

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3297737号
(P3297737)

(45)発行日 平成14年7月2日(2002.7.2)

(24)登録日 平成14年4月19日(2002.4.19)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 J 3/51

G 0 1 J 3/51

請求項の数5(全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-37642(P2000-37642)
(22)出願日 平成12年2月16日(2000.2.16)
(65)公開番号 特開2001-228024(P2001-228024A)
(43)公開日 平成13年8月24日(2001.8.24)
審査請求日 平成12年2月16日(2000.2.16)

(73)特許権者 391012338
埼玉大学長
埼玉県さいたま市下大久保255
(72)発明者 豊岡 了
埼玉県浦和市大久保領家597-2
(74)代理人 100059258
弁理士 杉村 暁秀 (外2名)

審査官 安田 明央

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 分光画像撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定物体のモノクロ像を撮像する撮像素子と、
上記測定物体と撮像素子との間の撮像光路に配置したチューナブルフィルタと、
該チューナブルフィルタの透過波長を走査する駆動手段と、
上記撮像素子による上記測定物体の露光時間内に、上記チューナブルフィルタが所望の分光透過率となるように、上記駆動手段による上記チューナブルフィルタの透過波長の走査速度を時間的に制御する制御手段と、
を有することを特徴とする分光画像撮像装置。

【請求項2】 測定物体を照明する白色光源と、
上記測定物体と白色光源との間の照明光路に配置したチューナブルフィルタと、

該チューナブルフィルタの透過波長を走査する駆動手段と、
上記測定物体のモノクロ像を撮像する撮像素子と、

該撮像素子による上記測定物体の露光時間内に、上記チューナブルフィルタが所望の分光透過率となるように、上記駆動手段による上記チューナブルフィルタの透過波長の走査速度を時間的に制御する制御手段と、
を有することを特徴とする分光画像撮像装置。

【請求項3】 測定物体を照明するチューナブル光源と、
該チューナブル光源の放射波長を走査する駆動手段と、
上記チューナブル光源により照明された上記測定物体のモノクロ像を撮像する撮像素子と、
該撮像素子による上記測定物体の露光時間内に、上記チューナブル光源の放射波長が所望の分光放射特性となる

ように、上記駆動手段による上記チューナブル光源の放射波長の走査速度を時間的に制御する制御手段と、を有することを特徴とする分光画像撮像装置。

【請求項4】 請求項1または2に記載の分光画像撮像装置において、

上記制御手段は、上記チューナブルフィルタの分光透過率が、上記撮像素子が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望のフィルタ関数となるように、上記駆動手段による上記チューナブルフィルタの透過波長の走査速度を時間的に制御することを特徴とする分光画像撮像装置。

【請求項5】 請求項3に記載の分光画像撮像装置において、

上記制御手段は、上記チューナブル光源の分光放射特性が、上記撮像素子が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望のフィルタ関数となるように、上記駆動手段による上記チューナブル光源の放射波長の走査速度を時間的に制御することを特徴とする分光画像撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、測定物体を分光スペクトル分布に着目して解析するために、測定物体の分光画像を撮像する分光画像撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】二次元視野の各点の分光分析を行う分光画像解析は、近年、リモートセンシング、医用画像、環境センシング、顕微鏡画像、蛍光分析、天体観測、生産現場における品質管理、被服、化粧品業界、絵画などの美術品の保存や復元など、広い分野で重要になってきている。この分光画像解析の手法については、従来種々の方法が提案されているが、なかでも対象とする視野を、観測帯域をカバーする複数のバンドパスフィルタを通して観察した画像を解析する多重分光画像解析法が一般的である。この場合、例えば可視域（波長400nm～700nm）の間を波長10nm間隔で分割したとすると、一つの視野は31枚のフィルタを通した画像として処理されることになり、さらに波長分解能を高めるために、分割数を多くするとデータ量がさらに多くなる。

【0003】このような多重分光画像による解析法は、信頼性の高い技術として、今日広く採用されているが、データ収集に時間がかかること、処理しなければならないデータ量が多いこと、バンド幅の狭いバンドパスフィルタを用いる場合は光強度レベルが低くなり、結果的にSN比が低下する、などの問題がある。このような問題を解決する方法としては、第一にデータ圧縮を行うこと、第二に並列処理の手法を導入することなどが考えられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した多重分光画像解析法では、得られた膨大な量のデータは一般的にはそのまま用いられることはなく、多変量解析の手法等を用いて、視野内の複数の物質を識別したり、何らかの定量的な判断を下すようにしている。

【0005】本発明者は、この点に着目して、対象とする視野の分光学的特徴を予め学習によって習得し、その習得した分光学的特徴に基づいて少数の最適化されたフィルタ関数を導出し、そのフィルタ関数を用いて対象視野内の各点の分光学的特徴を解析する方法を既に提案している。この方法によると、多次元ベクトルで表されるフィルタ関数 $W(\quad)$ と対象物体の分光反射率（または透過率） $O(\quad)$ との内積を計算すれば、それらに対する線形演算から対象物体の分光反射率を求めたり、対象物体を分光学的特徴に応じて分類したり、定量的にパラメータ推定を行ったりすることができる。

【0006】ここで、内積の計算は、コンピュータ上で行うこともできるが、そのためには対象物の分光反射率を知らなければならないので、上記の問題点は解決されない。したがって、フィルタ関数を物理的に実現し、物理的に内積を得ることが必要である。

【0007】また、分光学的特徴を最適化する方法は、主成分分析の一種である部分空間法や、ニューラルネットワークによる方法がある。一例として、マンセル色票1269色の分光反射率データを学習データとしてニューラルネットワークで最適化した8つのフィルタ関数を図4に示す。

【0008】このような概念に基づく分光画像撮像装置は、図5に示すアクティブ型と図6に示すパッシブ型とに分けることができる。図5に示すアクティブ型の分光画像撮像装置では、測定物体51を最適化光源52によって照明して、そのモノクロ像をCCDカメラ等の撮像素子53で撮像する。ここで、最適化光源52は、照明光の分光分布がフィルタ関数に相当するものになるように制御する。このようにすれば、測定物体51で反射される光の分光強度は、フィルタ関数と測定物体51の分光反射率との内積に等しくなる。

【0009】また、図6に示すパッシブ型の分光画像撮像装置では、測定物体51を任意の白色光源54で照明し、そのモノクロ像を最適化フィルタ関数を実現する透過型の最適化フィルタ55を通して撮像素子53で撮像する。このようにすれば、最適化フィルタ55を透過した光は、フィルタ関数と測定物体51の分光反射率との内積に比例したものとなる。

【0010】上記のアクティブ型の分光画像撮像装置に用いる最適化光源52として、本発明者は、特許第2669173号において図7に示すような光源装置を既に提案している。この光源装置では、広い分光帯域でフラットな分布を持つ白色光源61、例えばハロゲンランプからの光を、レンズ62およびスリット63を経てコリ

メータレンズ64により平行光として回折格子65に入射させ、その回折光をシリンドリカルレンズ66を経て例えば液晶素子を有する液晶空間光変調器67に入射させて、該液晶空間光変調器67上に分散像を形成する。液晶空間光変調器67は、図示しないドライバからの信号によって透過率を空間的に変調し、該液晶空間光変調器67を透過した光を集光レンズ68により集光して光ファイバ束69の入射端に入射させる。光ファイバ束69は、入射端と出射端とにおいてファイバ束が十分ランダムとなるように構成し、この光ファイバ束69の出射端から出射する光を照明光として測定物体を照明するようにする。

$$I(\lambda) = L(\lambda) E(\lambda) W[\lambda(\lambda)] O(\lambda) \dots (1)$$

【0013】また、上記のパッシブ型の分光画像撮像装置に用いる最適化フィルタ55として、本発明者は、図8に示すような広帯域透過率可変フィルタ71を既に開発している(特願平1169275号)。この広帯域透過率可変フィルタ71は、書き換え自在な透過型分光フィルタを実現するもので、例えば液晶空間光変調器72と線形可変波長フィルタ73とを貼り合わせてフィルタ本体を形成し、このフィルタ本体をリニアステージに固定して撮像素子53の露光時間の間に一定速度で移動させるようにしたものである。ここで、線形可変波長フィルタ73は、フィルタの位置によって透過波長が狭帯

$$I(\lambda) = L(\lambda) V(\lambda) W[\lambda(\lambda)] O(\lambda) \dots (2)$$

【0016】ところが、本発明者によるさらなる研究によると、図7に示した光源装置を用いるアクティブ型の分光画像撮像装置にあっては、光源装置を構成する光学素子の部品点数が多いため、構成が複雑になると共に、組み立てが面倒で大型化してしまうという改良すべき点があることが判明した。

【0017】また、図8に示した広帯域透過率可変フィルタ71を用いるパッシブ型の分光画像撮像装置にあっては、アクティブ型に比べると、構成は簡単なものの、液晶空間光変調器72と線形可変波長フィルタ73とを貼り合わせたフィルタ本体をリニアステージで機械的に走査しなければならないため、装置が大型化すると共に、高速化の障害になるという改良すべき点があることが判明した。

【0018】さらに、上記のアクティブ型およびパッシブ型のいずれの分光画像撮像装置においても、液晶空間光変調器を用いる場合には、透過率を例えばx方向において変調するため、液晶素子として格子状電極を有するものを用いる必要がある。このため、液晶素子の格子状電極による回折によって、パッシブ型の場合には撮像素子の結像面に画像ノイズが現れ、鮮明な分光画像が得られ難くなることが懸念され、アクティブ型の場合には図7の集光レンズ68によって集光された光の空間的分布が色むらとなって現れることが懸念される。また、今日普及している液晶空間光変調器は、可視領域(400nm

【0011】図7に示す光源装置によると、光ファイバ束69から出射される光は、液晶空間光変調器67に書き込んだ分布に対応するスペクトル分布を持つ一様な光になる。したがって、このような光で分光反射率O(λ)の測定物体を照明すると、観察物体で反射する光の分光強度I(λ)は、光源装置の分光放射強度をL(λ)、光学系の波長特性をE(λ)、液晶空間光変調器67の透過率はx方向にのみ変化するとしてW[x(λ)]とすると、下記の(1)式のように表される。

【0012】

【数1】

域で変化するもので、その透過波長の透過率を空間光変調器72によってステージ面内で変調する。

【0014】この場合、撮像素子53に入射する光の分光強度I(λ)は、照明光の分光放射強度をL(λ)、測定物体51の分光反射率をO(λ)、線形可変波長フィルタ73の波長透過率特性をV(λ)、液晶空間光変調器72の透過率はx方向にのみ変化するとしてW[x(λ)]とすると、下記の(2)式のように表される。

【0015】

【数2】

m~700nm)においてのみその性能が保証されたものが多く、非可視領域への適用が現状では困難であるため、分光画像撮像装置の利用分野が制限されることが懸念される。

【0019】本発明は、上述した点に鑑みてなされたもので、簡単かつ小型に構成できると共に、高速化も容易にでき、しかも回折による画像ノイズや色むらを生じることなく、広範囲の波長域で常に鮮明な分光画像を撮像することができ、利用分野を拡大できる分光画像撮像装置を提供することを目的とするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する請求項1に係る分光画像撮像装置の発明は、測定物体のモノクロ像を撮像する撮像素子と、上記測定物体と撮像素子との間の撮像光路に配置したチューナブルフィルタと、該チューナブルフィルタの透過波長を走査する駆動手段と、上記撮像素子による上記測定物体の露光時間内に、上記チューナブルフィルタが所望の分光透過率となるように、上記駆動手段による上記チューナブルフィルタの透過波長の走査速度を時間的に制御する制御手段と、を有することを特徴とするものである。

【0021】さらに、請求項2に係る分光画像撮像装置の発明は、測定物体を照明する白色光源と、上記測定物体と白色光源との間の照明光路に配置したチューナブルフィルタと、該チューナブルフィルタの透過波長を走査

する駆動手段と、上記測定物体のモノクロ像を撮像する撮像素子と、該撮像素子による上記測定物体の露光時間内に、上記チューナブルフィルタが所望の分光透過率となるように、上記駆動手段による上記チューナブルフィルタの透過波長の走査速度を時間的に制御する制御手段と、を有することを特徴とするものである。

【0022】さらに、請求項3に係る分光画像撮像装置の発明は、測定物体を照明するチューナブル光源と、該チューナブル光源の放射波長を走査する駆動手段と、上記チューナブル光源により照明された上記測定物体のモノクロ像を撮像する撮像素子と、該撮像素子による上記測定物体の露光時間内に、上記チューナブル光源の放射波長が所望の分光放射特性となるように、上記駆動手段による上記チューナブル光源の放射波長の走査速度を時間的に制御する制御手段と、を有することを特徴とするものである。

【0023】請求項4に係る発明は、請求項1または2に記載の分光画像撮像装置において、上記制御手段は、上記チューナブルフィルタの分光透過率が、上記撮像素子が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望のフィルタ関数となるように、上記駆動手段による上記チューナブルフィルタの透過波長の走査速度を時間的に制御することを特徴とするものである。

【0024】請求項5に係る発明は、請求項3に記載の分光画像撮像装置において、上記制御手段は、上記チューナブル光源の分光放射特性が、上記撮像素子が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望のフィルタ関数となるように、上記駆動手段による上記チューナブル光源の放射波長の走査速度を時間的に制御することを特徴とするものである。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について

$$I(\lambda) = L(\lambda) F(\lambda) W[\lambda, t(\lambda)] O(\lambda) \dots (3)$$

【0030】上記(3)式から明らかなように、撮像素子4に入射する光は、ある時刻にチューナブルフィルタ3を透過する波長分布に依存する。したがって、撮像素子4の露光時間をTとし、その間にチューナブルフィルタ3の透過波長を時間的に走査すると、露光時間T内に取り込まれる光波のスペクトル分布は、測定物体1をW(λ)の透過型フィルタを通して観察したことと同等となる。

【0031】本実施の形態によると、モノクロの撮像素子4の開口直前にチューナブルフィルタ3を配置し、このチューナブルフィルタ3を電氣的に制御して透過波長を撮像素子4による測定物体1の露光時間内に走査すると共に、その走査速度を所望のフィルタ関数に応じて時間的に制御すればよいので、図8に示した機械的に走査する広帯域透過率可変フィルタ71を用いる場合に比べ、簡単かつ小型に構成できると共に、所望の分光画像

を、図面を参照して説明する。図1は、本発明に係る分光画像撮像装置の第1実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。この分光画像撮像装置はパッシブ型のもので、測定物体1を任意の白色光源2で照明し、そのモノクロ像をチューナブルフィルタ3を通してビジコンカメラやCCDカメラ等の撮像素子4で撮像する。

【0026】チューナブルフィルタ3は、空間的には一様な透過波長分布を有し、外部からの電氣的制御によって透過波長を任意に選択できるフィルタで、例えば液晶チューナブルフィルタや音響光学チューナブルフィルタ等の公知のものを用いることができる。

【0027】チューナブルフィルタ3は、駆動手段5によってその透過波長を短波長側から長波長側へ、あるいは長波長側から短波長側へ走査すると共に、この駆動手段5による透過波長の走査速度を、コンピュータ等より成る制御手段6によって、撮像素子4による測定物体1の露光時間内に、撮像素子4が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望のフィルタ関数に応じて時間的に制御する。すなわち、透過率の高い波長域では走査速度を遅くし、透過率の低い波長域では走査速度を速くする。

【0028】このようにすると、チューナブルフィルタ3を透過する波長毎の光強度I(λ)は、白色光源2の分光放射強度をL(λ)、測定物体1の分光反射(または透過)率をO(λ)、透過波長を時間的に制御しない通常使用でのチューナブルフィルタ3の波長透過率特性をF(λ)、その時刻でのチューナブルフィルタ3の透過率をW(λ)、およびチューナブルフィルタ3の波長に対する走査時間関数をt(λ)とすると、下記の(3)式で与えられる。

【0029】

【数3】

を高速に得ることができる。

【0032】また、チューナブルフィルタ3は、その透過波長分布を空間的ではなく、時間的に制御するので、フィルタ領域を空間的に分割する必要がない。したがって、回折による画像ノイズや色むらは発生しないので、常に鮮明な分光画像を得ることができる。

【0033】しかも、チューナブルフィルタは、最近では透過波長帯が可視から近赤外に及ぶものを容易に入手できるので、広範囲の波長域で常に鮮明な分光画像を撮像することができる。したがって、呈色反応などを利用して広い波長域で画像上の物質分析を行ったり、近赤外光の透過性を利用して生体等の内部の状態を画像として非破壊で検査するなど、可視域に限らず種々の分野でも有効に使用することができ、利用分野を拡大することができる。なお、このように広範囲の波長域での分光画像を撮像する場合には、撮像素子4としてビジコンカメラ

のような撮像管タイプのカメラを用いる方が、広範囲に亘って感度を有するので好ましい。

【0034】図2は、本発明に係る分光画像撮像装置の第2実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。この分光画像撮像装置はアクティブ型のもので、図1に示した構成において、チューナブルフィルタ3を白色光源2と測定物体1との間に配置して、白色光源2からの光をチューナブルフィルタ3を経て測定物体1に照射するようにしたものである。

【0035】本実施の形態においても、第1実施の形態と同様に、チューナブルフィルタ3の透過波長を駆動手段5によって走査すると共に、この駆動手段5による透過波長の走査速度を、制御手段6によって、撮像素子4による測定物体1の露光時間内に、予め導出した最適化された所望のフィルタ関数に応じて時間的に制御する。

【0036】このように、白色光源2から放射され、チューナブルフィルタ3を透過した光によって測定物体1を照明すると、撮像素子4に入射する波長毎の光強度は、第1実施の形態の場合と同様に、白色光源2の分光放射強度、測定物体1の分光反射（または透過）率、通常使用でのチューナブルフィルタ3の波長透過率特性、その時刻でのチューナブルフィルタ3の透過率、およびチューナブルフィルタ3の波長に対する走査時間関数の積として、上記(3)式と同様に表すことができる。

【0037】すなわち、本実施の形態の場合、撮像素子4に入射する光は、ある時刻にチューナブルフィルタ3を透過する白色光源2の波長分布に依存するので、撮像素子4の露光時間をTとし、その間にチューナブルフィルタ3の透過波長を時間的に走査すれば、露光時間T内に取り込まれる光波のスペクトル分布は、測定物体1をW()の放射光強度分布を有する光源で照明したのと同等となる。したがって、本実施の形態においても、第1実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0038】図3は、本発明に係る分光画像撮像装置の第3実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。この分光画像撮像装置はアクティブ型のもので、光源としてチューナブル光源7を用いて測定物体1を照明し、そのモノクロ像を撮像素子4で撮像するようにしたものである。

【0039】チューナブル光源7は、放射光のスペクトル分布を外部的からの電氣的制御によって任意に選択できる光源で、例えばチューナブルレーザやモノクロメータ等の公知のものを用いることができる。

【0040】チューナブル光源7は、駆動手段8によってその放射光の波長を短波長側から長波長側へ、あるいは長波長側から短波長側へ走査すると共に、この駆動手段8による放射波長の走査速度を、上述した実施の形態と同様に、制御手段6によって、撮像素子4による測定物体1の露光時間内に、撮像素子4が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望

のフィルタ関数に応じて時間的に制御する。すなわち、フィルタ関数の透過率の高い波長域では走査速度を遅くし、透過率の低い波長域では走査速度を速くする。

【0041】このようにすると、撮像素子4に入射する波長毎の光強度I()は、放射波長を時間的に制御しない通常使用でのチューナブル光源7の分光放射特性をR()、その時刻でのチューナブル光源7の分光放射強度をW()、チューナブル光源7の波長に対する走査時間関数をL()、および測定物体1の分光反射（または透過）率をO()とすると、下記の(4)式で与えられる。

【0042】

【数4】

$$I() = R() W [L()] O() \cdots (4)$$

【0043】上記(4)式から明らかなように、撮像素子4に入射する光は、ある時刻にチューナブル光源7から放射される光の波長分布に依存する。したがって、撮像素子4の露光時間をTとし、その間にチューナブル光源7の放射波長を時間的に走査すると、露光時間T内に取り込まれる光波のスペクトル分布は、図2の場合と同様に、W()の放射強度分布を持つ光源で照射した測定物体1を観察したことと同等となる。言い換えれば、図1の場合と同様に、測定物体1をW()の透過型フィルタを通して観察したことと同等となる。

【0044】本実施の形態によると、チューナブル光源7を用い、このチューナブル光源7を電氣的に制御して放射波長を撮像素子4による測定物体1の露光時間内に走査すると共に、その走査速度を所望のフィルタ関数に応じて時間的に制御すればよいので、図7に示した光源装置52を用いる場合に比べて、簡単かつ小型に構成することができる。

【0045】また、チューナブル光源7は、その放射光のスペクトル分布を空間的ではなく、時間的に制御するので、回折による画像ノイズや色むらが発生することはなく、常に鮮明な分光画像を得ることができる。しかも、チューナブル光源7としてチューナブルレーザを用いる場合には、その放射波長帯域が可視から赤外に及び広い波長帯のものが現在盛んに研究され、実用化されつつあると共に、これらは狭帯域で一般にパワーが大きいので、利用分野を拡大することができる。

【0046】なお、上述した実施の形態では、チューナブルフィルタ3やチューナブル光源7を撮像素子4が対象とする視野の分光学的特徴に基づいて予め導出した最適化された所望のフィルタ関数となるように、その分光透過率や分光放射特性を制御したが、最適化されたフィルタ関数以外の所望のフィルタ関数となるように制御することもできる。

【0047】

【発明の効果】以上のように、請求項1, 2に係る分光画像撮像装置においては、チューナブルフィルタを用

い、その透過波長の走査速度を、撮像素子による測定物体の露光時間内に、所望の分光透過率となるように時間的に制御するようにし、また、請求項3に係る分光画像撮像装置においては、チューナブル光源を用い、その放射波長の走査速度を、撮像素子による測定物体の露光時間内に、所望の分光放射特性となるように時間的に制御するようにしたので、いずれの分光画像撮像装置においても、簡単かつ小型に構成できると共に、高速化も容易にでき、しかも回折による画像ノイズや色むらを生じることなく、広範囲の波長域で常に鮮明な分光画像を撮像することができ、利用分野を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る分光画像撮像装置の第1実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。

【図2】 同じく、第2実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。

【図3】 同じく、第3実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。

【図4】 最適化した8つのフィルタ関数を示す図であ

る。

【図5】 アクティブ型の分光画像撮像装置の概念図である。

【図6】 パッシブ型の分光画像撮像装置の概念図である。

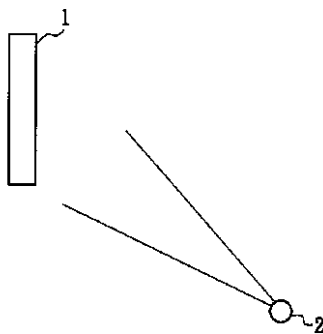
【図7】 図5に示す最適化光源として、本発明者が先に提案した光源装置の構成を示す図である。

【図8】 本発明者が先に提案した広帯域透過率可変フィルタを用いるパッシブ型の分光画像撮像装置を示す図である。

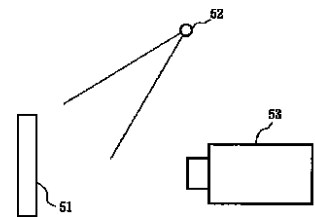
【符号の説明】

- 1 測定物体
- 2 白色光源
- 3 チューナブルフィルタ
- 4 撮像素子
- 5 駆動手段
- 6 制御手段
- 7 チューナブル光源
- 8 駆動手段

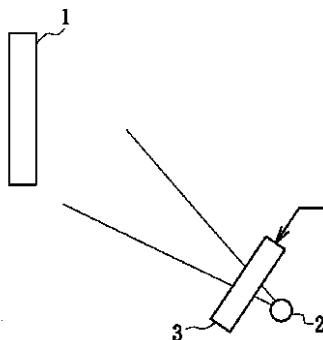
【図1】



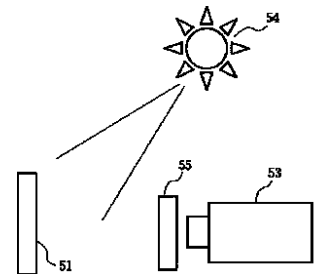
【図5】



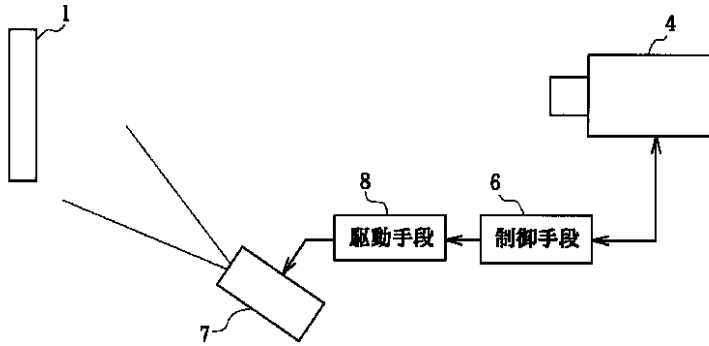
【図2】



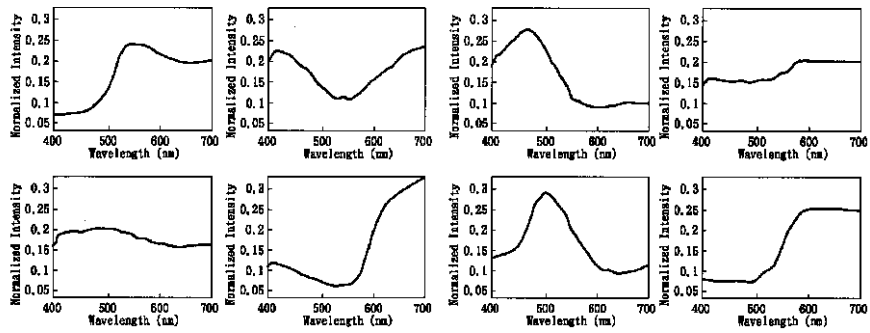
【図6】



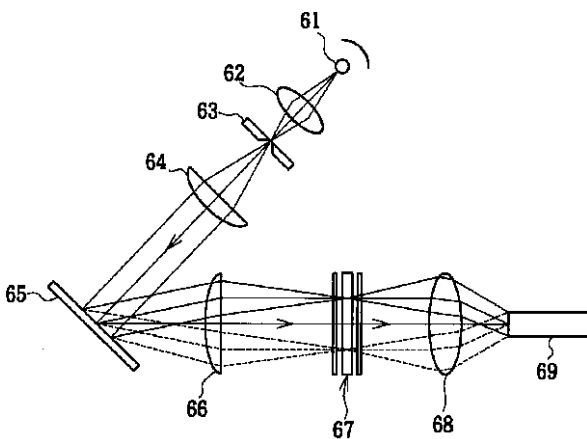
【図3】



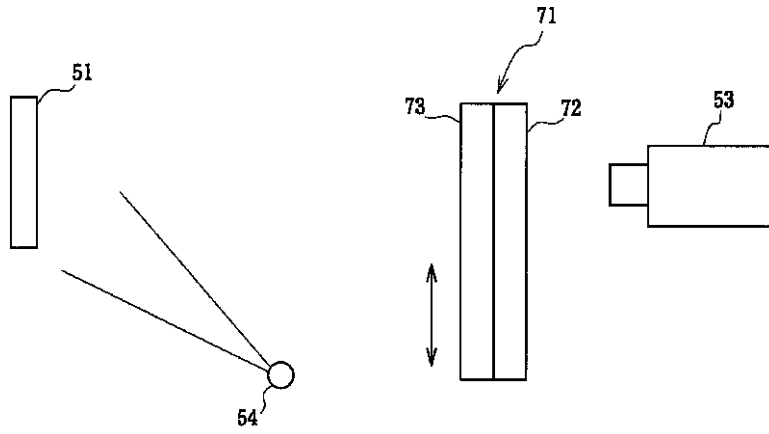
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平4 - 297225 (JP, A)
特開 平2 - 32233 (JP, A)
特開2000 - 267062 (JP, A)
J. Opt. Soc. Am. A, 米
国, Vol. 16, No. 10, p. 2352 -
2362
M. R. Rosen, X. - Y. Ji
ang, Lippmann2000: A S
pectral Image Data
base Under Constr
uction, Internationa
l Symposium on Mul
tispectral Imaging
and Color Repro
duction for Digital
Archives, p. 117 - 122
Publications of t
he Astronomical So
ciety of the Pacif
ic, vol. 111, p. 621 - 626
S. Toyooka, et al.,
Broad-band color f
ilters with arbitr
ary spectral trans
mittance using a L
iquid Crystal Tuna
ble Filter, The 9th
Congress of the i
nternational colou
r association, 2001年7
月28日

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01J 3/00 - 3/52
G02B 5/20 - 5/28
G01N 21/00 - 21/61
JICSTファイル(JOIS)
IEEE Xplore
Web of Science