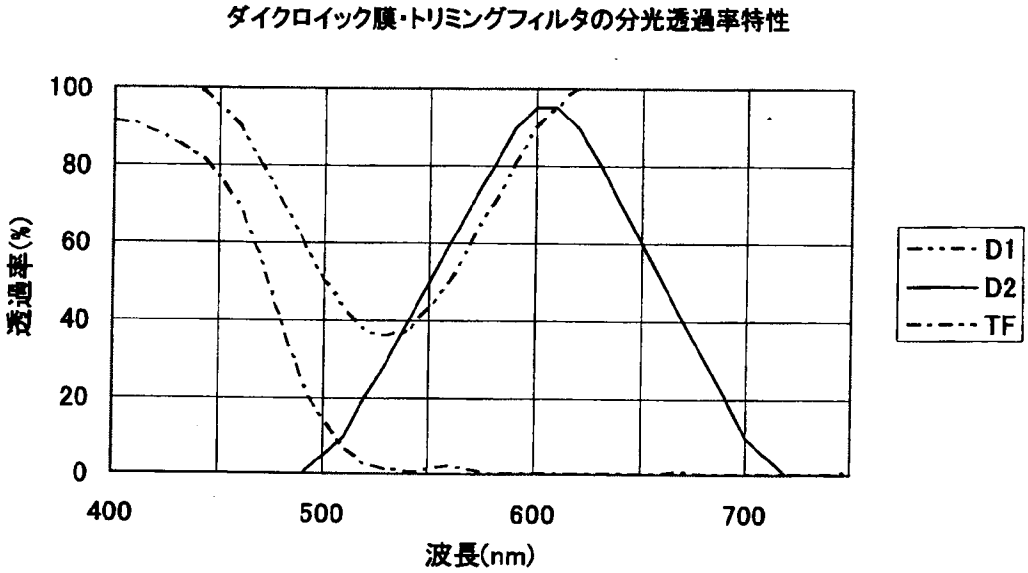

色分解光学系の分光透過率特性
100
80
60
40
20
0
透過率(%)
400
500
600
700
波長(nm)
LB
LG
LR

[図7]

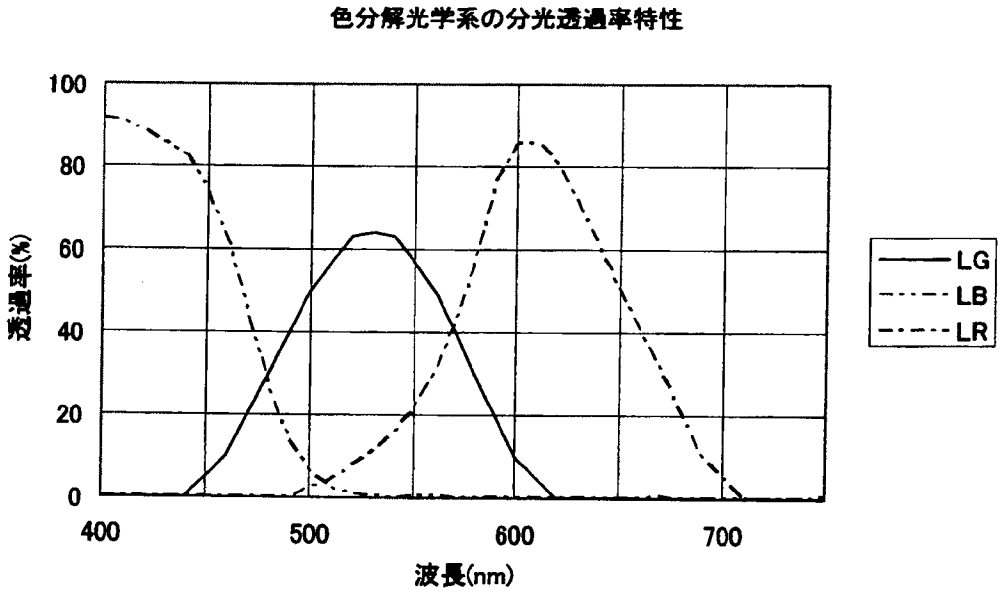


[図8]

(A)

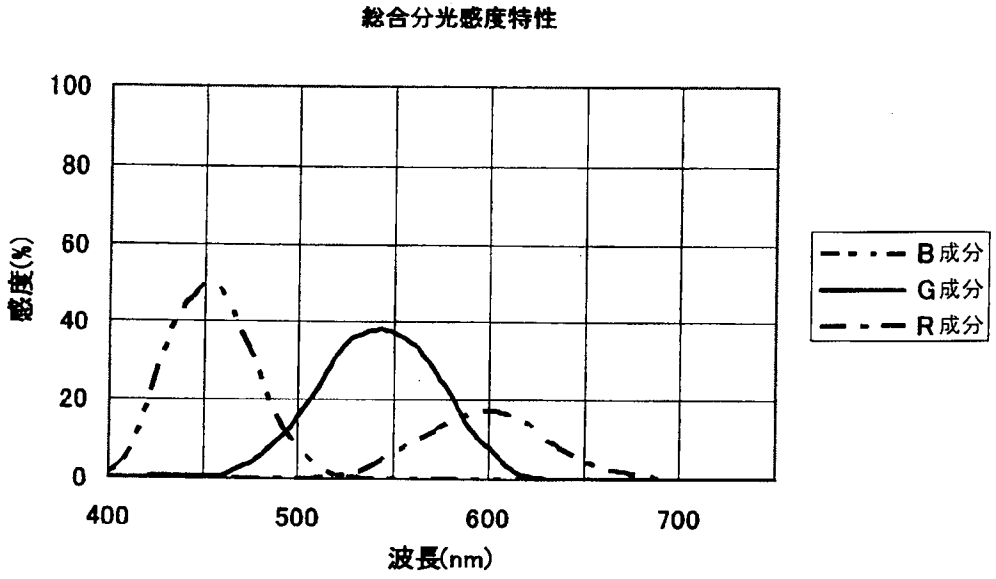

ダイクロイック膜・トリミングフィルタの分光透過率特性
100
80
60
40
20
0
透過率(%)
400
500
600
700
波長(nm)
D1
D2
TF

(B)

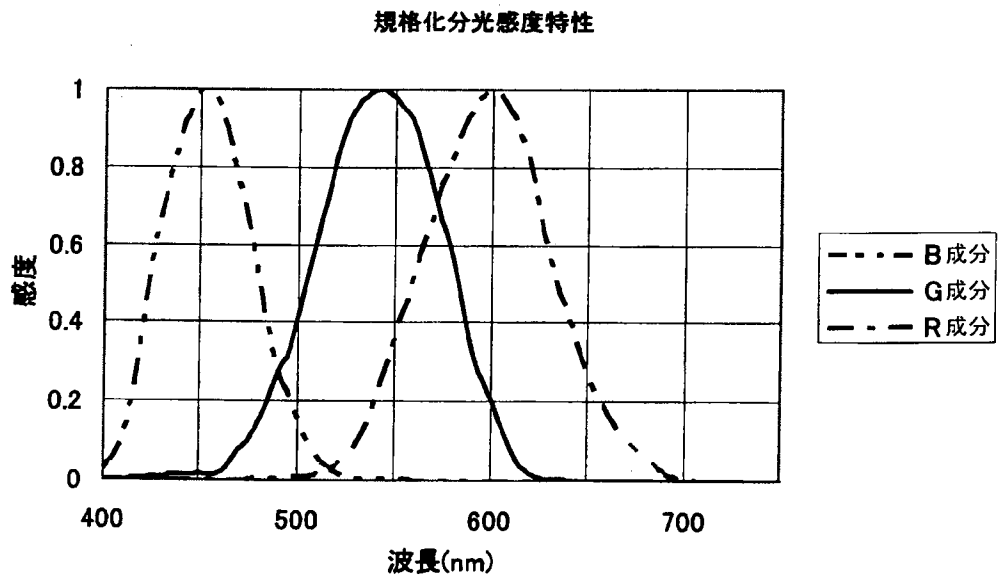

色分解光学系の分光透過率特性
100
80
60
40
20
0
透過率(%)
400
500
600
700
波長(nm)
LG
LB
LR

[図9]

(A)

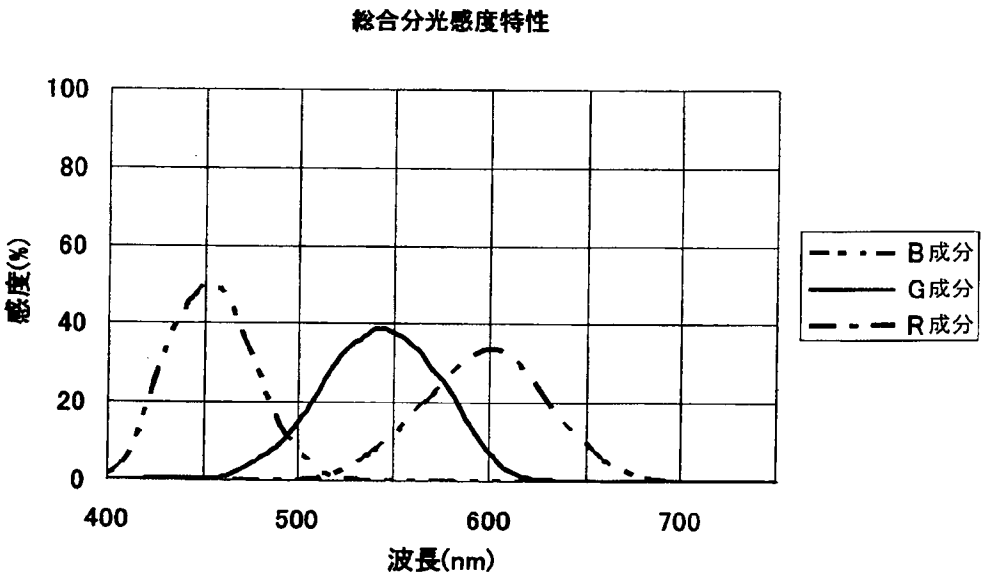

総合分光感度特性
100
80
60
40
20
0
感度(%)
400
500
600
700
波長(nm)
B成分
G成分
R成分

(B)

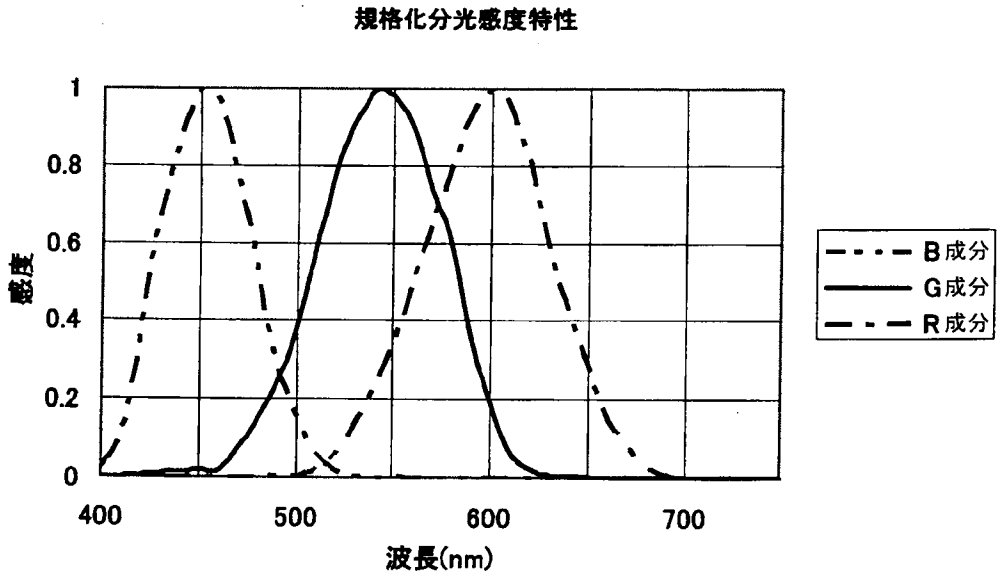

規格化分光感度特性
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
感度
400
500
600
700
波長(nm)
B成分
G成分
R成分

[図10]

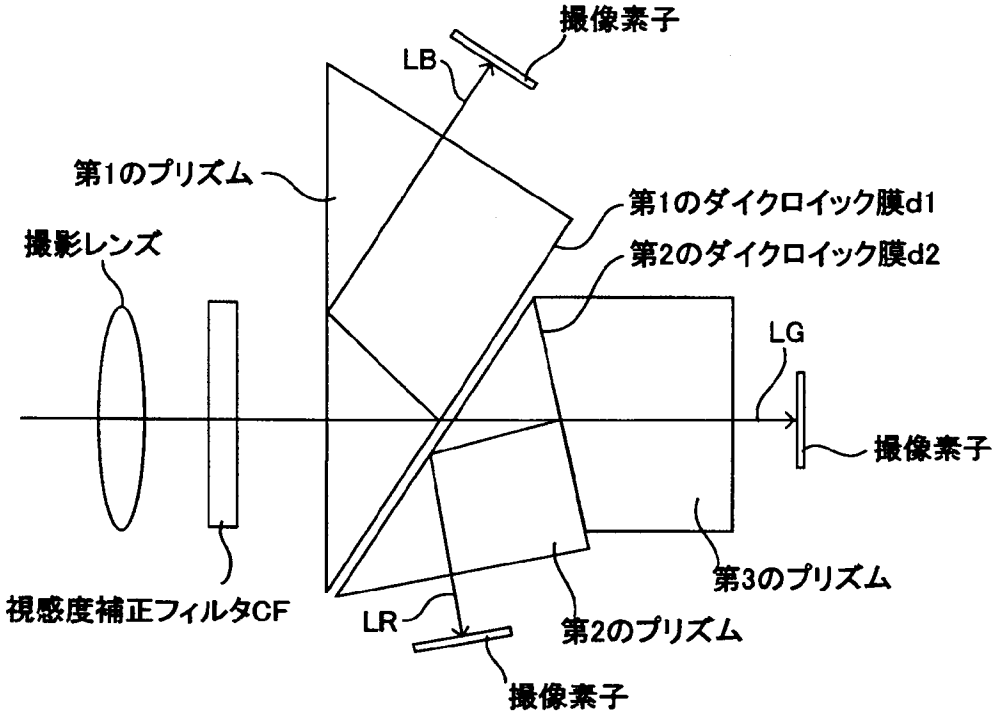
(A)


総合分光感度特性
100
80
60
40
20
0
感度(%)
400
500
600
700
波長(nm)
B成分
G成分
R成分

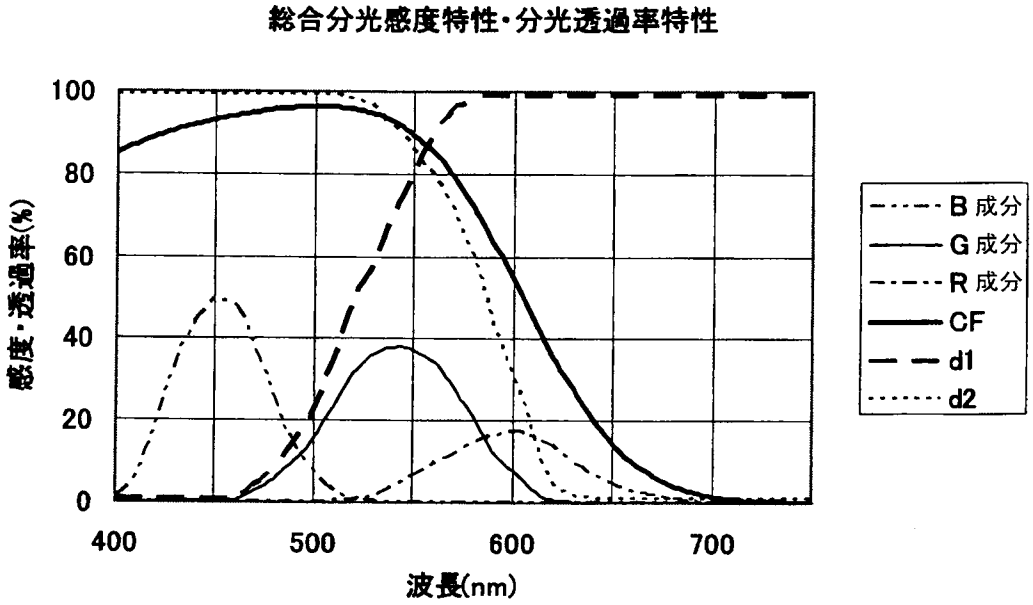
(B)


規格化分光感度特性
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
感度
400
500
600
700
波長(nm)
B成分
G成分
R成分

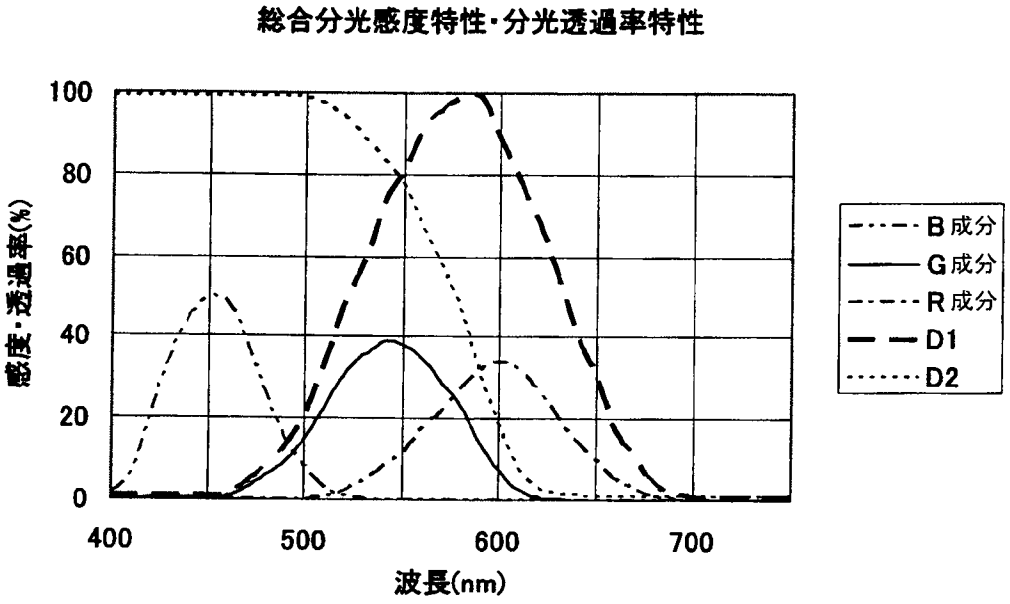
[図11]


撮像素子
LB
第1のプリズム
第1のダイクロイック膜d1
撮影レンズ
第2のダイクロイック膜d2
LG
撮像素子
第3のプリズム
視感度補正フィルタCF
LR
第2のプリズム
撮像素子

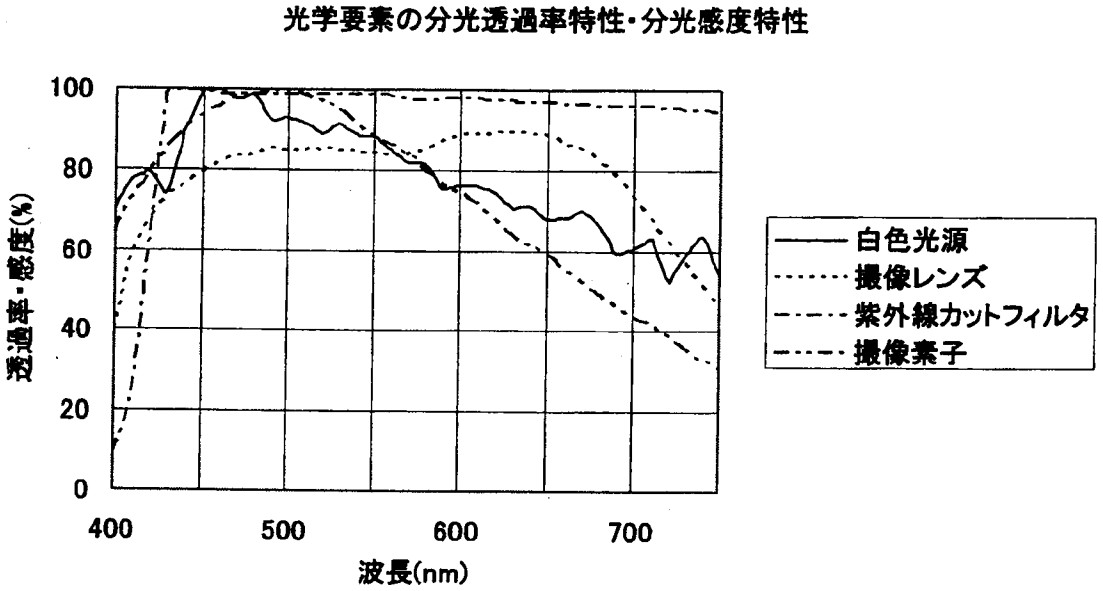
[図12]


総合分光感度特性・分光透過率特性
感度・透過率(%)
100
80
60
40
20
0
400
500
600
700
波長(nm)
B 成分
G 成分
R 成分
CF
d1
d2

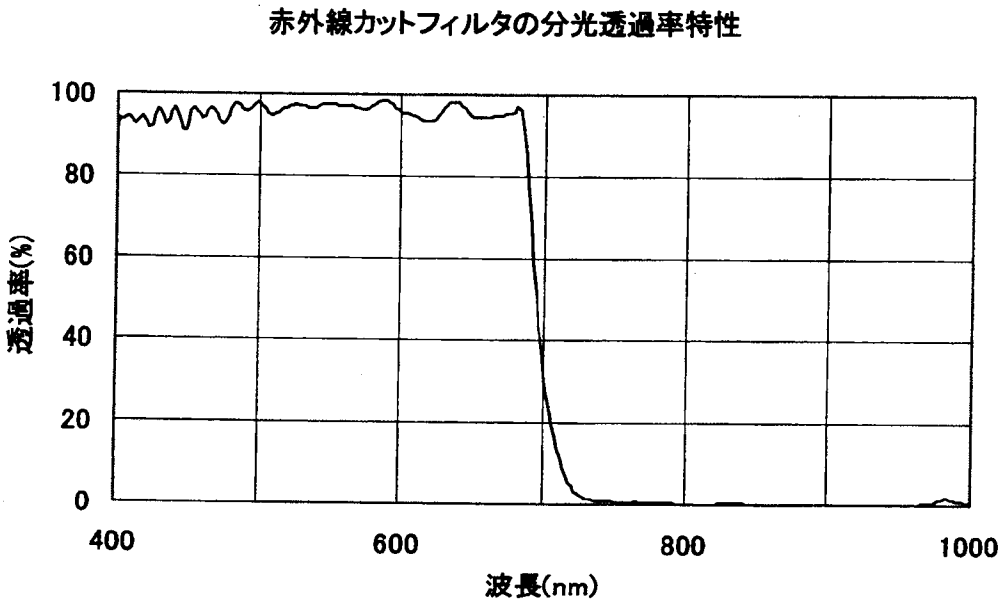
[図13]


総合分光感度特性・分光透過率特性
100
80
60
40
20
0
感度・透過率(%)
400
500
600
700
波長(nm)
B成分
G成分
R成分
D1
D2

[図14]


光学要素の分光透過率特性・分光感度特性
100
80
60
40
20
0
透過率・感度(%)
400
500
600
700
波長(nm)
白色光源
撮像レンズ
紫外線カットフィルタ
撮像素子

[図15]


赤外線カットフィルタの分光透過率特性
100
80
60
40
20
0
透過率(%)
400
600
800
1000
波長(nm)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/072625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*G02B5/04*(2006.01)i, *G02B5/22*(2006.01)i, *G02B5/26*(2006.01)i, *G02B5/28*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B5/04, G02B5/22, G02B5/26, G02B5/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 07-027908 A (Canon Inc.), 31 January 1995 (31.01.1995), entire text; all drawings (Family: none) | 1-12 |
| A | JP 11-194303 A (Sharp Corp.), 21 July 1999 (21.07.1999), entire text; all drawings (Family: none) | 1-12 |
| A | JP 2002-287248 A (Minolta Co., Ltd.), 03 October 2002 (03.10.2002), entire text; all drawings & US 2002/0141070 A1 | 1-12 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| | |
|---|---|
| Date of the actual completion of the international search<br>29 October, 2014 (29.10.14) | Date of mailing of the international search report<br>11 November, 2014 (11.11.14) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office<br><br>Facsimile No. | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2014/072625

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2008-116714 A (Sony Corp.),<br>22 May 2008 (22.05.2008),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-12 |
| A | JP 2011-248047 A (Fujifilm Corp.),<br>08 December 2011 (08.12.2011),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-12 |
| A | JP 2005-223700 A (Kurabo Industries Ltd.),<br>18 August 2005 (18.08.2005),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-12 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７２６２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/04(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, G02B5/28(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/04, G02B5/22, G02B5/26, G02B5/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０１４年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１４年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１４年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 07-027908 A（キヤノン株式会社）1995.01.31, 全文全図（ファミリーなし） | １－１２ |
| A | JP 11-194303 A（シャープ株式会社）1999.07.21, 全文全図（ファミリーなし） | １－１２ |
| A | JP 2002-287248 A（ミノルタ株式会社）2002.10.03, 全文全図 & US 2002/0141070 A1 | １－１２ |

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

| | |
|---|---|
| 国際調査を完了した日<br>２９．１０．２０１４ | 国際調査報告の発送日<br>１１．１１．２０１４ |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）<br>郵便番号１００－８９１５<br>東京都千代田区霞が関三丁目４番３号 | 特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｏ　９８１１<br>吉川　陽吾<br>電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１ |

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 2008-116714 A（ソニー株式会社）2008.05.22, 全文全図（ファミリーなし） | １－１２ |
| A | JP 2011-248047 A（富士フイルム株式会社）2011.12.08, 全文全図（ファミリーなし） | １－１２ |
| A | JP 2005-223700 A（倉敷紡績株式会社）2005.08.18, 全文全図（ファミリーなし） | １－１２ |