

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6123213号  
(P6123213)

(45) 発行日 平成29年5月10日(2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日(2017.4.14)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>HO4N</b>	<b>9/07</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	9/07	D
<b>GO3B</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	15/00	B
<b>GO3B</b>	<b>19/07</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	19/07	
<b>GO3B</b>	<b>11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	11/00	

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-221428 (P2012-221428)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都港区港南二丁目15番3号
(22) 出願日	平成24年10月3日(2012.10.3)	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(65) 公開番号	特開2014-75669 (P2014-75669A)	(74) 代理人	100078189 弁理士 渡辺 隆男
(43) 公開日	平成26年4月24日(2014.4.24)	(72) 発明者	坂田 泰啓 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成27年8月21日(2015.8.21)	(72) 発明者	鈴木 康史 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチバンドカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに異なる波長を中心とする透過波長域を備えた4以上の透過領域を有するバンドパスフィルタと、

各々の前記透過領域に対応して設けられ、前記透過領域を透過した光をそれぞれ結像させる4以上の結像レンズと、

二次元状に配列され、前記4以上の結像レンズにより結像した光を受光し受光信号を出力する複数の光電変換素子と、を備え、

前記バンドパスフィルタは、前記透過波長域内において一様な分光強度を有する光が、前記4以上の透過領域を透過して前記複数の光電変換素子に入射したとき、前記複数の光電変換素子から出力される前記4以上の透過領域を透過した前記光にそれぞれ対応する前記受光信号が略同一の信号レベルとなるように、前記複数の光電変換素子に入射する光の強度を波長ごとに調節することを特徴とするマルチバンドカメラ。

【請求項2】

請求項1に記載のマルチバンドカメラにおいて、

前記バンドパスフィルタは、複数の光学薄膜を積層して構成されることを特徴とするマルチバンドカメラ。

【請求項3】

請求項1または2に記載のマルチバンドカメラにおいて、

前記バンドパスフィルタが交換可能に取り付けられるフィルタ取付部を備えることを特

徴とするマルチバンドカメラ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のマルチバンドカメラにおいて、  
前記バンドパスフィルタを含む光学系が交換可能に取り付けられるレンズ取付部を備えることを特徴とするマルチバンドカメラ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のマルチバンドカメラにおいて、  
所定の撮影条件ごとに前記複数の光電変換素子の前記受光信号を測定することにより作成された複数の校正データを記憶する記憶部と、  
前記複数の校正データから撮影条件に基づいていずれかを選択し、当該選択された校正データに基づいて前記受光信号を補正する補正部と、  
を備えることを特徴とするマルチバンドカメラ。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のマルチバンドカメラにおいて、  
前記受光信号に基づいて前記透過波長域に対応する画像データを生成する画像データ生成部を備えることを特徴とするマルチバンドカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチバンドカメラに関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、互いに異なる複数の波長バンドにおいて被写体を撮像し、被写体の分光データを取得するマルチバンドカメラが知られている。例えば特許文献 1 には、色分解フィルタとして液晶チューナブルフィルタ等のフィルタを用いた、色むらや光量むら等が除去されたマルチバンド画像撮影装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 145116 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来技術には、各波長バンドでの受光素子の感度の違いにより、特に受光素子の感度の弱い所では、他のバンドと比較してダイナミックレンジが狭く、ノイズを含んだ画像データとなる問題があった。そのため、各波長バンドについて、カメラの露光量やゲインの調整、画像処理によるノイズ抑制パラメータの調整をしなければ、正確な分光データが得られないという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 に記載のマルチバンドカメラは、互いに異なる波長を中心とする透過波長域を備えた 4 以上の透過領域を有するバンドパスフィルタと、各々の前記透過領域に対応して設けられ、前記透過領域を透過した光をそれぞれ結像させる 4 以上の結像レンズと、二次元状に配列され、前記 4 以上の結像レンズにより結像した光を受光し受光信号を出力する複数の光電変換素子と、を備え、前記バンドパスフィルタは、前記透過波長域内において一様な分光強度を有する光が、前記 4 以上の透過領域を透過して前記複数の光電変換素子に入射したとき、前記複数の光電変換素子から出力される前記 4 以上の透過領域を透過した前記光にそれぞれ対応する前記受光信号が略同一の信号レベルとなるように、前記複数の光電変換素子に入射する光の強度を波長ごとに調節することを特徴とする。

40

【発明の効果】

50

## 【0006】

本発明によれば、各波長バンドについて、カメラの露光量やゲインの調整、画像処理によるノイズ抑制パラメータの調整をする必要なしに正確な分光データを得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】本発明を適用したマルチバンドカメラの構成を示すブロック図である。

【図2】マルチバンドカメラ1が備える光学系の模式図である。

【図3】光学フィルタ13および第3レンズ23を被写体11側から見た模式図である。

【図4】光学フィルタ13の分光透過特性を説明する図である。

10

【図5】本発明の第2の実施の形態に係るマルチバンドカメラの構成を示すブロック図である。

【図6】受光素子アレイ17およびマイクロレンズアレイ15の模式図である。

【図7】マルチバンドカメラ2が備える光学系の模式図である。

【図8】マイクロレンズによって撮像面状に形成される実像を示す図である。

【図9】校正データの作成方法を示す図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態に係るマルチバンドカメラの構成を示すブロック図である。

【図11】マルチバンドカメラ6の光学系の構成を示す模式図である。

## 【発明を実施するための形態】

20

## 【0008】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明を適用したマルチバンドカメラの構成を示すブロック図である。マルチバンドカメラ1は、第1レンズ21、第2レンズ22、光学フィルタ13、4つの第3レンズ23a~23d、4つの受光素子アレイ17a~17d、制御装置51、メモリ52、および表示装置53を備える。

## 【0009】

なお、図1では第1レンズ21、第2レンズ22、第3レンズ23a~23d等をそれぞれ1枚のレンズとして図示しているが、これらの各レンズを複数のレンズから成るレンズ群としてもよい。

30

## 【0010】

光学フィルタ13には、互いに異なる波長を透過波長域の中心とする4つの透過領域14a~14dが設けられている。光学フィルタ13の構成については後に詳述する。マルチバンドカメラ1内には、これら4つの透過領域14a~14dにそれぞれ対応するように、4つの第3レンズ23a~23dと、4つの受光素子アレイ17a~17dが設けられている。この受光素子アレイは1つの受光素子アレイを4分割して使用してもよい。

## 【0011】

受光素子アレイ17a~17dはそれぞれ、CCDやCMOS等の撮像素子であり、第3レンズ23a~23dに対向する撮像面に複数の受光素子(光電変換素子)16が二次元状に配列されている。各受光素子アレイ17a~17dは、撮像面に配列されている複数の受光素子16の各々により受光した被写体光の光量に応じた受光信号を出力する。

40

## 【0012】

制御装置51は、CPUやその周辺回路から構成され、不図示の記憶媒体から所定の制御プログラムを読み込んで実行することにより、マルチバンドカメラ1全体を制御する。制御装置51は更に、4つの受光素子アレイ17a~17dからそれぞれ出力された4つの受光信号に基づいて、所定の撮像波長領域におけるマルチバンド画像データを生成する。マルチバンド画像データとは、撮像波長領域に含まれる複数の波長バンド(波長域)毎の被写体の分光強度を記録したデータである。

## 【0013】

メモリ52は揮発性の記憶媒体である。制御装置51は生成したマルチバンド画像デー

50

タやマルチバンド画像データの生成に伴う一時データをメモリ52に記憶させる。表示装置53は、例えば液晶ディスプレイ等の表示画面を備えており、制御装置51の制御に従って画像データなどを表示画面に表示する。

【0014】

(光学系の説明)

図2は、マルチバンドカメラ1が備える光学系の模式図である。第1レンズ21、第2レンズ22、および光学フィルタ13は、それぞれ光軸Axに沿って配置されている。第1レンズ21は、被写体11の中間像11aを、第1レンズ21と第2レンズ22の間に結像させる。

【0015】

この中間像11aは更に、第2レンズ22と、光学フィルタ13が有する4つの透過領域14a~14dの各々とを介して、4つの第3レンズ23a~23dの各々により、4つの受光素子アレイ17a~17dの各々の撮像面に被写体像11bとして結像される。例えば、被写体11の光軸Ax上の点Pからの光は、第1レンズ21を透過して光軸Ax上の点Paを通過し、第2レンズ22と4つの透過領域14a~14dの各々とを通過した後に、4つの受光素子アレイ17a~17dの各々の撮像面上の点Pbに入射する。

【0016】

図3は、光学フィルタ13および第3レンズ23を被写体11側から見た模式図である。光学フィルタ13は、2行2列に配列された4つの透過領域14a~14dを備えている。各透過領域は遮光部材18により隔てられている。遮光部材18は、例えばクロムメッキされ、被写体11からの光を遮光する。これにより、被写体11からの被写体光が透過領域14a~14dを透過せずに受光素子アレイ17a~17dに入射することはない。

【0017】

4つの透過領域14a~14dは、それぞれ異なる波長が透過波長域の中心となるように構成されている。本実施形態では、透過領域14aは390nm(ナノメートル)~490nmの波長の光を透過させ、透過領域14bは490nm~590nmの波長の光を透過させる。同様に、透過領域14cは590nm~690nmの波長の光を、透過領域14dは690nm~790nmの波長の光を、それぞれ透過させる。

【0018】

つまり、マルチバンドカメラ1の撮像波長領域は390nm~790nmであり、光学フィルタ13は、撮像波長領域の光を、互いに異なる4つの波長バンドに分けて透過させることができる。

【0019】

透過領域14aを透過した390nm~490nmの波長を有する被写体光は、第3レンズ23aに入射し、受光素子アレイ17aの撮像面に像11bを結ぶ。受光素子アレイ17aは、像11bを撮像し、390nm~490nmの波長バンドの被写体光に対応する受光信号を出力する。同様に、受光素子アレイ17b~17dは、それぞれ透過領域14b~14dを透過する波長バンドの被写体光に対応する受光信号を出力する。

【0020】

つまり、4つの受光素子アレイ17a~17dは、被写体11について、4つの波長バンドの各々に対応する受光信号を出力する。制御装置51は、このようにして得られた4種類の受光信号に基づいて、周知の方法によりマルチバンド画像データを作成する。

【0021】

(光学フィルタ13の光学的特性の説明)

図4は、光学フィルタ13の分光透過特性を説明する図である。精緻なマルチバンド画像データを作成するためには、4つの透過領域14a~14dの各々に対して同一の強度を有する光が入射したとき、4つの受光素子アレイ17a~17dからは同一の信号レベルを有する受光信号が出力されることが望ましい。図4(a)は、この理想的な受光信号の出力を示したグラフであり、横軸が入射光の波長を、縦軸が当該入射光に応じて出力さ

10

20

30

40

50

れる受光信号の信号レベルをそれぞれ表している。

【 0 0 2 2 】

図 4 ( a ) に示すように、撮像波長領域全体に渡って均一な強度の被写体光が入射したとき、受光素子アレイ 1 7 a が出力する受光信号 3 0 a と、受光素子アレイ 1 7 b が出力する受光信号 3 0 b と、受光素子アレイ 1 7 c が出力する受光信号 3 0 c と、受光素子アレイ 1 7 d が出力する受光信号 3 0 d とは、それぞれ略同一の特性を有することが望ましい。

【 0 0 2 3 】

ところが、実際には、4つの受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d の分光感度特性は、撮像波長領域全体に対して一様ではないため、図 4 ( a ) のような理想的な出力は得られない。受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d の分光感度特性の一例を図 4 ( b ) に示す。

10

【 0 0 2 4 】

そこで本実施形態のマルチバンドカメラ 1 は、光学フィルタ 1 3 が有する4つの透過領域 1 4 a ~ 1 4 d において、被写体光の透過光量を調整することにより、図 4 ( a ) のような均一な受光信号が得られるようにしている。以下の説明では、そのような受光信号が得られるように構成された光学フィルタ 1 3 を「最適化されている」と称する。

【 0 0 2 5 】

図 4 ( c ) は、最適化された光学フィルタ 1 3 の分光透過率を表すグラフであり、横軸が入射光の波長を、縦軸が当該入射光の透過率をそれぞれ表している。図 4 ( c ) に示すように、透過領域 1 4 a の分光透過率 3 2 a と、透過領域 1 4 b の分光透過率 3 2 b と、透過領域 1 4 c の分光透過率 3 2 c と、透過領域 1 4 d の分光透過率 3 2 d と、はそれぞれピークの大きさが異なっている。これは、4つの透過領域 1 4 a ~ 1 4 d が、受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d の感度が低い波長領域の光を相対的に多く透過させ、受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d の感度が高い波長領域の光は相対的に少なく透過させるようにしたものである。光学フィルタ 1 3 をこのように構成することで、図 4 ( a ) に示した理想的なものに近い受光信号を得ることができる。

20

【 0 0 2 6 】

なお、上述の説明では、受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d の分光感度特性について説明したが、実際には更に第 1 レンズ 2 1、第 2 レンズ 2 2、および第 3 レンズ 2 3 の分光感度特性も考慮して光学フィルタ 1 3 を設計する必要がある。つまり、光学フィルタ 1 3 が有する4つの透過領域 1 4 a ~ 1 4 d は、互いに異なる波長バンドを透過させるように構成されていると共に、同一の強度を有する各波長バンドの被写体光が光学系を透過して4つの受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d に入射したとき、各受光素子アレイ 1 7 a ~ 1 7 d から出力される受光信号が同一の信号レベルとなるように、透過光の強度を波長ごとに調節するように構成されている。

30

【 0 0 2 7 】

従来の干渉フィルタ（例えばバンドパスフィルタなど）により波長毎の透過率を上述の説明のように細かく制御することは困難であるが、薄膜を数十から数百層に成膜することが可能であれば、図 4 ( c ) のような透過率を有する光学フィルタ 1 3 を製造することが可能である。例えば本願出願人は、SiO<sub>2</sub>およびNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の薄膜の高精度な多層積層構造を成膜できる自動誤差補正システムを、スパッタリング装置に適用し使用している。この自動誤差補正システムによれば、成膜後の誤差を計測してそれ以降の層の膜厚を修正していくことにより、数十~数百層の成膜を高精度に行い、最終的な所望の分光透過特性（例えば図 4 ( c ) に示すもの）に極限まで近づけていくことができる。

40

【 0 0 2 8 】

なお、干渉型の光学薄膜フィルタは入射角依存性があるので、光学フィルタ 1 3 の設計の際には、あらかじめ被写体光の入射角を考慮しておくことが望ましい。

【 0 0 2 9 】

上述した第 1 の実施の形態によるマルチバンドカメラによれば、次の作用効果が得られる。

50

(1) 光学フィルタ13は、互いに異なる波長を中心とする透過波長域を備えた4つの透過領域14a~14dを有する。4つの受光素子アレイ17a~17dはそれぞれ、二次元状に配列され、4つの透過領域14a~14dを透過した光を受光し受光信号を出力する複数の光電変換素子を備える。光学フィルタ13は、撮像波長領域内において一様な分光強度を有する光が、4つの透過領域14a~14dを透過して複数の光電変換素子に入射したとき、複数の光電変換素子から出力される4以上の透過領域を透過した光にそれぞれ対応する受光信号が略同一の信号レベルとなるように、複数の光電変換素子に入射する光の強度を波長ごとに調節する。このようにしたので、フィルタの分光特性やレンズの分光特性、受光素子の感度等を正確に測定する必要なしに正確な分光データを得ることができる。

10

**【0030】**

(2) 光学フィルタ13は、複数の光学薄膜を積層して構成される。このようにしたので、波長ごとの光の強度の調節を高精度に実現することが可能となる。

**【0031】**

(3) 制御装置51は、受光出力に基づいて撮像波長領域に対応する画像データを生成する。このようにしたので、波長バンドごとの被写体の分光特性を高精度に得ることができる。

**【0032】**

(4) 4つの受光素子アレイ17a~17dは、それぞれ異なる波長バンドの被写体光を受光し、当該波長バンドに対応する受光信号を出力する。このようにしたので、1回の撮影で4つの波長バンドに対応する被写体光の受光信号が得られ、1つの被写体の分光データを1回の撮影で得ることができる。

20

**【0033】**

(第2の実施の形態)

図5は、本発明の第2の実施の形態に係るマルチバンドカメラの構成を示すブロック図である。なお、以下の説明において、第1の実施の形態と同一の構成要素については第1の実施の形態と同一の符号を付し、説明を省略する。

**【0034】**

マルチバンドカメラ2は、第1レンズ21、第2レンズ22、および光学フィルタ13を備える交換レンズ48と、交換レンズ48が交換可能に取り付けられるマウント部49を備えるカメラボディ50とから構成される。マウント部49は、例えばバヨネットマウント等の周知のマウント機構を有している。

30

**【0035】**

本実施形態のマルチバンドカメラ2では、第1の実施の形態とは異なり、光学フィルタ13は第1レンズ21と第2レンズ22との間における瞳の位置に設けられている。また、本実施形態において交換レンズ48は交換可能であり、これに対応するため光学フィルタ13は交換可能に設置されている。すなわち、光学フィルタ13は複数の種類が存在し、交換レンズ48には任意の光学フィルタ13を設置できるような挿抜機構が設けられている。マルチバンドカメラ2の利用者は、交換レンズ48を交換する際、カメラボディ50および交換レンズ48の組み合わせに応じた適切な光学フィルタ13を選択して交換レンズ48に設置する。

40

**【0036】**

図6は、受光素子アレイ17およびマイクロレンズアレイ15の模式図である。本実施形態では、カメラボディ50が、1つの受光素子アレイ17と、受光素子アレイ17の撮像面に面して設置されたマイクロレンズアレイ15とを備えている。

**【0037】**

マイクロレンズアレイ15は、二次元状に配列された多数のマイクロレンズMLにより構成されている。各々のマイクロレンズMLは、受光素子アレイ17が備える多数の受光素子16のうち、少なくとも複数の受光素子16を被覆する大きさを備えている。つまり、第1レンズ21、光学フィルタ13、第2レンズ22をそれぞれ通過し、いずれか1つ

50

のマイクロレンズMLに入射した被写体光は、当該マイクロレンズMLに被覆されている複数の受光素子16に入射する。

【0038】

マイクロレンズアレイ15は、撮像光学系の+Z側、且つ被写体11の共役位置に配置されている。各々のマイクロレンズMLは円形で、その焦点距離は数十～数百 $\mu\text{m}$ (マイクロメートル)程度である。なお、図6では正方配列した25個のマイクロレンズMLを図示しているが、実際にはマイクロレンズアレイ15はより多数のマイクロレンズMLを有している。また、マイクロレンズMLの形状および配列は一例であり、図6とは異なってもよい。例えば四角形や六角形のマイクロレンズMLを用いることもできるし、これらのマイクロレンズMLを千鳥配列にしてもよい。

10

【0039】

(光学系の説明)

図7は、マルチバンドカメラ2が備える光学系の模式図である。以下、マルチバンドカメラ2の光学系について、図7に示した被写体11上のある一点Pからの光束L1、L2を一例として説明する。なお図7には、理解を容易にするために光束L1、L2の主光線のみを描いている。また図7では、マイクロレンズアレイ15と受光素子アレイ17との間の距離を、実際よりも大きく誇張して図示している。

【0040】

図7に示すように、被写体11の一点Pからの光束L1、L2は、第1レンズ21を透過して光学フィルタ13に入射する。例えば、光束L1が光学フィルタ13の透過領域14aを透過し、光束L2が光学フィルタ13の透過領域14cを透過する。このとき、光束L1に含まれる、波長領域が390nm～490nmの光のみが光学フィルタ13を透過する。同様に、光束L2に含まれる、波長領域が590nm～690nmの光のみが光学フィルタ13を透過する。

20

【0041】

光学フィルタ13を透過した光束L1、L2は、第2レンズ22を透過してマイクロレンズアレイ15上のある一点Pcに入射する。ここで、マイクロレンズアレイ15は被写体11と共役位置に配置されているので、被写体11の実像がマイクロレンズアレイ15上に結像されることになる。なお、被写体11側の第1レンズ21のみを光軸Axに沿って動かすことで、光学系の焦点調整が可能である。このため、同じ一点Pからの光束L1と光束L2とは共に、マイクロレンズアレイ15が備える多数のマイクロレンズのうち、同一のマイクロレンズに入射する。

30

【0042】

受光素子アレイ17の撮像面に配列された各受光素子16は、それぞれ光学フィルタ13と共役位置もしくは共役位置近傍に配置されている。ここで、マイクロレンズMLの焦点距離fは第2レンズ22の焦点距離よりも桁違いに短いので、透過領域14a、14cと共役な位置はマイクロレンズMLの焦点位置近傍である。さらに、マイクロレンズMLの焦点面もしくはその近傍に受光素子16が配置されているので、透過領域14a～14dの実像が各マイクロレンズMLにより受光素子16の上に形成されることになる。

【0043】

図8(a)は、マイクロレンズによって撮像面状に形成される実像をZ方向(光軸Axに沿った方向)から見た平面図である。図8(a)では、受光素子アレイ17の撮像面に配列された受光素子16と実像133を重ねて、実像133を結像させた特定のマイクロレンズML1の輪郭を模式的に図示している。また図8(b)は、図8(a)に示した実像133をX方向から見た断面図である。

40

【0044】

図8に示すように、マイクロレンズML1は、受光素子アレイ17の撮像面上に、光学フィルタ13が備える透過領域14a～14dの実像(共役像)140a～140dを結像させる。なお、図8では透過領域14a～14dの実像140a～140dはそれぞれ4つの受光素子16の上に結像しているが、透過領域14a～14dの大きさ、マイクロ

50

レンズML1の倍率などによって、1つの受光素子16にのみ結像することもあれば、4つ以外の数の受光素子16の上に結像することもある。

【0045】

透過領域14aの実像140aは、透過領域14aを透過した光束から成る。換言すれば、透過領域14aの実像140aが形成された4つの受光素子16には、透過領域14aを透過した390nm～490nmの波長領域の光が入射する。同様に、実像140b～140dは、それぞれ透過領域14b～14dを透過した光束から成り、対応する受光素子16には各透過領域の分光透過特性に応じた波長領域の光が入射する。

【0046】

制御装置51は、被写体11の波長特性を求めるために、まず透過領域14aを透過した光束L1のみが入射した受光素子16の受光出力から、当該光束L1の波長特性を求める。そして、同様に他の透過領域14b～14dについても、当該透過領域を透過した光束が入射した受光素子16の受光出力から、当該光束の波長特性を求める。

10

【0047】

(マルチバンドカメラ2の校正方法の説明)

本実施形態のマルチバンドカメラ2は、交換レンズ48や光学フィルタ13が交換可能である。従って、各部の個体差等による誤差の影響を抑止するために、各波長領域の波長特性を測定するとき、受光素子アレイ17から出力される受光信号の校正を行うことが好ましい。以下、制御装置51による校正方法について説明する。

【0048】

20

カメラボディ50内の不図示の記憶媒体には、予め複数の校正データが記憶されている。各校正データは、それぞれ特定の撮影条件に対応するデータである。なお、本実施形態における撮影条件とは、照明条件と交換レンズ48との組み合わせを指す。照明条件とは、例えば晴天下、曇天下など、被写体の照明光の特性を特定するための条件である。つまり、カメラボディ50内の記憶媒体には、M種類の照明条件と、N種類の交換レンズ48とが存在するとき、M×N個の校正データが記憶される。

【0049】

制御装置51は、波長特性の測定時、現在の撮影条件(すなわち照明条件と交換レンズ48)を特定し、当該撮影条件に対応する校正データを記憶媒体から読み出す。そして、読み出した校正データと後述する補助校正データとに基づいて、受光素子アレイ17から出力される受光信号を補正する。

30

【0050】

図9は、校正データの作成方法を示す図である。校正データの作成時には、基準被写体として、色サンプル5が用意される。色サンプル5としては、例えばマンセルカラーチャートなどを用いる。照明装置4から色サンプル5に照明光を照射し、色サンプル5をマルチバンドカメラ2で撮影する(受光素子アレイ17から受光信号を取得する)と共に、分光放射輝度計3により色サンプル5の反射スペクトルを測定する。

【0051】

このとき、カメラボディ50には、作成したい校正データに対応する交換レンズ48を装着させておき、光学フィルタ13は、当該交換レンズ48およびカメラボディ50に対応するものに交換しておく。また、照明装置4から照射される照明光は、作成したい校正データに対応する照明条件と合致する光とする。このようにして得られた受光信号と反射スペクトルとから、周知の方法によって、校正データを作成することができる。

40

【0052】

次に、補助校正データについて説明する。

【0053】

上述の通り、予め複数の撮影条件に対応する複数の校正データが用意されるが、あらゆる撮影条件に対応する校正データを予め用意しておくことはできない。そこで制御装置51は、波長特性の測定時に、補助校正データと呼ぶ、現実の撮影条件(照明条件)に基づいて校正データの基となった撮影条件(照明条件)を補正するデータを用いて、波長特性

50

の測定結果を更に補正する。

【0054】

つまり、制御装置51は波長特性の測定の際、まず(1)受光素子アレイ17から受光信号を取得し、次に(2)その受光信号と校正データに基づいて、被写体の波長特性の測定結果を演算する。そして、(3)当該演算結果を補助校正データに基づき補正することで、最終的な測定結果を得る。

【0055】

補助校正データは、現実の撮影と同一の照明条件下で作成される。まず、マルチバンドカメラ2を用いて、反射率が既知の標準白色板の波長特性を測定する。次に、その測定結果から、現在の撮影環境の照明スペクトルを演算する。そして、校正データ作成時の照明条件に対応する照明スペクトルと、現在の撮影環境の照明スペクトルとを比較することにより、補助校正データを作成する。このようにして補助校正データを作成し、波長特性の測定結果を補助校正データにより補正することで、不図示の記憶媒体に記憶させておく校正データの個数を削減することが可能である。

【0056】

上述した第2の実施の形態によるマルチバンドカメラによれば、次の作用効果が得られる。

(1)交換レンズ48は、光学フィルタ13が交換可能に取り付けられるように構成されている。このようにしたので、各光学系および受光素子アレイ17の組み合わせに最適な光学フィルタ13を常に利用することができる。

【0057】

(2)マウント部49は、交換レンズ48が交換可能に取り付けられる。このようにしたので、被写体に応じた最適な光学系を選択することができ、マルチバンドカメラ2の利便性が向上する。

【0058】

(3)不図示の記憶媒体には、所定の撮影条件ごとに受光素子アレイ17の受光出力を測定することにより作成された複数の校正データが記憶される。制御装置51は、複数の校正データから撮影条件に基づいていずれかを選択し、当該選択された校正データに基づいて受光素子アレイ17からの受光出力を補正する。このようにしたので、分光データの精度を高めることができる。

【0059】

(第3の実施の形態)

図10は、本発明の第3の実施の形態に係るマルチバンドカメラの構成を示すブロック図である。なお、以下の説明において、第1の実施の形態と同一の構成要素については第1の実施の形態と同一の符号を付し、説明を省略する。

【0060】

マルチバンドカメラ6は、光学フィルタ13と、4つのレンズ24a~24dと、4つの受光素子アレイ17a~17dとを備えている。光学フィルタ13に設けられた4つの透過領域14a~14dを通過した被写体光はそれぞれ、4つのレンズ24a~24dの各々に入射する。4つのレンズ24a~24dをそれぞれ通過した被写体光は、4つの受光素子アレイ17a~17dの各々に入射する。

【0061】

図11は、マルチバンドカメラ6の光学系の構成を示す模式図である。透過領域14aを透過した被写体光は、レンズ24aを介して受光素子アレイ17aに入射する。レンズ24aから受光素子アレイ17aまでの空間は、壁部部材25によって、他の3つのレンズ24b~24dおよび3つの受光素子アレイ17b~17dと隔絶されている。他の透過領域14b~14dについても同様である。

【0062】

以上のように構成されたマルチバンドカメラ6では、第1の実施の形態のマルチバンドカメラ1と同様に、4つの受光素子アレイ17a~17dの各々から、それぞれ透過領域

10

20

30

40

50

14 a ~ 14 d を透過する波長バンドの被写体光に対応する受光信号を得ることができる。つまり、4つの受光素子アレイ17 a ~ 17 d は、被写体11について、4つの波長バンドの各々に対応する受光信号を出力する。制御装置51は、このようにして得られた4種類の受光信号に基づいて、周知の方法によりマルチバンド画像データを作成する。

【0063】

上述した第3の実施の形態によるマルチバンドカメラによれば、第1の実施の形態によるマルチバンドカメラと同様の作用効果が得られる。

【0064】

以上、本発明の各実施形態について説明したが、次のような変形も本発明の範囲内であり、変形例の一つ、もしくは複数を上述の実施形態と組み合わせることも可能である。

10

【0065】

(変形例1)

上述した各実施形態では、390 nm ~ 790 nm の撮像波長領域を互いに異なる4つの波長バンドに分割し、それら各波長バンドのデータを含むマルチバンド画像データを作成していた。本発明はこのような実施形態に限定されない。例えば、これ以外の撮像波長領域についてマルチバンド画像データを作成するようにしてもよいし、波長バンドの分割数は4つより多くてもよい。

【0066】

(変形例2)

マルチバンド画像データの生成はマルチバンドカメラの内部で行われなくてもよい。例えば、マルチバンドカメラの外部に受光信号からマルチバンド画像データを生成する演算装置を設け、受光信号そのものを可搬性の記憶媒体や電気通信回線等によってマルチバンドカメラからその演算装置に入力するようにしてもよい。

20

【0067】

本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【符号の説明】

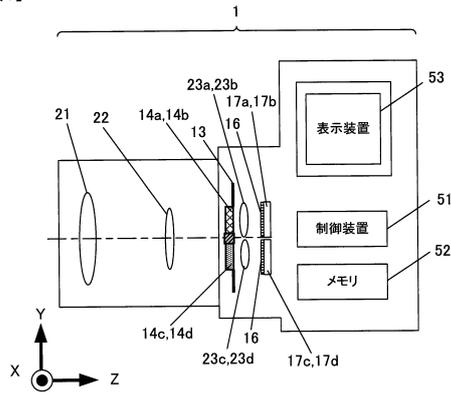
【0068】

1、2、6...マルチバンドカメラ、13...光学フィルタ、14 a、14 b、14 c、14 d...透過領域、16...受光素子、17、17 a、17 b、17 c、17 d...受光素子アレイ、51...制御装置、52...メモリ、53...表示装置

30

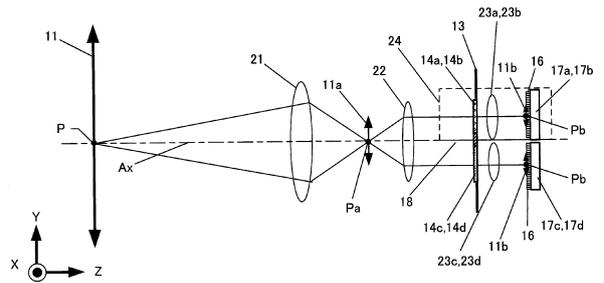
【図1】

【図1】



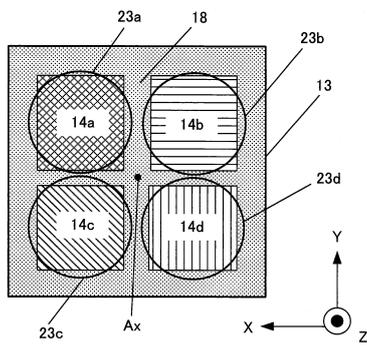
【図2】

【図2】



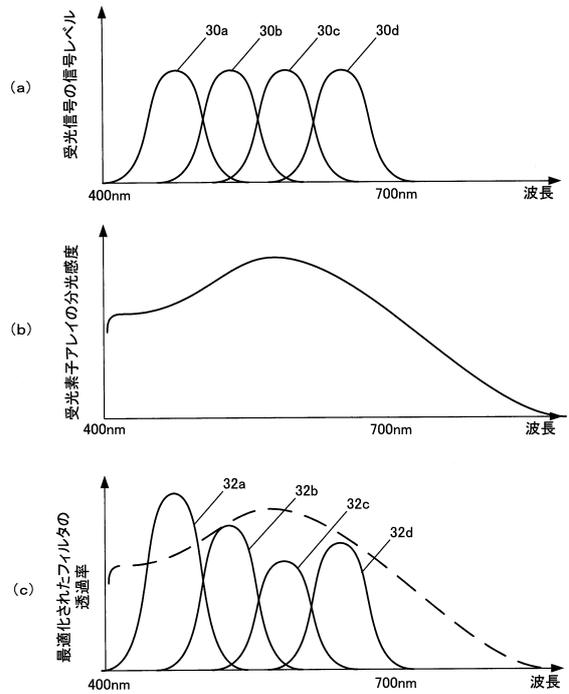
【図3】

【図3】



【図4】

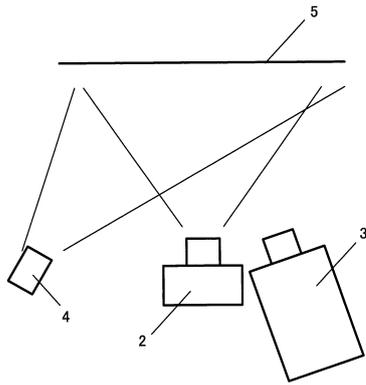
【図4】





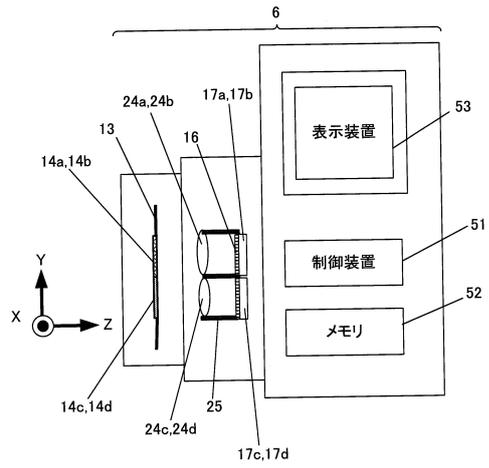
【図9】

【図9】



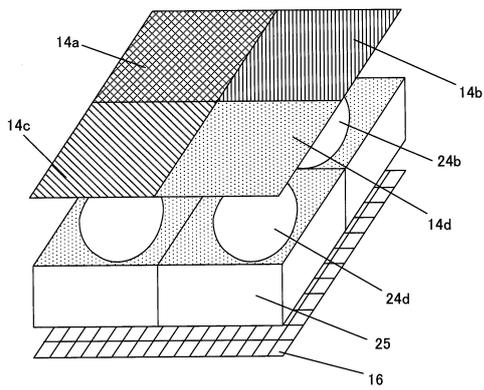
【図10】

【図10】



【図11】

【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 児玉 賢一  
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内

審査官 大室 秀明

(56)参考文献 国際公開第2012/066741(WO, A1)  
特開昭58-014569(JP, A)  
特開平01-188091(JP, A)  
特開2005-260480(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B11/00 - 11/06  
15/00 - 15/035  
15/06 - 15/16  
19/00 - 19/16  
H04N 9/04 - 9/11