

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6053506号  
(P6053506)

(45) 発行日 平成28年12月27日(2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日(2016.12.9)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 N 21/55 (2014.01)  
GO 1 N 21/57 (2006.01)GO 1 N 21/55  
GO 1 N 21/57

請求項の数 17 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-281756 (P2012-281756)  
 (22) 出願日 平成24年12月25日 (2012.12.25)  
 (65) 公開番号 特開2014-126408 (P2014-126408A)  
 (43) 公開日 平成26年7月7日 (2014.7.7)  
 審査請求日 平成27年12月24日 (2015.12.24)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康徳  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (74) 代理人 100130409  
 弁理士 下山 治  
 (74) 代理人 100134175  
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】反射特性の測定装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検面の反射特性を測定する測定装置であって、

第1面光源を含み該第1面光源からの光で前記被検面を照明する照明部と、

前記照明部により照明された前記被検面からの反射光を受ける受光面を含み、該受光面に形成された第1光強度分布を検出する検出部と、  
メモリと、

前記検出部により検出された前記第1光強度分布と前記メモリにより保存された情報とに基づいて、前記第1面光源の替りに該第1面光源とは形状および大きさのうち少なくとも一方が異なる第2面光源が配置された場合に前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる第2光強度分布を推定し、前記第2光強度分布に基づいて前記被検面の前記反射特性を得る処理部と、を含み、

前記情報は、前記照明部により照明された互いに異なる複数の反射特性を有する複数の被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる複数の第3光強度分布と、前記第1面光源の替りに点光源が配置された場合に前記照明部により照明された前記複数の被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる複数の第4光強度分布との間の関係を示す、

ことを特徴とする測定装置。

## 【請求項 2】

前記処理部は、前記第4光強度分布の鏡面反射光成分と拡散反射光成分とにに基づいて、

10

20

前記受光面に関して設定された評価領域に形成される前記第2光強度分布を得ることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

【請求項3】

設定可能な測定条件は、前記第2面光源の前記形状、前記第2面光源の前記大きさおよび前記受光面に関して設定された前記評価領域のうち少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項2に記載の測定装置。

【請求項4】

前記第2面光源は円形の光源であり、前記検出部は2次元受光素子を含むことを特徴とする請求項1ないし3のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項5】

前記第2面光源は矩形の光源であり、前記検出部は2次元受光素子または1次元受光素子を含むことを特徴とする請求項1ないし3のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項6】

前記第2面光源はn角形の光源であり、前記検出部は2次元受光素子を含むことを特徴とする請求項1ないし3のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項7】

前記反射特性は、鏡面光沢度、ハイズ、DOIおよび写像性のうちの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項1ないし6のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項8】

前記処理部は、前記第2光強度分布の鏡面反射光成分をガウシアン分布に基づいて推定し、前記第2光強度分布の拡散反射光成分をランバート散乱に基づいて推定することを特徴とする請求項1ないし7のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項9】

前記処理部は、前記被検面の拡散反射率のデータと、既知の拡散反射率を有する基準面を被検面として前記受光面に形成された光強度分布のデータとに基づいて、前記第2光強度分布の前記拡散反射光成分を推定することを特徴とする請求項8に記載の測定装置。

【請求項10】

前記処理部は、前記第2面光源の位置に点光源を配置した場合に前記被検面からの反射光によって前記受光面に形成される前記第2光強度分布を前記第1光強度分布に基づいて推定し、該推定により得られた前記第2光強度分布を分割して前記第2光強度分布の鏡面反射光成分と拡散反射光成分とを得ることを特徴とする請求項1ないし9のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項11】

前記処理部は、前記第1光強度分布を、該第1光強度分布の鏡面反射光成分と拡散反射光成分とに分割し、該分割により得られた2つの成分にそれぞれに基づいて、前記第2光強度分布の鏡面反射光成分および拡散反射光成分を推定することを特徴とする請求項1ないし9のうちいずれか1項に記載の測定装置。

【請求項12】

前記処理部は、前記第1光強度分布の前記拡散反射光成分と、前記点光源の大きさと前記第2面光源の大きさとの間の比とに基づいて、前記第2光強度分布の前記拡散光成分を推定することを特徴とする請求項11に記載の測定装置。

【請求項13】

前記処理部は、前記第1光強度分布の前記鏡面反射光成分と前記第2光強度分布の前記鏡面反射光成分との間の関係を示す情報と、前記第1光強度分布の前記鏡面反射光成分とにに基づいて、前記第2光強度分布の前記鏡面反射光成分を推定することを特徴とする請求項11または12に記載の測定装置。

【請求項14】

前記反射光は、鏡面反射光と拡散反射光とを含み、前記処理部は、前記第1光強度分布を鏡面反射光成分と拡散反射光成分とに分割することにより、前記第2光強度分布を推定することを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 15】

被検面の反射特性を測定する測定方法であって、

第1面光源からの光で前記被検面を照明し、前記被検面からの反射光を受ける受光面に形成された第1光強度分布を検出し、

前記第1光強度分布と情報とに基づいて、前記第1面光源の替りに該第1面光源とは形狀および大きさのうち少なくとも一方が異なる第2面光源が配置された場合に前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて検出されうる第2光強度分布を推定し、

前記第2光強度分布に基づいて前記被検面の前記反射特性を得、

前記情報は、前記第1面光源からの光で照明された互いに異なる複数の反射特性を有する複数の被検面からの反射光により前記受光面に形成されて検出されうる複数の第3光強度分布と、前記第1面光源の替りに点光源が配置された場合に該点光源からの光で照明された前記複数の被検面からの反射光により前記受光面に形成されて検出されうる複数の第4光強度分布との間の関係を示す、

ことを特徴とする測定方法。

## 【請求項 16】

被検面の反射特性を測定する測定装置であって、

第1面光源を含み該第1面光源からの光で前記被検面を照明する照明部と、

前記照明部により照明された前記被検面からの反射光を受ける受光面を含み、該受光面に形成された第1光強度分布を検出する検出部と、

メモリと、

前記検出部により検出された前記第1光強度分布と前記メモリにより保存された情報とに基づいて、前記第1面光源の替りに該第1面光源とは形狀および大きさのうち少なくとも一方が異なる第2面光源が配置された場合に前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる第2光強度分布を推定し、前記第2光強度分布に基づいて前記被検面の前記反射特性を得る処理部と、を含み、

前記情報は、前記第1面光源の替りに点光源が配置された場合に前記照明部により照明された前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる光強度分布を前記第1光強度分布に基づいて推定するための情報を含む、

ことを特徴とする測定装置。

## 【請求項 17】

被検面の反射特性を測定する測定方法であって、

第1面光源からの光で前記被検面を照明し、前記被検面からの反射光を受ける受光面に形成された第1光強度分布を検出し、

前記第1光強度分布と情報とに基づいて、前記第1面光源の替りに該第1面光源とは形狀および大きさのうち少なくとも一方が異なる第2面光源が配置された場合に前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて検出されうる第2光強度分布を推定し、

前記第2光強度分布に基づいて前記被検面の前記反射特性を得、

前記情報は、前記第1面光源の替りに点光源が配置された場合に該点光源からの光で照明された前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて検出されうる光強度分布を前記第1光強度分布に基づいて推定するための情報を含む、

ことを特徴とする測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、被検面の反射特性を測定する測定装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から印刷物の評価、塗装面の評価、製品の外装を評価することは重要な命題であり、JISやISOでは光沢等、物体表面（被検面）の反射特性を測定するための規格が設けられている。例えば、鏡面光沢度を測定するための規格として、JIS Z 8741

10

20

30

40

50

等が定められている。像の不鮮明性（試料表面の曇り）の度合い表すヘイズ値を測定するための規格として、ISO 13803、ASTM E 430等が定められている。光沢に係るDOI (Distinctness of Image)を測定するための規格として、ASTM E 430、ASTM D 5767等が定められている。写像性（像鮮明度）を測定するための規格として、JIS K 7374、JIS H 8686等が定められている。

#### 【0003】

それぞれの規格には測定に適した表面と適さない表面とが存在するので、ユーザーは状況に応じて上記の中から最適な規格を選択し、反射特性を測定する必要がある。図6は、JIS Z 8741に規定されている鏡面光沢度の測定法を示す。光源1からの光束は、レンズ2によりおおよそ集光され、規格で規定された開き角に設定された矩形の光源スリット31上に集光され、光源スリット31により規定の開き角を有する2次光源が形成される。光源スリット31からの光束は、レンズ41により略平行光束とされ、被検面10に照射される。被検面10で反射された光は、被検面10の状態により特有の反射パターンとなり、レンズ42により再び集光され、光源スリット31の像が受光スリット32上に形成される。受光スリット32を通過した光は、受光素子100に入射し、受光素子100から光電信号として出力される。図6の鏡面光沢度を測定する装置は、被検面10で反射した光量と、予め測定された基準面での反射光量との相対強度を用いて被検面10の光沢を算出する。図6の鏡面光沢度を測定する装置は、光源の写り込みの明るさを定義する事は可能であるが、光源の写り込みのボケ具合を示すものではなく、被検面10の状態を完全には表現することはできないという欠点を有している。

10

20

#### 【0004】

図7は、ASTM E 430に規定されるヘイズ（値）を測定する装置の構成を示している。光源1からの光束はレンズ2によりおおよそ集光され、規格で規定された開き角に設定された光源スリット31上に集光され、スリット31により規定の開き角の2次光源が構成される。光源スリット31からの光束はレンズ41により略平行光束とされ、被検面10に照射される。被検面10で反射された光は、被検面10の状態により特有の反射パターンとなり、レンズ42により再び集光され、光源スリット31の像が受光スリット32上に形成される。受光スリット32を通過した光は、それに対応した受光素子に入射し光電信号として出力される。

30

#### 【0005】

受光スリット33は、3つのスリット33a、33b、33cで構成され、スリット33a～33cは、夫々被検面10の垂線に対して18.1°、20°、21.9°で設置されている。スリット33bは、鏡面光沢度の測定に使用し、スリット33a、33cはヘイズ値の測定に使用される。ヘイズ値は、像の不鮮明性の度合いを示す指標である。しかし、スリット33a、33cの鏡面反射光からの角度差が少ないため、ヘイズ値の測定に適した被検面10の状態は限られたものである。写り込み像が原形を留めないような不鮮明さを呈するようになると、図7の測定装置による測定結果からヘイズ値を求めることは難しくなる。

#### 【0006】

40

DOIは、図7の装置と同様の構成の装置を用いて測定されるが、各スリットのディメンジョンと値の計算式が異なる。具体的には、スリット33a、33b、33cの被検面10の垂線に対する角度が19.7°、20°、20.3°であり、また、各スリットの大きさが異なる。ヘイズ値等の測定と同様に、写り込み像が原形を留めないような不鮮明さを呈する被検面10ではDOI（値）を求めることが難しい。

#### 【0007】

図8は、JIS K 7374で規定される写像性の試験方法で用いられる装置の構成を示している。光源1からの光束はスリット31を通過しレンズ41に入射し、平行光とされ、被検面10に照射される。被検面10での反射光は被検面10の状態により特有の反射パターンとなり、レンズ42により再び集光され、光源スリット31の像が櫛歯スリ

50

ット 50 上に形成される。櫛歯スリット 50 は、ピッチの異なる 5 種類のスリットから構成され、櫛歯スリット 50 をスリット配列方向に移動させたときの最大透過光量と最小透過光量を演算し、コントラスト値を取得することにより、被検面 10 の状態を 5 つのコントラスト値で表現する。写像性の測定方法は、写り込み像の鮮明性をコントラストで評価するため、写り込み像の明るさを議論することはできない。

#### 【0008】

特許文献 1 には、被検面の鏡面光沢度を測定する装置及び方法が記載され、特許文献 2 には、被検面の写像性を測定する装置及び方法が記載されている。

#### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

10

##### 【0009】

【特許文献 1】特開 2008-256454 号公報

【特許文献 2】特開 2007-24655 号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0010】

以上のように、各規格で定義された測定装置は夫々特徴を持っていて、測定対象とする被検面の反射特性が異なる。また、特許文献 1、2 には、被検面の反射特性を測定する装置及び方法が開示されているが、これらの装置及び方法は、被検面の限られた反射特性しか測定できない。したがって、被検面の様々な反射特性を必要とするユーザーは、複数の方式の測定器を用意し状況に応じて使い分ける必要があった。そのため、ユーザーは複数の装置を購入する為のコスト、複数の装置を保管する場所等を要し、ユーザーの負担になっていた。

20

##### 【0011】

本発明は、例えば、被検面の複数種類の反射特性を 1 つの測定装置で測定可能とするための技術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】

##### 【0012】

本発明の一側面は、被検面の反射特性を測定する測定装置であって、第 1 面光源を含み該第 1 面光源からの光で前記被検面を照明する照明部と、前記照明部により照明された前記被検面からの反射光を受ける受光面を含み、該受光面に形成された第 1 光強度分布を検出する検出部と、メモリと、前記検出部により検出された前記第 1 光強度分布と前記メモリにより保存された情報とに基づいて、前記第 1 面光源の替りに該第 1 面光源とは形状および大きさのうち少なくとも一方が異なる第 2 面光源が配置された場合に前記被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる第 2 光強度分布を推定し、前記第 2 光強度分布に基づいて前記被検面の前記反射特性を得る処理部と、を含み、前記情報は、前記照明部により照明された互いに異なる複数の反射特性を有する複数の被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる複数の第 3 光強度分布と、前記第 1 面光源の替りに点光源が配置された場合に前記照明部により照明された前記複数の被検面からの反射光により前記受光面に形成されて前記検出部により検出されうる複数の第 4 光強度分布との間の関係を示す、ことを特徴とする。

30

#### 【発明の効果】

##### 【0013】

本発明によれば、例えば、被検面の複数種類の反射特性を 1 つの測定装置で測定可能とするための技術を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0014】

【図 1】第 1 実施形態の測定装置の概略構成図である。

【図 2】鏡面反射光と拡散反射光とが合成された強度分布を示す図である。

【図 3】円形の開口の場合の鏡面反射光の強度分布の遷移と点光源の場合の鏡面反射光の

40

50

強度分布の遷移を示す図である。

【図4】第2実施形態の測定装置の概略構成図である。

【図5】第3実施形態の測定装置の概略構成図である。

【図6】J I S Z 8 7 4 1で指定される鏡面光沢度の測定装置の構成図である。

【図7】A S T M E 4 3 0で指定されるヘイズ値の測定装置の構成図である。

【図8】J I S K 7 3 7 4で指定される写像性の測定装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0016】

〔第1実施形態〕

図1は、第1実施形態の被検面の反射特性を測定する測定装置の概略構成を示す。光源1からレンズ41までの照明部とレンズ42から2次元受光素子(検出部)100までの受光部とは、被検面10の垂線に対して夫々、'の角度で配置されている。入射角、反射角'は被検面10の反射特性を規定する各規格に沿うように規格毎に設定されている。反射特性が鏡面光沢度の場合の入射角及び受光角'は、20°、45°、60°、85°の何れかに設定される。反射特性がヘイズである場合の入射角及び反射角'は、20°に設定される。反射特性が写像性の場合の入射角及び反射角'は、45°、60°の何れかに設定される。反射特性がD O Iである場合の入射角及び反射角'は、20°に設定される。

【0017】

光源1から射出された光束はレンズ2により1mmの円形の開口を有する絞り31上に集光される。絞り31上では光源1の像が一旦結像されて1mmの円形の2次光源(面光源)となる。絞り31から射出された光束は、再び発散光束となり、レンズ41により平行光とされ被検面10を照明する。被検面10からの反射光は、被検面10の反射特性による特有の反射パターンとなり、2次元受光素子100の受光面により受光される。2次元受光素子100は、被検面10からの反射光によって受光面に形成される光の強度分布を検出し、処理部110に第1データを出力する。第1データは、具体的には角度に応じて強度が変化するB R D F 1の様な反射パターンとなる。なお、B R D F (Bidirectional Reflectance Distribution Function: 双方向反射率分布関数)は、被検面10の反射率の分布を表す関数であり、入射光強度に対する反射光輝度の比率を表す。より厳密には、物体表面上のある点でのB R D Fは、入射・反射の双方に依存し、照明方向からの入射光の強さに対する観察方向への反射光の強さの比として定義される。2次元受光素子100で受光した信号は2次元受光素子100上のA A断面で出力を切り取ることで、被検面10特有の反射特性の表現が可能である。

【0018】

2次元受光素子100が受光した反射光の強度分布をA A断面で切り取る事で、反射特性を定義する各規格の計算への対応が可能である。反射光の強度分布をA A断面で切り取ることに加えて、その他の断面でも切り取ることで、被検面10の反射特性の異方性を測定する事も可能である。2次元受光素子100で受光される反射パターンB R D F 1は、図2に示すように、鏡面反射光によるB R D F 1 Aと拡散反射光によるB R D F 1 Bとが合成したものとなる。鏡面反射光は、表面反射光ともいい、拡散反射光は散乱光ともいう。拡散反射光によるB R D F 1 Bは、被検面10のいわゆる地の色、明るさに対応し、視線角度によらず同じ明るさに見えることから、明るさは視線角度に対して、C O S に比例するモデルとされ、ランバート散乱と呼ばれる。鏡面反射光によるB R D F 1 Aは、光源1の写り込みの状態に対応し、通常ガウシアン分布でモデル化され、分布の広がり具合と強度がパラメータとされる。

【0019】

ここで、円形の開口を有する絞り31を用いて2次元受光素子100により得られた鏡面反射光によるB R D F 1 Aに着目する。円形の開口を用いる場合の鏡面反射光による光

10

20

30

40

50

強度分布 B R D F 1 A は、被検面 1 0 が鏡面から散乱面に遷移する過程で図 3 のように B R D F 1 A a から B R D F 1 A d へと変化していく。被検面 1 0 が鏡面の場合には、絞り 3 1 の円形の開口がそのまま 2 次元受光素子 1 0 0 に投影される為、エッジが立った矩形の B R D F 1 A a が出力される。被検面 1 0 が拡散面に近くなっていく過程で、矩形形状が崩れ最終的には B R D F 1 A d のような略ガウシアン分布となる。

#### 【 0 0 2 0 】

円形の開口の絞り 3 1 を用いて照射したときに鏡面反射光による B R D F 1 A a ~ 1 A d の反射パターンを示す 4 つの被検面 1 0 をそれぞれ被検面 1 0 a ~ 1 0 d とする。絞り 3 1 の面内の複数の位置の 1 つに点光源（例えば 1 0  $\mu$ m の光源）が配置されて被検面 1 0 a ~ 1 0 d が照明された場合に 2 次元受光素子 1 0 0 により得られる鏡面反射光による B R D F 2 をそれぞれ B R D F 2 a ~ 2 d とする。B R D F 2 a ~ 2 d は、被検面 1 0 a ~ 1 0 d の鏡面から散乱面に遷移する過程で広がり具合と強度のみが変化する単純なガウシアン分布のパターンである。B R D F 2 a ~ 2 d は、絞り 3 1 の円形の開口が点光源の集合体と仮定した加算計算から推定することができる。あるいは、絞り 3 1 の面内の複数の位置の各位置に点光源を配置して実測することで求めることが可能である。第 1 実施形態では、B R D F 1 A a ~ 1 A d と B R D F 2 a ~ 2 d との関係を示す情報は、計算又は実測により予め取得されて計測装置のメモリ 1 2 0 に保存されている。

#### 【 0 0 2 1 】

B R D F 2 a ~ 2 d を計算で求める場合には、例えば、まず、点光源の大きさ  $\mu$ m ~ 数 1 0  $\mu$ m とし、2 次元受光素子 1 0 0 上でのボケパターンをガウシアン分布に近似してモデル化する。絞り 3 1 の円形の開口が該点光源の集合体であると仮定すると、2 次元受光素子 1 0 0 上での円形の開口のボケ像は、点光源のボケ像の集合体であるとする事が可能である。2 次元受光素子 1 0 0 上の平面座標上で、夫々の点光源から得られる光の強度を点光源の数だけ足し合わせたものと円形の開口を用いて得られた B R D F 1 A a ~ 1 A d とは等しい。以上の原理のもとで、B R D F 1 A a ~ 1 A d の実測値から B R D F 2 a ~ 2 d を計算で求める（逆算する）ことができる。

#### 【 0 0 2 2 】

円形の開口の絞り 3 1 を用いた場合の鏡面反射光による B R D F 1 A と、点光源の反射パターン B R D F 2 とは、例えば反射パターンの半値幅とピーク比で関係付ける事が可能である。また、B R D F 1 A は、像がぼけていく過程で、鏡面反射付近で反射パターンの半値幅が単純増加をしない為、半値以外の幅例えばピークの 1 / 3 値幅で B R D F 2 と関係付けてもかまわない。B R D F 2 との関係付けに使用するピークの幅は、1 / 3 値の他に 1 / 4 値等他の値でもよい。しかし、B R D F 2 との関係付けに使用するピークの幅が 1 / 5 値を下回るような場合には、鏡面反射光と拡散反射光（散乱光）との境目が曖昧となり、ガウシアン分布の波形も傾きが緩くなり誤差を生みやすい為、好ましくない。また、B R D F 2 a ~ 2 d および B R D F 1 A a ~ 1 A d のプロファイルの傾き値の最大値（微分波形のピーク）の相関や、プロファイルの傾きの最大値間の距離で相関を取っても良いし、それらを組み合わせて相関をとっても良い。以上の様な方法で、処理部 1 1 0 は、B R D F 1 A から点光源の反射パターン B R D F 2 を求めることができる。

#### 【 0 0 2 3 】

例えば絞り 3 1 の円形の開口の位置に実際に 1 0  $\mu$ m のピンホールを点光源として配置したとする。そうすると、光量は、円形の開口の絞り 3 1 を用いる場合の 1 / 1 0 0 0 0 程度しか得られない。そのため、反射プロファイルを正確に測定する事が難しくなる、又は、2 次元受光素子 1 0 0 の蓄積時間を長くする必要からスループットの低下を招く。したがって、1 mm 以上の円形の開口の絞り 3 1 を配置し、計算により点光源の反射パターン B R D F 2 を求める事は信号品位の点で非常に有効である。第 1 実施形態では、処理部 1 1 0 は、B R D F 1 を鏡面反射光による B R D F 1 A と拡散反射光による B R D F 1 B とに分割し、その後、B R D F 1 A と点光源の鏡面反射光による反射パターン B R D F 2 との相関を取った。

#### 【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

しかし、処理部 110 は、絞り 31 の円形の開口の複数の位置の 1 つに点光源を配置したときに反射光によって受光面に形成される光強度分布のデータを B R D F 1 に基づいてまず推定してもよい。処理部 110 は、該推定されたデータを分割して鏡面反射光による B R D F 2 ( 第 2 データ ) と拡散反射光による B R D F 3 ( 第 3 データ ) とを求めることができる。この場合、処理部 110 は、拡散反射光による B R D F 1 B と点光源の大きさと絞り 31 の円形の開口との比とに基づいて B R D F 3 を求めることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

次に拡散反射光による B R D F 1 B について述べる。拡散反射光はランバート散乱に近似してモデル化可能な事が知られている。ランバート散乱とは、完全拡散面は視線によらず物体の明るさが一定である事実から、角度  $\theta$  への反射光量比が  $\cos \theta$  になると定義している。本測定装置で予め既知の拡散反射率 ( 拡散反射光 / 入射光 ) を有する基準面で発生する反射光による B R D F を測定しておけば、拡散反射率のパラメータを与えるだけで拡散反射光による B R D F 1 B に基づく B R D F 3 を推定する事が可能である。光源 1 の面積によって、鏡面反射光と混入する拡散反射光のレベルが決まる為、拡散反射率と光源 1 の面積をメモリ 120 に格納しておけば後述の計算に使用する事が出来る。

#### 【 0 0 2 6 】

次に、上記の工程で導き出した点光源の反射パターン B R D F 2 から任意の測定条件で定義される様々な反射特性の規格値の計算を行う工程を説明する。設定可能な反射特性の測定条件は、任意の光源の形状および大きさと受光面上の任意の評価領域と、平行光の入射角等を含む。

#### 【 0 0 2 7 】

例えば鏡面光沢度の J I S Z 8741 に記載される光沢計を構成したと仮定する。処理部 110 は、前記工程で  $10 \mu m$  の場合の鏡面反射光による B R D F 2 を求めた。鏡面光沢度を入射角  $20^\circ$  で測定する場合には、光源側の開口は、開き角で規定された幅  $0.75^\circ$  、長さ  $2.5^\circ$  の矩形である。レンズ 41 の焦点距離  $F$  と開き角  $\theta$  によって光源側の開口の大きさは  $F \times \cos \theta$  と計算できる。したがって、仮に焦点距離を  $50 mm$  とすると、光源側の開口として幅  $0.65 mm$  、長さ  $2.18 mm$  の矩形スリットが必要と計算できる。

#### 【 0 0 2 8 】

この矩形スリットを使用した場合の 2 次元受光素子 100 上での鏡面反射光による反射パターンは、処理部 110 が、幅  $0.65 mm$  、長さ  $2.18 mm$  の矩形スリットを  $10 \mu m$  の点光源の集合体として 2 次元空間上で光量を加算する事で算出できる。この矩形スリットを使用した場合の拡散反射光による光強度分布は、上記で分割した B R D F 1 B に対して、円形の開口に対する矩形スリットの面積比  $0.65 \times 2.18 \div ( \pi \times 0.5^2 ) = 1.8$  倍することで計算できる。以上で鏡面光沢度の測定方法の装置構成をとった場合の 2 次元受光素子 100 上での計算上の反射光パターンが第 1 実施形態の測定装置により得られた事になる。J I S Z 8741 の規格値を出力する為には、開き角で規定された幅  $1.8^\circ$  、長さ  $3.6^\circ$  の受光側の領域に入る光量を計算する必要がある。しかし、その光量は、2 次元受光素子 100 上での計算上の反射光パターンから簡単に算出する事が可能である。

#### 【 0 0 2 9 】

以上鏡面光沢度の測定に関して述べたが、ヘイズ、D O I の測定についても同様の計算が可能である。写像性の測定に関しては 2 次元受光素子 100 上で想定される受光エリアとして J I S K 7374 規格で規定された櫛歯スリットを想定する。写像性は、想定した受光エリアを 1 スリットピッチ分移動させる過程の中での最大透過光量、最小透過光量から求める事が可能である。従来から製造されている鏡面光沢度の測定装置のように、測定装置における光の照射方向を  $20^\circ$  、  $45^\circ$  、  $60^\circ$  、  $85^\circ$  と変更可能にすれば、鏡面光沢度、ヘイズ、写像性、D O I について各種規格で定められている評価値を 1 つの測定装置で取得可能である。

#### 【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

以上説明したように、第1実施形態の測定装置で被検面10の様々な反射特性を取得する事が可能となるので、ユーザーは反射特性の種類によって複数の装置を使い分けする必要がない。また、第1実施形態の測定装置は、光源1として点光源ではなくある程度の大きさを持った光源を使用するので、S/Nの点でも大いに有効で短時間での測定を可能にする。

#### 【0031】

##### 〔第2実施形態〕

図4は、第2実施形態の測定装置の概略構成を示す。第1実施形態との違いは、絞り31が円形の開口ではなく、矩形のスリットになっている点が異なる。絞り31の矩形のスリットは、鏡面光沢度を測定するための規格で規定された幅方向に0.75°の開き角、長さ方向に2.5°の開き角としている。そのため、2次元受光素子100上における規格で指定された受光開き角の素子の出力を加算する事で、簡単に鏡面光沢度測定方法の規格に合致した鏡面光沢度を取得することができる。また、ヘイズの測定に関しても、規格で指定された光源側開き角の規格は同一である為、同様にヘイズ値を簡単に取得することができる。

10

#### 【0032】

一方、第1実施形態の図3で説明した工程と同様に、2次元受光素子100のAA断面で切り取った場合の鏡面反射光によるBRDF1Aから、点光源の反射パターンBRDF2を計算あるいは事前の測定で関連付ける事は可能である。したがって、第2実施形態の測定装置を使用しても、写像性を測定することができる。第2実施形態の測定装置は、第1実施形態の測定装置に比較し、計算量が少なく、また、鏡面光沢度、ヘイズを測定する場合に装置構成が規格に完全に合致している点でさらに効果的である。また、第2の測定装置は、1方向のみの測定に対応可能である。そこで、2次元受光素子100の代わりに1次元受光素子をAAの方向に配置してもよく、この場合、データ量が大幅に減る為に信号処理の負担が減る効果もある。

20

#### 【0033】

##### 〔第3実施形態〕

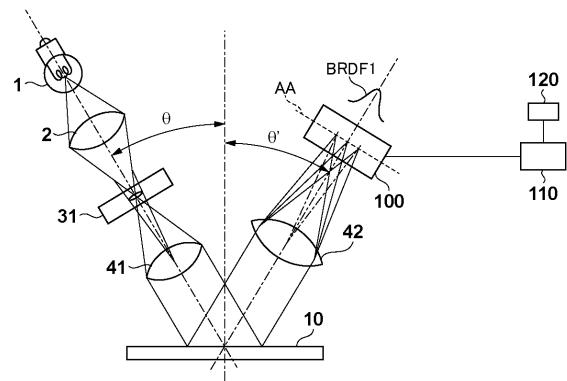
図5は、第3実施形態の測定装置の概略構成を示す。第1実施形態、第2実施形態との違いは、絞り31が円形の開口、矩形のスリットではなく6角形の開口になっている点が異なる。この場合は6角形の3組の辺に垂直な3方向の反射パターンの測定が可能になる。第1、第2実施形態と同様にして、鏡面光沢度、ヘイズ、写像性を測定することができる。第3実施形態の測定装置は、AA断面とは別の2つの方向の反射パターンの測定も可能である為、規格に合致した測定のほかに、反射パターンに異方性が有る場合の判定も可能である。第3実施形態では絞り31の開口が6角形であるが、6角形以外のn角形（または多角形）でもかまわない。n角形は対称性の観点から偶数角形（特に正偶数角形）であることが望ましい。

30

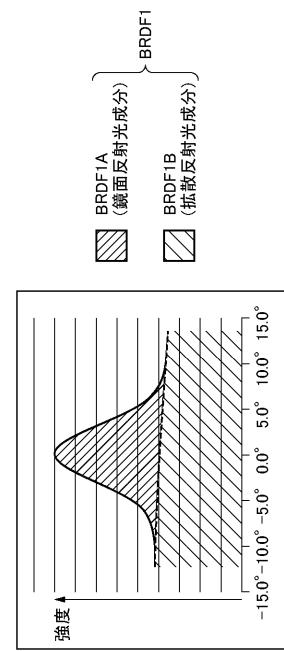
#### 【0034】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

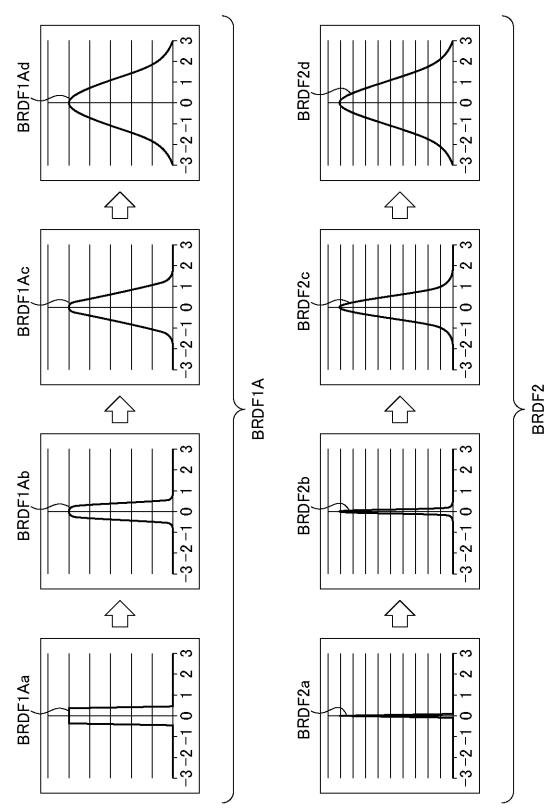
【図1】



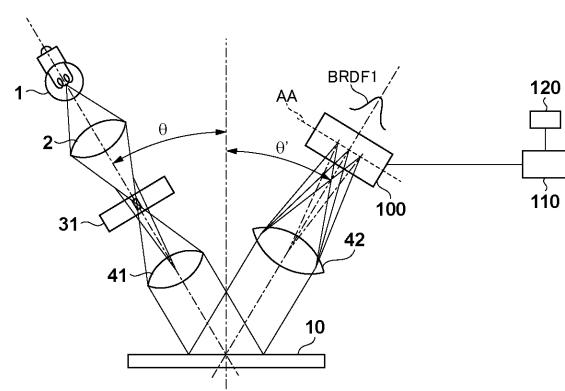
【図2】



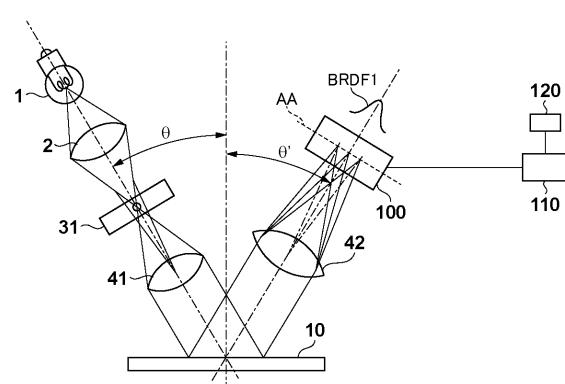
【図3】



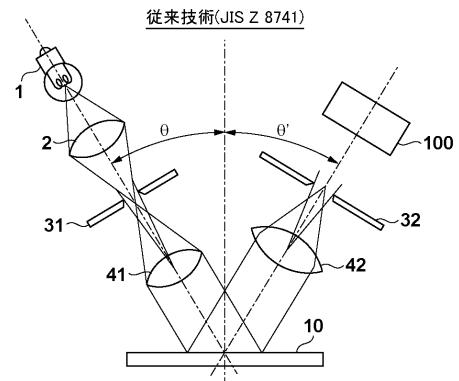
【図4】



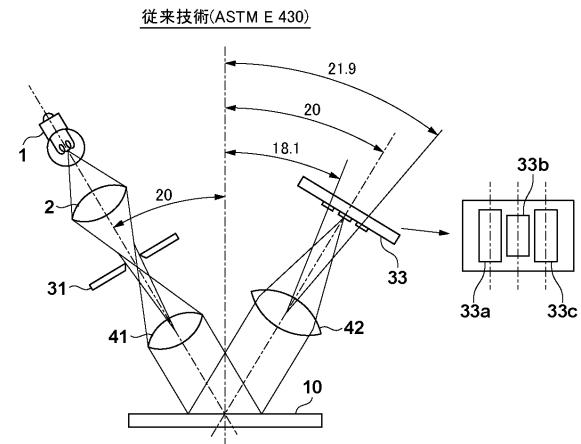
【図5】



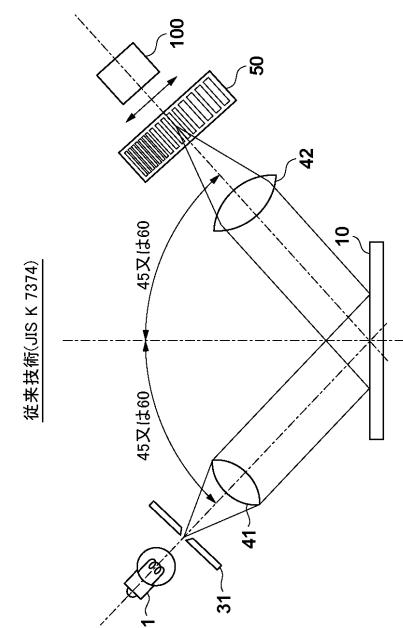
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 加藤 成樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 横尾 雅一

(56)参考文献 特開2008-256454 (JP, A)

米国特許出願公開第2008/0246969 (US, A1)

特開2010-145198 (JP, A)

特開2006-266763 (JP, A)

米国特許出願公開第2007/0201029 (US, A1)

特開平05-141941 (JP, A)

特開2003-302211 (JP, A)

LELOUP F B, et.al., Design of an instrument for measuring the spectral bidirectional scatter distribution function, APPLIED OPTICS, 2008年10月10日, Vol.47, No.29, p.5454-5467

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00 - 21/61

G01N 21/84 - 21/958

G01B 11/00 - 11/30