

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4478254号  
(P4478254)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 9/097 (2006.01)

H04N 9/097

G02B 5/04 (2006.01)

G02B 5/04

G02B 5/28 (2006.01)

G02B 5/28

A

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-248869

(22) 出願日

平成11年9月2日(1999.9.2)

(65) 公開番号

特開2001-78216(P2001-78216A)

(43) 公開日

平成13年3月23日(2001.3.23)

審査請求日

平成18年8月23日(2006.8.23)

前置審査

(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 天野 佐代子

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 内田 勝久

(56) 参考文献 特開平06-102403 (JP, A)

特開平08-275182 (JP, A)

特開平07-027908 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】色分解光学系及びそれを用いた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

青色光を反射するダイクロイック膜を施した反射面を備え、前記青色光を取り出す第1プリズムと、

該第1プリズムのダイクロイック膜と空気間隙を介して配置され、赤色光を反射するダイクロイック膜を施した反射面を備え、前記赤色光を取り出す第2プリズムと、

該第2プリズムのダイクロイック膜を施した面に接着された入射面と、該第1プリズム及び第2プリズムを透過し前記入射面から入射した光のうち緑色光を射出させる近赤外抑制ダイクロイック膜が施された射出面とを有する第3プリズムの少なくとも3つのプリズムを有し、

該第2プリズムの該赤色光を反射するダイクロイック膜は、高屈折率層膜と低屈折率層膜の交互層で構成され、前記高屈折率層膜の屈折率、前記低屈折率層膜の屈折率を各々nH, nL、又その層の総数をmとするとき、

$$m > 4.7 \cdot 5.8 (nH / nL)^{-2} \cdot 3^3$$

$$nH / nL > 1.4$$

(但し、mは右辺よりも大きな整数である)を満たしており、

該第3プリズムの射出面に施された近赤外抑制ダイクロイック膜が、波長540nmにおいて97%以上の透過率を有し、波長680nm以上に半値を持ち、波長800nmの近赤外成分の透過を抑制することを特徴とする色分解光学系。

【請求項 2】

請求項 1 の色分解光学系を有していることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は色分解光学系及びそれを用いた撮像装置に関し、特に対物レンズからの光束を複数のプリズムとダイクロイック膜より成る色分解光学系を介して赤色光、青色光、緑色光の3つの色光に分解し、分解された各色光を各々撮像素子に導く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好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来よりカラーテレビカメラやビデオカメラ等の撮像装置においては、対物レンズと撮像素子との間に色分解手段として複数のプリズムとダイクロイック膜、そして、色フィルターにより成る色分解光学系をもうけている。

【0003】

色分解光学系の多くは、多層膜より成るダイクロイック膜を1つの面にもうけた所定形状のプリズムを複数用い、所定の関係を有しつつ一体的に組み合わせている。そして、対物レンズより入射した光束を各々のプリズムを介して、赤色光、青色光、緑色光の3つの色光に分解して所定の撮像素子へ導くように構成している。

【0004】

図9は、従来の3つのプリズムを有する色分解光学系の概略図である。同図において101は色分解光学系、102は青色分解プリズム、103は赤色分解プリズムであり、その入射面103aは、青色分解プリズム102の射出面102bと微小な空気間隙を介して配置されている。104は緑色分解プリズムであり、その入射面104aは赤色分解プリズム103の反射面103bと接着されている。

【0005】

同図において、対物レンズLからの光束のうち青色分解プリズム102のダイクロイック膜を施した反射面102bにて青色光Bが分離され入射面102aで全反射した後、青トリミングフィルター102cを介して射出する。青トリミングフィルターとしては、たとえば反射防止膜を施した青色光より長波長側の光を吸収するフィルターを用いる事ができる。また、赤色分解プリズム103のダイクロイック膜を施した反射面103bにて赤色光Rが分離され入射面103aで全反射した後、赤トリミングフィルター103cを介して射出する。赤トリミングフィルターとしては、たとえば、赤色光より短波長側の光をシャープにカットする吸収フィルターと近赤外を抑制するダイクロイック膜を用いることができる。そして、青色、赤色成分以外の緑色光束Gは前記2つの反射面102b、103bと、緑色分解プリズム104を透過し、赤外吸収フィルター104bと、吸収フィルターとダイクロイック膜とを使った緑色トリミングフィルター104cを介して射出する。緑トリミングフィルター104cとしては、たとえば、波長500nmより短波長側をシャープにカットする吸収フィルターと、波長600nmより長波長側を抑制するダイクロイック膜と、波長700nm以上の成分を抑制する吸収フィルターが、組み合わされて仕様される。そしてこれら青色光B、赤色光R、緑色光Gの光束を不図示の各色光の撮像素子へ導いている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

色分解光学系の各プリズムの射出面に設けたトリミングフィルターは、各色光の分光特性の半値波長を所望の値に規制し、残留成分を抑制するために用いられている。これらのトリミングフィルターは、一般的に、ダイクロイック膜と吸収フィルターより成り立っている。

【0007】

図10(A)に実線で示した特性は、図9の反射面102bに施した青ダイクロイック膜の透過特性であり、図10(A)に点線で示した特性は、反射面103bに施した赤ダイ

10

20

30

40

50

クロイック膜の透過特性である。この2つの特性を掛け合わせた特性の光を緑色光として取り出すことになるが、緑色光として使う波長500nmから600nmの波長帯域以外の光が残留している。図10(B)は、この残留成分を取り除く緑トリミングフィルターに使用している波長500nmより短波長側をシャープにカットする吸収フィルターの透過特性(実線)と、波長600nmより長波長側の光の残留成分を抑圧する緑のダイクロイック膜の透過特性(点線)と波長700nm以上の近赤外の残留成分を抑制する吸収フィルターの透過特性(二点鎖線)である。図10(C)の実線は、緑色の総合分光特性である。

#### 【0008】

例えば、従来の色分解光学系に近赤外を抑制する吸収フィルターを使用しなければ、図10(C)の点線の特性となり、波長600nmから波長700nmの可視域での残留成分は抑制されていても波長800nm以上の近赤外域の残留成分は残ってしまっている。

10

#### 【0009】

最近の固体撮像素子を使ったテレビカメラにおいては、近赤外での感度が高く、残留成分として残った近赤外の光が正規の緑色光に漏れ込み色再現に悪影響を与える原因となる。

#### 【0010】

そのため、青色光、緑色光の波長700nmから波長900nmまでは残留成分を3%以下に抑制しておく必要があり、近赤外を抑制する吸収フィルターや近赤外域を抑制するダイクロイック膜を使用しないわけにはいかなかった。しかし、この問題点として、近赤外を抑制する吸収フィルターを使用すると、緑色光のピーク透過率が低下し緑色光の感度が落ちてしまうという問題点があるとともに、製作が難しくなる要因となっていた。

20

#### 【0011】

また、近赤外吸収フィルターを使用しない場合は波長600nm以上の可視域から近赤外にかけて抑制出来るダイクロイック膜を使用しなければならない。これらのダイクロイック膜は、層数を多層化しなければならず、製作も困難であった。

#### 【0012】

本発明は波長600nmから近赤外までの残留成分を抑制し、緑色光の透過率の高い、製作の容易な色分解光学系及びそれを用いた撮像装置の提供を目的とする。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

30

請求項1の発明の色分解光学系は、青色光を反射するダイクロイック膜を施した反射面を備え、前記青色光を取り出す第1プリズムと、

該第1プリズムのダイクロイック膜と空気間隙を介して配置され、赤色光を反射するダイクロイック膜を施した反射面を備え、前記赤色光を取り出す第2プリズムと、

該第2プリズムのダイクロイック膜を施した面に接着された入射面と、該第1プリズム及び第2プリズムを透過し前記入射面から入射した光のうち緑色光を射出させる近赤外抑制ダイクロイック膜が施された射出面とを有する第3プリズムの少なくとも3つのプリズムを有し、

該第2プリズムの該赤色光を反射するダイクロイック膜は、高屈折率層膜と低屈折率層膜の交互層で構成され、前記高屈折率層膜の屈折率、前記低屈折率層膜の屈折率を各々nH, nL、又その層の総数をmとするとき、

$$m > 47.58 (nH / nL)^{-2.33}$$

$$nH / nL > 1.4$$

(但し、mは右辺よりも大きな整数である)を満たしており、

該第3プリズムの射出面に施された近赤外抑制ダイクロイック膜が、波長540nmにおいて97%以上の透過率を有し、波長680nm以上に半値を持ち、波長800nmの近赤外成分の透過を抑制することを特徴としている。

40

#### 【0014】

請求項2の発明の撮像装置は、請求項1の色分解光学系を有していることを特徴としている。

50

## 【0017】

## 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の色分解光学系を用いた撮像装置の実施形態1の要部断面図である。同図において、Lは対物レンズ(撮影レンズ)である。CPは色分解光学系(色分解プリズム)である。1は青色分解プリズム(第1プリズム)であり、その反射面1bには主に青色光を反射するダイクロイック膜(以後、青反射ダイクロイック膜と呼ぶ)が蒸着してある。2は赤色分解プリズム(第2プリズム)であり、その入射面2aは、青色分解プリズム1の反射面1bと微少な間隙を経たてるように配置している。そして赤色分解プリズム2の反射面2bには主に赤色光を反射するダイクロイック膜(以後、赤反射ダイクロイック膜と呼ぶ)を蒸着している。3は、緑色分解プリズム(第3プリズム)であり、その入射面3aは、赤色分解プリズム2の反射面2bと接着している。1d, 2d, 3cは順に、青トリミングフィルター、赤トリミングフィルター、緑トリミングフィルターであり、それぞれ青色分解プリズム1の射出面1c、赤色分解プリズム2の射出面2c、緑色分解プリズム3の射出面3bに接着した吸収フィルターより成っている。また、これらは、プリズムと接着される面と反対側の空気と接する面には、反射防止膜又はダイクロイック膜を施している。4B, 4G, 4Rは、それぞれ青色用(青チャンネル)、緑色用(緑チャンネル)、赤色用(赤チャンネル)の撮像素子である。

## 【0018】

本実施形態は、第2プリズム2の反射面側に赤反射ダイクロイック膜を設け、該赤反射ダイクロイック膜の反射帯の透過率を所定値以下に抑えるような分光特性に設定している。  
又、第3プリズムの射出面側には、近赤外を抑制する近赤外抑制ダイクロイック膜を配置している。

## 【0019】

これにより、赤色光の反射ダイクロイック膜を透過した緑色光中に赤色光成分が残留することを防ぎ、近赤外を抑制する高性能な色分解光学系を構成している。

## 【0020】

本実施形態において、対物レンズLを通過した物体からの光束5が、青色分解プリズム1の入射面1aから入射し、この入射した光束のうち、青色分解プリズム1の反射面1bで、図2(A)の点線で示す反射特性を持つ青反射ダイクロイック膜により反射された光(青色光)が、入射面1aで全反射し、図4の点線で示す青色光より長波長側を吸収する透過特性を持つ青トリミングフィルター1dを通して射出し、撮像素子4Bに入射している。図2(A)の実線で示す透過特性にて青色分解プリズム1の反射面1bを透過した光のうち、赤色分解プリズム2の反射面2bで、図2(B)の点線で示す反射特性をもつ赤反射ダイクロイック膜(膜構成は表-1)により、反射された光(赤色光)が、赤色分解プリズム2の入射面2aで全反射し、図4の一点鎖線で示す波長570nm付近にシャープな透過特性を持ちそれより短波長側を吸収する赤トリミングフィルター2dを通して射出し、撮像素子4Rに入射している。そして、図2(A)の実線で示す透過特性にて青色分解プリズム1の反射面1bを透過した光のうち、図2(B)の実線で示す透過特性をもつ赤色分解プリズム2の反射面2bを透過した光(緑色光)は、緑色分解プリズム3を通り、図4の実線に示す波長500nm付近にシャープな特性をもち、それより短波長側を吸収する緑トリミングフィルター3cを通して射出し、撮像素子4Gに入射している。

## 【0021】

本実施形態においては、緑トリミングフィルター3cに、図2(B)の実線で示す透過特性の波長800nm近傍の透過率の上昇に応じて近赤外を抑制する図3の実線に示す様な特性の近赤外抑制ダイクロイック膜(表-2)を構成し、波長700nmから波長900nmの近赤外域を3%以下に抑制している。尚、図3の実線は透過率、点線は反射率を示している。

## 【0022】

本実施形態では以上のような構成により対物レンズLからの入射光を色分解光学系CPにより図5に示すような分光特性の3つの色光B, G, Rに分解している。

10

20

30

40

50

【0023】

【表1】

表-1  
(赤反射ダイクロイック膜)

層数	光学的膜厚(nm)	屈折率
第17層	239.6	2.33
第16層	151.2	1.38
第15層	203.4	2.33
第14層	172.7	1.38
第4層	172.7	1.38
第3層	203.4	2.33
第2層	151.2	1.38
第1層	239.6	2.33
基板		

10

【0024】

尚、第5層から第13層は、光学的膜厚172.7 nmのnH = 2.33とnL = 1.38の交互層である。

20

【0025】

基板屈折率 n<sub>g</sub> = 1.60

入射角 i<sub>n</sub> = 13°

$$47.58 \times (nH / nL)^{-2.33} = 14.04$$

【0026】

【表2】

表-2  
(近赤外抑制ダイクロイック膜)

層数	光学的膜厚(nm)	屈折率
第12層	108.3	2.31
第11層	224.6	1.38
第10層	228.3	2.31
第4層	228.3	1.38
第3層	226.4	2.31
第2層	214.3	1.38
第1層	237.5	2.31
基板		

30

【0027】

尚、第5層から第9層は、光学的膜厚228.3 nmのnH = 2.33とnL = 1.38の交互層である。

40

【0028】

基板屈折率 n<sub>g</sub> = 1.52

入射角 i<sub>n</sub> = 0°

次に本発明の色分解光学系の実施形態2について説明する。本実施形態は図1の色分解光学系に比べて色分解光学系の外形状が図1に示すのと同じであるが、各面に施すダイクロイック膜の分光特性が異なっている。

【0029】

50

本実施形態においては、緑トリミングフィルター 3 c に、図 7 に示す近赤外を抑制するダイクロイック膜を構成し、図 10 (B) の 2 点鎖線で示す近赤外吸収フィルターを使わない。尚、図 7 において実線は透過率、点線は反射率を示している。

#### 【0030】

実施形態 2 において、近赤外抑制ダイクロイック膜は、波長 540 nm において 97% 以上の透過率を有し、波長 680 nm 以上に半値波長を持つダイクロイック膜で図 7 の実線に示す特性を得ている。

#### 【0031】

また、本実施形態では、赤反射ダイクロイック膜を高屈折率層膜と低屈折率層膜の交互層で構成され高屈折率層膜の屈折率、低屈折率層膜の屈折率を各々  $n_H$ 、 $n_L$ 、又その層数を  $m$  とする時、  
10

$$m > 47.58 (n_H / n_L)^{-2.33} \quad (1)$$

$$n_H / n_L > 1.4 \quad (2)$$

に定めた多層膜より構成し、この構成により赤反射ダイクロイック膜の所望の帯域の透過率を 0.5% 以下に押さえている。これにより、緑トリミングフィルターに、緑トリミングダイクロイック膜を使わずとも、近赤外域を抑制した図 8 に示すような良好な 3 つの色光 R, G, B の総合特性を得ている。また、残留成分を抑圧するのに、赤反射ダイクロイック膜の反射帯域を利用しているため、リップルによる残留成分のばらつきも少ない。

#### 【0032】

ここで条件式 (1) は、反射帯域での残留透過率が 0.5% 以下となる条件を実験的に求めたもので、条件式 (1) より外れた場合、赤反射ダイクロイック膜の反射帯域の透過率が 0.5% 以上となり、残留成分として残ってしまう。この残留成分が残っていると、赤色を撮影した時に、緑がかった赤色でモニターに再現されるという様に色再現に悪影響を及ぼすことになる。また、条件式 (2) は、赤反射ダイクロイック膜の反射帯域のバンド幅に関するもので、条件式 (2) より外れた場合、赤反射ダイクロイック膜の反射帯域のバンド幅が狭くなり、所定の色再現が満足出来なくなる。  
20

#### 【0033】

赤反射ダイクロイック膜の膜構成として、高屈折率物質と低屈折率物質の交互層からなる誘電体多層膜を用いている。このうち高屈折率物質としては  $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $CeO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $ZnS$ 、 $Y_2O_3$  等の物質を使用し、低屈折率物質としては  $SiO_2$ 、 $MgF_2$ 、 $Al_2O_3$  などの物質を使用している。  
30

#### 【0034】

本実施形態では、赤反射ダイクロイック膜の膜構成として、表 - 3 に示すように高屈折率物質屈折率  $n_H$  と低屈折率物質屈折率  $n_L$  として  $n_H = 2.05$ 、 $n_L = 1.46$  の基本膜厚 1 : 1 の交互層を用い、表 1 とすることで、赤反射ダイクロイック膜の反射波長帯域の最小透過特性を図 6 に示すように波長 650 nm において 0.3% を実現している。図 6 において実線は透過率、点線は反射率を示している。

#### 【0035】

#### 【表 3】

表-3  
(赤反射ダイクロイック膜)

層数	光学的膜厚(nm)	屈折率
第22層	300.0	1.46
第21層	187.3	2.05
第20層	199.2	1.46
第19層	163.6	2.05
<hr/>		
第4層	163.6	1.46
第3層	206.3	2.05
第2層	137.1	1.46
第1層	219.6	2.05
基 枚		

10

## 【0036】

尚、第5層から第18層は、光学的膜厚163.6 nmのnH = 2.05とnL = 1.46の交互層である。

## 【0037】

$$nH / nL = 1.40$$

20

$$\text{層数 } m = 22 \text{ 層}$$

$$\text{基板屈折率 } n_g = 1.60$$

$$\text{入射角 } i_n = 13^\circ$$

さらに、図6の実線に示すように赤反射ダイクロイック膜の反射帯域の透過率の上昇する波長700 nm以上の波長域を抑制する近赤外抑制ダイクロイック膜として表4に示す構成としている。これにより緑色光の透過帯の540 nmの波長での透過率をほぼ100%とし半値波長を680 nmとする図7に示すような近赤外抑制ダイクロイック膜を得ている。

## 【0038】

## 【表4】

30

表-4  
(近赤外抑制ダイクロイック膜)

層数	光学的膜厚(nm)	屈折率
第20層	106.1	1.38
第19層	220.7	2.31
第18層	246.3	1.38
<hr/>		
第16層	246.3	1.38
第15層	232.6	2.31
第14層	219.8	1.38
第13層	211.5	2.31
第12層	200.5	1.38
<hr/>		
第3層	200.5	2.31
第2層	198.0	1.38
第1層	229.2	2.31
基 板		

40

50

## 【0039】

尚、第4層から第11層は、光学的膜厚200.5nm、第17層は、光学的膜厚246.3nmのnH = 2.31とnL = 1.38の交互層である。

## 【0040】

基板屈折率 n<sub>g</sub> = 1.52

入射角 i<sub>n</sub> = 0°

## 【0041】

## 【発明の効果】

本発明によれば、波長600nmから近赤外までの残留成分を抑制し、緑色光の透過率の高い、製作の容易な色分解光学系及びそれを用いた撮像装置を達成することができる。 10

## 【0042】

この他本発明によれば、赤反射ダイクロイック膜の反射帯域の透過率を所定値以下に抑える事により、波長600nm以上の残留成分を抑制することができる。従って、緑トリミングフィルターに赤反射ダイクロイック膜の分光透過率の上昇に応じた近赤外抑制ダイクロイック膜を構成することが出来、近赤外吸収フィルターを使わないで簡易な構成にて、図5に示す様な良好な総合分光特性を得ることができる。

## 【0043】

また、この構成により、緑色光の波長帯域の透過率を下げることなく、反射率の高い固体撮像素子と緑のトリミングフィルターのダイクロイック膜との相互反射にて起こるフレアも減少させることができる。 20

といった効果が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の色分解光学系を用いた撮像装置の実施形態1の要部概略図

【図2】図1の色分解光学系におけるダイクロイック膜の分光特性の説明図

【図3】図1の色分解光学系におけるダイクロイック膜の分光特性の説明図

【図4】図1の色分解光学系におけるトリミングフィルターの分光特性の説明図

【図5】図1の色分解光学系における総合分光特性の説明図

【図6】本発明の色分解光学系の実施形態2に係るダイクロイック膜の分光特性の説明図

【図7】本発明の色分解光学系の実施形態2に係るダイクロイック膜の分光特性の説明図

【図8】本発明の色分解光学系の実施形態2における総合分光特性の説明図 30

【図9】従来の色分解光学系を用いた撮像装置の要部概略図

【図10】従来の色分解光学系の特性の説明図

## 【符号の説明】

L 対物レンズ

C P 色分解光学系

1 青色分解プリズム

1 a 青プリズム入射面

1 b 青プリズム反射面

1 c 青プリズム射出面

1 d 青トリミングフィルター 40

2 赤色分解プリズム

2 a 赤プリズム入射面

2 b 赤プリズム反射面

2 c 赤プリズム射出面

2 d 赤トリミングフィルター

3 緑分解プリズム

3 a 緑プリズム入射面

3 b 緑プリズム反射面

3 c 緑トリミングフィルター

4 撮像素子

10

20

30

40

50

## 5 I R カットフィルター

6 光束

1 0 1 色分解光学系

1 0 2 青色分解プリズム

1 0 2 a 青色分解プリズム入射面

1 0 2 b 青反射ダイクロイック膜

1 0 2 c 青トリミングフィルター

1 0 3 赤色分解プリズム

1 0 3 a 赤色分解プリズム入射面

1 0 3 b 赤反射ダイクロイック膜

1 0 3 c 赤トリミングフィルター

1 0 4 緑色分解プリズム

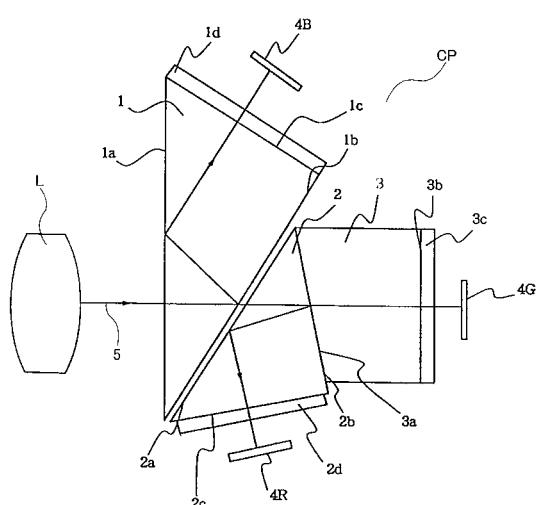
1 0 4 a 緑色分解プリズム入射面

1 0 4 b 吸收型緑トリミングフィルター

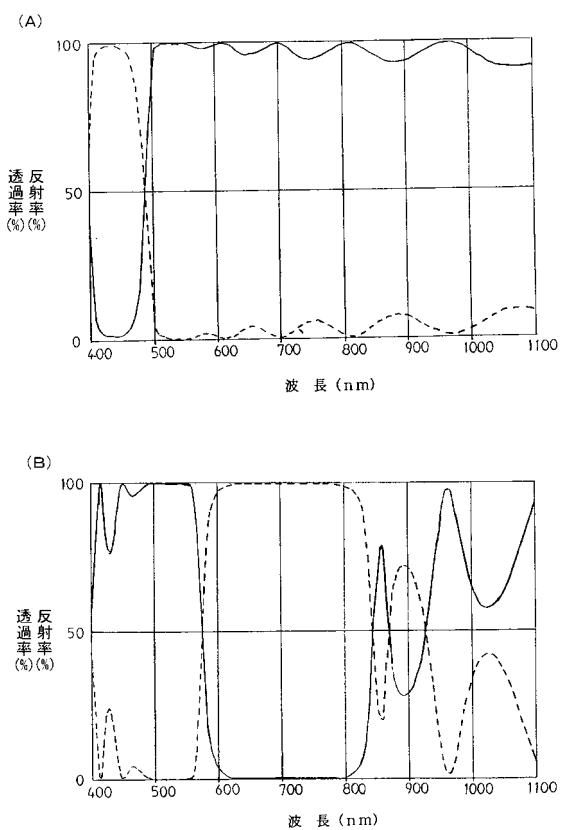
1 0 4 c ダイクロ型緑トリミングフィルター

10

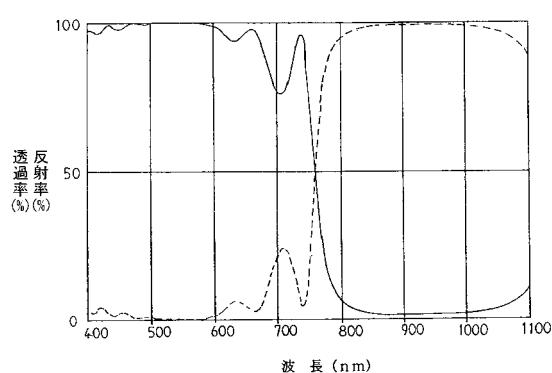
【図1】



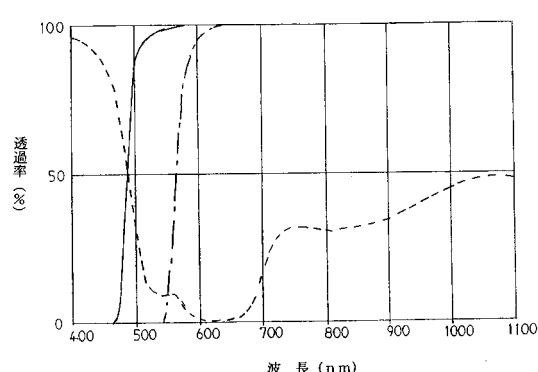
【図2】



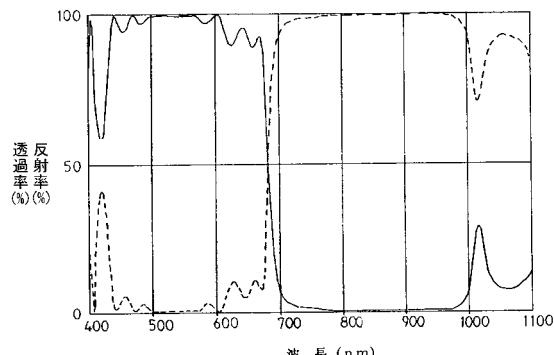
【図3】



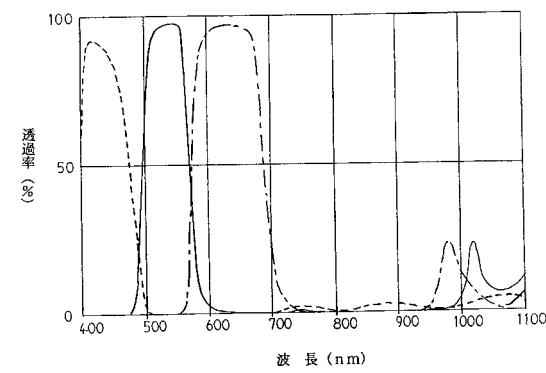
【図4】



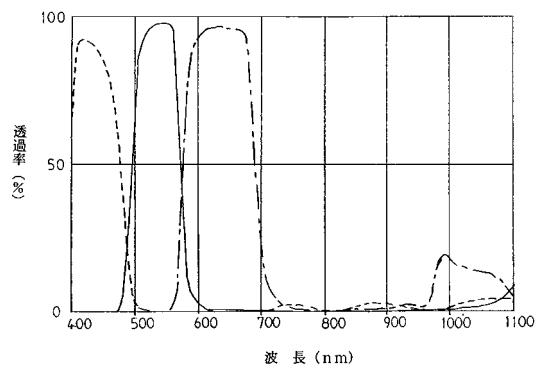
【図7】



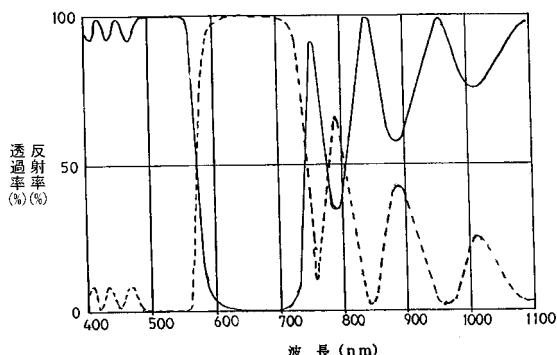
【図8】



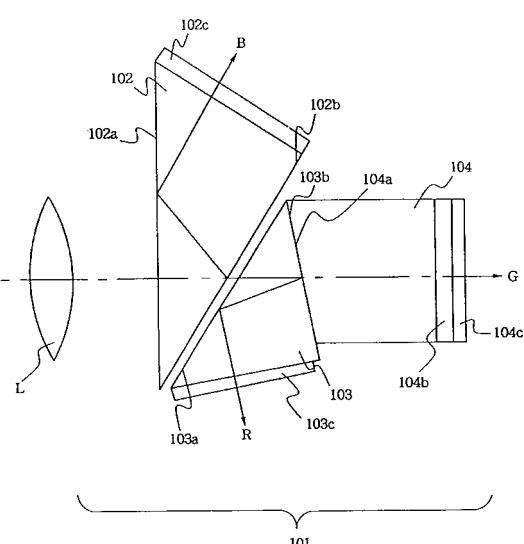
【図5】



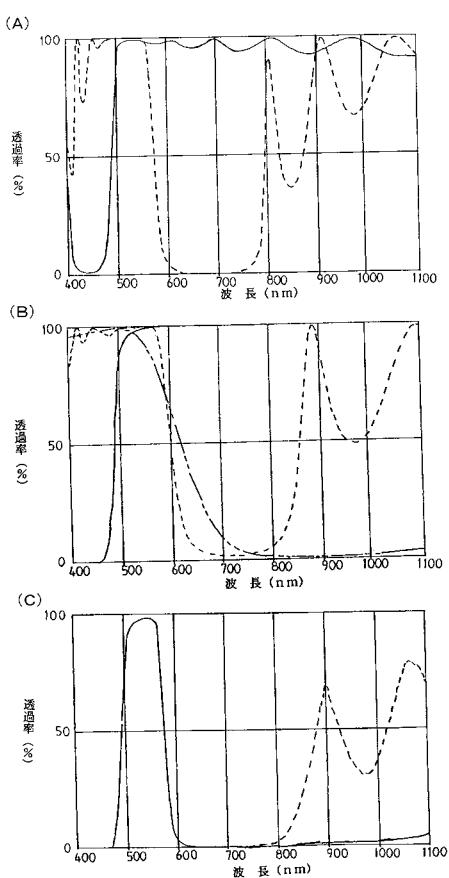
【図6】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04 ~ 9/11

G02B 5/00 ~ 5/136

G02B 5/20 ~ 5/28