

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月16日(16.07.2020)



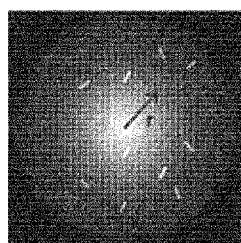
(10) 国際公開番号

WO 2020/145023 A1

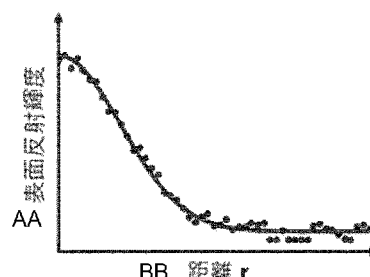
- (51) 国際特許分類:
G01N 21/47 (2006.01) *G01N 21/55* (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048744
- (22) 国際出願日: 2019年12月12日(12.12.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-002534 2019年1月10日(10.01.2019) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宇田 拓史(UDA Takushi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 寺岡 良隆 (TERAOKA Yoshitaka); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 阿部 芳久(ABE Yoshihisa); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高田 健市 (TAKATA Kenichi); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場3丁目4番26号 出光ナガホリビル 清水国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: OPTICAL CHARACTERISTIC ANALYSIS APPARATUS AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 光学特性解析装置及びプログラム



(A)



(B)

AA Surface reflection brightness
BB Distance r

(57) Abstract: This optical characteristic analysis apparatus is provided with: a single illumination device (100); a two-dimensional photoelectric conversion element (3) that receives reflected light, in a substantially regular reflection direction, obtained when illumination light is applied from the illumination device to a to-be-measured object (100) having a brilliant-material-containing layer (101) on a surface layer part, and that converts the reflected light to image data; a calculation means (4) for calculating a regular reflection component of only the surface of the to-be-measured object from the image data; and an extraction means (4) for extracting a reflection component of a brilliant material by subtracting

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the regular reflection component, of only the surface of the to-be-measured object, which is calculated by the calculation means, from the entire image data.

(57) 要約: 単一の照明装置 (100) と、表層部に光輝材含有層 (101) を有する被測定物 (100) に対して照明装置から照明光が照射されたときの略正反射方向の反射光を受光して画像データに変換する二次元の光電変換素子 (3) と、画像データに対し、被測定物の表面のみの正反射成分を算出する算出手段 (4) と、算出手段により算出された被測定物の表面のみの正反射成分を、画像データの全体から差し引くことにより、光輝材の反射成分を抽出する抽出手段 (4) と、を備えている。

明 細 書

発明の名称： 光学特性解析装置及びプログラム

技術分野

[0001] この発明は、例えば光輝材と呼ばれるフレーク状のアルミニウム片、マイカ片あるいは顔料等が含有された光輝材含有層を表層部に有する被測定物の表面光学特性を解析する光学特性解析装置およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 上記のような光輝材が含有された塗装等は、観察角度によって色彩が異なるように見えることから、メタリック塗装あるいはパール塗装等として、意匠性が要求される自動車を始め各種の工業製品等に幅広く使用されている。

[0003] 従来、このようなメタリック塗装あるいはパール塗装の特徴の評価を、色彩以外の質感としてとらえるために、特許文献1には、被測定物を特定方向から照明し又は全方向から拡散照明し、反射光を二次元センサで受光し、反射像を解析することで、自動車塗料内部に含まれる光輝材によって発現される、被測定物の光輝感・粒子感を数値化する手法が提案されている。

[0004] また、昨今では、

- ・高意匠の顔料では、正反射近傍でのみ高輝度、高彩度等の物性が発現する場合がある、
- ・光輝材の配光成分は、塗膜水平方向に集中し、その反射光は正反射近傍に到達する、

等の理由から、発明者らは、正反射近傍の表面測定を行うのが良いことを見出した。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-208327号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に記載の技術を使用し、正反射方向で表面測定を行う場合、二次元センサで受光される反射光には、光輝材の反射光に加え、被測定物の表面のみからの反射光も含まれてしまう。

[0007] このため、被測定物の表層部に含まれる光輝材そのものの正反射成分を抽出することができず、光輝材の光学特性を直接評価することができないとか、正反射から外れた角度で測定した結果との光輝材の反射成分の比較が難しく、正反射近傍における光輝材の粒子感の角度変化を定量化できない、といった課題がある。

[0008] この発明は、このような技術的背景に鑑みてなされたものであって、表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して照明装置から照明光が照射されたときの略正反射方向の反射光を、二次元の光電変換素子により受光して得られた画像データから、光輝材の光学特性を解析する場合に、光輝材の光学特性を直接評価することができないとか、正反射近傍における光輝材の粒子感の角度変化を定量化できない、といった課題を解決できる光学特性解析装置及びプログラム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] 上記目的は、以下の手段によって達成される。

(1) 単一の照明装置と、表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して前記照明装置から照明光が照射されたときの略正反射方向の反射光を受光して画像データに変換する二次元の光電変換素子と、前記画像データに対し、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する算出手段と、前記算出手段により算出された前記被測定物の表面のみの正反射成分を、前記画像データの全体から差し引くことにより、前記光輝材の反射成分を抽出する抽出手段と、を備えたことを特徴とする光学特性解析装置。

(2) 前記照明装置は特定の照明パターンを表示可能である前項 1 に記載の光学特性解析装置。

(3) 前記算出手段は、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって前記画像データをフィッティングすること

により、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する前項 1 または 2 に記載の光学特性解析装置。

(4) 前記算出手段は、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所での解析を行い、同等の照度を持つと見なせる場所に共通の正反射成分を求めることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する前項 1 または 2 に記載の光学特性解析装置。

(5) 前記算出手段は、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によってフィッティングする第 1 の処理と、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所の解析を行い、同等の照度を持つと見なせる場所に共通の正反射成分を求める第 2 の処理を、前記画像データの全体に対して行うことにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する前項 1 または 2 に記載の光学特性解析装置。

(6) 前記算出手段は、前記同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所の輝度を求め、輝度の最小値を当該場所に共通の正反射成分とする前項 4 または 5 に記載の光学特性解析装置。

(7) 前記算出手段は、前記同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所の輝度情報に対してフーリエ変換を行うことにより得られる周波数領域のデータのうち、所定の閾値以下の周波数成分を有するものを抽出し、抽出されたデータを逆フーリエ変換することにより得られるデータを、当該場所に共通の正反射成分とする前項 4 または 5 に記載の光学特性解析装置。

(8) 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が、所定の分散内に収まらない小さい値である場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない前項 4 ～ 7 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

(9) 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が所定の閾値よりも小さい場合、その画像データの値

については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない前項 4～7 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

(10) 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が、所定の分散内に収まらない大きい値である場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない前項 4～9 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

(11) 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が所定の閾値を超える場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない前項 4～9 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

(12) 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数は 0 次以上の多項式関数である前項 3 または 5 に記載の光学特性解析装置。

(13) 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数は周期関数である前項 3 または 5 に記載の光学特性解析装置。

(14) 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数は指数関数である前項 3 または 5 に記載の光学特性解析装置。

(15) 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数はガウス関数である前項 3 または 5 に記載の光学特性解析装置。

(16) 表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して、単一の照明装置から照明光が照射されたときの反射光を光電変換素子で受光することにより得られた画像データに基づいて、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する算出ステップと、前記算出ステップにより算出された前記被測定物の表面のみの正反射成分を、前記画像データから差し引いて、前記光輝材の反射成分を抽出する抽出ステップと、をコンピュータに実行させるためのプログラム。

(17) 前記算出ステップでは、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって前記画像データをフィッティングすることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理を前

記コンピュータに実行させる前項 16 に記載のプログラム。

(18) 前記算出ステップでは、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所での解析を行い、同等の照度を持つと見なせる場所に共通の正反射成分を求めることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理を前記コンピュータに実行させる前項 16 に記載のプログラム。

(19) 前記算出ステップでは、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によってフィッティングする第 1 の処理と、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に前記画像データの値を解析して、前記場所毎に固有の正反射成分を求める第 2 の処理を、前記画像データの全体に対して行うことにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理を前記コンピュータに実行させる前項 16 に記載のプログラム。

発明の効果

[0010] 前項 (1) に記載の発明によれば、表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して、単一の照明装置から照明光が照射されたときの反射光を二次元の光電変換素子により受光し、得られた画像データに基づいて、被測定物の表面のみの正反射成分が算出される。この算出された被測定物の表面のみの正反射成分が、画像データから差し引かれることにより、光輝材の正反射成分が抽出される。

[0011] このように、被測定物表面のみの正反射成分を取り除くことができるため、被測定物の正反射近傍における光輝材の光学特性を直接にかつ正確に求めることができ、光輝材の光学特性を直接評価することができないとか、正反射近傍における光輝材の粒子感の角度変化を定量化できない、といった課題を解決できる。また、光輝材のみと被測定物表面のみの正反射成分の両方を求めることができるため、被測定物の光輝感における光輝材の割合を定量化することができる。さらに、光輝材の反射成分のみを取り出すことができるため、正反射角近傍を含む、様々な受光角で取得したデータ間を比較するこ

とができる。

[0012] 前項（２）に記載の発明によれば、照明装置は特定の照明パターンを表示可能であるから、特定の照明パターンを表示可能な例えば液晶等の表示装置を照明装置として用いることができる。

[0013] 前項（３）に記載の発明によれば、被測定物への照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって画像データをフィッティングすることにより、被測定物の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0014] 前項（４）に記載の発明によれば、被測定物への照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データを解析して、場所毎の固有の正反射成分を求めることにより、被測定物の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0015] 前項（５）に記載の発明によれば、被測定物への照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によってフィッティングする第１の処理と、被測定物への照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データの値を解析して、場所毎に固有の正反射成分を求める第２の処理を、画像データの全体に対して行うことにより、被測定物の表面のみの正反射成分を精度良く算出することができる。

[0016] 前項（６）に記載の発明によれば、同等の照度を持つと見なせる場所における画像データの輝度を解析し、輝度の最小値を当該場所における固有の正反射成分とするから、被測定物の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0017] 前項（７）に記載の発明によれば、同等の照度を持つと見なせる場所における画像データの輝度情報に対してフーリエ変換を行うことにより得られる周波数領域のデータのうち、所定の閾値以下の周波数成分を有するものを抽出し、抽出されたデータを逆フーリエ変換することにより得られるデータを、当該場所における固有の正反射成分とするから、被測定物の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0018] 前項（８）に記載の発明によれば、所定の分散内に収まらない小さい値の

画像データは、ノイズ成分と見なして被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いられないから、被測定物の表面のみの正反射成分をさらに精度良く算出することができる。

[0019] 前項（９）に記載の発明によれば、所定の閾値よりも小さい値の画像データは、ノイズ成分と見なして被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いられないから、被測定物の表面のみの正反射成分をさらに精度良く算出することができる。

[0020] 前項（１０）に記載の発明によれば、所定の分散内に収まらない大きい値の画像データは、光輝材による反射を含む被測定物の表面のみの正反射成分以外のものと見なして、被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いられないから、被測定物の表面のみの正反射成分をさらに精度良く算出することができる。

[0021] 前項（１１）に記載の発明によれば、所定の閾値を超える値の画像データは、光輝材による反射を含む被測定物の表面のみの正反射成分以外のものと見なして、被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いられないから、被測定物の表面のみの正反射成分をさらに精度良く算出することができる。

[0022] 前項（１２）～（１５）に記載の発明によれば、照明装置による照度分布に合わせた０次以上の多項式関数、周期関数、指数関数、ガウス関数によって画像データをフィッティングすることにより、被測定物の表面のみの正反射成分を精度良く算出することができる。

[0023] 前項（１６）に記載の発明によれば、表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して、単一の照明装置から照明光が照射されたときの反射光を二次元の光電変換素子により受光して得られた画像データに基づいて、被測定物の表面のみの正反射成分を算出し、算出された被測定物の表面のみの正反射成分を、画像データから差し引くことにより、被測定物の表層部に含まれる光輝材の正反射成分を抽出する処理を、コンピュータに実行させることができる。

[0024] 前項（１７）に記載の発明によれば、算出ステップでは、被測定物への照

明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって画像データをフィッティングすることにより、被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理をコンピュータに実行させることができる。

[0025] 前項（１８）に記載の発明によれば、算出ステップでは、被測定物への照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データを解析して、場所毎の固有の正反射成分を求めることにより、被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理をコンピュータに実行させることができる。

[0026] 前項（１９）に記載の発明によれば、算出ステップでは、被測定物への照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によってフィッティングする第１の処理と、被測定物への照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データの値を解析して、場所毎に固有の正反射成分を求める第２の処理を、画像データの全体に対して行うことにより、被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理をコンピュータに実行させることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]この発明の一実施形態に係る光学特性解析装置の構成を示すブロック図である。

[図2]被測定物の表面のみの正反射成分の算出処理及び光輝材の反射成分の抽出処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図3]（Ａ）は照明装置の平面画像、（Ｂ）は測定系の概要図、（Ｃ）は光電変換素子で取得された２次元画像である。

[図4]（Ａ）は図３（Ｃ）と同じ２次元画像、（Ｂ）は（Ａ）の２次元画像において、縦軸に輝度を横軸に中心からの距離 r を取ったときのグラフである。

[図5]（Ａ）は図３（Ｃ）と同じ２次元画像、（Ｂ）はある同心円上の画素における輝度を縦軸に、中心角 θ を横軸に取ったときのグラフ、（Ｃ）は同心円上における光輝材の反射成分を示すグラフである。

[図6] (A) は、ある同心円上の画素における輝度を縦軸に、中心角 θ を横軸に取ったときのグラフ、(B) は小さい輝度を除外した状態のグラフ、(C) はその同心円における光輝材の反射成分を示すグラフである。

[図7] (A) は、ある同心円上の画素における輝度を縦軸に、中心角 θ を横軸に取ったときのグラフ、(B) は大きい輝度を除外した状態のグラフ、(C) はその同心円における光輝材の反射成分を示すグラフである。

[図8] (A) は別の照明パターンを表示した照明装置の平面画像、(B) は光電変換素子で取得された 2 次元画像である。

[図9] (A) は図 8 (B) と同じ 2 次元画像、(B) は (A) の 2 次元画像において、縦軸に輝度を横軸に最も輝度の高い中央部からの位置 X を取ったときのグラフである。

[図10] (A) は図 8 (B) と同じ 2 次元画像、(B) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラフ、(C) はその列における光輝材の反射成分を示すグラフである。

[図11] (A) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラフ、(B) は小さい輝度を除外した状態のグラフ、(C) はその列における光輝材の反射成分を示すグラフである。

[図12] (A) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラフ、(B) は大きい輝度を除外した状態のグラフ、(C) はその列における光輝材の反射成分を示すグラフである。

[図13] (A) は更に別の照明パターンを表示した照明装置の平面画像、(B) は各正面パターンによる照明時の光電変換素子で取得された 2 次元画像である。

[図14] (A) は図 13 (B) の B 1 と同じ 2 次元画像、(B) は (A) の 2 次元画像において、縦軸に輝度を横軸に最も輝度の高い中央部からの距離 X を取ったときのグラフである。

[図15] (A) は図 13 (B) の B 1 と同じ 2 次元画像、(B) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラ

フ、(C)はその列における光輝材の反射成分を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、この発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0029] 図1は、この発明の一実施形態に係る光学特性解析装置の構成を示すブロック図である。図1に示す光学特性解析装置は、単一の照明装置1と、対物レンズ2と、CCDセンサ等からなる二次元の光電変換素子3と、演算部4と、液晶表示装置等によって構成される測定結果表示部5を備えている。

[0030] 照明装置1は、この実施形態では特定の照明パターンを表示できる表示装置によって構成されており、表示した照明パターンから被測定物100の被測定部位100aに対して照明光L1を照射する。なお、照明装置1として点光源等を用いてもよい。

[0031] 被測定物100は図3(B)に示すように、光輝材110が含有された透光性の光輝材含有層101を表層部に有しており、光輝材含有層101のさらに表面には透光性のクリア層102が形成されている。このような光輝材含有層101及びクリア層102は、例えば、試料100の表面に光輝材110が含まれた透光性樹脂による塗装を施し、さらにクリア層102用の塗装を施すことにより形成される。

[0032] 図1に戻って、光電変換素子3は2次元に配置された多数の画素を備え、被測定物100からの反射光L2を対物レンズ2を介して画素毎に受光し、2次元画像データに変換して出力する。

[0033] この実施形態では、照明装置1と光電変換素子3とは、光電変換素子3が被測定部位100aからの略正反射方向の反射光を受光可能である位置関係で配置されている。略正反射方向とは、正反射方向の反射光のみならず正反射方向から僅かに外れている反射光も許容する主旨である。このような配置関係にする理由は、光輝材含有層101が光輝材が含まれた塗膜で形成されている場合、塗膜内の光輝材の配向分布は、一般的に塗膜面水平方向(0度方向)をピークとする分布となっており、このような光輝材の正反射近傍の情報を的確にとらえるためである。

[0034] また、試料 100 における被測定部位 100 a の表面と光電変換素子 3 が共役関係にあることが望ましい。

[0035] 光電変換素子 3 から出力された電気信号である画像データは、必要に応じ、図示しない I/V 変換回路、A/D 変換回路を通じてデジタル信号に変換され、演算部 4 に送られる。演算部 4 に送られてきた画像データには、光輝材 110 の反射光成分に加え、被測定物 100 の表面のみからの正反射成分も含まれている。このため、演算部 4 は CPU 等により、被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出するとともに、算出した被測定物 100 の表面のみの正反射成分を、画像データから差し引いて、被測定物 100 の光輝材含有層 101 に含まれる光輝材 110 の反射成分を抽出する処理を実行する。これらの処理については後述する。

[0036] 演算部 4 は専用の装置であっても良いし、パーソナルコンピュータにより構成されていても良い。また、光電変換素子 3 から出力されデジタル信号に加工された画像データは、ネットワークを介して演算部 4 に送られても良い。この場合は、演算部 4 が測定場所と離れた場所に存在していても、被測定物 100 の表面のみの正反射成分の算出処理、光輝材含有層 101 に含まれる光輝材 110 の反射成分の抽出処理を行うことができる。

[0037] 次に、光電変換素子 3 の空間分解能について説明する。目視で観察される現象を光電変換素子 3 で検知するためには、光電変換素子 3 に人間の眼に相当する空間分解能が必要になる。ある研究によると、人間の眼で区別可能な最小幅は、約 0.6 分といわれている。仮に瞳から観察物までの距離を 20 ~ 30 cm とすると、区別可能な 2 点の距離は 30 ~ 50 μm と計算される。

[0038] また、測定対象を自動車外装材の光輝材を含む塗装面とすると、塗膜内部に含まれる光輝材の粒径は、小さなもので 10 ~ 20 μm 、大きなもので凡そ 100 μm 程度である。光電変換素子 3 は光輝材 1 つ 1 つを空間的に区別できることがより望ましい。

[0039] 以上から、光電変換素子 3 の空間分解能は 10 ~ 100 μm 程度であるこ

とが望ましい。

[0040] 次に、演算部4によって実行される、被測定物100の表面のみの正反射成分の算出処理及び被測定物100の光輝材含有層101に含まれる光輝材110の反射成分の抽出処理、について説明する。これらの処理は、演算部4に含まれているCPUが図示しない記憶部に格納された動作プログラムに従って動作することにより実行される。

[0041] 図2はこれらの処理手順を示すフローチャートである。ステップS01で2次元画像データを取得した後、ステップS02及び／またはステップS03で、被測定物100の表面のみの正反射成分の算出処理を実行する。次いで、ステップS04で、算出した被測定物100の表面のみの正反射成分を、画像データから差し引いて除去することにより、ステップS05で光輝材110の反射成分を抽出する。

[0042] 被測定物100の表面のみの正反射成分の算出処理は、被測定物100への照明装置1による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって画像データをフィッティングすることにより行うか（ステップS02）、被測定物100への照明装置1による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データを解析することにより行うか（ステップS03）、あるいはこれらの両方を組み合わせて行う。以下に、被測定物100の表面のみの正反射成分の算出処理の具体例について説明する。

[実施形態1]

照明装置1に被測定物100からの距離に比べ十分に小さい点を表示することで被測定物100を照明するものとする。照明装置1として、被測定物100からの距離に比べ十分に小さい光源を用いる場合も同様である。

[0043] 図3は、左から順に、（A）照明装置1の平面画像（単に表示画像ともいう）、（B）測定系の概要図、（C）光電変換素子3で取得された2次元画像（単に取得画像ともいう）、を示している。

[0044] 図3（A）に示す表示画像において中央の白点11は照明部分であり、この表示画像及び同図（C）に示す取得画像において、白い箇所は輝度が高く

、黒い箇所は輝度が低い場所を表している。また、同図（C）の取得画像中の白い微細線分は光輝材 110 からの反射光を表す。

[0045] 被測定物 100 に焦点があっているため、光電変換素子 3 では、照明装置 1 上の小さな白点 11 がぼやけた画像として取得される。演算部 4 は、取得された 2 次元の画像データについて画素毎に輝度を求める。そして、得られた輝度データを用いて、以下のような被測定物 100 の表面のみの正反射成分の算出処理を実行する。

（実施形態 1-1）

この処理は、図 2 のステップ S2 の処理、つまり被測定物 100 への照明装置 1 による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって画像データをフィッティングすることにより、被測定物 100 の表面のみの正反射成分の算出を行うものである。

[0046] 照明部分が図 3（A）のように小さな点の場合、前述した図 3（C）の取得画像においては、ぼやけた白点の中心部が最も輝度が高く、中心から遠ざかるに従って輝度が低下する。光輝材 110 の密度が十分に小さい場合、取得画像において最も輝度が高い中心部から半径方向への輝度分布は、2 次元ガウス関数によって示される。

[0047] そこで、取得画像における半径方向の輝度データを 2 次元ガウス関数によってフィッティングする。この様子を図 4 に示す。図 4（A）は図 3（C）と同じ取得画像であり、図 4（B）は縦軸に輝度を横軸に中心からの距離 r を取ったときのグラフである。図 4（B）のグラフにおける多数の黒点は、取得画像において測定された半径 r 方向の各画素の輝度の測定値である。これらの輝度データを 2 次元ガウス関数によってフィッティングすると、図 4（B）の 2 次元ガウス関数で示される曲線のようになり、この曲線を、被測定物 100 の表面のみの正反射成分として算出する。

[0048] そして、得られた被測定物 100 の表面のみの正反射成分を、輝度データの測定値から差し引くことで、被測定物 100 の光輝材含有層 101 に含まれる光輝材 110 の反射成分を抽出する。

[0049] このような処理を、周方向において繰り返すことで、取得画像全体における被測定物 100 の光輝材含有層 101 に含まれる光輝材 110 の反射成分を確実に抽出することができる。

(実施形態 1-2)

この処理は、図 2 のステップ S3 の処理、つまり被測定物 100 への照明装置 1 による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データを解析することにより行うものである。

[0050] 図 3 (C) の取得画像において、最大輝度を示す場所から同心円上では表面反射の輝度が同等であるとみなすことができる。一方、光輝材 110 が存在している場所では、表面反射に加えて、光輝材 110 による反射成分が加わる。

[0051] つまり、同心円上において光輝材が存在しない場所が輝度の最小値を示すはずであるから、同心円上での輝度の最小値を求めることで、その同心円上における被測定物 100 の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0052] この様子を図 5 に示す。図 5 (A) は図 3 (C) と同じ取得画像であり、図 5 (B) は、ある同心円上の画素における輝度を縦軸に、中心角 θ を横軸に取ったときのグラフである。図 5 (B) のグラフにおける輝度の最小値を、その同心円上における被測定物 100 の表面のみの正反射成分とする。そして、この正反射成分を図 5 (B) の各輝度データから差し引くと図 5 (C) のようなグラフになり、その同心円上における光輝材 110 の反射成分が表示されている。

[0053] このような同心円上の算出処理を、中心からの距離 r を変えて各同心円毎に行って、各同心円上における被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出し、算出された各値を各同心円上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材の反射成分を得ることができる。

(実施形態 1-3)

上述した実施形態 1-2 では、同心円上での輝度の最小値を被測定物 100

0の表面のみの正反射成分とした。しかし、被測定物100の表面に傷、汚れ、凹凸等が存在している場合、反射光の輝度は小さくなることから、同心円上での輝度の最小値も本来の被測定物100の表面のみの正反射成分よりも小さくなり、正反射成分の算出精度が低下する。

[0054] そこで、画像データから得られた同心円上の輝度データのうち、傷、汚れ、凹凸等に起因する小さい輝度については除外して、被測定物100の表面のみの正反射成分の算出に用いないのが望ましい。これによって、被測定物100の表面のみの正反射成分を精度良く算出できる。

[0055] 具体的には、平均値から予め設定された分散（標準偏差）内に収まらない小さな輝度を除外する、あるいは、予め設定された閾値よりも小さな輝度を除外する、等の方法を挙げることができる。特に、平均値から予め設定された分散（標準偏差）内に収まらない小さな輝度を除外する方法は、同心円上における、傷や汚れ、凹凸がある場所が十分小さい場合に有効である。

[0056] そして、上記除外処理後の輝度データに対し、最小値を求めることで、同心円上での被測定物100の表面のみの正反射成分を算出するとともに、算出された各同心円上での正反射成分を、同心円上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材110の反射成分を抽出することができる。

[0057] この様子を図6に示す。図6（A）は、ある同心円上の画素における輝度を縦軸に、中心角 θ を横軸に取ったときのグラフであり、傷等が存在している部分では輝度が小さくなっている。これらの小さい輝度を除外すると図6（B）のグラフになる。図6（B）のグラフにおける輝度の最小値を、その同心円上における被測定物100の表面のみの正反射成分とする。そして、この正反射成分を図6（B）の各輝度データから差し引くと図6（C）のようなグラフになり、その同心円における光輝材110の反射成分となる。

（実施形態1－4）

この例では、光輝材110による反射成分を除外した状態で、被測定物100の表面のみの正反射成分を算出する。

[0058] まず、同心円上の輝度データのうち、平均値から予め設定された分散（標

標準偏差)内に収まらない大きな輝度を除外する、あるいは、予め設定された閾値よりも大きな輝度を除外する。これらの輝度は、光輝材 110 による反射成分と考えられるからである。平均値から予め設定された分散(標準偏差)内に収まらない大きな輝度を除外する方法は、特に、同心円上における光輝材 110 の占める割合が十分に小さい場合に有効である。

[0059] そして、上記除外処理後の輝度データに対し、最小値、またはフーリエ変換後の周波数が閾値以下のもの、のいずれかを求めることで、同円心上での被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出する。なお、フーリエ変換した場合は、フーリエ変換後の周波数が閾値以下のものを求めた後、逆フーリエ変換する。こうして算出された各同心円上での正反射成分を、同心円上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材 110 の反射成分を抽出することができる。

[0060] この様子を図 7 に示す。図 7 (A) は、ある同心円上の画素における輝度を縦軸に、中心角 θ を横軸に取ったときのグラフであり、大きい輝度を除外すると図 7 (B) のグラフになる。図 7 (B) のグラフにおける各輝度データから、同円心上での被測定物 100 の表面のみの正反射成分を求め、求めた正反射成分を図 7 (A) の各輝度データから差し引くと図 7 (C) のようなグラフになり、その同心円における光輝材 110 の反射成分となる。

(実施形態 1-5)

この例では、上述した実施形態 1-2 の処理(図 2 のステップ S 3 の処理)と、実施形態 1-1 の処理(図 2 のステップ S 2 の処理)を組み合わせ、被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出する。

[0061] 実施形態 1-2 の処理では、同心円上での輝度の最小値を被測定物 100 の表面のみの正反射成分としたが、求められた値それぞれには一定のノイズが乗っている。例えば、2次元光電変換素子 3 の暗電流ノイズや読み出しノイズ等であり、傷、汚れ、凹凸等に起因する小さい輝度成分を除去したとしても、適切に取り除くことのできないものがある。

[0062] そこで、実施形態 1-1 で説明したモデル関数によるフィッティング処理

、具体的には、取得画像における最も輝度が高い中心部から半径方向への輝度データを2次元ガウス関数によってフィッティングする処理を組み合わせることで、これらのノイズを除去し、被測定物100の表面のみの正反射成分を高精度に算出することができる。

[0063] こうして算出された被測定物100の表面のみの正反射成分を、画像データの全体に対して差し引くことで、光輝材110の反射成分が抽出される。

[実施形態2]

実施形態1では、照明装置1に被測定物100からの距離に比べ十分に小さい点を表示することで被測定物100を照明するものとした。これに対し、本実施形態2では、実施形態1と同じ光学系で、照明装置1に被測定物100からの距離に比べ十分に細い線を表示することで被測定物100を照明する。照明装置1として被測定物100からの距離に比べ十分に細い線状光源を用いる場合も同様である。

[0064] 図8(A)は照明装置1の表示画像であり、同図(B)は光電変換素子3による取得画像を示す。図8(A)の表示画像において縦長の白線12は照明部分であり、この表示画像及び同図(B)の取得画像において、白い箇所は輝度が高く、黒い箇所は輝度が低い場所を表す。また、同図(B)の取得画像中の白い微細線分は光輝材110からの反射光を表す。

[0065] 被測定物100に焦点があっているため、光電変換素子3では、照明装置1上の照明部分がぼやけた画像として取得される。演算部4は、取得された2次元の画像データについて画素毎に輝度を求める。そして、得られた輝度データを用いて、以下のような被測定物100の表面のみの正反射成分の算出処理を実行する。

(実施形態2-1)

この例では、実施形態1-1と同様に、図2のステップS2の処理、つまり被測定物100への照明装置1による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって画像データをフィッティングすることにより、被測定物100の表面のみの正反射成分の算出を行うものである。

[0066] 照明部分が図8（A）のように縦長細線の場合、前述した図8（B）の取得画像においては、ぼやけた細線の幅方向（横方向）の中央部が最も輝度が高く、中央部から幅方向に遠ざかるに従って輝度が低下する。また、縦方向を列とすると同列上では被測定物100の表面からの正反射光の輝度は同等であるとみなせる。従って、光輝材110の密度が十分に小さい場合、取得画像の輝度分布は、横方向にガウス分布を持ち、縦方向の座標に依存しない関数、つまり横軸の座標(列の位置)を変数にもつガウス関数によって示される。

[0067] そこで、取得画像における横方向の輝度データを2次元ガウス関数によってフィッティングする。この様子を図9に示す。図9（A）は図8（B）と同じ取得画像であり、図9（B）は縦軸に輝度を横軸に最も輝度の高い中央部からの横方向の位置（列の位置） X を取ったときのグラフである。図9（B）のグラフにおける多数の黒点は、取得画像において測定された X 方向の各画素の輝度の測定値である。これらの輝度データを、横軸の座標(列の位置)を変数にもつガウス関数によってフィッティングすると、図9（B）の曲線のようになり、この曲線を、被測定物100の表面のみの正反射成分として算出する。

[0068] そして、得られた被測定物100の表面のみの正反射成分を、輝度データの測定値から差し引くことで、被測定物100の光輝材含有層101に含まれる光輝材110の反射成分を抽出する。

[0069] このような処理を、列方向において繰り返すことで、取得画像全体における被測定物100の光輝材含有層101に含まれる光輝材110の反射成分を確実に抽出することができる。

（実施形態2-2）

この処理は、実施形態1-2と同じく、図2のステップS3の処理、つまり被測定物100への照明装置1による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データを解析することにより行うものである。

[0070] 図8（B）の取得画像において、同列上の輝度は同等であるとみなすこと

ができる。一方、光輝材 1 1 0 が存在している場所では、表面反射に加えて、光輝材 1 1 0 による反射成分が加わる。

[0071] つまり、同列上において光輝材が存在しない場所が輝度の最小値を示すはずであるから、同列上での輝度の最小値を求めることで、その列における被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0072] この様子を図 1 0 に示す。図 1 0 (A) は図 8 (B) と同じ取得画像であり、横方向の位置を X、縦 (列) 方向の位置を Y とすると、図 1 0 (B) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラフである。図 1 0 (B) のグラフにおける輝度の最小値を各輝度データから差し引くと図 1 0 (C) のようなグラフになり、その列における光輝材 1 1 0 の反射成分が表示されている。

[0073] このような同列上の算出処理を、横方向の位置 X を変えて各列毎に行って、各列上における被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を算出し、算出された各値を各列上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材 1 1 0 の反射成分を得ることができる。

(実施形態 2 - 3)

この例は、実施形態 1 - 3 と同様に、被測定物 1 0 0 の表面に傷、汚れ、凹凸等が存在している場合に、その影響を排除して、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分の算出精度を向上させるものである。

[0074] つまり、画像データから得られた同列上の輝度データのうち、傷、汚れ、凹凸等に起因する小さい輝度については除外して、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分の算出に用いないのが望ましい。これによって、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を精度良く算出できる。

[0075] 具体的には、平均値から予め設定された分散 (標準偏差) 内に収まらない小さな輝度を除外する、あるいは、予め設定された閾値よりも小さな輝度を除外する、等の方法を挙げることができる。特に、平均値から予め設定された分散 (標準偏差) 内に収まらない小さな輝度を除外する方法は、同列上における、傷や汚れ、凹凸がある場所が十分小さい場合に有効である。

[0076] そして、上記除外処理後の輝度データに対し、最小値を求めることで、同列上での被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出するとともに、算出された各同列上での正反射成分を、同列上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材 110 の反射成分を抽出することができる。

[0077] この様子を図 11 に示す。図 11 (A) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦軸方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラフであり、傷等が存在していると輝度が小さくなっている。これらの小さい輝度を除外すると図 11 (B) のグラフになり、図 11 (B) のグラフにおける輝度の最小値を各輝度データから差し引くと図 11 (C) のようなグラフになり、その列における光輝材 110 の反射成分となる。

(実施形態 2-4)

この例では、実施形態 1-4 と同様に、光輝材 110 による反射成分を除外した状態で、被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出する。

[0078] まず、同列上の輝度データのうち、平均値から予め設定された分散（標準偏差）内に収まらない大きな輝度を除外する、あるいは、予め設定された閾値よりも大きな輝度を除外する。これらの輝度は、光輝材 110 による反射成分と考えられるからである。平均値から予め設定された分散（標準偏差）内に収まらない大きな輝度を除外する方法は、特に、同列上における光輝材 110 の占める割合が十分に小さい場合に有効である。

[0079] そして、上記除外処理後の輝度データに対し、最小値、またはフーリエ変換後の周波数が閾値以下のもの、のいずれかを求めることで、同列上での被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出する。なお、フーリエ変換した場合は、フーリエ変換後の周波数が閾値以下のものを求めた後、逆フーリエ変換する。こうして算出された各同列上での正反射成分を、同列上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材 110 の反射成分を抽出することができる。

[0080] この様子を図 12 に示す。図 12 (A) は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置 Y を横軸に取ったときのグラフであり、大きい輝

度を除外すると図 1 2 (B) のグラフになる。図 1 2 (B) のグラフにおける各輝度データから、同列上での被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を求め、求めた正反射成分を図 1 2 (A) の各輝度データから差し引くと図 1 2 (C) のようなグラフになり、その列における光輝材 1 1 0 の反射成分となる。

(実施形態 2 - 5)

この例では、上述した実施形態 2 - 2 の処理と、実施形態 2 - 1 の処理を組み合わせ、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を算出する。

[0081] 実施形態 2 - 2 の処理では、同列上での輝度の最小値を被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分としたが、求められた値それぞれには一定のノイズが乗っている。例えば、2 次元光電変換素子 3 の暗電流ノイズや読み出しノイズ等であり、傷、汚れ、凹凸等に起因する小さい輝度成分を除去したとしても、適切に取り除くことのできないものがある。

[0082] そこで、実施形態 2 - 1 で説明したモデル関数によるフィッティング処理、具体的には、取得画像における最も輝度が高い中央部から横方向への輝度データを、横軸の座標(列の位置)を変数にもつガウス関数によってフィッティングする処理を組み合わせることで、これらのノイズを除去し、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を高精度に算出することができる。

[0083] こうして算出された被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分を、画像データの全体に対して差し引くことで、光輝材 1 1 0 の反射成分が抽出される。

[実施形態 3]

実施形態 1 では小さい点を表示した照明装置 1 を使用し、実施形態 2 では細い線を表示した照明装置 1 を使用する場合の、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分の算出処理について説明した。

[0084] しかし、図 1 3 (A) の各表示画像 A 1 ~ A 4 に示すように、一方向において輝度が変化する照明パターンを表示した照明装置 1 を使用しても良い。一方向において輝度が変化する照明パターンの一例としては、横軸方向に正弦波や余弦波のように周期的に輝度が変化するパターンを挙げることができ

る。

[0085] 各表示画像 A 1 ～ A 4 の照明光で被測定物 1 0 0 がそれぞれ照射されたときに、光電変換素子 3 によって撮像された取得画像を、図 1 3 (B) の B 1 ～ B 4 に示す。図 1 3 (A) の表示画像 A 1 ～ A 4 において、縦長の白線は照明部分であり、これらの表示画像 A 1 ～ A 4 及び同図 (B) の取得画像 B 1 ～ B 4 において、白い箇所は輝度が高く、黒い箇所は輝度が低い場所を表す。また、取得画像 B 1 ～ B 4 中の白い微細線分は光輝材 1 1 0 からの反射光を表す。

[0086] 演算部 4 は、取得された 2 次元の画像データについて画素毎に輝度を求める。そして、得られた輝度データを用いて、以下のような被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分の算出処理を実行する。

(実施形態 3 - 1)

この例では、実施形態 2 - 1 と同様に、図 2 のステップ S 2 の処理、つまり被測定物 1 0 0 への照明装置 1 による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって画像データをフィッティングすることにより、被測定物 1 0 0 の表面のみの正反射成分の算出を行うものである。

[0087] 例えば図 1 3 (A) の表示画像 A 1 の照明パターンを有する照明装置 1 を使用する場合、図 1 3 (B) の取得画像 B 1 においては、輝度分布は横軸方向に輝度が余弦波で変化し、縦軸方向の座標に依存することなく、同列上では被測定物 1 0 0 の表面からの正反射光の輝度は同等であるとみなせる。従って、光輝材 1 1 0 の密度が十分に小さい場合、取得画像の輝度分布は、横軸方向に余弦波を持ち、縦軸方向の座標に依存しない余弦関数によって示される。

[0088] そこで、取得画像 B 1 における横軸方向の輝度データを余弦関数によってフィッティングする。この様子を図 1 4 に示す。図 1 4 (A) は図 1 3 (B) の B 1 と同じ取得画像であり、図 1 4 (B) は縦軸に輝度を横軸に最も輝度の高い中央部からの横方向の位置 (列の位置) X を取ったときのグラフである。図 1 4 (B) のグラフにおける多数の黒点は、取得画像において測定

されたX方向の各画素の輝度の測定値である。これらの輝度データを、横軸の座標(列の位置)を変数にもつ余弦関数によってフィッティングすると、図14(B)の曲線のようになり、この曲線を、被測定物100の表面のみの正反射成分として算出する。

[0089] そして、得られた被測定物100の表面のみの正反射成分を、輝度データの測定値から差し引くことで、被測定物100の光輝材含有層101に含まれる光輝材110の反射成分を抽出する。

[0090] このような処理を、列方向において繰り返すことで、取得画像全体における被測定物100の光輝材含有層101に含まれる光輝材110の反射成分を確実に抽出することができる。

[0091] 図13(A)の表示画像A2～A4の照明パターンを有する照明装置1を使用し、図13(B)の取得画像B2～B4が得られた場合も同様である。
(実施形態3-2)

この処理は、実施形態2-2と同じく、図2のステップS3の処理、つまり被測定物100への照明装置1による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に画像データを解析することにより行うものである。

[0092] 例えば図13(A)の表示画像A1の照明パターンを有する照明装置1を使用する場合、図13(B)の取得画像B1においては、同列上の輝度は同等であるとみなすことができる。一方、光輝材110が存在している場所では、表面反射に加えて、光輝材110による反射成分が加わる。

[0093] つまり、同列上において光輝材が存在しない場所が輝度の最小値を示すはずであるから、同列上での輝度の最小値を求めることで、その列における被測定物100の表面のみの正反射成分を確実に算出することができる。

[0094] この様子を図15に示す。図15(A)は図13(B)の取得画像B1であり、横方向の位置をX、縦(列)方向の位置をYとすると、図15(B)は、ある同列上の画素における輝度を縦軸に、縦方向の位置Yを横軸に取ったときのグラフである。図15(B)のグラフにおける輝度の最小値を各輝度データから差し引くと図15(C)のようなグラフになり、その列におけ

る光輝材 110 の反射成分が表示されている。

[0095] このような同列上の算出処理を、横方向の位置 X を変えて各列毎に行って、各列上における被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出し、算出された各値を各列上の輝度データそれぞれに対して差し引くことで、光輝材の反射成分を得ることができる。

[0096] 図 13 (A) の表示画像 A2 ~ A4 の照明パターンを有する照明装置 1 を使用し、図 13 (B) の取得画像 B2 ~ B4 が得られた場合も同様である。
(実施形態 3-3)

なお、実施形態 3-2 において、被測定物 100 の表面に傷、汚れ、凹凸等が存在している場合に、その影響を排除して、被測定物 100 の表面のみの正反射成分の算出精度を向上させるために、実施形態 2-3 と同様の処理を実行しても良い。

[0097] また、実施形態 3-2 において、光輝材 110 による反射成分を除外した状態で、被測定物 100 の表面のみの正反射成分を算出するために、実施形態 2-4 と同様の処理を実行しても良い。

[0098] さらに、実施形態 2-5 と同様に、実施形態 3-1 と実施形態 3-2 の処理を組み合わせることで、被測定物 100 の表面のみの正反射成分をより精度高く算出することができる。

[0099] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本実施形態では、被測定物 100 の表面のみの正反射成分を取り除くことができるため、被測定物 100 の正反射近傍における光輝材 110 の光学特性を直接にかつ正確に求めることができる。従って、光輝材の光学特性を直接評価することができないとか、正反射近傍における光輝材 110 の粒子感の角度変化を定量化できない、といった課題を解決できる。また、光輝材 100 のみと被測定物 100 の表面のみの正反射成分の両方を求めることができるため、被測定物 100 の光輝感における光輝材 110 の割合を定量化することができる。さらに、光輝材 110 の反射成分のみを取り出すことができるため、正反射角近傍を含む、様々な受光角で取得したデータ間を比較することができる。

[0100] なお、被測定物 100 の表面のみの正反射成分を取り除いた後の光輝材 110 の光学特性の評価方法については限定されることはなく、種々の評価方法を利用すれば良い。

[0101] また、本発明は上記実施形態に限定されることはない。例えば、モデル関数によって画像データをフィッティングする場合に、モデル関数として、ガウス関数や、余弦波、正弦波などの周期関数を使用したか、照明装置 1 の照明パターンによる照度分布に合わせて他のモデル関数、例えば 0 次以上の多項式関数や指数関数等を使用しても良い。

[0102] 本願は、2019 年 1 月 10 日付で出願された日本国特許出願の特願 2019-002534 号の優先権主張を伴うものであり、その開示内容は、そのまま本願の一部を構成するものである。

[0103] この明細書に用いられた用語及び表現は、説明のために用いられたものであって限定的に解釈するために用いられたものではなく、ここに示され且つ述べられた特徴事項の如何なる均等物をも排除するものではなく、この発明のクレームされた範囲内における各種変形をも許容するものであると認識されなければならない。

[0104] 本発明の図示実施形態をここに記載したが、本発明は、ここに記載した実施形態に限定されるものではなく、この開示に基づいていわゆる当業者によって認識され得る、均等な要素、修正、削除、組み合わせ（例えば、各種実施形態に跨がる特徴の組み合わせ）、改良及び／又は変更を有するありとあらゆる実施形態をも包含するものである。

産業上の利用可能性

[0105] 本発明は、例えば光輝材と呼ばれるフレーク状のアルミニウム片、マイカ片あるいは顔料等が含有された光輝材含有層を表層部に有する被測定物の表面光学特性の解析に利用可能である。

符号の説明

- [0106] 1 照明装置
 2 対物レンズ

3 光電変換素子

4 演算部

5 測定結果表示部

1 0 0 測定対象物

1 0 0 a 被測定部位

1 0 1 光輝材含有層

1 0 2 クリア層

1 1 0 光輝材

請求の範囲

- [請求項1] 単一の照明装置と、
- 表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して前記照明装置から照明光が照射されたときの略正反射方向の反射光を受光して画像データに変換する二次元の光電変換素子と、
- 前記画像データに対し、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する算出手段と、
- 前記算出手段により算出された前記被測定物の表面のみの正反射成分を、前記画像データの全体から差し引くことにより、前記光輝材の反射成分を抽出する抽出手段と、
- を備えた光学特性解析装置。
- [請求項2] 前記照明装置は特定の照明パターンを表示可能である請求項1に記載の光学特性解析装置。
- [請求項3] 前記算出手段は、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって前記画像データをフィッティングすることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する請求項1または2に記載の光学特性解析装置。
- [請求項4] 前記算出手段は、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所での解析を行い、同等の照度を持つと見なせる場所に共通の正反射成分を求めることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する請求項1または2に記載の光学特性解析装置。
- [請求項5] 前記算出手段は、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によってフィッティングする第1の処理と、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所の解析を行い、同等の照度を持つと見なせる場所に共通の正反射成分を求める第2の処理を、前記画像データの全体に対して行うことにより、前記被測定物の表面の

みの正反射成分を算出する請求項 1 または 2 に記載の光学特性解析装置。

[請求項6] 前記算出手段は、前記同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所の輝度を求め、輝度の最小値を当該場所に共通の正反射成分とする請求項 4 または 5 に記載の光学特性解析装置。

[請求項7] 前記算出手段は、前記同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所の輝度情報に対してフーリエ変換を行うことにより得られる周波数領域のデータのうち、所定の閾値以下の周波数成分を有するものを抽出し、抽出されたデータを逆フーリエ変換することにより得られるデータを、当該場所に共通の正反射成分とする請求項 4 または 5 に記載の光学特性解析装置。

[請求項8] 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が、所定の分散内に収まらない小さい値である場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない請求項 4～7 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

[請求項9] 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が所定の閾値よりも小さい場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない請求項 4～7 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

[請求項10] 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が、所定の分散内に収まらない大きい値である場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用いない請求項 4～9 のいずれかに記載の光学特性解析装置。

[請求項11] 前記算出手段は、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出に用いられる画像データの値が所定の閾値を超える場合、その画像データの値については、前記被測定物の表面のみの正反射成分の算出には用

いない請求項4～9のいずれかに記載の光学特性解析装置。

[請求項12] 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数は0次以上の多項式関数である請求項3または5に記載の光学特性解析装置。

[請求項13] 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数は周期関数である請求項3または5に記載の光学特性解析装置。

[請求項14] 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数は指数関数である請求項3または5に記載の光学特性解析装置。

[請求項15] 前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数はガウス関数である請求項3または5に記載の光学特性解析装置。

[請求項16] 表層部に光輝材含有層を有する被測定物に対して、単一の照明装置から照明光が照射されたときの反射光を光電変換素子で受光することにより得られた画像データに基づいて、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する算出ステップと、

前記算出ステップにより算出された前記被測定物の表面のみの正反射成分を、前記画像データから差し引いて、前記光輝材の反射成分を抽出する抽出ステップと、

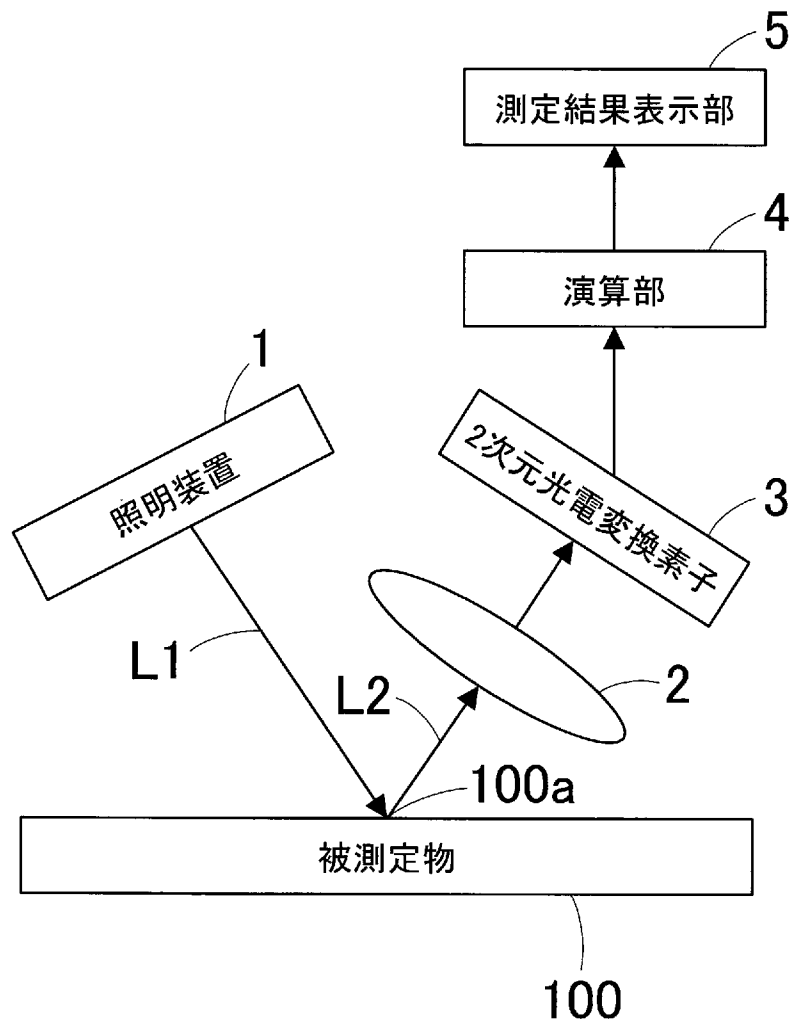
をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項17] 前記算出ステップでは、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によって前記画像データをフィッティングすることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理を前記コンピュータに実行させる請求項16に記載のプログラム。

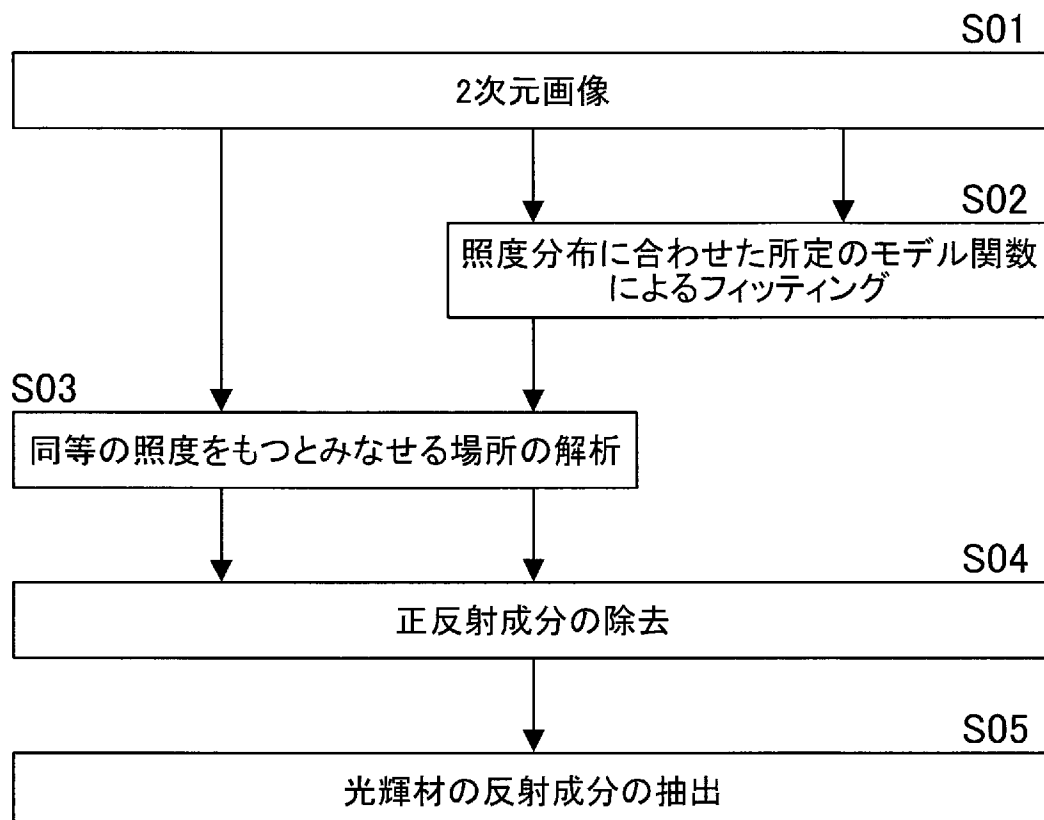
[請求項18] 前記算出ステップでは、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる前記画像データ上の場所での解析を行い、同等の照度を持つと見なせる場所に共通の正反射成分を求めることにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理を前記コンピュータに実行させる請求項16に記載のプログラム。

[請求項19] 前記算出ステップでは、前記被測定物への前記照明装置による照度分布に合わせた所定のモデル関数によってフィッティングする第1の処理と、前記被測定物への前記照明装置による照度分布において同等の照度を持つと見なせる場所毎に前記画像データの値を解析して、前記場所毎に固有の正反射成分を求める第2の処理を、前記画像データの全体に対して行うことにより、前記被測定物の表面のみの正反射成分を算出する処理を前記コンピュータに実行させる請求項16に記載のプログラム。

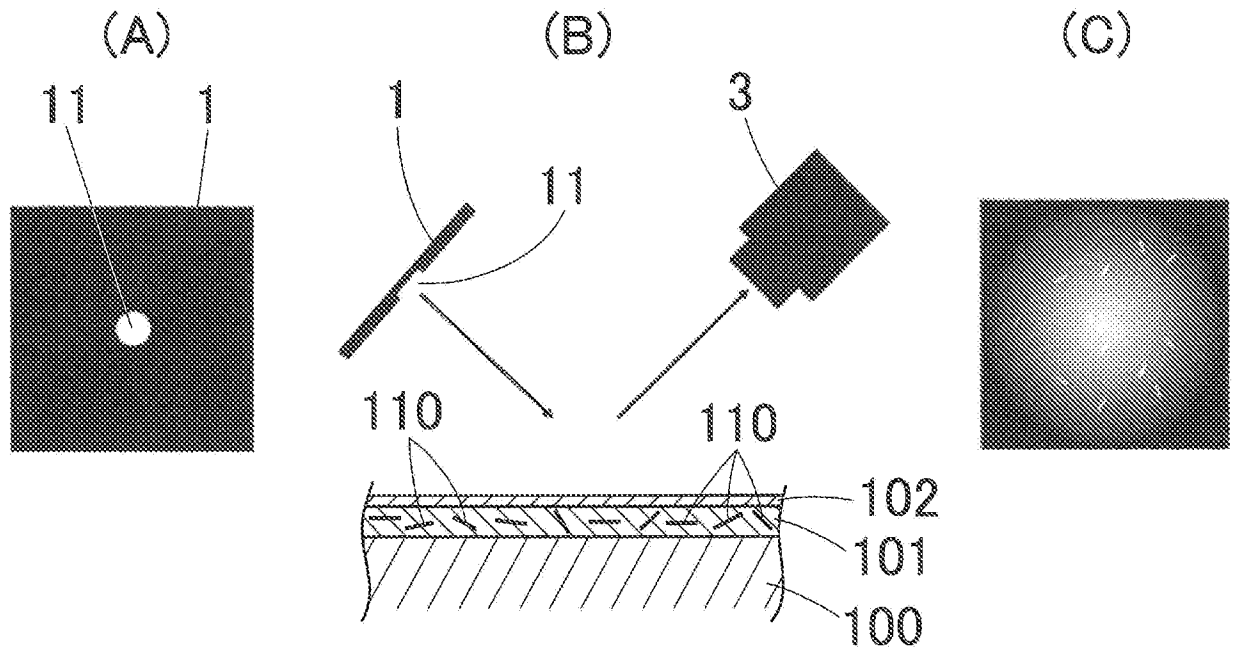
[図1]



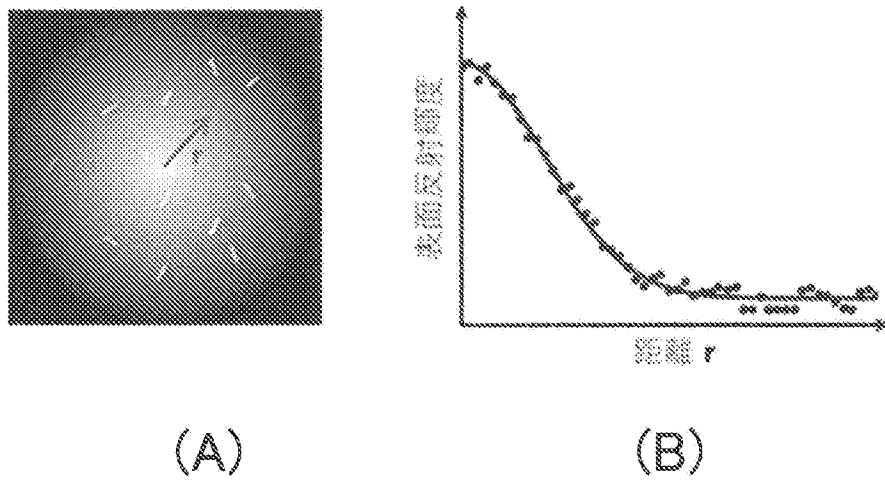
[図2]



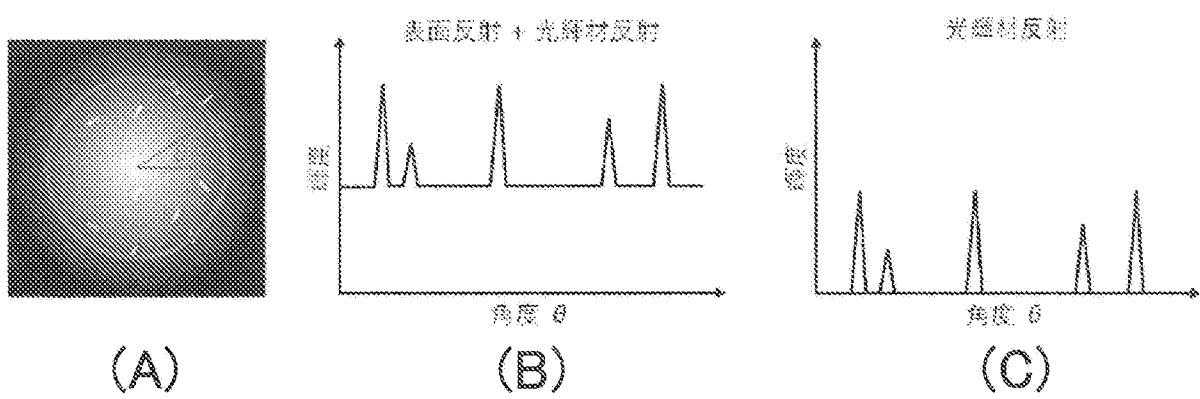
[図3]



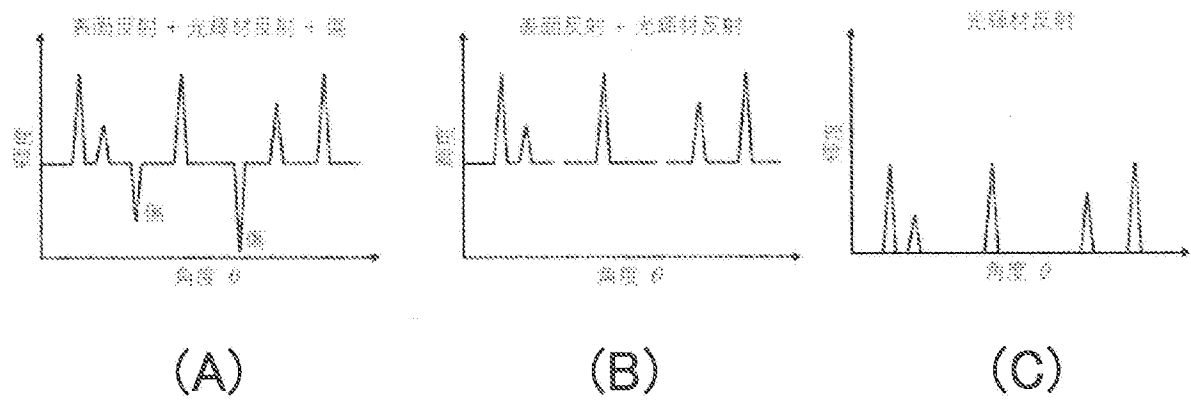
[図4]



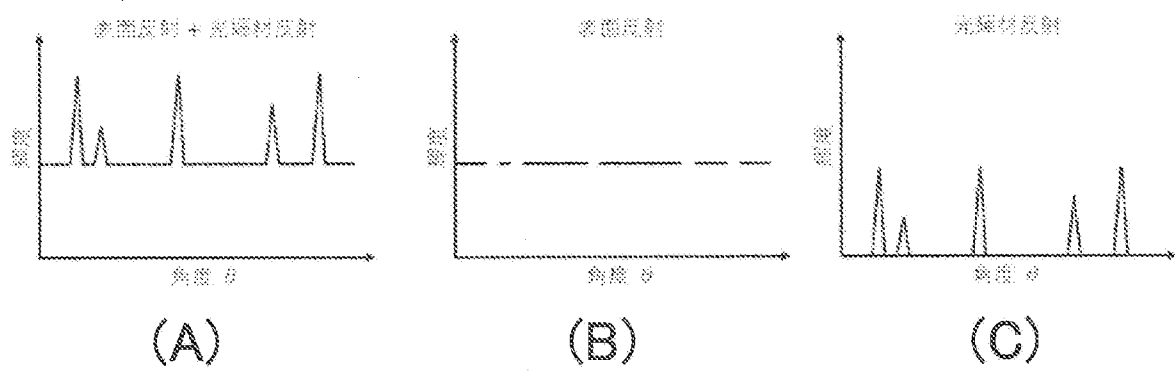
[図5]



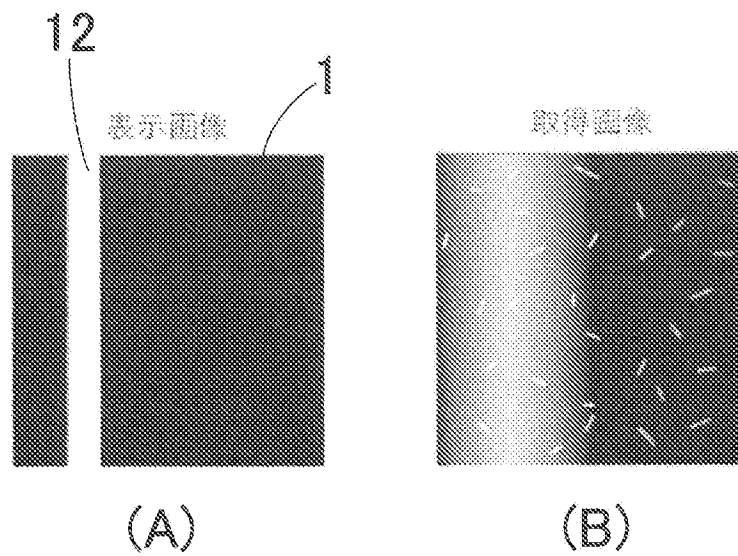
[図6]



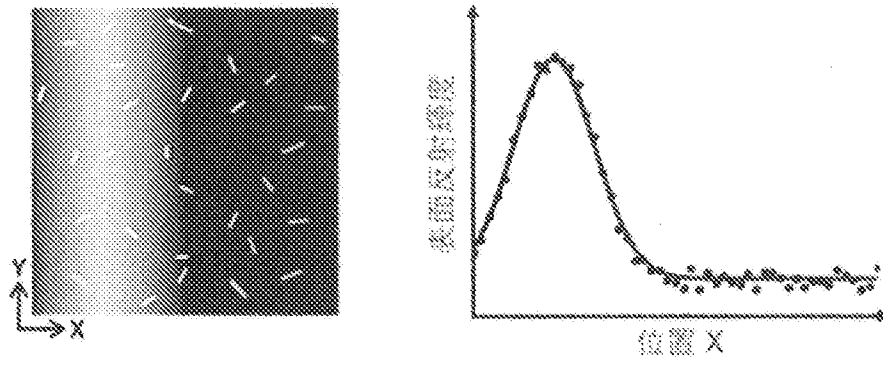
[図7]



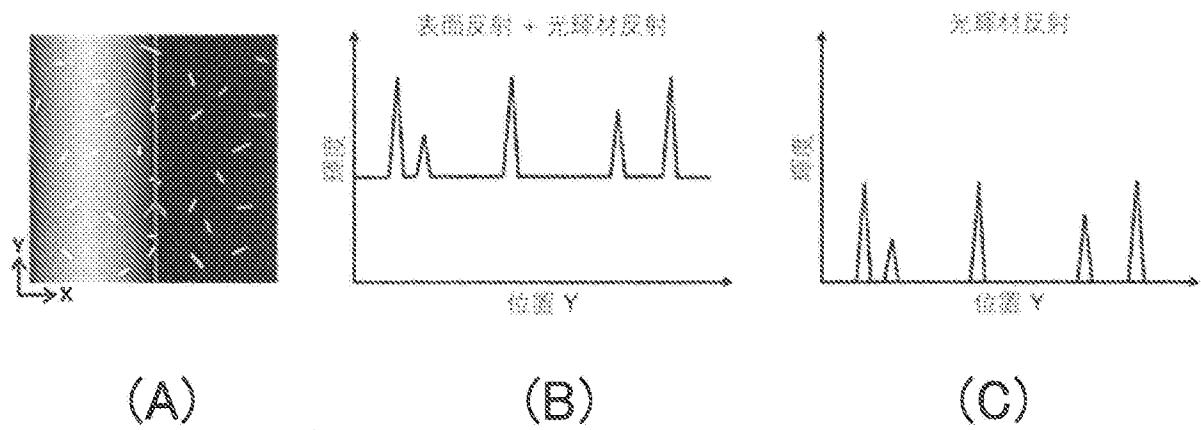
[図8]



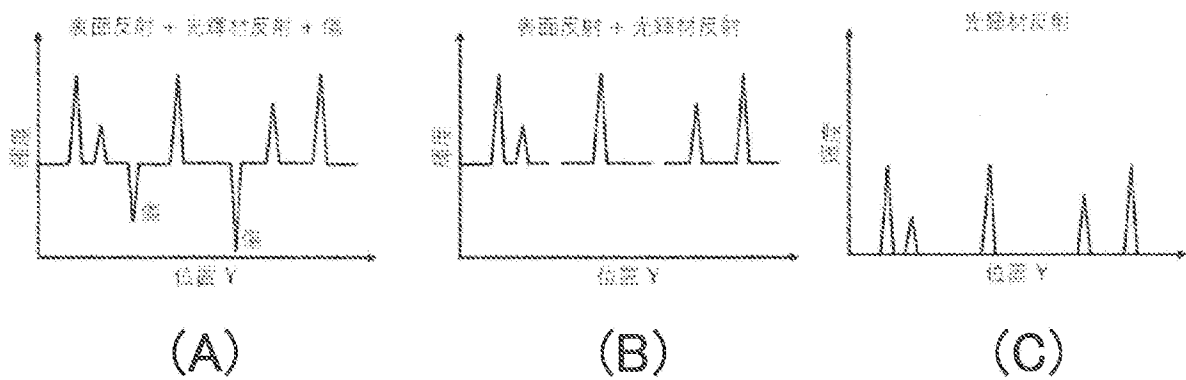
[図9]



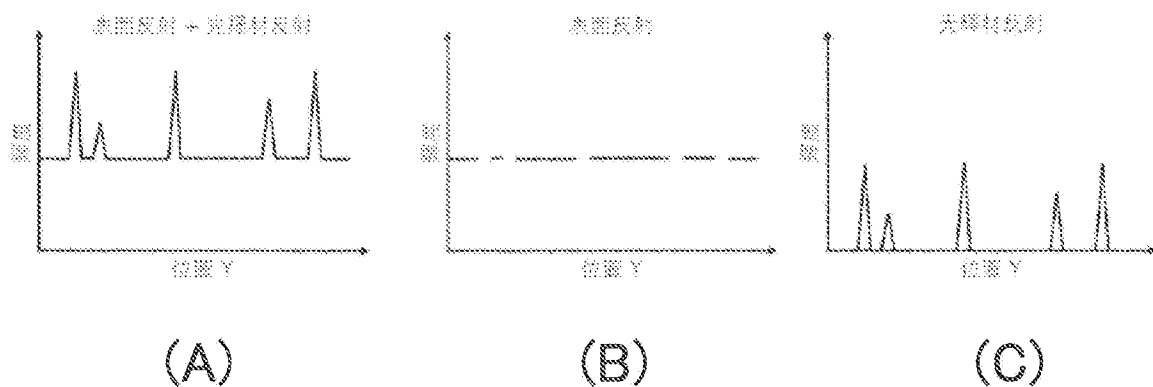
[図10]



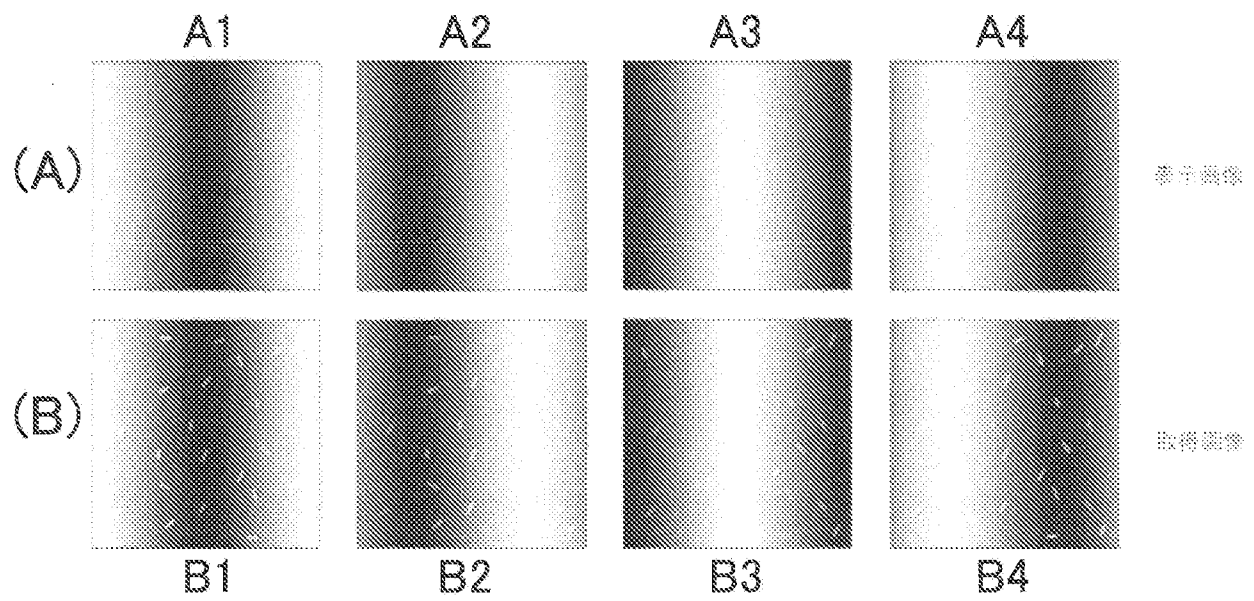
[図11]



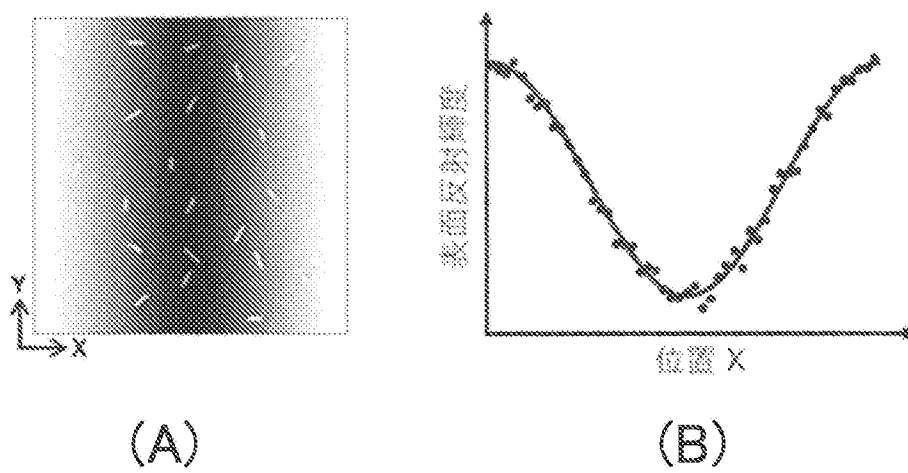
[図12]



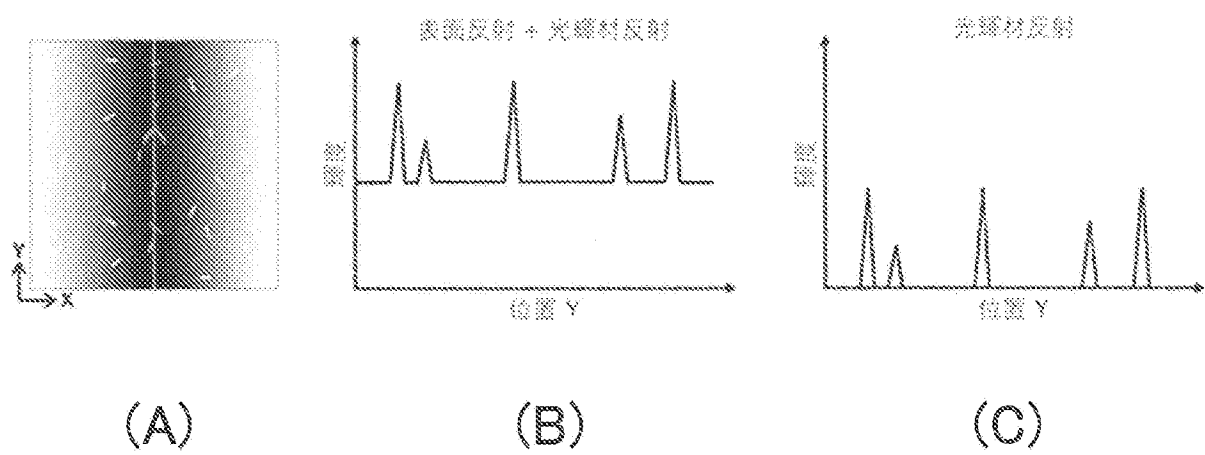
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N21/47 (2006.01) i, G01N21/55 (2014.01) i
FI: G01N21/47 B, G01N21/55

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01N21/47, G01N21/55

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-294622 A (NIPPON PAINT CO., LTD.) 15 October 2003, paragraphs [0002]-[0006], [0012], [0033]-[0050], fig. 1, 2	1-2, 16 3-15, 17-18
Y A	JP 2009-303018 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 24 December 2009, paragraphs [0011], [0027]-[0040]	1-2, 16 3-15, 17-18
Y A	JP 2015-88087 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 07 May 2015, paragraphs [0059]-[0064]	1-2, 16 3-15, 17-18
A	JP 2002-174595 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 21 June 2002, paragraphs [0033]-[0042]	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30.01.2020

Date of mailing of the international search report
10.02.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048744

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-70026 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 17 March 2005, paragraphs [0049]-[0052]	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/048744

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2003-294622 A	15.10.2003	(Family: none)	
JP 2009-303018 A	24.12.2009	(Family: none)	
JP 2015-88087 A	07.05.2015	(Family: none)	
JP 2002-174595 A	21.06.2002	(Family: none)	
JP 2005-70026 A	17.03.2005	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/47(2006.01)i; G01N 21/55(2014.01)i FI: G01N21/47 B; G01N21/55		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01N21/47; G01N21/55		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-294622 A（日本ペイント株式会社）15.10.2003（2003-10-15） 段落[0002]-[0006], [0012], [0033]-[0050], 図1-2	1-2, 16
A		3-15, 17-18
Y	JP 2009-303018 A（日本電信電話株式会社）24.12.2009（2009-12-24） 段落[0011], [0027]-[0040]	1-2, 16
A		3-15, 17-18
Y	JP 2015-88087 A（大日本印刷株式会社）07.05.2015（2015-05-07） 段落[0059]-[0064]	1-2, 16
A		3-15, 17-18
A	JP 2002-174595 A（日本電信電話株式会社）21.06.2002（2002-06-21） 段落[0033]-[0042]	1-18
A	JP 2005-70026 A（日本電信電話株式会社）17.03.2005（2005-03-17） 段落[0049]-[0052]	1-18
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 30.01.2020		国際調査報告の発送日 10.02.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 中澤 真吾 2W 3414 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/048744

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2003-294622	A	15.10.2003	(ファミリーなし)	
JP	2009-303018	A	24.12.2009	(ファミリーなし)	
JP	2015-88087	A	07.05.2015	(ファミリーなし)	
JP	2002-174595	A	21.06.2002	(ファミリーなし)	
JP	2005-70026	A	17.03.2005	(ファミリーなし)	