(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5482612号
(P5482612)

(45)発行日　平成26年5月7日(2014.5.7)　(24)登録日　平成26年2月28日(2014.2.28)

(51)Int.Cl.		F I		
G01N 21/27	(2006.01)	G01N	21/27	B
G01J 3/50	(2006.01)	G01J	3/50	
G01J 3/36	(2006.01)	G01J	3/36	

請求項の数 6　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2010-224075 (P2010-224075)
(22)出願日　平成22年10月1日 (2010.10.1)
(65)公開番号　特開2012-78221 (P2012-78221A)
(43)公開日　平成24年4月19日 (2012.4.19)
審査請求日　平成25年6月21日 (2013.6.21)

(73)特許権者　000003193
凸版印刷株式会社
東京都台東区台東１丁目５番１号
(74)代理人　100139686
弁理士　鈴木　史朗
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100108578
弁理士　高橋　詔男
(74)代理人　100152146
弁理士　伏見　俊介
(72)発明者　三好　裕樹
東京都台東区台東１丁目５番１号　凸版印刷株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】分光反射率取得装置及び分光反射率取得方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体の分光反射率を取得する分光反射率取得装置であって、
分光分布が既知の光源と、
前記光源により照明し、前記物体の相対分光強度分布を取得する相対分光強度分布取得手段と、
相対分光感度が既知の撮像装置と、
前記光源と、前記撮像装置により前記物体の拡散反射率を取得する拡散反射率取得手段と、
前記相対分光強度分布と前記拡散反射率と前記光源の分光分布と前記撮像装置の相対分光感度から求めるべき前記物体の分光反射率の絶対値を算出する分光反射率算出手段と
を備えたことを特徴とする分光反射率取得装置。
【請求項２】
前記相対分光強度分布取得手段は、分光放射輝度計であることを特徴とする請求項１に記載の分光反射率取得装置。
【請求項３】
前記相対分光強度分布取得手段は、マルチバンド撮影装置であることを特徴とする請求項１に記載の分光反射率取得装置。
【請求項４】
物体の分光反射率を取得するために、分光分布が既知の光源と、相対分光感度が既知の

撮像装置と、相対分光強度分布取得手段と、拡散反射率取得手段と、分光反射率算出手段とを備える分光反射率取得装置における分光反射率取得方法であって、
前記相対分光強度分布取得手段が、前記光源により照明し、前記物体の相対分光強度分布を取得するステップと、
前記拡散反射率取得手段が、前記光源と前記撮像装置により前記物体の拡散反射率を取得するステップと、
前記分光反射率算出手段が、前記相対分光強度分布と前記拡散反射率と前記光源の分光分布と前記撮像装置の相対分光感度から求めるべき前記物体の分光反射率の絶対値を算出するステップと
を有することを特徴とする分光反射率取得方法。
【請求項５】
前記相対分光強度分布取得手段は、分光放射輝度計であることを特徴とする請求項４に記載の分光反射率取得方法。
【請求項６】
前記相対分光強度分布取得手段は、マルチバンド撮影装置であることを特徴とする請求項４に記載の分光反射率取得方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、平坦でない形状を有する対象物の分光反射率を取得する分光反射率取得装置及び分光反射率取得方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
物体の分光反射率は、対象の色を決定する上で重要な要素の一つであり、これを取得することは対象物の色管理を行う上で有用である。分光反射率の取得対象物が接触に弱い物質であったり、あるいは触れることのできない貴重なものである場合、分光反射率取得装と取得対象物を接触させない非接触式の分光反射率取得方法が必要である。
【０００３】
非接触式で取得対象物の分光反射率を取得する方法として、主に分光測定器を用いる方法と、マルチバンド撮影を用いる方法がある。分光測定器を用いる方法では、図３に示す原理図の通り、取得対象物（試料）を光源で照明し、その反射光の分光放射輝度を分光放射輝度計により測定し、これを同一箇所に置いた分光反射率が既知の標準白色板の分光放射輝度によって正規化を行うことで分光反射率を求める（例えば、非特許文献１参照）。取得精度は高いが、複数の分光反射率を求めるには時間を要する。
【０００４】
一方、マルチバンド撮影を用いる方法は、カメラを用いて複数の分光特性を有するチャンネルの画像を取得し、これを解析することで対象物の分光反射率を求める方法である（例えば、特許文献１参照）。これは、カメラの画素数と同数の点の分光反射率を求めることができる一方、分光放射輝度計を用いた方法に比べて、分光反射率の取得精度は低い。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特許第３８１９１８７号公報
【非特許文献】
【０００６】
【非特許文献１】大田登著、「色彩工学第２版」、東京電機大学出版局、第５章
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
前述した非接触式の分光反射率取得方法は、対象物が平面状のものにしか適用できない

という問題がある。平面状でない、凹凸のある立体形状を持つ物体に対しては、標準白色板の法線の向きと対象物の法線の向きが異なるため、同一幾何条件における対象物と完全拡散面の分光放射輝度の比を計算することができない。幾何条件が異なる場合、分光反射率は各波長の相対値としてのみ求められ、分光反射率の絶対値に対するスケールの不定性が残ってしまうという問題がある。

【０００８】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、立体形状を有する対象物に対しても、簡便に分光反射率の絶対値を求めることができる分光反射率取得装置及び分光反射率取得方法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】

【０００９】

本発明は、物体の分光反射率を取得する分光反射率取得装置であって、分光分布が既知の光源と、前記光源により照明し、前記物体の相対分光強度分布を取得する相対分光強度分布取得手段と、相対分光感度が既知の撮像装置と、前記光源と、前記撮像装置により前記物体の拡散反射率を取得する拡散反射率取得手段と、前記相対分光強度分布と前記拡散反射率と前記光源の分光分布と前記撮像装置の相対分光感度から求めるべき前記物体の分光反射率の絶対値を算出する分光反射率算出手段とを備えたことを特徴とする。

【００１０】

本発明は、前記相対分光強度分布取得手段は、分光放射輝度計であることを特徴とする。

【００１１】

本発明は、前記相対分光強度分布取得手段は、マルチバンド撮影装置であることを特徴とする。

【００１２】

本発明は、物体の分光反射率を取得するために、分光分布が既知の光源と、相対分光感度が既知の撮像装置と、相対分光強度分布取得手段と、拡散反射率取得手段と、分光反射率算出手段とを備える分光反射率取得装置における分光反射率取得方法であって、前記相対分光強度分布取得手段が、前記光源により照明し、前記物体の相対分光強度分布を取得するステップと、前記拡散反射率取得手段が、前記光源と前記撮像装置により前記物体の拡散反射率を取得するステップと、前記分光反射率算出手段が、前記相対分光強度分布と前記拡散反射率と前記光源の分光分布と前記撮像装置の相対分光感度から求めるべき前記物体の分光反射率の絶対値を算出するステップとを有することを特徴とする。

【００１３】

本発明は、前記相対分光強度分布取得手段は、分光放射輝度計であることを特徴とする。

【００１４】

本発明は、前記相対分光強度分布取得手段は、マルチバンド撮影装置であることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、立体形状を有する対象物の分光反射率をスケールの不定性なく取得することが可能になるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図２】図１に示す装置の動作を示すフローチャートである。

【図３】分光測定器を用いて分光反射率を測定する原理を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態による分光反射率取得装置を説明する。図

１は同実施形態の構成を示すブロック図である。この図において、符号１は、分光反射率取得装置である。符号２は、分光反射率取得装置全体の処理動作を統括して制御するとともに、データ処理を行うコンピュータであり、パソコン等で構成する。符号３は、コンピュータ２による処理データを表示する表示装置であり、ディスプレイ装置等から構成する。符号４は、拡散反射率を取得する拡散反射率取得部であり、カメラ４１とカメラ用光源４２とから構成する。符号５は、相対分光強度分布を取得する相対分光強度分布取得部であり、分光測定器５１と測定用光源５２とから構成する。符号６は、立体形状を有する測定対象物である。

【００１８】

コンピュータ２は、拡散反射率取得部４と相対分光強度分布取得部５から得られる対象物の拡散反射率の情報と相対分光強度分布情報を処理して対象物の分光反射率の絶対値を求めて表示装置３に表示する。なお、カメラ４１の相対分光感度、カメラ用光源４２の相対分光分布、測定用光源５２の相対分光分布は既知である。

【００１９】

以下の説明を簡単にするため、カメラ４１のチャンネル数は１とする。また、カメラ４１のセンサ応答特性は線形であるとする。また、測定環境は暗室であり、測定用光源５２、あるいはカメラ用光源４２以外の光源の影響はないものとする。さらに、測定用光源５２、あるいはカメラ用光源４２は空間的に均一の相対分光分布を持つものとする。

【００２０】

次に、拡散反射率取得部４、相対分光強度分布取得部５により、測定対象物６の分光反射率の絶対値を求める原理を説明する。相対分光強度分布取得部５により、得られる情報は、測定用光源５２によって照明した測定対象物６の分光強度分布l_m（λ）である。また、拡散反射率取得部４により、得られる情報は、測定対象物６各点における拡散反射率ρ_aである。ここで、λは波長であり、分光測定器５１により得られる波長の範囲で定義され、例えば、可視波長であれば３８０ｎｍ～７８０ｎｍである。拡散反射率ρ_aとはカメラ用光源４２によって照明された測定対象物６を、カメラ４１により撮像した際の画素値のうち、拡散反射光の寄与分d_0と、対象物と同一の形状を有する仮想的な完全拡散反射物体の画素値d_wとの比率によって（（１）式）定義される。

【数１】

$$\rho_a = \frac{d_o}{d_w} \qquad \cdots（１）$$

【００２１】

また、測定用光源５２の相対分光分布e_{wm}（λ）、カメラ用光源４２の相対分光分布e_{wc}（λ）、カメラ４１の分光感度ｓ（λ）はそれぞれ既知であるので、測定対象物６の分光放射輝度l_{om}（λ）は（２）式で表される。

【数２】

$$l_{om}(\lambda) = k\rho(\lambda)e_{wm}(\lambda) \qquad \cdots（２）$$

ここで、ρ（λ）は取得対象の分光反射率である。また、定数ｋは測定対象物６の反射光および光源の分光分布が相対値でのみ与えられたことによる分光反射率のスケールの不定性である。定数ｋを求めることで、（３）式により測定対象物６の分光反射率ρ（λ）を計算することができる。

【数３】

$$\rho(\lambda) = k\frac{l_{om}(\lambda)}{e_{wm}(\lambda)} \qquad \cdots（３）$$

【００２２】
次に、カメラの撮像をモデル化することにより、測定対象物６の画素値ｄ$_0$および仮想的な完全拡散反射物体の画素値ｄ$_w$はそれぞれ（４）式、（５）式によって定式化される。

【数４】

$$d_o = \int_{vis} l_{oc}(\lambda) s(\lambda) d\lambda \quad \cdots (4)$$

$$d_w = \int_{vis} l_{wc}(\lambda) s(\lambda) d\lambda \quad \cdots (5)$$

ここで、ｌ$_{oc}$（λ）はカメラ用光源４２が照射されたときの測定対象物６からの反射光の分光放射輝度ｌ$_{wc}$（λ）はカメラ用光源４２が照射されたときの、測定対象物６と同一位置に同一形状を有する仮想的な完全拡散反射物体からの反射光の分光放射輝度である。また、積分区間ｖｉｓはカメラ４１の分光感度が０でないとみなされる波長範囲（例えば、可視光カメラの場合、３８０ｎｍ～７８０ｎｍ）である。

【００２３】
次に、測定対象物６の反射特性として、拡散反射成分のみが観測される場合、ｌ$_{oc}$（λ）およびｌ$_{wc}$（λ）はそれぞれ（６）式、（７）式と表すことができる。

［数５］

$$l_{oc}(\lambda) = q\rho(\lambda) e_{wc}(\lambda) \quad \cdots (6)$$

$$l_{wc}(\lambda) = q e_{wc}(\lambda) \quad \cdots (7)$$

ここで、定数ｑは光源の分光分布が相対値で与えられていることに起因するスケールである。

【００２４】
（３）式、（６）式および（７）式を（４）式、（５）式にそれぞれ代入して、（８）式、（９）式が得られる。

［数６］

$$d_o = qk \int_{vis} (l_{om}(\lambda) / e_{wm}(\lambda)) e_{wc}(\lambda) s(\lambda) d\lambda \quad \cdots (8)$$

$$d_w = q \int_{vis} e_{wc}(\lambda) s(\lambda) d\lambda \quad \cdots (9)$$

（８）式、（９）式を（１）式に代入すると、（１０）式が得られる。

［数７］

$$\rho_a = \frac{d_o}{d_w} = k \frac{\int_{vis} (l_{om}(\lambda) / e_{wm}(\lambda)) e_{wc}(\lambda) s(\lambda) d\lambda}{\int_{vis} e_{wc}(\lambda) s(\lambda) d\lambda} \quad \cdots (10)$$

（１０）式を変形して、求めたいスケールｋは（１１）式で表せる。

［数８］

$$k=\rho_a\frac{\int_{vis}e_{wc}(\lambda)s(\lambda)d\lambda}{\int_{vis}(l_{om}(\lambda)/e_{wm}(\lambda))e_{wc}(\lambda)s(\lambda)d\lambda}$$

・・・（１１）

【００２５】

以上より、（１１）式を（３）式に代入して、取得対象の分光反射率ρ（λ）は（１２）式で表すことができる。

【数９】

$$\rho(\lambda)=\rho_a\frac{\int_{vis}e_{wc}(\lambda)s(\lambda)d\lambda}{\int_{vis}(l_{om}(\lambda)/e_{wm}(\lambda))e_{wc}(\lambda)s(\lambda)d\lambda}\cdot\frac{l_{om}(\lambda)}{e_{wm}(\lambda)}\quad\cdots(12)$$

$l_{om}(\lambda)$、$\rho_a(\lambda)$は取得済み、$e_{wm}(\lambda)$、$e_{wc}(\lambda)$、$s(\lambda)$はそれぞれ既知であるため、（１２）式を計算することにより測定対象物６の分光反射率を算出することが可能である。

【００２６】

次に、図２を参照して、図１に示す分光反射率取得装置１において、前述の原理に基づき、立体物の分光反射率を取得する動作を説明する。図２は、図１に示す分光反射率取得装置１の動作を示すフローチャートである。

【００２７】

まず、カメラ４１、カメラ用光源４２、コンピュータ２を用いて、測定対象物６の各点における拡散反射率を求める（ステップＳ１）。これは、照度差ステレオ法やＭｕｌｔｉ－Ｖｉｅｗ　Ｓｔｅｒｅｏ法等の公知の手法を用い、撮影画素値から測定対象物６の各点における法線情報と拡散反射率を分離することで取得を行う。すなわち、カメラ用光源４２を測定対象物６に照射し、カメラ４１で測定対象物６を複数撮影し、コンピュータ２は記録された画像群を処理して拡散反射率ρ_aを求める。

【００２８】

次に、コンピュータ２は、取得した拡散反射率ρ_aの結果を表示装置３に表示する（ステップＳ２）。続いて、コンピュータ２は、分光反射率を求めたい箇所（例えば、測定点６１）をユーザに指示させて、指示された測定点６１に対応する拡散反射率を保存する（ステップＳ３）。

【００２９】

次に、分光測定器５１、測定用光源５２、コンピュータ２を用いて、測定点６１の分光放射輝度を求める（ステップＳ４）。測定用光源５２を測定対象物６に照射し、分光測定器５１で測定点６１の分光放射輝度$l_{om}(\lambda)$を取得し、コンピュータ２内に記録する。

【００３０】

次に、コンピュータ２は、測定点６１における拡散反射率、および分光放射輝度から、（１２）式に基づき、分光反射率ρ（λ）を算出する（ステップＳ５）。そして、コンピュータ２は、算出した分光反射率を表示装置３に表示して（ステップＳ６）、終了する。

【００３１】

前述した実施形態は本発明の一例を示したものであり、本発明はこれに限定されるべきものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、適宜の変更または改変を行っても良い。例えば、拡散反射率の取得方法として光源とカメラによる照度差ステレオ法を用いるとしたが、これに限定されることではなく、レーザレンジセンサなどの別の形状取得手法を用いて拡散反射率を推定しても差し支えない。

【００３２】

また、測定点の分光強度分布を取得する方法として分光測定器５１を用いるとしたが、これに限定されることではなく、マルチバンドカメラを用いて測定対象物６の分光強度分

布画像を取得しても差し支えない。また、カメラ用光源４２および測定用光源５２の分光分布が各々異なるものとしたが、処理データ削減のために同一の光源を用いても良い。

【００３３】

また、取得環境が暗室であるとしたが、これに限らず、反射率取得時および分光取得時の分光分布を分光放射輝度計により取得の度に求めても良い。また、制御用コンピュータと画像処理用コンピュータを別々の構成をとっても良い。

【００３４】

また、カメラのチャンネル数を１としたが、ＲＧＢの３チャンネルカメラを用いて各チャンネルの反射率を用いることで分光反射率の絶対値を求めてもよい。ただしこの際、各チャンネルの分光感度が既知である必要がある。

【００３５】

以上説明したように、物体の分光反射率を取得するために、分光分布が既知の光源と、相対分光感度が既知の撮像装置とを備え、光源により照明した物体の相対分光強度分布を取得し、光源と撮像装置により物体の拡散反射率を取得し、取得した相対分光強度分布と拡散反射率と光源の分光分布と撮像装置の相対分光感度から求めるべき物体の分光反射率の絶対値を算出するようにしたため、立体形状を有する対象物の分光反射率をスケールの不定性なく取得することが可能になる。

【００３６】

なお、図１におけるコンピュータ２の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより分光反射率取得処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、ＯＳや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（ＲＡＭ）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

【００３７】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【００３８】

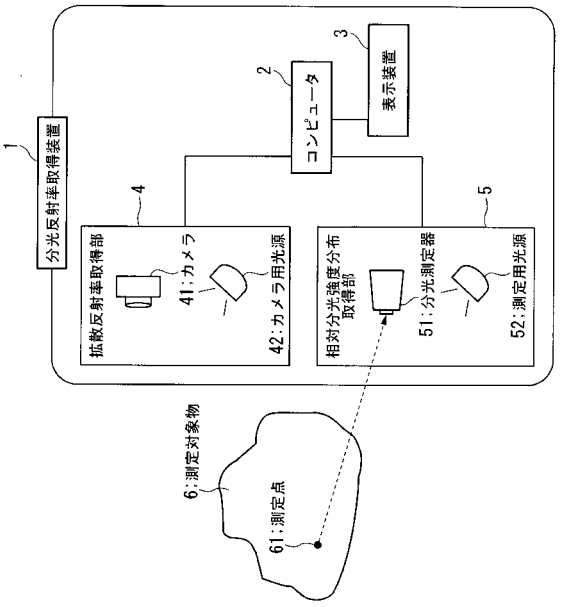
平坦でない形状を有する対象物の分光反射率を取得することが不可欠な用途に適用できる。

【符号の説明】

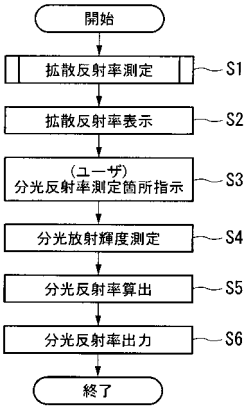
【００３９】

１・・・分光反射率取得装置、２・・・コンピュータ、３・・・表示装置、４・・・拡散反射率取得部、４１・・・カメラ、４２・・・カメラ用光源、５・・・相対分光強度分布取得部、５１・・・分光測定器、５２・・・測定用光源、６・・・測定対象物、６１・・・測定点

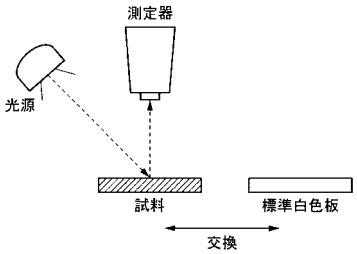
【図１】


1
分光反射率取得装置
2
コンピュータ
3
表示装置
4
拡散反射率取得部
41:カメラ
42:カメラ用光源
5
相対分光強度分布取得部
51:分光測定器
52:測定用光源
6:測定対象物
61:測定点

【図２】


開始
拡散反射率測定
S1
拡散反射率表示
S2
(ユーザ)
分光反射率測定箇所指示
S3
分光放射輝度測定
S4
分光反射率算出
S5
分光反射率出力
S6
終了

【図３】


測定器
光源
試料
標準白色板
交換

フロントページの続き

(72)発明者　長谷川　隆行
東京都台東区台東１丁目５番１号　凸版印刷株式会社内

審査官　樋口　宗彦

(56)参考文献　特開２００５－１８１０３８（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２９２５８２（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０８３００９（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１０８０９６（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０３２２０７（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２９８７２２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ２１／００－２１／０１，２１／１７－２１／６１