

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特 許 2004-172832

(P2004-172832A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int.Cl.⁷

Fi

テーマコード (参考)

HO4N 9/09

HO 4 N 9/09

A

2H083

GO 3 B 11/00

GO 3 B 11/00

5C024

H04N 5/335

HO 4 N 5/335

V

5C065

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-335041 (P2002-335041)
(22) 出願日 平成14年11月19日 (2002.11.19)

(71) 出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル

(74) 代理人 100089233
弁理士 吉田 茂明

(74) 代理人 100088672
弁理士 吉竹 英俊

(74) 代理人 100088845
弁理士 有田 貴弘

(72) 発明者 広瀬 悟
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考)	2H083	AA02	AA20	AA26		
	5C024	DX01	DX08	EX18	EX47	EX52
	5C065	AA01	DD02	EE01	EE06	

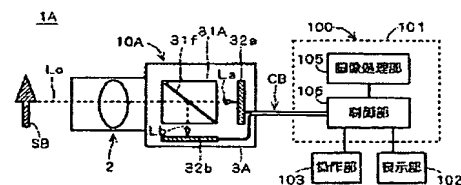
(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】ワンショットで複数の分光画像を光量効率良く取得できる撮像装置を提供する。

【解決手段】撮像システム１Ａは、撮像装置１０Ａを備えており、この撮像装置１０Ａは、分光プリズム３１Ａと２つの撮像素子３２ａ、３２ｂとを有している。分光プリズム３１Ａには、ダイクロイック膜で構成される分光面３１ｆが設けられている。この分光面３１ｆは、撮像素子３２ａ、３２ｂで画素ごとに配設される色フィルタの分光透過特性、つまりＲＧＢ各色の波長帯域を分割する波長特性を有している。ここで、被写体ＳＢからの入射光Ｌ０は分光面３１ｆで２つの光路Ｌａ、Ｌｂに分岐し、これらの光路Ｌａ、Ｌｂを進む被写体ＳＢの分光画像が撮像素子３２ａ、３２ｂで取得される。これにより、ワンショットで複数の分光画像を光量効率良く取得できることとなる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像装置であって、

(a) ダイクロイック膜により、被写体に係る入射光を複数の光路に分岐し射出する分岐手段と、

(b) 前記分岐手段で分岐された光路上にそれぞれ設けられる複数の撮像センサと、
を備え、

前記複数の撮像センサそれぞれは、複数の波長帯域を持つ分光感度特性を有するとともに、

前記ダイクロイック膜は、前記複数の波長帯域のうち少なくとも1の波長帯域の光成分を第1と第2の部分に分割し、前記第1の部分を選択的に透過する波長特性を有することを特徴とする撮像装置。 10

【請求項2】

請求項1に記載の撮像装置において、

前記複数の波長帯域は、三原色に対応する3の波長帯域であることを特徴とする撮像装置。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の撮像装置において、

前記複数の撮像センサそれぞれは、

前記複数の波長帯域に対応する複数の色フィルタが光電セル配列上に配列される色フィルタ配列、 20

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項4】

請求項3に記載の撮像装置において、

前記複数の撮像センサは、互いに前記色フィルタ配列の配列パターンが同一であることを特徴とする撮像装置。

【請求項5】

請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の撮像装置において、

前記ダイクロイック膜は、前記複数の波長帯域それぞれの光成分を第1と第2の部分に分割し、前記第1の部分を選択的に透過する波長特性を有することを特徴とする撮像装置。 30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の分光画像をワンショットで取得する撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

マルチバンドカメラ（撮像装置）は、物体（被写体）の色を忠実に再現するための入力機であり、4色以上の多色で撮影して得られた多色情報に基づき演算を行い、物体の色を正確に取得するカメラである。

【0003】

上記の撮像装置としては、被写体から撮像素子までの光路中に多色のカラーホイールを介挿し、このカラーホイールを回転させ、この回転に合わせて順次撮影する方式のものがある。この方式は順次の撮影が必要なためワンショット撮影が不可能である。 40

【0004】

ワンショット撮影が可能な撮像装置としては、ハーフミラーで入射光を2つに分離し各光路に同じRGBのCCDが配置されるとともに各光路中に所定の波長特性を持った2つのフィルターが配置されるものがある（非特許文献1参照）。これにより、2つのCCDで生成されるデータに基づき6色の分光画像が取得できる。

【0005】

【非特許文献1】

石丸浩、他 6 名「複数の RGB カメラを用いたワンショット型マルチスペクトルカメラの開発」、第 61 回応用物理学会学術講演会 講演予講集、2000 年 9 月、p 887

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の非特許文献 1 の技術においては、ハーフミラーで入射光を分離する際に各光路で光量が半減するとともに、光量が半減した各光路に配置される各フィルターがさらに特定波長の光をカットするため、CCD に到達する光量が小さくなり、効率が悪い。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、ワンショットで複数の分光画像を光量 10 効率良く取得できる撮像装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項 1 の発明は、撮像装置であって、(a) ダイクロイック膜により、被写体に係る入射光を複数の光路に分岐し射出する分岐手段と、(b) 前記分岐手段で分岐された光路上にそれぞれ設けられる複数の撮像センサとを備え、前記複数の撮像センサそれぞれは、複数の波長帯域を持つ分光感度特性を有するとともに、前記ダイクロイック膜は、前記複数の波長帯域のうち少なくとも 1 の波長帯域の光成分を第 1 と第 2 の部分に分割し、前記第 1 の部分を選択的に透過する波長特性を有する。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明に係る撮像装置において、前記複数の波長帯域は、三原色に対応する 3 の波長帯域である。

20

【 0 0 1 0 】

また、請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の発明に係る撮像装置において、前記複数の撮像センサそれぞれは、前記複数の波長帯域に対応する複数の色フィルタが光電セル配列上に配列される色フィルタ配列を有する。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 4 の発明は、請求項 3 の発明に係る撮像装置において、前記複数の撮像センサは、互いに前記色フィルタ配列の配列パターンが同一である。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 5 の発明は、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかの発明に係る撮像装置において、前記ダイクロイック膜は、前記複数の波長帯域それぞれの光成分を第 1 と第 2 の部分に分割し、前記第 1 の部分を選択的に透過する波長特性を有する。

30

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

<第 1 実施形態>

<撮像システムの要部構成>

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る撮像システム 1 A の外観を示す斜視図である。

【 0 0 1 4 】

撮像システム 1 A は、撮像装置 10 A とパーソナルコンピュータ（以下「パソコン」と略称する）100 とを備えている。撮像装置 10 A とパソコン 100 とは、ケーブル C B によって電氣的に接続され、撮像装置 10 A とパソコン 100 とは相互にデータを送受信することができる。なお、ここでは、ケーブル C B によって電氣的に接続したが、無線回線によって接続しても良いし、有線回線や無線回線等から構成されるネットワークを介して接続しても良い。

40

【 0 0 1 5 】

撮像装置 10 A は、主に撮像レンズ 2 と箱形のカメラ本体部 3 A とによって構成され、例えば、被写体表面の色を分析する分析用のカメラ等として用いられる。また、撮像装置 10 A は、後述するように、被写体表面から発する光を複数の色に対応する波長帯域別に分光し、これを撮影することによってマルチバンド画像、つまり分光画像データを生成でき

50

る。

【0016】

また、撮像装置10Aは、生成された分光画像データを、ケーブルCBを介してパソコン100に送信する。

【0017】

パソコン100は、情報処理装置として機能し、各種信号やデータの入出力を行うとともに各種データ処理等を行うパソコン本体部101と、種々の画像を可視的に出力する表示部102と、キーボードやマウス等によって構成される操作部103とを備えている。なお、図示を省略するが、パソコン本体部101と表示部102、パソコン本体部101と操作部103とは、各種信号やデータを互いに送受信可能となるように接続されている。 10

【0018】

図2は、撮像システム1Aの要部構成を示す図である。

【0019】

撮像装置10Aのカメラ本体部3Aは、分光プリズム31Aと、2つの撮像素子32a、32bとを有している。

【0020】

分光プリズム31Aは、直方体状の外形を有しており、その内部にダイクロイック膜で構成される分光面31fが設けられている。この分光面31fは、ダイクロイックフィルタとして機能し、被写体SBから分光プリズム31Aに入射する入射光Loに対して45度程度傾けられることにより、入射光Loの進行方向と同一方向に透過される光路Laと、 20
入射光Loの進行方向と直交方向に反射される光路Lbとに分岐されて入射光Loが射出される。

【0021】

撮像素子32(32a、32b)は、撮像センサとして機能し、受光の最小面積単位である画素(光電セル)ごとに赤(R)、緑(G)、青(B)の色フィルターが、例えばベイヤ配列で配列された汎用のカラーCCDとして構成されている。すなわち、撮像素子32a、32bそれぞれは、三原色の波長帯域に対応するRGBの3つの色フィルターが光電セル配列上に配列されている。また、撮像素子32a、32bは、分光プリズム31Aで分岐された光路La、Lb上にそれぞれ配置されている。そして、撮像素子32aでは、一方の光路Laを進む被写体SBの分光画像を取得し、撮像素子32bでは、他方の光路 30
Lbを進む被写体SBの分光画像を取得する(後で詳述)。

【0022】

パソコン100のパソコン本体部101は、画像処理部105と、画像処理部105に電氣的に接続する制御部106とを有している。

【0023】

画像処理部105は、撮像装置10AからケーブルCBを介して送られた分光画像データに対して、必要に応じて例えば画素補間の処理やγ補正などの画像処理を施す部位である。

【0024】

制御部106は、撮像装置10Aの動作を制御したり、撮像装置10Aで生成されたマルチバンド画像情報に係る種々のデータを取り扱う。この場合、ユーザーが操作部103を操作することによって、パソコン本体部101からケーブルCBを介して撮像装置10Aに種々の制御信号を送信することができる。例えば、パソコン本体部101からの制御信号によって、撮像装置10Aにおける撮影の開始や停止、被写体に係るカラー情報に基づいた分光画像データの生成等を制御することができる。 40

【0025】

また、パソコン本体部101は、ハードディスク(図示省略)を備えるとともに、前面に設けられたドライブ104に光ディスク等の記憶媒体を着装することができる。そして、ユーザーが操作部103を操作することによって、撮像装置10AからケーブルCBを介して入力される分光画像データをハードディスクや記憶媒体に記憶することができる。 50

【 0 0 2 6 】

以上のような機能を有するパソコン 1 0 0 では、表示部 1 0 2 において分光画像データに基づく種々の画像を可視的に出力することによって、被写体表面の色彩の解析を行うことができる。例えば、被写体表面の色彩を多数色のカラー情報として取得している場合は、表示部 1 0 2 に各色毎にヒストグラム（輝度分布）を表示させたりすることによって、被写体表面の色彩の解析を行うことができる。

【 0 0 2 7 】

以上の構成を有する撮像装置 1 0 A において、分光画像を取得する方法について以下で説明する。

【 0 0 2 8 】

< 分光画像の取得方法について >

図 3 は、撮像装置 1 0 A での分光画像の取得方法を説明するための図である。図 3 (a) ~ (c) では、横軸に波長を示し、縦軸に透過率を示している。

【 0 0 2 9 】

図 3 (a) に示すように、撮像素子 3 2 に配列される R G B 各色の色フィルタは、それぞれ透過率がピークとなる波長から外れると徐々に減衰する分光感度分布を持つ分光透過特性 F_r 、 F_g 、 F_b （仮想線で示す）を有している。一方、ダイクロイックプリズム 3 1 A の分光面 3 1 f は、撮像素子 3 2 の各色フィルタが有する分光透過特性 F_r 、 F_g 、 F_b それぞれを分割するような波長特性 F_1 を有している。

【 0 0 3 0 】

具体的には、分光透過特性 F_r で表される R 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F_1 において最小透過率から最大透過率に変化する立上がり部（傾斜部） F_{11} により波長方向に第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。一方、分光透過特性 F_g で表される G 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F_{12} により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。また、分光透過特性 F_b で表される B 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F_{13} により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 3 1 f の波長特性 F_1 により、入射光 L_o が透過する光路 L_a では、波長特性 F_1 を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光 L_o が反射する光路 L_b では、波長特性 F_1 の曲線より上側の光成分が伝搬する。このように、光路 L_a および光路 L_b では、光成分について相補的な関係となる。

【 0 0 3 1 】

よって、分光面 3 1 f を透過して光路 L_a 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 3 (b) に示すように、撮像素子 3 2 a で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 a の R 画素では、傾斜部 F_{11} の右側（高帯域側）の波長帯域 R_a （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 a の G 画素では、傾斜部 F_{12} の左側（低帯域側）の波長帯域 G_b （網掛け部）に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 a の B 画素では、傾斜部 F_{13} の右側（高帯域側）の波長帯域 B_a （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 3 2 】

また、分光面 3 1 f で反射して光路 L_b 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 3 (c) に示すように、撮像素子 3 2 b で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 b の R 画素では、傾斜部 F_{11} の左側（低帯域側）の波長帯域 R_b （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 b の G 画素では、傾斜部 F_{12} の右側（高帯域側）の波長帯域 G_a （網掛け部）に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 b の B 画素では、傾斜部 F_{13} の左側（低帯域側）の波長帯域 B_b （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 3 3 】

分光プリズム 3 1 A は、ガラス母材の吸収などの微少な光量ロスを除けば、波長特性 F_1 に基づき入射光 L_o が透過または反射するため、2 つの撮像素子 3 2 a、3 2 b において

10

20

30

40

50

、6つの波長帯域 R a、R b、G a、G b、B a、B bすなわち6色の分光画像が、光量効率良く取得できることとなる。

【 0 0 3 4 】

＜撮像システム1Aの動作＞

図4は、撮像システム1Aの動作を説明するフローチャートである。

【 0 0 3 5 】

まず、ユーザーがパソコン100の操作部103を種々操作することにより、パソコン100から撮像装置10Aに撮影指示をする(ステップS1)。この場合、制御部106で生成された撮影指示信号が、ケーブルCBを介して撮像装置10Aに伝達することで、指示が行われることとなる。

10

【 0 0 3 6 】

ステップS2では、ダイクロイック膜を有する分光プリズム31Aで被写体SBからの入射光Loが2つの光路La、Lbに分岐される。

【 0 0 3 7 】

ステップS3では、ステップS2で分岐された光路La、Lbにおいて被写体SBの光像を受光する2つの撮像素子32a、32bによって画像を取得する。

【 0 0 3 8 】

ステップS4では、ステップS3で取得された画像データに対して、画像処理部105で画素補間などの画像処理を行う。

【 0 0 3 9 】

ステップS5では、ステップS4で画像処理されることにより、分光画像データが生成される。この場合、撮像素子32における3つの分光透過特性Fr、Fg、Fbそれぞれを分割する分光面31fの分光透過特性F1により、ワンショット撮影で6色(3色×2)の分光画像データが生成されることとなる。そして、生成された分光画像データに基づき、例えば表示部102に表示することにより、ユーザーが確認できることとなる。

20

【 0 0 4 0 】

以上の撮像システム1Aの構成および動作により、ダイクロイック膜で構成される分光面31fで分離された被写体光像を2つの撮像素子で取得するため、ワンショットで複数の分光画像を光量効率良く取得できる。

【 0 0 4 1 】

また、2つの撮像素子32a、32bは、ともにベイヤー配列、つまり互いにRGBの色フィルタの配列パターンが同一であるため、それぞれの撮像素子で取得した分光画像の比較・検討が容易となる。

30

【 0 0 4 2 】

さらに、ダイクロイック膜がRGBの波長帯域Fr、Fg、Fbそれぞれを分断させる波長特性F1を有するため、ワンショットで多数の分光画像を効率よく安価に取得できることとなる。

【 0 0 4 3 】

なお、分光プリズム31Aの分光面31fにおけるダイクロイック膜については、図3に示す分光透過特性F1を有するのは必須でなく、図5に示す分光透過特性F2を有しても良い。

40

【 0 0 4 4 】

図5(a)に示すように、分光透過特性Frで表されるR色の波長帯域の光成分は、波長特性F2の傾斜部F21により第1と第2の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。一方、分光透過特性Fgで表されるG色の波長帯域の光成分は、傾斜部F22により第1と第2の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。また、分光透過特性Frで表されるR色の波長帯域の光成分は、傾斜部F23により第1と第2の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。この波長特性F2により、入射光Loが透過する光路Laでは、波長特性F2を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光Loが反射する光路

50

L bでは、波長特性 F 2 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。

【0045】

よって、分光面 3 1 f を透過して光路 L a 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 5 (b) に示すように、撮像素子 3 2 a で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 a の R 画素では、傾斜部 F 2 1 の左側 (低帯域側) の波長帯域 R d (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 a の G 画素では、傾斜部 F 2 2 の右側 (高帯域側) の波長帯域 G c (網掛け部) に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 a の B 画素では、傾斜部 F 2 3 の左側 (低帯域側) の波長帯域 B d (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。

【0046】

10

また、分光面 3 1 f で反射して光路 L b 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 5 (c) に示すように、撮像素子 3 2 b で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 b の R 画素では、傾斜部 F 2 1 の右側 (高帯域側) の波長帯域 R c (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 b の G 画素では、傾斜部 F 2 2 の左側 (低帯域側) の波長帯域 G d (網掛け部) に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 b の B 画素では、傾斜部 F 2 3 の右側 (高帯域側) の波長帯域 B c (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。

【0047】

図 5 に示す波長特性 F 2 を有する分光プリズム 3 1 A によっても、2つの撮像素子 3 2 a、3 2 b において、6つの波長帯域 R c、R d、G c、G d、B c、B d すなわち 6 色の 20 分光画像が、光量効率良く取得できる。

【0048】

なお、図 3 および図 5 に示す分光面 3 1 f の波長特性 F 1 および波長特性 F 2 については、1つのダイクロイック膜で実現するのは必須でなく、2つのダイクロイック膜を張合わせるようにして実現しても良い。例えば、分光プリズム 3 1 A (図 2) を作製するには、図 6 に示すように2つの三角柱状のプリズム 3 1 1、3 1 2 をダイクロイック膜がコートされたコート面 3 1 1 f、3 1 2 f で張合わせる。この場合、図 7 (a) に示す波長特性 T 1 を有するコート面 3 1 1 f と、図 7 (b) に示す波長特性 T 2 を有するコート面 3 1 2 f とを張合わせることににより、図 3 に示す分光透過特性 F 1 を実現できる。また、図 8 (a) に示す波長特性 T 3 を有するコート面 3 1 1 f と、図 8 (b) に示す波長特性 T 4 30 を有するコート面 3 1 2 f とを張合わせることににより、図 5 に示す分光透過特性 F 2 を実現できる。

【0049】

このように比較的複雑な波長特性 F 1、F 2 でも、簡素化され生成容易な波長特性 T 1、T 2、T 3、T 4 を有するコート面を張合わせることにによって簡易で適切に実現できることとなる。

【0050】

また、分光プリズム 3 1 A の分光面 3 1 f におけるダイクロイック膜については、図 3 および図 5 に示すように撮像素子 3 2 の3つの分光透過特性 F r、F g、F b それぞれを分割する波長特性 F 1、F 2 を有するのは必須でなく、図 9 および図 10 に示すように2つ 40 の波長帯域を分割する波長特性 F 3、F 4 を有しても良い。

【0051】

図 9 (a) に示すように、分光透過特性 F g で表される G 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F 3 の傾斜部 F 3 1 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。一方、分光透過特性 F b で表される B 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F 3 2 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 3 1 f の波長特性 F 3 により、入射光 L o が透過する光路 L a では、波長特性 F 3 を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光 L o が反射する光路 L b では、波長特性 F 3 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。

【 0 0 5 2 】

よって、分光面 3 1 f を透過して光路 L a 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 9 (b) に示すように、撮像素子 3 2 a で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 a の G 画素では、傾斜部 F 3 1 の左側 (低帯域側) の波長帯域 G i (網掛け部) に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 a の B 画素では、傾斜部 F 3 2 の右側 (高帯域側) の波長帯域 B h (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。

【 0 0 5 3 】

また、分光面 3 1 f で反射して光路 L b 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 9 (c) に示すように、撮像素子 3 2 b で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 b の R 画素では、分光透過特性 F 3 の傾斜部が存在しないため、R 色の色フィルタが有する波長帯域 R o に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 b の G 画素では、傾斜部 F 3 1 の右側 (高帯域側) の波長帯域 G h (網掛け部) に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 b の B 画素では、傾斜部 F 3 2 の左側 (低帯域側) の波長帯域 B i (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。

【 0 0 5 4 】

一方、図 1 0 (a) に示すように、分光透過特性 F r で表される R 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F 4 の傾斜部 F 4 1 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。また、分光透過特性 F g で表される G 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F 4 2 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 3 1 f の波長特性 F 4 により、入射光 L o が透過する光路 L a では、波長特性 F 4 を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光 L o が反射する光路 L b では、波長特性 F 4 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。

【 0 0 5 5 】

よって、分光面 3 1 f を透過して光路 L a 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 1 0 (b) に示すように、撮像素子 3 2 a で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 a の R 画素では、傾斜部 F 4 1 の左側 (低帯域側) の波長帯域 R k (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 a の G 画素では、傾斜部 F 4 2 の右側 (高帯域側) の波長帯域 G i (網掛け部) に関する分光画像が得られる。

【 0 0 5 6 】

また、分光面 3 1 f で反射して光路 L b 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 1 0 (c) に示すように、撮像素子 3 2 b で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 b の R 画素では、傾斜部 F 4 1 の右側 (高帯域側) の波長帯域 R j (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 b の G 画素では、傾斜部 F 4 2 の左側 (低帯域側) の波長帯域 G k (網掛け部) に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 b の B 画素では、波長特性 F 4 の傾斜部が存在しないため、B 色の色フィルタが有する波長帯域 B o に関する分光画像が得られる。

【 0 0 5 7 】

以上で説明したように、図 9 および図 1 0 に示す分光透過特性 F 3 、 F 4 を有する分光プリズム 3 1 A によっても、2 つの撮像素子 3 2 a 、 3 2 b において、図 9 に示す 5 つの波長帯域 R o 、 G h 、 G i 、 B h 、 B i または、図 1 0 に示す 5 つの波長帯域 R j 、 R k 、 G j 、 G k 、 B o 、すなわち 5 色の分光画像が光量効率良く取得できることとなる。

【 0 0 5 8 】

同様に、分光プリズム 3 1 A の分光面 3 1 f におけるダイクロイック膜については、図 1 1 および図 1 2 に示すように 1 つの波長帯域のみを分割する分透過特性 F 5 、 F 6 を有するようにしても良い。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 (a) に示すように、分光透過特性 F r で表される R 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F 5 の傾斜部 F 5 1 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 3 1 f の波長特性 F 5 により、入射光 L o が

透過する光路 L_a では、波長特性 F_5 を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光 L_o が反射する光路 L_b では、波長特性 F_5 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。

【 0 0 6 0 】

よって、分光面 $31f$ を透過して光路 L_a 上を伝搬する被写体 SB の光像は、図 11 (b) に示すように、撮像素子 $32a$ で取得される。すなわち、撮像素子 $32a$ の R 画素では、傾斜部 F_{51} の右側（高帯域側）の波長帯域 R_m （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 6 1 】

また、分光面 $31f$ で反射して光路 L_b 上を伝搬する被写体 SB の光像は、図 11 (c) 10 に示すように、撮像素子 $32b$ で取得される。すなわち、撮像素子 $32b$ の R 画素では、傾斜部 F_{51} の左側（低帯域側）の波長帯域 R_n （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 $32b$ の G 画素および B 画素では、分光透過特性 F_5 の傾斜部が存在しないため、 G 色および B 色の色フィルタが有する波長帯域 G_o 、 B_o に関する分光画像が得られる。

【 0 0 6 2 】

一方、図 12 (a) に示すように、分光透過特性 F_b で表される B 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F_6 の傾斜部 F_{61} により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 $31f$ の波長特性 F_6 により、入射光 L_o が透過する光路 L_a では、波長特性 F_6 を表す曲線より下側の光成分が伝搬すると 20 もに、入射光 L_o が反射する光路 L_b では、波長特性 F_6 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。

【 0 0 6 3 】

よって、分光面 $31f$ を透過して光路 L_a 上を伝搬する被写体 SB の光像は、図 12 (b) に示すように、撮像素子 $32a$ で取得される。すなわち、撮像素子 $32a$ の B 画素では、傾斜部 F_{61} の左側（低帯域側）の波長帯域 B_n （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 6 4 】

また、分光面 $31f$ で反射して光路 L_b 上を伝搬する被写体 SB の光像は、図 12 (c) 30 に示すように、撮像素子 $32b$ で取得される。すなわち、撮像素子 $32b$ の R 画素および G 画素では、分光透過特性 F_6 の傾斜部が存在しないため、 R 色および G 色の色フィルタが有する波長帯域 R_o 、 G_o に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 $32b$ の B 画素では、傾斜部 F_{61} の右側（高帯域側）の波長帯域 B_m （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 6 5 】

以上で説明したように、図 11 および図 12 に示す分光透過特性 F_5 、 F_6 を有する分光プリズム $31A$ によっても、2つの撮像素子 $32a$ 、 $32b$ において、図 11 に示す4つの波長帯域 R_m 、 R_n 、 G_o 、 B_o または、図 12 に示す4つの波長帯域 R_o 、 G_o 、 B_m 、 B_n 、すなわち4色の分光画像が光量効率良く取得できることとなる。

【 0 0 6 6 】

< 第 2 実施形態 >

本発明の第 2 実施形態に係る撮像システム 1 B については、図 1 に示す第 1 実施形態の撮像システム 1 A と同様の外観を有している。

【 0 0 6 7 】

図 13 は、撮像システム 1 B の要部構成を示す図である。

【 0 0 6 8 】

撮像システム 1 B は、第 1 実施形態と同様の構成であるパソコン 100 を有しているが、第 1 実施形態と異なる撮像装置 10 B を有している。

【 0 0 6 9 】

撮像装置 10 B は、分光プリズム $31B$ と3つの撮像素子 $32c \sim 32e$ とを有するカメ 50

ラ本体部 3 B を備えている。

【 0 0 7 0 】

分光プリズム 3 1 B は、第 1 実施形態の分光プリズム 3 1 A と異なり、2 つの分光面 3 1 p、3 1 q を有している。これらの分光面 3 1 p、3 1 q は、ダイクロイック膜で構成されており、被写体 S B からの入射光 L o が透過する光路 L c と、分光面 3 1 p で反射される光路 L d と、分光面 3 1 q で反射される光路 L e とに入射光 L o を分離する。

【 0 0 7 1 】

撮像素子 3 2 (3 2 c ~ 3 2 e) は、第 1 実施形態と同様に、画素 (光電変換セル) ごとに赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の色フィルターが、例えばベイヤー配列で配列された汎用のカラー C C D として構成されている。そして、撮像素子 3 2 c では、2 つの分光面 3 1 p、3 1 q を通過して光路 L c を進む被写体 S B の分光画像を取得し、撮像素子 3 2 d 10 では、分光面 3 1 p における反射光の光路 L d を進む被写体 S B の分光画像を取得するとともに、撮像素子 3 2 e では、分光面 3 1 q における反射光の光路 L e を進む被写体 S B の分光画像を取得する (後で後述) 。

【 0 0 7 2 】

以上の構成を有する撮像装置 1 0 B において、分光画像を取得する方法を以下で説明する。

【 0 0 7 3 】

< 分光画像の取得方法について >

図 1 4 および図 1 5 は、撮像装置 1 0 B での分光画像の取得方法を説明するための図である。 20

【 0 0 7 4 】

分光プリズム 1 0 B の分光面 3 1 p は、図 1 4 (a) に示すように、撮像素子 3 2 の色フィルターが有する分光透過特性 F r、F g、F b それぞれを分割する波長特性 F 7 を有している。

【 0 0 7 5 】

具体的には、分光透過特性 F r で表される R 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F 7 の傾斜部 F 7 1 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。一方、分光透過特性 F g で表される G 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F 7 2 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。また、分光透過特性 F b で表される B 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F 7 3 により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 3 1 p の波長特性 F 7 により、入射光 L o が透過する光路 L c では、波長特性 F 7 を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光 L o が反射する光路 L d では、波長特性 F 7 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。 30

【 0 0 7 6 】

よって、分光面 3 1 p を透過して分光面 3 1 q に至までの被写体 S B の光像は、図 1 4 (b) に示すような波長の構成となる。すなわち、撮像素子 3 2 の R 画素に関する光成分は、傾斜部 F 7 1 の左側 (低帯域側) の波長帯域 R 2 3 (平行斜線部) となる。また、撮像素子 3 2 の G 画素に関する光成分は、傾斜部 F 7 2 の右側 (高帯域側) の波長帯域 G 1 2 (網掛け部) となる。さらに、撮像素子 3 2 の B 画素に関する光成分は、傾斜部 F 7 3 の左側 (低帯域側) の波長帯域 B 2 3 (平行斜線部) となる。 40

【 0 0 7 7 】

また、分光面 3 1 p で反射して光路 L d 上を伝搬する被写体 S B の光像は、図 1 4 (c) に示すように、撮像素子 3 2 d で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 d の R 画素では、傾斜部 F 7 1 の右側 (高帯域側) の波長帯域 R 1 (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 d の G 画素では、傾斜部 F 7 2 の左側 (低帯域側) の波長帯域 G 3 (網掛け部) に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 d の B 画素では、傾斜部 F 7 3 の右側 (高帯域側) の波長帯域 B 1 (平行斜線部) に関する分光画像が得られる。 50

【 0 0 7 8 】

一方、分光プリズム 1 0 B の分光面 3 1 q は、分光面 3 1 p と波長特性が異なっているが、図 1 5 (a) に示すように、撮像素子 3 2 の色フィルタが有する分光透過特性 F_r 、 F_g 、 F_b それぞれを分割する波長特性 F_8 を有している。

【 0 0 7 9 】

具体的には、分光透過特性 F_r で表される R 色の波長帯域の光成分は、波長特性 F_8 の傾斜部 F_{81} により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。一方、分光透過特性 F_g で表される G 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F_{82} により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの高波長側に相当する部分が選択的に透過する。また、分光透過特性 F_r で表される R 色の波長帯域の光成分は、傾斜部 F_{83} により第 1 と第 2 の部分に分割され、そのうちの低波長側に相当する部分が選択的に透過する。この分光面 3 1 q により、入射光 L_o が透過する光路 L_c では、波長特性 F_8 を表す曲線より下側の光成分が伝搬するとともに、入射光 L_o が反射する光路 L_e では、波長特性 F_8 の曲線より上側の光成分が伝搬することとなる。

【 0 0 8 0 】

よって、分光面 3 1 q で透過して光路 L_c 上を伝搬する被写体 S_B の光像は、図 1 5 (b) に示すように、撮像素子 3 2 c で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 c の R 画素では、傾斜部 F_{81} の左側（低帯域側）の波長帯域 R_3 （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 c の G 画素では、傾斜部 F_{82} の右側（高帯域側）の波長帯域 G_1 （網掛け部）に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 c の B 画素では、傾斜部 F_{83} の左側（低帯域側）の波長帯域 B_3 （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 8 1 】

また、分光面 3 1 q で反射して光路 L_e 上を伝搬する被写体 S_B の光像は、図 1 5 (c) に示すように、撮像素子 3 2 e で取得される。すなわち、撮像素子 3 2 e の R 画素では、傾斜部 F_{81} の右側（高帯域側）の波長帯域 R_2 （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。また、撮像素子 3 2 e の G 画素では、傾斜部 F_{82} の左側（低帯域側）の波長帯域 G_2 （網掛け部）に関する分光画像が得られる。さらに、撮像素子 3 2 e の B 画素では、傾斜部 F_{83} の右側（高帯域側）の波長帯域 B_2 （平行斜線部）に関する分光画像が得られる。

【 0 0 8 2 】

分光プリズム 3 1 B は、第 1 実施形態と同様に、分光面 3 1 p の分光透過特性 F_7 および分光面 3 1 q の分光透過特性 F_8 に基づき入射光 L_o が透過または反射するため、3 つの撮像素子 3 2 c ~ 3 2 e において、9 つの波長帯域 $R_1 \sim R_3$ 、 $G_1 \sim G_3$ 、 $B_1 \sim B_3$ すなわち 9 色の分光画像が、光量効率良く取得できることとなる。

【 0 0 8 3 】

< 撮像システム 1 B の動作 >

図 1 6 は、撮像システム 1 B の動作を説明するフローチャートである。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 1 では、図 4 のフローチャートに示すステップ S 1 と同様の動作を行う。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 2 では、分光プリズム 3 1 B で被写体 S_B からの入射光 L_o が 3 つの光路 $L_c \sim L_e$ に分岐される。この際には、2 つの分光面 3 1 p、3 1 q において透過光および反射光に分離されることにより、分光プリズム 3 1 B からの出射光が 3 つに分岐されることとなる。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 3 では、ステップ S 1 2 で分岐された 3 つの光路 $L_c \sim L_e$ において被写体 S_B の光像を受光する 3 つの撮像素子 3 2 c ~ 3 2 e によって画像を取得する。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 4 およびステップ S 1 5 では、図 4 のフローチャートに示すステップ S 4 お

10

20

30

40

50

よびステップ S 5 と同様の動作を行う。ただし、ステップ S 1 5 においては、撮像素子 3 2 における 3 つの分光透過特性 F_r 、 F_g 、 F_b それぞれを分割する分光面 3 1 p の波長特性 F_7 および分光面 3 1 q の波長特性 F_8 により、ワンショット撮影で 9 色（3 色 × 3）の分光画像データが生成される。

【 0 0 8 8 】

以上の撮像システム 1 B の構成および動作により、ダイクロイック膜で構成される 2 つの分光面 3 1 p、3 1 q で分岐された被写体光像を 3 つの撮像素子で取得するため、9 色の分光画像を光量効率良く簡易に取得できる。

【 0 0 8 9 】

<変形例>

◎上記の各実施形態における撮像素子については、三原色の色フィルタからなる配列を有するのは必須でなく、2 色や 4 色以上の色フィルタからなる配列を有しても良い。

【 0 0 9 0 】

また、撮像素子は、色フィルタで分光するのは必須でなく、受光する波長によって異なる深さで吸収する特性を利用して RGB の各波長帯域ごとに分光しても良い。

【 0 0 9 1 】

◎上記の第 1 実施形態における分光プリズムについては、図 2 に示す直方体の形状を有するのは必須でなく、図 1 7 (a) ~ (e) に示す各形状を有しても良い。

【 0 0 9 2 】

図 1 7 (a) および図 1 7 (b) に示す分光プリズム 3 1 C、3 1 D は、底面に分光面 3 1 g を有する三角柱状の形状を有しており、略直交方向に光路を分岐する。

【 0 0 9 3 】

図 1 7 (c) および図 1 7 (d) に示す分光部材 3 1 E、3 1 F は、1 つの主面に分光面 3 1 g を有する矩形板状の形状を有しており、2 つの光路に分岐する。

【 0 0 9 4 】

図 1 7 (e) に示す分光プリズム 3 1 G は、図 2 に示す分光プリズムと異なり、互いに直交しない 2 つの光路に入射光を分岐させる。具体的には、被写体からの入射光 L_o に対して所定の傾斜を有する分光面 3 1 h と、分光面 3 1 h で反射した光を反射させる反射面 3 1 m とによって、分光プリズム 3 1 G から出射する 2 つの光路 L_h 、 L_i に分離する。

【 0 0 9 5 】

◎上記の各実施形態の撮像システムについては、撮像装置とパソコンとの組合せで実現するのは必須でなく、パソコンの操作部や表示部に相当するユーザインターフェースがカメラ上に追加された撮像装置のみで実現しても良い。

【 0 0 9 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 ないし請求項 5 の発明によれば、ダイクロイック膜は複数の撮像センサそれぞれが有する複数の波長帯域のうち少なくとも 1 の波長帯域の光成分を第 1 と第 2 の部分に分割し、第 1 の部分を選択的に透過する波長特性を有する。その結果、ワンショットで複数の分光画像を光量効率良く取得できる。

【 0 0 9 7 】

特に、請求項 2 の発明においては、複数の波長帯域が三原色に対応する 3 の波長帯域であるため、汎用のカラー撮像素子を利用し簡単に分光画像を取得できる。

【 0 0 9 8 】

また、請求項 3 の発明においては、複数の撮像センサそれぞれは複数の波長帯域に対応する複数の色フィルタが光電セル配列上に配列された色フィルタ配列を有するため、複数の波長帯域を持つ分光特性を容易に実現できる。

【 0 0 9 9 】

また、請求項 4 の発明においては、複数の撮像センサが互いに色フィルタ配列の配列パターンが同一であるため、それぞれの撮像センサで取得した分光画像の比較・検討が容易になる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 0 】

また、請求項 5 の発明においては、ダイクロイック膜が複数の波長帯域それぞれの光成分を第 1 と第 2 の部分に分割し、第 1 の部分を選択的に透過する波長特性を有するため、ワンショットで多数の分光画像を効率よく安価に取得できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る撮像システム 1 A の外観を示す斜視図である。

【図 2】撮像システム 1 A の要部構成を示す図である。

【図 3】撮像装置 1 0 A での分光画像の取得方法を説明するための図である。

【図 4】撮像システム 1 A の動作を説明するフローチャートである。

【図 5】分光画像の他の取得方法を説明するための図である。

10

【図 6】分光プリズム 3 1 A の作製方法を説明するための図である。

【図 7】分光プリズム 3 1 A の作製方法を説明するための図である。

【図 8】分光プリズム 3 1 A の作製方法を説明するための図である。

【図 9】5 色の分光画像の取得方法を説明するための図である。

【図 1 0】5 色の分光画像の取得方法を説明するための図である。

【図 1 1】4 色の分光画像の取得方法を説明するための図である。

【図 1 2】4 色の分光画像の取得方法を説明するための図である。

【図 1 3】本発明の第 2 実施形態に係る撮像システム 1 B の要部構成を示す図である。

【図 1 4】撮像装置 1 0 B での分光画像の取得方法を説明するための図である。

【図 1 5】撮像装置 1 0 B での分光画像の取得方法を説明するための図である。

20

【図 1 6】撮像システム 1 B の動作を説明するフローチャートである。

【図 1 7】本発明の変形例に係る分光プリズム 3 1 C ～ 3 1 G を説明するための図である。

【符号の説明】

1 A、1 B 撮像システム

2 撮像レンズ

3 カメラ本体部

1 0 A、1 0 B 撮像装置

3 1 A ～ 3 1 G 分光プリズム

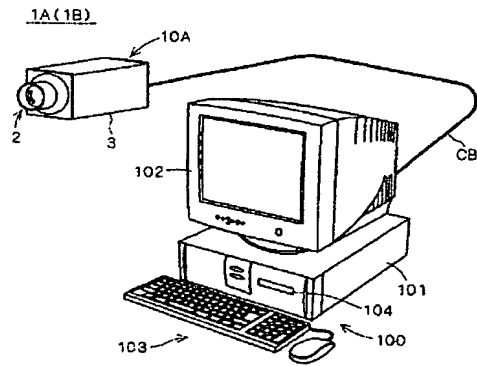
3 1 f、3 1 p、3 1 q 分光面

3 2 a ～ 3 2 e 撮像素子

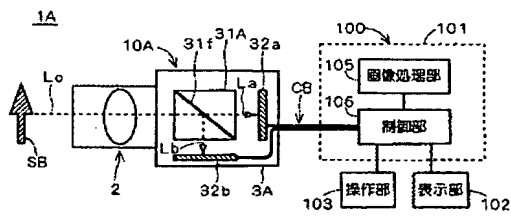
F 1 ～ F 8、T 1 ～ T 4 分光面の波長特性

30

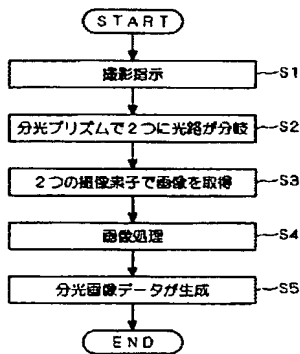
【 図 1 】



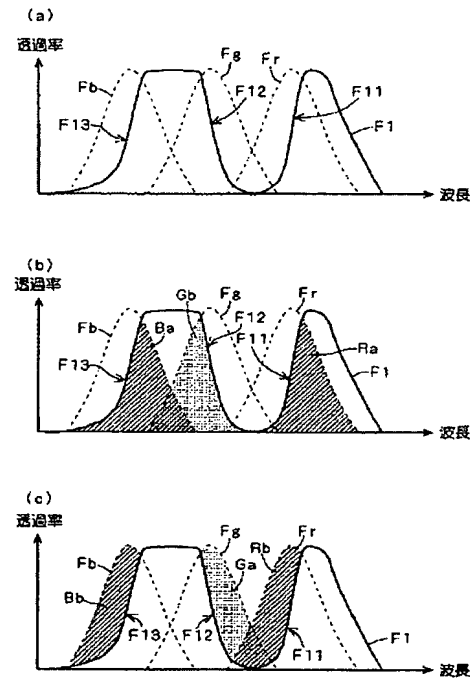
【 図 2 】



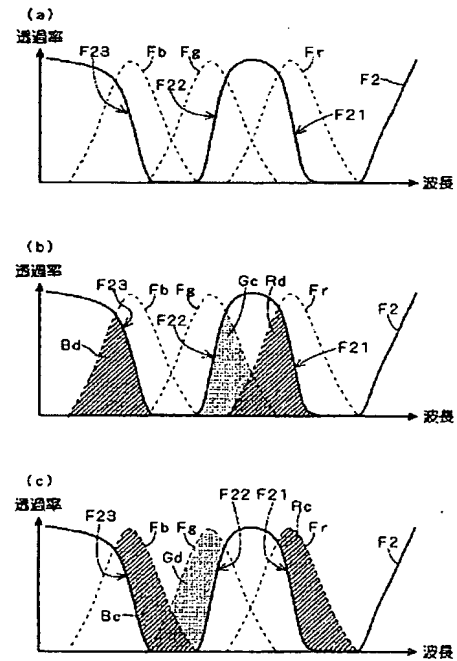
【 図 4 】



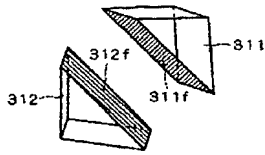
【 図 3 】



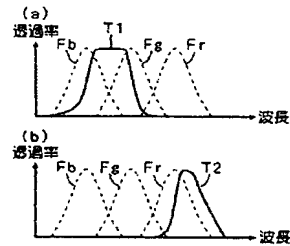
【 図 5 】



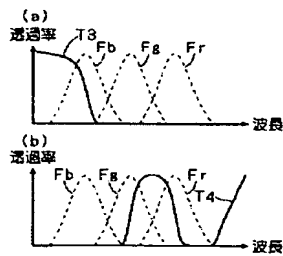
【 図 6 】



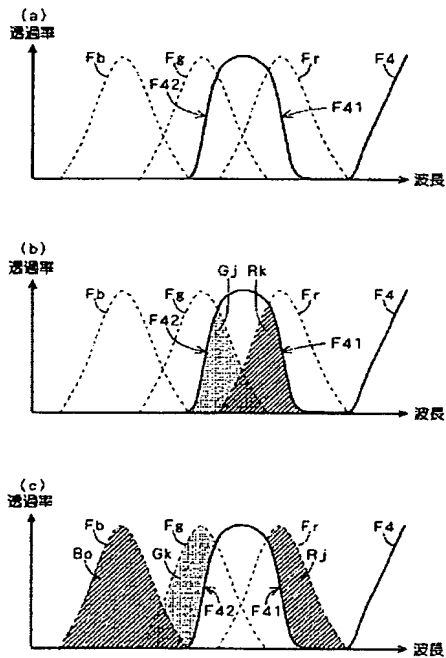
【 図 7 】



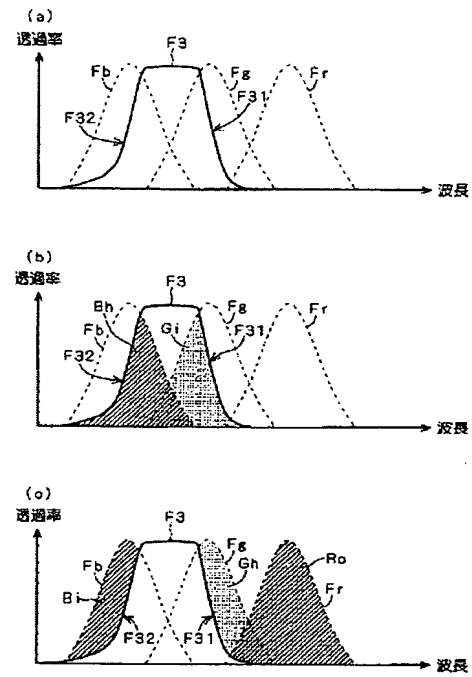
【 図 8 】



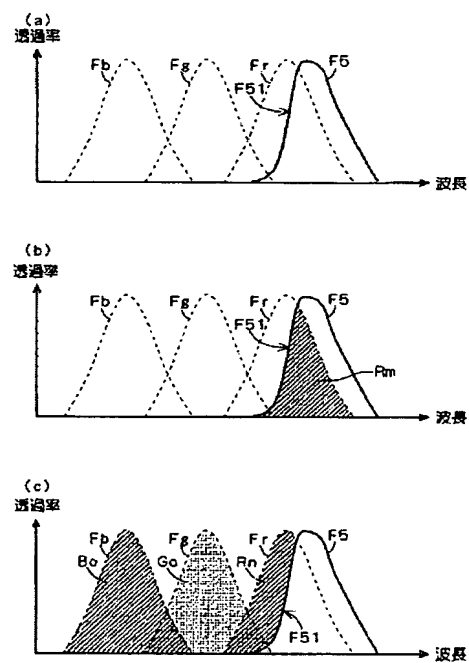
【 図 10 】



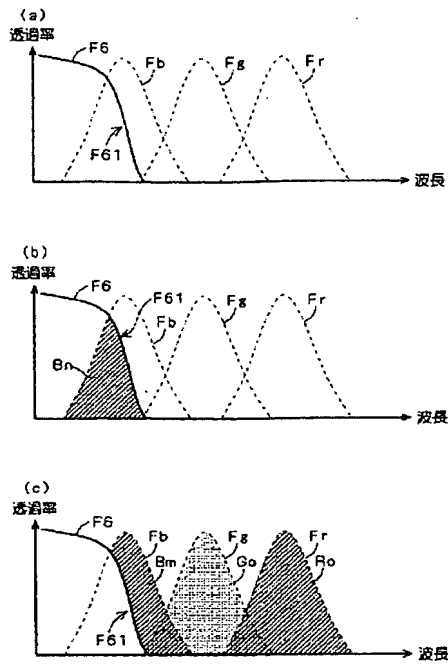
【 図 9 】



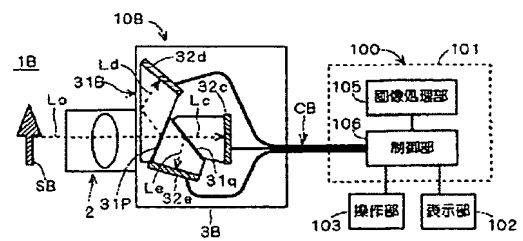
【 図 11 】



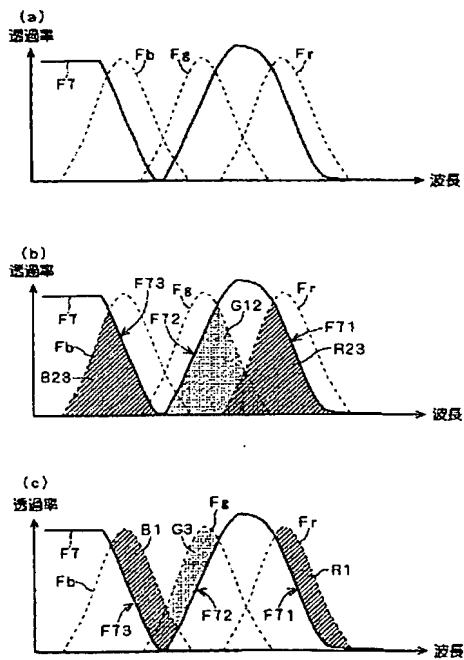
【 図 1 2 】



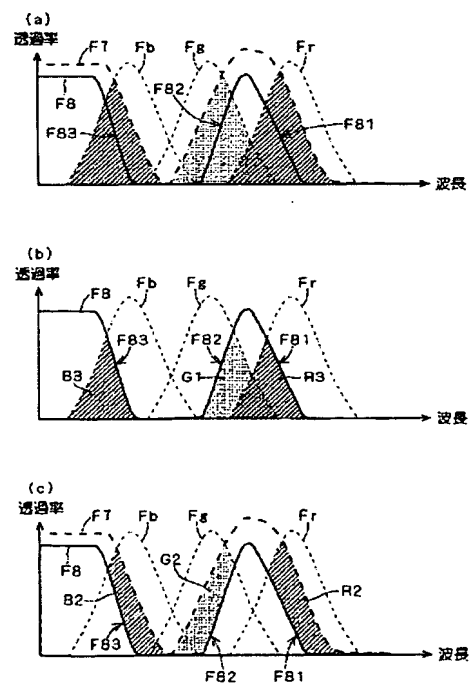
【 図 1 3 】



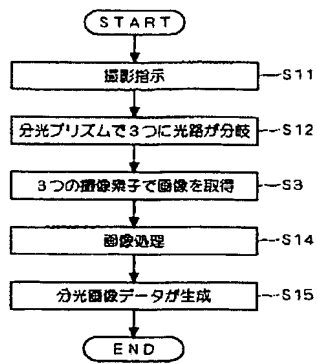
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

