

(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
2012 年 9 月 27 日(27.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/128113 A1

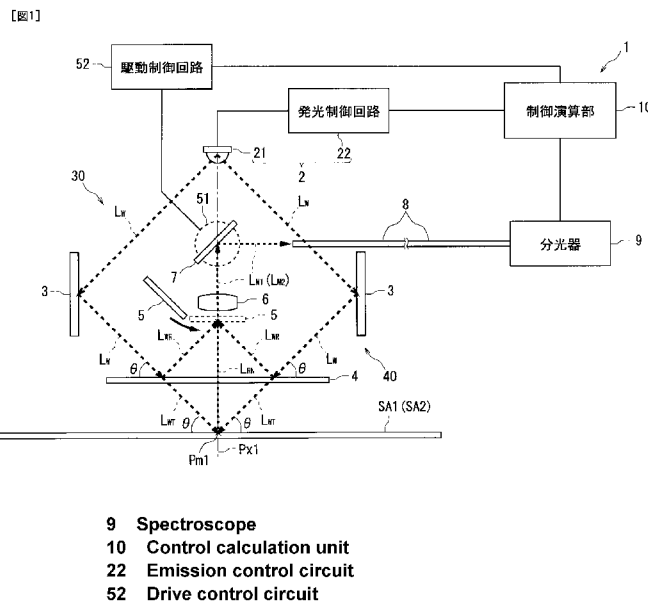
- (51) 国際特許分類:
G01J 3/28 (2006.01) *G01N 21/27* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/056338
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 13 日(13.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-061065 2011 年 3 月 18 日(18.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタセンシング株式会社 (Konica Minolta Sensing, Inc.) [JP/JP]; 〒5908551 大阪府堺市堺区大仙西町三丁目 9 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井村 健二 (IMURA Kenji) [JP/JP]; 〒5908551 大阪府堺市堺区大仙西町三丁目 9 番地 コニカミノルタセンシング株式会社内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外 (YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 7 0 号住友生命 O B P プラザビル 1 0 階 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, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: REFLECTANCE PROPERTY MEASUREMENT DEVICE AND REFLECTANCE PROPERTY MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 反射特性測定装置、および反射特性測定方法





添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

照明光の分光分布の変動に拘わらず、簡易な構成で、試料の反射特性に係る種々の態様の測定が高精度で迅速に行われ得る技術を提供することを目的とする。この目的のために、第 1 試料での第 1 反射光と照明光とが第 1 比率で混じる第 1 混合光の第 1 分光分布と、発光素子の第 1 順電圧とが得られる。第 1 反射光と照明光とが第 2 比率で混じる第 2 混合光の第 2 分光分布と、発光素子の第 2 順電圧とが得られる。第 2 試料での第 2 反射光と照明光とが第 1 比率で混じる第 1 混合光の第 3 分光分布と、発光素子の第 3 順電圧とが得られる。第 2 反射光と照明光とが第 2 比率で混じる第 2 混合光の第 4 分光分布と、発光素子の第 4 順電圧とが得られる。第 1 ～ 4 順電圧と第 1 ～ 4 分光分布とに基づき、照明光の分光分布を示す順電圧を用いた近似関数が導出される。発光素子への第 5 順電圧の印加時に関し、照明光の分光分布が推定され、第 3 試料の分光反射率係数が算出される。

明 細 書

発明の名称： 反射特性測定装置、および反射特性測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、白色ＬＥＤによる照明光によって試料を照明し、試料の反射特性を測定する反射特性測定装置に関し、特に、配列された複数の試料を走査して、それらの反射特性を連続的に測定可能な反射特性測定技術に関する。

背景技術

[0002] 試料の反射特性を測定する反射特性測定装置が知られている。この反射特性測定装置では、高効率および長寿命等の長所を有する白色発光ダイオード（白色ＬＥＤとも言う）が照明光の光源として採用され得る。但し、白色ＬＥＤから放射される照明光の分光分布は、白色ＬＥＤの温度に依存して変動する。従って、照明光の分光分布の変動を補正するために、照明光の分光分布の変動を観測する参照系が必要となる。しかし、試料の反射特性を測定するための光学系および分光部とは別に、光学系と分光部とを有する参照系が設けられれば、反射特性測定装置の複雑化、製造コストの増大、および資源の無駄遣いを招く。

[0003] そこで、試料の表面に照射される照明光と相関性の高い参照光情報に基づいて、照明光の変動を正確に補正することができる反射特性測定装置が提案されている（例えば、特許文献１等）。この装置では、参照光を取り込むための光路変更が、光路変更手段の参照面への挿入によって行われるため、構成がシンプルとなり、コストが抑えられ得る。また、色サンプルの測定の前後に取得された照明光の分光分布が補間されて推定された照明光の分光分布と、色サンプルからの反射光または透過光の分光分布とに基づき、色サンプルの分光特性を特定する分光特性測定システムが提案されている（例えば、特許文献２等）。

[0004] ここで、特許文献１の反射特性測定装置について簡単に説明する。

[0005] 図１９で示されるように、特許文献１の反射特性測定装置では、光源制御

部 102d の制御によって白色 LED 102 から発せられる光束 102a が試料の表面 101 に照射される際に、該光束 102a の進行方向が試料の表面 101 の法線に対して 45° を成す。このとき、試料の表面 101 で生じる反射光のうち、試料の表面 101 の法線方向に進む反射光 101a が、対物レンズ 106 および反射鏡 107 を経て、分光部 109 に入射される。そして、分光部 109 によって反射光 101a の分光分布が測定され、測定結果を示す信号が制御処理部 110 に送られる。

[0006] また、白色 LED 102 と試料の表面 101 との間に試料の表面 101 の法線に略直交するガラス板 104 が設けられている。更に、ガラス板 104 を基準として試料の表面 101 と面対称を成す面に沿って光束 101a が通過する光路に間欠的に挿入される拡散板チョッパ 105 が設けられている。拡散板チョッパ 105 は、図 19 および図 20 で示されるように、モータ制御部 105d の制御によってモータ 105e を用いた回転軸 105f を中心とした回転により、光束 101a が通過する光路に拡散板ブレード 105a を間欠的に挿入させる。

[0007] これにより、光束 101a が通過する光路に拡散板ブレード 105a が挿入されていない非挿入時には、試料の表面 101 における反射光が分光部 109 に入射される。一方、光束 101a が通過する光路に拡散板ブレード 105a が挿入されている挿入時には、試料の表面 101 における反射光とともに、ガラス板 104 の表面で光束 102a の一部が反射して拡散板ブレード 105a に入射する。このとき、拡散板ブレード 105a を透過し、該拡散板ブレード 105a の上面の法線方向に射出される光が、対物レンズ 106 および反射鏡 107 を経て、分光部 109 に入射される。

[0008] そして、制御処理部 110 において、拡散板ブレード 105a の挿入時と非挿入時とにおいて分光部 109 によって測定される分光分布に基づき、白色 LED 102 から発せられる照明光の分光分布が求められる。

[0009] このような特許文献 1 の反射特性測定装置では、拡散板チョッパ 105 およびモータ 105e 等が必要となるが、試料の反射特性を測定するための光

学系および分光部とは別に、光学系と分光部とを有する参照系が設けられなくても良い。このため、反射特性測定装置の複雑化、製造コストの増大、および資源の無駄遣いを招くことなく、照明光の分光分布の変動を補正することで試料の反射特性の高精度な測定が実現され得る。

[0010] 次に、特許文献2の分光特性測定システムについて簡単に説明する。

[0011] 図21で示されるように、特許文献2の分光特性測定システムでは、分光特性測定器230の測定部210が、複数の色サンプルが配列された色サンプルシート201に沿って走査され、各色サンプルにおける反射特性が連続的に測定される。測定部210も、特許文献1の分光特性測定装置と同様に、駆動回路206の制御により、白色LED202から発せられる照明光の進行方向が試料の表面201の法線に対して 45° を成すように、照明光によって色サンプルシート201が照明される。このとき、色サンプルシート201における反射光のうち、色サンプルシート201の表面の法線方向に進む反射光が、対物レンズ208を経て、ポリクロメータ204に入射される。そして、ポリクロメータ204および信号処理回路207によって反射光の分光分布情報が得られ、該分光分布情報が制御部205に送られる。

[0012] ここでは、図22で示されるように、白色LED202は駆動回路206によって定電流 I_f で駆動される。そして、駆動回路206は、順電圧検出回路206aを有し、該順電圧検出回路206aによって各色サンプルの分光特性を測定する際の白色LED202における順電圧 V_f が測定されて、順電圧 V_f を示す情報が制御部205に送られる。

[0013] また、測定部210の走査範囲の開始端には既知の分光反射特性を持つ白色校正板220が配置され、分光特性測定器230では、制御部205の制御により走査部213と搬送制御回路214とで測定部210の走査が行われる度に、白色校正板220の反射光の分光分布が測定される。そして、制御部205では、白色校正板220の反射光の分光分布と、各色サンプルの分光特性を測定する際の白色LED202の順電圧 V_f とを示す情報が、制御部205経由でデータ処理装置240に出力される。

[0014] 前述したように、白色LED202から放射される照明光の分光分布は、白色LED202の温度に依存して変動する。そして、定電流で駆動される白色LED202における順電圧 V_f と白色LED202の温度との間には、図23で示されるような素子に固有の関係がある。このため、白色LED202から放射される照明光の分光分布と順電圧 V_f との間に一定の関係が成立し得る。

[0015] このため、データ処理装置240により、測定部210の走査の前後に測定された、白色校正板220で生じる反射光の分光分布および順電圧 V_f と、既知の分光反射特性と、各色サンプルで生じる反射光の分光分布の測定時における順電圧 V_f とに基づき、順電圧 V_f をパラメータとした内挿によって、各色サンプルに係る測定時における照明光の分光分布が推定される。

[0016] これにより、試料の反射特性を測定するための光学系および分光部とは別に、光学系と分光部とを有する参照系が設けられなくても良い。その結果、反射特性測定装置の複雑化、製造コストの増大、および資源の無駄遣いを招くことなく、照明光の分光分布の変動を補正することで試料の反射特性の高精度な測定が実現され得る。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：特開2007-225312号公報

特許文献2：国際公開第2009/119367号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] しかしながら、上記特許文献1の反射特性測定装置では、複数の試料の反射特性を連続的に測定する場合を想定すると、各試料の測定時に拡散板チョッパ105が間欠挿入されなければならない、測定に長時間を要してしまう。

[0019] また、上記特許文献2の分光特性測定システムでは、測定部210の走査範囲の開始端に白色校正板220が配置されなければならない、システムの大

型化を招いてしまう。更に、測定部 210 が走査されつつ複数の色サンプルの反射特性が連続的に測定される用途に限定された専用システムではなく、個別の試料における反射特性の測定を想定すると、システムが大掛かり過ぎる問題と、測定に長時間を要してしまう問題とが存在する。

[0020] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、照明光の分光分布の変動に拘わらず、簡易な構成で、試料の反射特性に係る種々の態様の測定が高精度で迅速に行われ得る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

[0021] 上記課題を解決するために、第 1 の態様に係る反射特性測定装置は、定電流駆動によって照明光を放射する半導体発光素子と、該半導体発光素子の順電圧を検出する検出部とを有する照明部と、前記照明光が試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とを第 1 比率で混合して第 1 混合光を出力し、前記反射光と前記照明光とを前記第 1 比率とは異なる第 2 比率で混合して第 2 混合光を出力する混合部と、前記照明光が第 1 試料の表面で反射することで生じる第 1 反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第 1 比率で混合されることで出力される第 1 混合光の第 1 受光によって該第 1 混合光に係る第 1 分光分布を測定し、前記第 1 反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第 2 比率で混合されることで出力される第 2 混合光の第 2 受光によって該第 2 混合光に係る第 2 分光分布を測定し、前記照明光が第 2 試料の表面で反射することで生じる第 2 反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第 1 比率で混合されることで出力される第 1 混合光の第 3 受光によって該第 1 混合光に係る第 3 分光分布を測定し、前記第 2 反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第 2 比率で混合されることで出力される第 2 混合光の第 4 受光によって該第 2 混合光に係る第 4 分光分布を測定する測定部と、前記検出部によって検出される第 5 順電圧が前記半導体素子に印加されている際に前記照明光が照射されている第 3 試料の分光反射率係数を算出する演算部と、を備え、前記検出部が、前記測定部によって前記第 1 受光が行われる際に前記半導体発光素子の第 1 順電圧を検出し、前記測定部に

よって前記第2受光が行われる際に前記半導体発光素子の第2順電圧を検出し、前記測定部によって前記第3受光が行われる際に前記半導体発光素子の第3順電圧を検出し、前記測定部によって前記第4受光が行われる際に前記半導体発光素子の第4順電圧を検出し、前記演算部が、前記第1から第4順電圧と前記第1から第4分光分布とに基づいて、前記順電圧を独立変数とする前記照明光の分光分布を近似的に示す一次関数を導出し、前記第5順電圧を前記一次関数に適用することで、前記検出部によって前記第5順電圧が検出される際における前記照明光の推定分光分布を算出し、該推定分光分布を用いて前記分光反射率係数を算出する。

[0022] 第2の態様に係る反射特性測定装置は、第1の態様に係る反射特性測定装置であって、前記混合部が、光を拡散させる拡散部を含む拡散部材を有するとともに、前記第1から第3試料が順に配置される被測定位置と前記拡散部材との間に配置され、前記照明光の一部を反射して前記拡散部に入射させ、前記照明光の残余の部分を透過させて前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面に照射させる部分反射鏡を有し、更に、前記拡散部材の状態を、前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面から前記測定部に至る光路上から前記拡散部が退避されている第1状態と、前記光路上に前記拡散部が配置されている第2状態とに選択的に設定する状態変更部を有する。

[0023] 第3の態様に係る反射特性測定装置は、第2の態様に係る反射特性測定装置であって、前記照明部が、前記被測定位置に順に配置される前記第1から第3試料の表面の法線に対して 40° 以上であり且つ 50° 以下の範囲で傾けられている仮想面に沿って前記照明光を前記被測定位置に順に配置される前記第1から第3試料の表面に照射し、前記測定部が、前記照明光のうちの前記被測定位置に順に配置される前記第1から第3試料の表面において前記法線に沿って反射する光を受光し、前記拡散部材が前記第2状態に設定されている場合、前記部分反射鏡のうちの前記照明光が入射される第1入射面が基準とされて、前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の

表面と、前記拡散部のうちの前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面に対向する第2入射面とが、面对称の関係にある。

[0024] 第4の態様に係る反射特性測定装置は、第1から第3の何れか1つの態様に係る反射特性測定装置であって、前記一次関数が、前記順電圧が V_f 、前記照明光の分光分布のうちの波長 λ における強度が $I(\lambda)$ 、前記波長 λ に固有の係数および定数が p_λ 、 q_λ とされる場合に、 $I(\lambda) = p_\lambda \times V_f + q_\lambda$ の関係性を有する一次関数であり、前記演算部が、前記第1分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_1(\lambda)$ 、前記第2分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_2(\lambda)$ 、前記第3分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_3(\lambda)$ 、前記第4分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_4(\lambda)$ 、前記第1試料の前記波長 λ の光に対する反射率が $R_1(\lambda)$ 、前記第2試料の前記波長 λ の光に対する反射率が $R_2(\lambda)$ 、前記第1順電圧が V_{f1} 、前記第2順電圧が V_{f2} 、前記第3順電圧が V_{f3} 、前記第4順電圧が V_{f4} 、前記反射特性測定装置に固有であって前記波長 λ に固有の係数が a_λ 、 b_λ 、 c_λ と表される場合に、4つの数値 p_λ 、 q_λ 、 $R_1(\lambda)$ 、 $R_2(\lambda)$ が未知数である式 [I] $I_1(\lambda) = \{p_\lambda \times V_{f1} + q_\lambda\} \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\}$ 、式 [II] $I_2(\lambda) = \{p_\lambda \times V_{f2} + q_\lambda\} \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\}$ 、式 [III] $I_3(\lambda) = \{p_\lambda \times V_{f3} + q_\lambda\} \times \{R_2(\lambda) + a_\lambda\}$ 、および式 [IV] $I_4(\lambda) = \{p_\lambda \times V_{f4} + q_\lambda\} \times \{b_\lambda \times R_2(\lambda) + c_\lambda\}$ からなる連立方程式を前記波長 λ 毎に解くことで、前記数値 p_λ 、 q_λ を求めて前記波長 λ 毎の前記一次関数を導出する。

[0025] 第5の態様に係る反射特性測定装置は、第4の態様に係る反射特性測定装置であって、前記測定部が、前記照明光が前記第3試料の表面で反射することで生じる第3反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される前記第1混合光に係る第5受光によって該第1混合光に係る第5分光分布を測定し、前記検出部が、前記測定部によって前記第5受光が行われる際に前記半導体発光素子の前記第5順電圧を検出し、前記演算部が、前記第5分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_5(\lambda)$ 、前記第5順電圧が V_{f5} 、前記第3試料の前記波長 λ の光に対する反射率が

$R_3(\lambda)$ と表される場合、前記数値 p_λ , q_λ が用いられる式 $[V] I_5(\lambda) = \{p_\lambda \times V f_5 + q_\lambda\} \times \{R_3(\lambda) + a_\lambda\}$ によって、前記波長 λ 毎に前記反射率 $R_3(\lambda)$ を求めることで、前記分光反射率係数を算出する。

[0026] 第6の態様に係る反射特性測定装置は、第4または第5の態様に係る反射特性測定装置であって、前記測定部が、複数の試料の反射光に係る分光分布を連続して測定し、前記第1試料が、前記複数の試料のうちの前記測定部によって最初に分光分布が測定される試料であり、前記第2試料が、前記複数の試料のうちの前記測定部によって最後に分光分布が測定される試料である。

[0027] 第7の態様に係る反射特性測定装置は、第4から第6の何れか1つの態様に係る反射特性測定装置であって、前記測定部が、前記半導体発光素子による前記照明光の放射が維持されることで前記半導体発光素子の順電圧が時間経過に対して一定電圧となる期間において、前記波長 λ の光に対する反射率が $R_w(\lambda)$ である第1基準試料に前記照明光が照射されている際に、前記照明光が該第1基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光を受光することで第1基準分光分布を測定するとともに、前記照明光が該第1基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光を受光することで第2基準分光分布を測定し、前記波長 λ の光に対する反射率が $R_d(\lambda)$ である第2基準試料に前記照明光が照射されている際に、前記照明光が該第2基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光を受光することで第3基準分光分布を測定するとともに、前記照明光が該第2基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光を受光することで第4基準分光分布を測定し前記演算部が、前記第1基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{1w}(\lambda)$ 、前記第2基準分光分布のうちの前記波

長 λ における強度が $I_{2w}(\lambda)$ 、前記第3基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{1d}(\lambda)$ 、前記第4基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{2d}(\lambda)$ 、前記半導体発光素子の順電圧が前記一定電圧である際における前記照明光の分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_o(\lambda)$ と表される場合に、前記係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ および前記強度 $I_o(\lambda)$ が未知数である式 [VI] $I_{1w}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{R_w(\lambda) + a_\lambda\}$ 、式 [VII] $I_{2w}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_w(\lambda) + c_\lambda\}$ 、式 [VIII] $I_{1d}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{R_d(\lambda) + a_\lambda\}$ 、および式 [IX] $I_{2d}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_d(\lambda) + c_\lambda\}$ からなる連立方程式を前記波長 λ 毎に解くことで、前記係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ を求める。

[0028] 第8の態様に係る反射特性測定装置は、第1から第7の何れか1つの態様に係る反射特性測定装置であって、前記測定部が、前記照明光が一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光の第6受光によって第6分光分布を測定し、前記照明光が前記一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光の第7受光によって第7分光分布を測定するとともに、前記照明光が前記一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第1混合光または前記照明光が前記一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光の第8受光によって第8分光分布を測定し、前記検出部が、前記測定部によって前記第6受光が行われる際に前記半導体発光素子の第6順電圧を検出し、前記測定部によって前記第7受光が行われる際に前記半導体発光素子の第7順電圧を検出し、前記測定部によって前記第8受光が行われる際に前記半導体発光素子の第8順電圧を検出し、前記演算部が、前記第6順電圧と係数と定数とによって近似的に示される前記第6順電圧の検出時における前記照明光の分光分布と前記第6分光分布との関係を示す第1

関係式、前記第 7 順電圧と係数と定数とによって近似的に示される前記第 7 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布と前記第 7 分光分布との関係を示す第 2 関係式、および前記第 8 順電圧と係数と定数とによって近似的に示される前記第 8 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布と前記第 8 分光分布との関係を示す第 3 関係式に基づいて、前記一試料の分光反射率係数を算出する。

[0029] 第 9 の態様に係る反射特性測定装置は、第 8 の態様に係る反射特性測定装置であって、前記測定部が、前記一試料について、前記第 6 受光による前記第 6 分光分布の測定と、前記第 7 受光による前記第 7 分光分布の測定と、前記第 8 受光による前記第 8 分光分布の測定とをこの順で行う第 1 測定動作、または前記第 7 受光による前記第 7 分光分布の測定と、前記第 6 受光による前記第 6 分光分布の測定と、前記第 8 受光による前記第 8 分光分布の測定とをこの順で行う第 2 測定動作を実行する。

[0030] 第 10 の態様に係る反射特性測定装置は、第 9 の態様に係る反射特性測定装置であって、前記演算部が、前記測定部によって前記第 1 測定動作が実行される場合であって前記第 6 順電圧と前記第 8 順電圧との差が閾値以下の場合であれば、前記第 6 から第 8 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布が一定であるものとして、前記第 7 分光分布と前記第 6 または第 8 分光分布とに基づいて、前記一試料の分光反射率係数を算出し、前記測定部によって前記第 2 測定動作が実行される場合であって前記第 7 順電圧と前記第 8 順電圧との差が閾値以下の場合であれば、前記第 6 から第 8 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布が一定であるものとして、前記第 6 分光分布と前記第 7 または第 8 分光分布とに基づいて、前記一試料の分光反射率係数を算出する。

[0031] 第 11 の態様に係る反射特性測定方法は、照明部に含まれる半導体発光素子が定電流駆動によって放射する照明光が第 1 試料の表面で反射することで生じる第 1 反射光と前記照明光とを混合部によって第 1 比率で混合することで第 1 混合光を生成しつつ、前記照明部に含まれる検出部によって前記半導

体発光素子の第1順電圧を検出するとともに、測定部によって該第1混合光に係る第1受光によって該第1混合光に係る第1分光分布を測定する第1測定ステップと、前記第1反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第1比率とは異なる第2比率で混合することで第2混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第2順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第2混合光に係る第2受光によって該第2混合光に係る第2分光分布を測定する第2測定ステップと、前記照明光が第2試料の表面で反射することで生じる第2反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第1比率で混合することで第1混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第3順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第1混合光に係る第3受光によって該第1混合光に係る第3分光分布を測定する第3測定ステップと、前記第2反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第2比率で混合することで第2混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第4順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第2混合光に係る第4受光によって該第2混合光に係る第4分光分布を測定する第4測定ステップと、前記第1から第4順電圧と前記第1から第4分光分布とに基づいて、前記半導体発光素子の順電圧を独立変数とする前記照明光の分光分布を近似的に示す一次関数を導出し、前記検出部によって検出される第5順電圧を前記関数に適用することで、前記検出部によって前記第5順電圧が検出される際における前記照明光の推定分光分布を算出し、該推定分光分布を用いて、前記第5順電圧が前記半導体素子に印加されている際に前記照明光が照射されている第3試料の分光反射率係数を算出する演算ステップと、を有する。

[0032] 第12の態様に係る反射特性測定方法は、第11の態様に係る反射特性測定方法であって、前記第1から第4測定ステップが、この順に行われ、前記第2測定ステップが行われた後であり且つ前記第3測定ステップが行われる前において、前記照明光が前記第3試料の表面で反射することで生じる第3反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第1比率で混合することで

第1混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第5順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第1混合光に係る第5受光によって該第1混合光に係る第5分光分布を測定する第5測定ステップと、を有する。

発明の効果

- [0033] 第1から第10の何れの態様に係る反射特性測定装置によっても、照明光の分光分布の変動に拘わらず、簡易な構成で、試料の反射特性に係る種々の態様の測定が高精度で迅速に行われ得る。
- [0034] 第2の態様に係る反射特性測定装置によれば、装置の大型化と製造コストの上昇とが抑制され得る簡単な構成によって混合比率の異なる第1および第2混合光が生成され得る。
- [0035] 第3の態様に係る反射特性測定装置によれば、試料の表面に入射される光束と近似する光束が拡散部に入射されるため、試料の表面からの反射光と照明光とが容易に混合され得る。
- [0036] 第4の態様に係る反射特性測定装置によれば、2つの試料について異なる混合比率の第1および第2混合光の分光分布が測定されることで、照明光の分光分布を近似的に示す順電圧の一次関数が導出される。このため、複数の試料についての分光分布の測定が連続的に高速で行われても、各試料の測定時において検出される順電圧によって各試料の測定時における照明光の分光分布が推定され得る。
- [0037] 第5の態様に係る反射特性測定装置によれば、簡単な演算によって第3試料の分光反射率係数が求められ得る。
- [0038] 第6の態様に係る反射特性測定装置によれば、複数の試料を対象とした連続的な測定を行う際に、最初と最後の試料についての第1および第2混合光の分光分布と、それらに対応する順電圧に大きな差が生じ得るため、各試料の測定時における照明光の分光分布の推定精度が高められ得る。また、例えば、連続的な測定中は、第1混合光の分光分布のみが測定されることで、より高速の連続測定が可能となる。

- [0039] 第7の態様に係る反射特性測定装置によれば、例えば、装置の製造時等における半導体発光素子の駆動によってその順電圧が安定した後に、2つの基準試料について第1および第2混合光に係る分光分布がそれぞれ測定されることで、反射特性測定装置に固有で波長 λ に固有の係数 a_{λ} , b_{λ} , c_{λ} が容易に求められ得る。
- [0040] 第8から第10の何れの態様に係る反射特性測定装置によっても、一試料の反射特性が個別に測定される場合に、基準の試料を用いた測定がなくても、測定時における照明光の分光分布が推定され得る。これにより、照明光の分光分布の変動に拘わらず、試料の反射特性が高精度で測定され得る。
- [0041] 第9の態様に係る反射特性測定装置によれば、試料の反射特性がより高精度で測定され得る。
- [0042] 第10の態様に係る反射特性測定装置によれば、順電圧に殆ど変化がない場合でも高精度で試料の反射特性が測定され得る。
- [0043] 第11および第12の何れの態様に係る反射特性測定方法によっても、第1の態様に係る反射特性測定装置と同様な効果が得られる。

図面の簡単な説明

- [0044] [図1]図1は、一実施形態に係る反射特性測定装置の概略構成を示す模式図である。
- [図2]図2は、一実施形態に係る反射特性測定装置の概略構成を示す模式図である。
- [図3]図3は、試料配列シートにおける複数の試料の配列態様を例示する図である。
- [図4]図4は、制御演算部の一構成を示すブロック図である。
- [図5]図5は、制御演算部で実現される機能的な構成を示すブロック図である。
- [図6]図6は、係数 a_{λ} , b_{λ} , c_{λ} を求める方法を説明するための図である。
- [図7]図7は、連続測定の動作フローを例示するフローチャートである。
- [図8]図8は、個別測定の動作フローを例示するフローチャートである。

[図9]図9は、係数 a_{λ} 、 b_{λ} 、 c_{λ} を求める動作フローを示すフローチャートである。

[図10]図10は、係数 a_{λ} 、 b_{λ} 、 c_{λ} を求める動作フローを示すフローチャートである。

[図11]図11は、2種類のLEDに係る照明光の分光特性を例示する図である。

[図12]図12は、第1変形例に係る反射特性測定装置の概略構成を示す模式図である。

[図13]図13は、第1変形例に係る反射特性測定装置の概略構成を示す模式図である。

[図14]図14は、第1変形例に係る拡散部材の構成と動作とを説明するための模式図である。

[図15]図15は、第1変形例に係る拡散部材の構成と動作とを説明するための模式図である。

[図16]図16は、一変形例に係る拡散部材の一部を例示する模式図である。

[図17]図17は、一変形例に係る拡散部材の一部を例示する模式図である。

[図18]図18は、一変形例に係る構成を例示する模式図である。

[図19]図19は、特許文献1に係る反射特性測定装置の構成を例示する模式図である。

[図20]図20は、特許文献1に係る拡散板チョッパの構成を例示する図である。

[図21]図21は、特許文献2に係る分光特性測定システムの構成を例示する模式図である。

[図22]図22は、白色LEDの構成を示す模式図である。

[図23]図23は、白色LEDの発光特性における温度依存性を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0045] 以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。なお、図面におい

ては同様な構成および機能を有する部分については同じ符号が付されており、下記説明では重複説明が省略される。また、図面は模式的に示されたものであり、各図における各種構造のサイズおよび位置関係等は正確に図示されたものではない。

[0046] <(1)反射特性測定装置の構成>

<(1-1)反射特性測定装置の概略構成>

図1は、一実施形態に係る反射特性測定装置1の概略構成を示す模式図である。図2は、反射特性測定装置1のうちの光学部40とその周辺を図1の右方から見た図である。図1および図2では、光束に係る光路および進行方向が太い破線の矢印で示されている。

[0047] 反射特性測定装置1は、測定器30と制御演算部10とを備え、被測定位置 P_{m1} に配置される試料の分光反射率係数を測定することができる。具体的には、反射特性測定装置1では、図3で示されるように試料配列シート S_{A1} に配列されている反射特性の異なる複数の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ (n は2以上の整数)が測定器30によって走査されることで各試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の分光反射率係数が測定され得る。また、反射特性測定装置1では、個別の試料 S_{A2} の分光反射率係数も測定され得る。

[0048] 測定器30は、照明部2と光学部40と分光器9と駆動制御回路52とを有する。

[0049] 照明部2は、光源部21と発光制御回路22とを有する。

[0050] 光源部21は、半導体を用いられた発光素子（半導体発光素子とも言う）であり、発光制御回路22の制御によって照明光を放射する。照明光は、例えば、白色光であれば良く、白色光は、400～700nmの波長帯の可視光線を広く含むものであれば良い。つまり、光源部21は、白色LEDであれば良い。

[0051] 発光制御回路22は、光源部21に一定の電流を供給することで該光源部21から照明光 L_w を放射させる駆動（定電流駆動とも言う）を実現する回路である。また、発光制御回路22は、制御演算部10の制御に応じて、光源

部 2 1 から照明光 L_w が放射されている際に該光源部 2 1 に印加されている順電圧 V_f を検出する検出部としての構成も有する。

[0052] 光学部 4 0 は、複数の反射部 3、部分反射部 4、光拡散部材 5、レンズ部 6、反射鏡 7、および導光部 8 を有する。

[0053] 複数の反射部 3 は、光源部 2 1 と被測定位置 P_{m1} とを結ぶ軸 $P \times 1$ を中心として円環状に配置される。各反射部 3 と軸 $P \times 1$ との距離は略一定であり、複数の反射部 3 が軸 $P \times 1$ を基準として対称（軸対称とも言う）となるように配置されている。そして、各反射部 3 は、光源部 2 1 から放射される照明光 L_w を反射する反射鏡であれば良い。

[0054] 部分反射部 4 は、照明光 L_w が入射される入射面（表裏 2 面の間面であり、第 1 入射面とも言う）において複数の反射部 3 で反射された照明光 L_w のうちの一部（例えば、各波長成分の約 10%）を反射し、残余の部分（例えば、各波長成分の約 90%）を透過させる。具体的には、部分反射部 4 は、例えば、ガラス板であれば良く、照射される照明光 L_w の一部を反射させて反射光 L_{wR} を生成するとともに、残余の部分透過させて透過光 L_{wT} を生成する。換言すれば、部分反射部 4 は、照明光 L_w の光線を反射光 L_{wR} と透過光 L_{wT} の 2 つの光線に分岐させる鏡（部分反射鏡とも言う）である。より詳細には、部分反射部 4 では、照明光 L_w の各波長成分が反射光 L_{wR} の成分と透過光 L_{wT} の成分とに分岐される。

[0055] 透過光 L_{wT} は、試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ および試料 $SA2$ のうちの被測定位置 P_{m1} に配置されている試料（被測定試料とも言う）に照射される。このとき、被測定試料の表面に対して角度 θ を成す仮想面に沿って、透過光 L_{wT} が被測定試料の表面に照射され、被測定試料の表面で反射光が生じる。角度 θ は、例えば、約 45° であれば良い。また、ここで生じる反射光には、被測定試料の表面の法線に沿って進行する光（試料反射光とも言う） L_{RN} が含まれる。

[0056] 別の観点から言えば、光源部 2 1 が、被測定試料の何れかの表面の法線（ここでは、軸 $P \times 1$ ）に対して約 45° の方向に照明光 L_w を放射する。この

照明光 L_W が複数の反射部 3 で反射されて、被測定試料の表面の法線（ここでは、軸 $P \times 1$ ）に対して約 45° 傾けられている第 2 仮想面に沿って透過光 L_{WT} が被測定試料の表面に照射され、被測定試料で生じる反射光の法線 $P \times 1$ 方向の成分 L_{RN} がレンズ部 6 および反射鏡 7 を介して受光される。これにより、照明部 2 および光学部 40 が、印刷面の分光特性の測定に係る各種規格が推奨する $45^\circ \leq \theta < 90^\circ$ ジオメトリーを形成する。なお、約 45° は、 40° 以上であり且つ 50° 以下であれば良い。

[0057] 光拡散部材 5 は、透過する光をあらゆる方向に拡散させる光拡散部を有する。光拡散部材 5 として、光拡散板が採用される場合には、光拡散板の略全面が光拡散部として機能する。この光拡散部材 5 は、例えば、回転駆動部 51 の回転軸 51r に対して略垂直に連結された棒状の腕部 53 に固定されている。回転駆動部 51 は、例えば、ロータリーソレノイドであれば良く、制御演算部 10 からの制御信号に応じた駆動制御回路 52 による制御によって回転軸 51r を回転させる。

[0058] そして、回転駆動部 51 は、回転軸 51r の回転によって光拡散部材 5 の状態を第 1 状態と第 2 状態とに選択的に設定する状態変更部として働き得る。ここで、第 1 状態は、被測定試料の表面からレンズ部 6 および反射鏡 7 を介して分光器 9 に至る光路上から光拡散部が退避されている状態である。また、第 2 状態は、光拡散部材 5 が、被測定試料の表面からレンズ部 6 および反射鏡 7 を介して分光器 9 に至る光路上に光拡散部が配置されている状態である。

[0059] 図 1 では、光拡散部材 5 が第 1 状態に設定されている場合における光拡散部材 5 の外縁の位置（退避位置とも言う）が実線で描かれ、光拡散部材 5 が第 2 状態に設定されている場合における光拡散部材 5 の外縁の位置（侵入位置とも言う）が破線で描かれている。

[0060] ここで、光拡散部材 5 が第 2 状態に設定されている場合、部分反射部 4 の第 1 入射面が基準とされて、被測定試料の表面と、光拡散部材 5 のうちの被測定試料の表面に対向する面（第 2 入射面とも言う）とが、面对称の関係を

有する。この場合、第2入射面には、被測定試料の表面で生じる試料反射光 L_{RN} と、部分反射部4の第1入射面で生じる反射光 L_{WR} とが照射される。

[0061] そして、上記面対称の関係によって、光拡散部材5に照射される反射光 L_{WR} と、被測定試料に照射される透過光 L_{WT} とが、入射角度ならびに収束する度合いが同様な光となる。換言すれば、光拡散部材5に照射される反射光 L_{WR} は、被測定試料に照射される透過光 L_{WT} を良く代表する。これにより、被測定試料の表面に入射される光束と近似する光束が光拡散部材5に入射されるため、被測定試料の表面からの試料反射光 L_{RN} と照明光 L_W の一部である反射光 L_{WR} とが容易に混合され得る。

[0062] 従って、光拡散部材5が第1状態に設定されている場合には、主として試料反射光 L_{RN} を含む第1混合光 L_{M1} がレンズ部6に入射される。一方、光拡散部材5が第2状態に設定されている場合には、光拡散部材5は、被測定試料の表面で生じる試料反射光 L_{RN} と、部分反射部4の第1入射面で生じる反射光 L_{WR} とが主として混合された第2混合光 L_{M2} をレンズ部6に対して出射する。

[0063] これにより、第1混合光 L_{M1} は、試料反射光 L_{RN} と照明光 L_W の一部である反射光 L_{WR} とが第1比率で混合した光となり、第2混合光 L_{M2} は、試料反射光 L_{RN} と照明光 L_W の一部である反射光 L_{WR} とが第1比率とは異なる第2比率で混合した光となる。従って、部分反射部4と光拡散部材5と回転駆動部51とが、第1混合光 L_{M1} と第2混合光 L_{M2} とを選択的に出力する混合部として働く。このように、部分反射部4と光拡散部材5と回転駆動部51とが混合部を構成すれば、反射特性測定装置1の大型化と製造コストの上昇とが抑制されつつ、混合比率の異なる第1および第2混合光 L_{M1} 、 L_{M2} が生成され得る。

[0064] レンズ部6は、混合部から出力される第1混合光 L_{M1} および第2混合光 L_{M2} を収束させる。反射鏡7は、レンズ部6から出射される光を全反射させることで該光の方向を変更する。導光部8は、反射鏡7で反射された収束光を分光器9まで導く。導光部8は、例えば、光ファイバ等であれば良い。

[0065] 分光器 9 は、導光部 8 によって導かれた光の分光強度分布（以下、分光分布と略称する）を測定する測定部である。分光器 9 は、例えば、ポリクロメータ等であれば良い。分光器 9 では、光拡散部材 5 が第 1 状態に設定されている場合には、主に試料反射光 L_{RN} を含む第 1 混合光 L_{M1} が受光され、光拡散部材 5 が第 2 状態に設定されている場合には、反射光 L_{WR} と試料反射光 L_{RN} とが主に混合されている第 2 混合光 L_{M2} が受光される。

[0066] 制御演算部 10 は、反射特性測定装置 1 の全体を制御する。また、制御演算部 10 は、順電圧 V_f を用いた近似関数によって照明光 L_w の分光分布を推定することで、照明光 L_w の分光分布の変動に拘わらず、簡易な構成で、被測定試料の表面における反射特性の測定を高精度で迅速に行う。

[0067] <(1-2)制御演算部の構成>

図 4 は、本実施形態に係る反射特性測定装置 1 に含まれる制御演算部 10 の一構成を示すブロック図である。

[0068] 制御演算部 10 は、例えばパーソナルコンピュータ（パソコン）の機能を有する。この制御演算部 10 は、操作部 11、表示部 12、インターフェース(I/F)部 13、記憶部 14、入出力(I/O)部 15、および制御部 16 を備える。

[0069] 操作部 11 は、例えば、マウスおよびキーボード等を含む。表示部 12 は、例えば、液晶ディスプレイ等を備える。I/F 部 13 は、分光器 9、発光制御回路 22、および駆動制御回路 52 に対して信号の送受信が可能に接続されている。記憶部 14 は、例えばハードディスク等を有し、制御演算部 10 において各種動作を実現するためのプログラム P1 および各種情報が格納される。I/O 部 15 は、例えば、ディスクドライブを備え、光ディスク等の記憶媒体 17 を受け付けて、制御部 16 との間でデータの授受を行い得る。

[0070] 制御部 16 は、プロセッサとして働く CPU 16a と、情報を一時的に記憶し得るメモリ 16b とを有し、制御演算部 10 の各部を制御する。また、制御部 16 では、記憶部 14 内のプログラム P1 が読み込まれて実行され

ることで、各種機能および各種情報処理等が実現される。この情報処理において一時的に生成されるデータは、メモリ 16b 等に適宜記憶される。なお、制御部 16 は、記憶媒体 17 に記憶されているプログラムを I/O 部 15 を介して記憶部 14 等に格納させ得る。

[0071] 図 5 は、制御演算部 10 で実現される反射特性の測定に関する機能的な構成を例示するブロック図である。この機能的な構成には、係数算出部 161、近似関数導出部 162、分光分布推定部 163、分光反射率係数算出部 164、駆動制御部 165、点灯制御部 166、および電圧検出制御部 167 が含まれる。これらの機能的な構成によって、以下で説明する試料の表面に関する反射特性の測定が実現される。

[0072] <(2) 試料の表面に関する反射特性の測定方法>

<(2-1) 複数の試料を対象とした反射特性の測定方法>

反射特性測定装置 1 では、複数の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ が測定器 30 によって走査されつつ各試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の分光反射率係数が測定される場合、例えば、試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の順で分光反射率係数が連続的に測定される。この連続的な測定（連続測定とも言う）の開始前には、光拡散部材 5 は、侵入位置に配置されている第 2 状態に設定されている。なお、以下では、光の波長が符号 λ で表わされる。

[0073] 連続測定では、まず、分光反射率係数が $R_1(\lambda)$ である試料 S_{m1} が被測定位置 P_{m1} に配置される。そして、制御演算部 10 に含まれる点灯制御部 166 からの制御信号に応じて、発光制御回路 22 の制御によって光源部 21 が定電流駆動で点灯される。このとき、光拡散部材 5 が第 2 状態に設定されている状態で、分光器 9 によって、試料 S_{m1} に係る第 2 混合光 L_{M2} が受光され、該第 2 混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ が測定される。また、分光器 9 によって試料 S_{m1} に係る第 2 混合光 L_{M2} が受光される際に光源部 21 に印加されている順電圧 V_{f2-1} が発光制御回路 22 によって検出され、該順電圧 V_{f2-1} を示す情報が制御演算部 10 に送られる。なお、発光制御回路 22 による各順電圧 V_f の検出は、電圧検出制御部 167 の制御に応じて行わ

れる。

[0074] 次に、制御演算部 10 に含まれる駆動制御部 165 からの制御信号に応じて、駆動制御回路 52 の制御によって光拡散部材 5 が退避位置に移動される。そして、光拡散部材 5 が第 1 状態に設定されている状態で、分光器 9 によって試料 S_{m1} に係る第 1 混合光 L_{M1} が受光され、該第 1 混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ が測定される。また、分光器 9 によって試料 S_{m1} に係る第 1 混合光 L_{M1} が受光される際に、光源部 21 に印加されている順電圧 V_{f1-1} が発光制御回路 22 によって測定され、該順電圧 V_{f1-1} を示す情報が制御演算部 10 に送られる。

[0075] 次に、光拡散部材 5 が第 1 状態に保持されたままで、分光器 9 によって、分光反射率係数が $R_i(\lambda)$ である試料 S_{mi} ($i = 2 \sim n$) に係る第 1 混合光 L_{M1} が順に受光され、該第 1 混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ が順に測定される。また、試料 S_{mi} ($i = 2 \sim n$) に係る第 1 混合光 L_{M1} が分光器 9 によって受光されている際に光源部 21 に印加されている順電圧 V_{f1-i} が発光制御回路 22 によってそれぞれ測定され、各順電圧 V_{f1-i} を示す情報が制御演算部 10 に送られる。

[0076] 次に、制御演算部 10 に含まれる駆動制御部 165 からの制御信号に応じて、駆動制御回路 52 の制御によって光拡散部材 5 が侵入位置に移動される。そして、光拡散部材 5 が第 2 状態に設定されている状態で、分光器 9 によって、試料 S_{mn} に係る第 2 混合光 L_{M2} が受光され、該第 2 混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-n}(\lambda)$ が測定される。また、分光器 9 によって試料 S_{mn} に係る第 2 混合光 L_{M2} が受光される際に光源部 21 に印加されている順電圧 V_{f2-n} が発光制御回路 22 によって測定され、該順電圧 V_{f2-n} を示す情報が制御演算部 10 に送られる。

[0077] その後、制御演算部 10 に含まれる点灯制御部 166 からの制御信号に応じて、発光制御回路 22 の制御によって光源部 21 が消灯される。

[0078] このようにして取得された分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{1-1}(\lambda) \sim I_{1-n}(\lambda)$, $I_{2-n}(\lambda)$ および順電圧 V_{f2-1} , $V_{f1-1} \sim V_{f1-n}$, V_{f2-n} に基づいて、

制御演算部 10 において、各試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ に係る分光反射率係数が算出される。以下、各試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ に係る分光反射率係数の算出方法について説明する。

[0079] 波長 λ における照明光 L_w の強度 $I(\lambda)$ は、式(1)で示される順電圧 V_f を独立変数とする一次関数（以下、近似関数とも言う）によって近似的に表すことができる。

$$[0080] \quad I(\lambda) = p_\lambda \times V_f + q_\lambda \quad \cdots (1)。$$

[0081] なお、 p_λ 、 q_λ は、波長 λ に対する固有の係数および定数である。

[0082] ここで、式(1)で示される一次関数を用いて、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-n}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ は、式(2)～(5)で近似的に示される。

$$[0083] \quad I_{1-1}(\lambda) = (p_\lambda \times V_{f1-1} + q_\lambda) \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\} \quad \cdots (2)$$

$$I_{2-1}(\lambda) = (p_\lambda \times V_{f2-1} + q_\lambda) \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\} \quad \cdots (3)$$

$$I_{1-n}(\lambda) = (p_\lambda \times V_{f1-n} + q_\lambda) \times \{R_n(\lambda) + a_\lambda\} \quad \cdots (4)$$

$$I_{2-n}(\lambda) = (p_\lambda \times V_{f2-n} + q_\lambda) \times \{b_\lambda \times R_n(\lambda) + c_\lambda\} \quad \cdots (5)$$

。

[0084] 式(2)～(5)の各式の右辺における 1 つ目の括弧内の式が、各波長 λ における照明光 L_w の強度 $I(\lambda)$ を示す。また、式(2)～(5)の各式における右辺の 2 つ目の括弧内の式では、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ 、 $R_n(\lambda)$ を含む第 1 項が、各分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-n}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ に対し、照明光 L_w が試料反射光 L_{RN} として寄与する度合いを示す。また、その 2 つ目の括弧内の式では、第 2 項が、各分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-n}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ に対し、照明光 L_w が反射光 L_{WR} として寄与する度合いを示す。

[0085] 照明光 L_w が試料反射光 L_{RN} として寄与する度合いおよび照明光 L_w が反射光 L_{WR} として寄与する度合いは、光拡散部材 5 が侵入位置に配置されている場合と退避位置に配置されている場合とで異なる。ここでは、光拡散部材 5 が退避位置に配置されている場合において、照明光 L_w が試料反射光 L_{RN} として寄与する度合いを決める係数が 1 とされ、照明光 L_w が反射光 L_{WR} として寄与する度合いを決める波長 λ 毎の係数が a_λ とされている。また、光拡散部材

5が侵入位置に配置されている場合において、照明光 L_W が試料反射光 L_{RN} として寄与する度合いを決める波長 λ 毎の係数が b_λ とされ、照明光 L_W が反射光 L_{WR} として寄与する度合いを決める波長 λ 毎の係数が c_λ とされている。なお、係数 a_λ 、 c_λ の波長依存性は非常に小さい。

[0086] なお、係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ は、個々の測定器30に対する固有の係数であり、製造時等において係数算出部161によって求められ、例えば、係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ を示す固有係数情報142が記憶部14に保存される。

[0087] 式(2)~(5)のうち、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-n}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ 、および順電圧 Vf_{1-1} 、 Vf_{2-1} 、 Vf_{1-n} 、 Vf_{2-n} は、実測によって得られる。このため、式(2)~(5)は、波長 λ 毎に、係数 p_λ 、定数 q_λ 、および反射率係数 $R_1(\lambda)$ 、 $R_n(\lambda)$ の4つの数値を未知数とする連立方程式として解くことが可能である。

[0088] 制御演算部10では、近似関数導出部162によって、記憶部14内に格納される関係式情報141から式(2)~(5)に係る情報が読み出されるとともに、記憶部14内に格納される固有係数情報142から係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ を示す情報が読み出される。次に、近似関数導出部162によって、係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ 、ならびに実測によって取得される分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-n}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ および順電圧 Vf_{1-1} 、 Vf_{2-1} 、 Vf_{1-n} 、 Vf_{2-n} が式(2)~(5)に適用される。そして、近似関数導出部162によって、波長 λ 毎に、式(2)~(5)が解かれることで、係数 p_λ および定数 q_λ が算出され得る。

[0089] つまり、近似関数導出部162において、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-n}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ と順電圧 Vf_{1-1} 、 Vf_{2-1} 、 Vf_{1-n} 、 Vf_{2-n} とに基づいて、式(1)の近似関数が導出される。この近似関数を示す近似関数情報143は、記憶部14に適宜記憶される。

[0090] このように、少数の試料について測定される第1および第2混合光 L_{M1} 、 L_{M2} に係る分光分布と、その受光時の光源部21の順電圧 Vf とによって、係数 p_λ および定数 q_λ が決定されて近似関数が容易に導出され得る。

[0091] 次に、係数 a_λ と近似関数導出部 162 によって算出された係数 p_λ および定数 q_λ とが用いられて、試料 S_{mi} ($i = 1 \sim n$) の試料反射光 L_{RN} に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ について、式(2)に類似の式(6)が成立し得る。

$$[0092] \quad I_{1-i}(\lambda) = (p_\lambda \times V f_{1-i} + q_\lambda) \times \{R_i(\lambda) + a_\lambda\} \quad \cdots (6)$$

式(6)の右辺の 1 つ目の括弧内の部分は、式(1)の近似関数に相当する部分であり、試料 S_{mi} ($i = 1 \sim n$) に照射される照明光 L_w の分光分布を近似的に示す。そして、この式(6)の右辺の第 1 項のうち、近似関数導出部 162 によって算出された係数 p_λ および定数 q_λ は既知である。このため、分光分布推定部 163 によって、式(6)の右辺の第 1 項に、発光制御回路 22 による実測で得られる順電圧 $V f_{1-i}$ が適用され、発光制御回路 22 による順電圧 $V f_{1-i}$ の検出時における照明光 L_w の分光分布（推定分光分布とも言う）が算出され得る。

[0093] なお、分光分布推定部 163 は、例えば、関係式情報 141 から式(6)に係る情報を読み出し、実測および演算で得られた係数 p_λ 、定数 q_λ 、および順電圧 $V f_{1-i}$ を適用することで、順電圧 $V f_{1-i}$ の検出時における照明光 L_w の推定分光分布を算出する。

[0094] また、分光反射率係数算出部 164 によって、固有係数情報 142 から係数 a_λ を示す情報が読み出されて、式(6)に適用される。更に、分光反射率係数算出部 164 によって、波長 λ 毎に、推定分光分布を示す右辺の第 1 項を含む式(6)に、分光器 9 による実測で得られる分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ が適用されて、各試料 S_{mi} ($i = 1 \sim n$) の反射率係数 $R_i(\lambda)$ が算出される。すなわち、各試料 S_{mi} ($i = 1 \sim n$) の分光反射率係数 $R_i(\lambda)$ が算出される。なお、試料 S_{m1} 、 S_{mn} の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ 、 $R_n(\lambda)$ は、分光反射率係数算出部 164 によって、波長 λ 毎に、式(2)～(5)が解かれることで算出されても良い。ここで算出される試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の分光反射率係数 $R_1(\lambda) \sim R_n(\lambda)$ を示す情報は、記憶部 14 内の算出結果情報 144 に記憶される。

[0095] 上述したように、複数の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ を対象とした連続測定では、複数の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ のうちの2つの試料 S_{m1} , S_{mn} について異なる混合比率の第1および第2混合光 L_{M1} , L_{M2} の分光分布が測定される。これにより、照明光 L_w の分光分布を近似的に示す順電圧 V_f の一次関数が決定され得る。このため、複数の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ についての分光分布の測定が連続的に高速で行われても、各試料 S_{mi} ($i = 1 \sim n$) の測定時において検出される順電圧 V_{f1-i} によって各試料 S_{mi} の測定時における照明光 L_w の分光分布が推定され得る。そして、推定された分光分布を用いた簡単な演算によって各試料 S_{mi} の分光反射率係数 $R_i(\lambda)$ が求められ得る。

[0096] また、最初と最後の試料 S_{m1} , S_{mn} についての第1および第2混合光 L_{M1} , L_{M2} の分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{1-n}(\lambda)$, $I_{2-n}(\lambda)$ 、およびこれらに対応する順電圧 $V_{f1-1}(\lambda)$, $V_{f2-1}(\lambda)$, $V_{f1-n}(\lambda)$, $V_{f2-n}(\lambda)$ には、大きな差が生じ得る。このため、式(2)~(5)の独立性が担保される。その結果、各試料 S_{mi} ($i = 1 \sim n$) を対象とした測定時における照明光 L_w の分光分布の推定精度が高められ得る。

[0097] <(2-2)個別の試料を対象とした反射特性の測定>

反射特性測定装置1における個別の試料 $SA2$ を対象とした分光反射率係数の測定(個別測定とも言う)は、上述した複数の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ を対象とした連続測定がベースとされて試料数 n が1に変更されれば良い。この場合、分光反射率係数 $R_n(\lambda)$ が分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ となり、式(2)と式(4)とが一致し、個別の試料 $SA2$ と試料 S_{m1} とが一致する。

[0098] そこで、個別測定では、例えば、光拡散部材5が第2状態、第1状態、および第2状態に順に設定される。このとき、まず、光拡散部材5が第2状態に設定されている際に、分光器9によって、個別の試料 $SA2$ に係る第2混合光 L_{M2} が受光され、該第2混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ が測定される。次に、光拡散部材5が第1状態に設定されている際に、分光器9によって、個別の試料 $SA2$ に係る第1混合光 L_{M1} が受光され、該第1混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ が測定される。更に、光拡散部材5が第2状態に

設定されている際に、分光器 9 によって、個別の試料 S A 2 に係る第 2 混合光 L_{M2} が再度受光され、該第 2 混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-1-2}(\lambda)$ が再度測定される。

[0099] これらの測定と並行して、まず、分光器 9 による個別の試料 S m A に係る第 2 混合光 L_{M2} の 1 回目の受光時に、発光制御回路 2 2 によって光源部 2 1 に印加されている順電圧 $V f_{2-1}$ が検出され、該順電圧 $V f_{2-1}$ を示す情報が制御演算部 1 0 に送られる。次に、分光器 9 による個別の試料 S m A に係る第 1 混合光 L_{M1} の受光時に、発光制御回路 2 2 によって光源部 2 1 に印加されている順電圧 $V f_{1-1}$ が検出され、該順電圧 $V f_{1-1}$ を示す情報が制御演算部 1 0 に送られる。更に、分光器 9 による個別の試料 S m A に係る第 2 混合光 L_{M2} の 2 回目の受光時に、発光制御回路 2 2 によって光源部 2 1 に印加されている順電圧 $V f_{2-1-2}$ が検出され、該順電圧 $V f_{2-1-2}$ を示す情報が制御演算部 1 0 に送られる。

[0100] ここで、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ は、順電圧 $V f_{2-1}$ と式 (1) で示される一次関数とが用いられて、式 (3) で近似的に示される。また、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ は、順電圧 $V f_{1-1}$ と式 (1) で示される一次関数とが用いられて、式 (2) で近似的に示される。更に、分光分布 $I_{2-1-2}(\lambda)$ は、順電圧 $V f_{2-1-2}(\lambda)$ と式 (1) で示される一次関数とが用いられて、式 (5) に代わる式 (7) で近似的に示される。

[0101]
$$I_{2-1-2}(\lambda) = (p_{\lambda} \times V f_{2-1-2} + q_{\lambda}) \times \{b_{\lambda} \times R_1(\lambda) + c_{\lambda}\} \cdots$$

(7)。

[0102] ここで、式 (2) では、右辺の 1 つ目の括弧内の式において、順電圧 $V f_{1-1}$ が検出される際における照明光 L_w の分光分布 $I(\lambda)$ が、順電圧 $V f_{1-1}$ と係数 p_{λ} と定数 q_{λ} とによって近似的に示されている。つまり、式 (2) は、照明光 L_w の分光分布 $I(\lambda)$ と分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ との関係を示す第 1 関係式である。また、式 (3) では、右辺の 1 つ目の括弧内の式において、順電圧 $V f_{2-1}$ が検出される際における照明光 L_w の分光分布 $I(\lambda)$ が、順電圧 $V f_{2-1}$ と係数 p_{λ} と定数 q_{λ} とによって近似的に示されている。つまり、式 (3) は、照明

光 L_w の分光分布 $I(\lambda)$ と分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ との関係を示す第2関係式である。更に、式(7)では、右辺の1つ目の括弧内の式において、順電圧 Vf_{2-1-2} が検出される際における照明光 L_w の分光分布 $I(\lambda)$ が、順電圧 Vf_{2-1-2} と係数 p_λ と定数 q_λ とによって近似的に示されている。つまり、式(7)は、照明光 L_w の分光分布 $I(\lambda)$ と分光分布 $I_{2-1-2}(\lambda)$ との関係を示す第3関係式である。

[0103] そして、式(2), (3), (7)のうち、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{2-1-2}(\lambda)$ 、および順電圧 Vf_{1-1} , Vf_{2-1} , Vf_{2-1-2} は、実測で得られる。このため、式(2), (3), (7)は、波長 λ 毎に、係数 p_λ 、定数 q_λ 、および反射率係数 $R_1(\lambda)$ の3つの数値を未知数とする連立方程式として解くことが可能である。

[0104] 具体的には、制御演算部10では、例えば、分光反射率係数算出部164によって、記憶部14内の関係式情報141から式(2), (3), (7)に係る情報が読み出され、記憶部14内の固有係数情報142から係数 a_λ , b_λ , c_λ を示す情報が読み出される。次に、分光反射率係数算出部164によって、実測で得られる分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{2-1-2}(\lambda)$ 、順電圧 Vf_{1-1} , Vf_{2-1} , Vf_{2-1-2} 、および係数 a_λ , b_λ , c_λ が式(2), (3), (7)に適用される。そして、分光反射率係数算出部164によって、波長 λ 毎に、式(2), (3), (7)が解かれることで、試料S m Aの分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される。つまり、式(2), (3), (7)で示される第1～3関係式に基づいて、試料S m Aの分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される。ここで算出される試料S m Aの分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ を示す情報は、記憶部14内の算出結果情報144に記憶される。

[0105] 上述したように、個別の試料S A 2を対象とした個別測定では、基準試料を用いた測定が行われなくても、個別の試料S A 2の測定時における照明光 L_w の分光分布が推定され得る。これにより、照明光 L_w の分光分布の変動に拘わらず、個別の試料S A 2の反射特性が容易に高精度で測定され得る。

[0106] なお、ここでは、光拡散部材5が、第2状態、第1状態、および第2状態

の順に設定され、光拡散部材 5 が各状態に設定されている際に、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1-2}(\lambda)$ の測定と順電圧 Vf_{2-1} , Vf_{1-1} , Vf_{2-1-2} の検出とが行われる例を挙げて説明したが、3 回の測定と 3 回の検出の態様は、これに限られない。

[0107] 例えば、光拡散部材 5 が、第 1 状態、第 2 状態、および第 2 状態の順に設定され、光拡散部材 5 が各状態に設定されている際に、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{2-1-2}(\lambda)$ が測定され、順電圧 Vf_{1-1} , Vf_{2-1} , Vf_{2-1-2} が検出されても良い。また、例えば、光拡散部材 5 が、第 2 状態、第 2 状態、および第 1 状態の順に設定され、光拡散部材 5 が各状態に設定されている際に、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{2-1-2}(\lambda)$, $I_{1-1}(\lambda)$ が測定され、順電圧 Vf_{2-1} , Vf_{2-1-2} , Vf_{1-1} が検出されても良い。

[0108] 但し、光拡散部材 5 が、第 2 状態に続けて 2 回設定されれば、光拡散部材 5 が第 2 状態に 1 回目に設定されている際に検出される順電圧 Vf_{2-1} と、光拡散部材 5 が第 2 状態に 2 回目に設定されている際に検出される順電圧 Vf_{2-1-2} との差が小さくなり得る。従って、光拡散部材 5 が、第 2 状態に続けて 2 回設定されなければ、式(2), (3), (7)の独立性がより担保され、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ の算出精度が向上し得る。

[0109] また、光拡散部材 5 が、第 1 状態、第 2 状態、および第 1 状態の順に設定され、光拡散部材 5 が各状態に設定されている際に、分光器 9 で分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{1-1-2}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路 22 で順電圧 Vf_{1-1} , Vf_{2-1} , Vf_{1-1-2} が検出されても良い。

[0110] この場合、例えば、式(2), (3)および式(7-1)が、波長 λ 毎に、係数 p_λ 、定数 q_λ 、および反射率係数 $R_1(\lambda)$ の 3 つの数値を未知数とする連立方程式として解くことが可能である。式(7-1)は、順電圧 $Vf_{1-1-2}(\lambda)$ と式(1)で示される一次関数とが用いられて、分光分布 $I_{1-1-2}(\lambda)$ を近似的に示す式である。

[0111]
$$I_{1-1-2}(\lambda) = (p_\lambda \times Vf_{1-1-2} + q_\lambda) \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\} \cdots (7-1)$$

- [0112] そこで、制御演算部 10 では、例えば、分光反射率係数算出部 164 によって、波長 λ 毎に、式(2)、(3)、(7-1)が解かれることで分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出され得る。つまり、分光反射率係数算出部 164 が、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-1-2}(\lambda)$ と順電圧 $V_{f1-1}(\lambda)$ 、 $V_{f2-1}(\lambda)$ 、 $V_{f1-1-2}(\lambda)$ とが適用されている 3 つの関係式(2)、(3)、(7-1)に基づき、試料 S m A の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ を算出する。
- [0113] なお、例えば、光拡散部材 5 が、第 2 状態、第 1 状態、および第 1 状態の順に設定され、光拡散部材 5 が各状態に設定されている際に、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-1-2}(\lambda)$ が測定され、順電圧 V_{f2-1} 、 V_{f1-1} 、 V_{f1-1-2} が検出されても良い。また、例えば、光拡散部材 5 が、第 1 状態、第 1 状態、および第 2 状態の順に設定され、光拡散部材 5 が各状態に設定されている際に、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-1-2}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ が測定され、順電圧 V_{f1-1} 、 V_{f1-1-2} 、 V_{f2-1} が検出されても良い。
- [0114] 但し、光拡散部材 5 が、第 1 状態に続けて 2 回設定されれば、光拡散部材 5 が第 1 状態に 1 回目に設定されている際に検出される順電圧 V_{f1-1} と、光拡散部材 5 が第 1 状態に 2 回目に設定されている際に検出される順電圧 V_{f1-1-2} との差が小さくなり得る。従って、光拡散部材 5 が、第 1 状態に続けて 2 回設定されなければ、式(2)、(3)、(7-1)の独立性がより担保され、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ の算出精度が向上し得る。
- [0115] ところで、個別の試料 S A 2 を対象とした個別測定の動作において、光拡散部材 5 が、第 1 状態、第 2 状態、および第 1 状態の順に設定される際にそれぞれ検出される順電圧 V_{f1-1} 、 V_{f2-1} 、 V_{f1-1-2} に殆ど差がない場合があり得る。この場合、例えば、光拡散部材 5 が第 1 状態に 1 回目に設定されている際に検出される順電圧 V_{f1-1} と、光拡散部材 5 が第 1 状態に 2 回目に設定されている際に検出される順電圧 V_{f1-1-2} との差が所定の閾値 V_t 以下となり得る。
- [0116] このとき、順電圧 V_{f1-1} の検出時から順電圧 V_{f1-1-2} の検出時までにおける照明光 L_w の分光分布は一定であるものとみなすことができる。具体的に

は、式(2)、(3)のうちの照明光 L_w の分光分布を近似的に示す関数である($p_\lambda \times V f_{1-1} + q_\lambda$)および($p_\lambda \times V f_{2-1} + q_\lambda$)が一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ を示すものとみなされ得る。つまり、式(2)、(3)は、($p_\lambda \times V f_{1-1} + q_\lambda$)および($p_\lambda \times V f_{2-1} + q_\lambda$)が一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ に置換された式(2-1)、(3-1)とされても良い。

$$\begin{aligned} [0117] \quad I_{1-1}(\lambda) &= I_o(\lambda) \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\} \quad \cdots (2-1) \\ I_{2-1}(\lambda) &= I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\} \quad \cdots (3-1)。 \end{aligned}$$

[0118] 式(2-1)、(3-1)は、波長 λ 毎に、強度 $I_o(\lambda)$ および反射率係数 $R_1(\lambda)$ を未知数とする連立方程式として解くことができる。従って、制御演算部10では、分光反射率係数算出部164によって、波長 λ 毎に、式(2-1)、(3-1)が解かれることで分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出され得る。つまり、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ に基づいて、個別の試料SA2の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出され得る。

[0119] なお、式(3)、(7-1)の($p_\lambda \times V f_{2-1} + q_\lambda$)および($p_\lambda \times V f_{1-1-2} + q_\lambda$)を一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ に置換した式(3-2)、(7-2)とし、波長 λ 毎に、分光分布 $I_o(\lambda)$ および分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ を未知数とする連立方程式として解いて、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出されても良い。つまり、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{1-1-2}(\lambda)$ に基づいて、個別の試料SA2の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出されても良い。

$$\begin{aligned} [0120] \quad I_{2-1}(\lambda) &= I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\} \quad \cdots (3-2) \\ I_{1-1-2}(\lambda) &= I_o(\lambda) \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\} \quad \cdots (7-2)。 \end{aligned}$$

[0121] また、個別の試料SA2を対象とした個別測定の動作において、光拡散部材5が、第2状態、第1状態、および第2状態の順に設定される際にそれぞれ検出される順電圧 $V f_{2-1}$ 、 $V f_{1-1}$ 、 $V f_{2-1-2}$ に殆ど差がない場合があり得る。この場合、例えば、光拡散部材5が第2状態に1回目に設定されている際に検出される順電圧 $V f_{2-1}$ と、光拡散部材5が第2状態に2回目に設定されている際に検出される順電圧 $V f_{2-1-2}$ との差が所定の閾値 V_t 以下となり得る。

[0122] このとき、順電圧 $V f_{2-1}$ の検出時から順電圧 $V f_{2-1-2}$ の検出時までにおける照明光 L_w の分光分布は一定であるものとみなすことができる。具体的には、式(2)、(3)のうちの照明光 L_w の分光分布を近似的に示す関数である($p_\lambda \times V f_{1-1} + q_\lambda$)および($p_\lambda \times V f_{2-1} + q_\lambda$)が一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ を示すものとみなされ得る。つまり、式(2)、(3)は、($p_\lambda \times V f_{1-1} + q_\lambda$)および($p_\lambda \times V f_{2-1} + q_\lambda$)が一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ に置換された式(2-3)、(3-3)とされても良い。

$$[0123] \quad I_{1-1}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\} \quad \dots (2-3)$$

$$I_{2-1}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\} \quad \dots (3-3)。$$

[0124] 式(2-3)、(3-3)は、波長 λ 毎に、強度 $I_o(\lambda)$ および反射率係数 $R_1(\lambda)$ を未知数とする連立方程式として解くことができる。従って、制御演算部 10 では、分光反射率係数算出部 164 によって、波長 λ 毎に、式(2-3)、(3-3)が解かれることで分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出され得る。つまり、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1}(\lambda)$ に基づいて、個別の試料 S A 2 の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出され得る。

[0125] なお、式(2)、(7)の($p_\lambda \times V f_{1-1} + q_\lambda$)および($p_\lambda \times V f_{2-1-2} + q_\lambda$)を一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ に置換した式(2-4)、(7-4)とし、波長 λ 毎に、強度 $I_o(\lambda)$ および反射率係数 $R_1(\lambda)$ を未知数とする連立方程式として解いて、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出されても良い。つまり、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-1-2}(\lambda)$ に基づいて、個別の試料 S A 2 の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出されても良い。

$$[0126] \quad I_{1-1}(\lambda) = I_o \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\} \quad \dots (2-4)$$

$$I_{2-1-2}(\lambda) = I_o \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\} \quad \dots (7-4)。$$

[0127] このように2式からなる連立方程式によって個別の試料 S A 2 の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される構成が採用されれば、順電圧 $V f$ に殆ど変化がない場合にも高精度で一試料 S A 2 の反射特性が測定され得る。

[0128] <(2-3)係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ の求め方>

係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ は、例えば、反射特性測定装置 1 の製造時等において、

以下のような方法によって求められ得る。ここでは、第1基準試料として分光反射率係数 $R_w(\lambda)$ が既知である白色板または白色タイル等が採用され、第2基準試料として分光反射率係数 $R_d(\lambda)$ が既知である光トラップ、黒色板、または黒色タイル等が採用され得る。なお、第1および第2基準試料は、分光反射率係数 $R_w(\lambda)$ 、 $R_d(\lambda)$ の波長依存性が低い無彩色の試料であれば良いが、第1基準試料と第2基準試料との間で、分光反射率係数 $R_w(\lambda)$ 、 $R_d(\lambda)$ が大きく異なれば、係数 a_λ 、 b_λ 、 c_λ の算出精度が向上し得る。

- [0129] 光源部21が定電流駆動で発光している際には、例えば、図6で示されるように、時間経過とともに光源部21に印加される順電圧 V_f が単純に減少し得る。
- [0130] ここで、時刻 T_4 において、被測定位置 P_{m1} に第2基準試料が配置されるとともに光拡散部材5が挿入位置に配置され、分光器9によって第2基準試料に係る第2混合光 L_{M2} が受光される場合を想定する。この場合、時刻 T_4 では、分光器9によって第2基準試料に係る第2混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路22によって光源部21の順電圧 $V_{f_{2d}}$ が検出される。
- [0131] また、時刻 T_4 の前後の時刻で、被測定位置 P_{m1} に第1基準試料が配置されるとともに光拡散部材5が退避位置に配置され、分光器9によって第1基準試料に係る第1混合光 L_{M1} が受光される。そして、時刻 T_4 の前の時刻（例えば、時刻 T_1 ）において、分光器9によって第1基準試料に係る第1混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1w-1}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路22によって光源部21の順電圧 $V_{f_{1w-1}}$ が検出される。一方、時刻 T_4 の後の時刻（例えば、時刻 T_5 ）において、分光器9によって第1基準試料に係る第1混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1w-2}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路22によって光源部21の順電圧 $V_{f_{1w-2}}$ が検出される。
- [0132] また、時刻 T_4 の前後の時刻で、被測定位置 P_{m1} に第1基準試料が配置されるとともに光拡散部材5が侵入位置に配置され、分光器9によって第1基準試料に係る第2混合光 L_{M2} が受光される。そして、時刻 T_4 の前の時刻

(例えば、時刻 T_2) において、分光器 9 によって第 1 基準試料に係る第 2 混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2W-1}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路 22 によって光源部 21 の順電圧 Vf_{2W-1} が検出される。一方、時刻 T_4 の後の時刻 (例えば、時刻 T_6) において、分光器 9 によって第 1 基準試料に係る第 2 混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2W-2}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路 22 によって光源部 21 の順電圧 Vf_{2W-2} が検出される。

[0133] 更に、時刻 T_4 の前後の時刻で、被測定位置 P_{m1} に第 2 基準試料が配置されるとともに光拡散部材 5 が退避位置に配置され、分光器 9 によって第 2 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} が受光される。そして、時刻 T_4 の前の時刻 (例えば、時刻 T_3) において、分光器 9 によって第 2 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1d-1}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路 22 によって光源部 21 の順電圧 Vf_{1d-1} が検出される。一方、時刻 T_4 の後の時刻 (例えば、時刻 T_7) において、分光器 9 によって第 2 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1d-2}(\lambda)$ が測定され、発光制御回路 22 によって光源部 21 の順電圧 Vf_{1d-2} が検出される。

[0134] このような場合に、時刻 T_4 における順電圧 Vf_{2d} が基準順電圧とされれば、時刻 T_4 の前後の時刻 T_1 , T_5 で、第 1 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1W-1}(\lambda)$, $I_{1W-2}(\lambda)$ がそれぞれ測定されている。このため、時刻 T_1 , T_4 , T_5 の順電圧 Vf_{1W-1} , Vf_{2d} , Vf_{1W-2} と、時刻 T_1 , T_5 に係る分光分布 $I_{1W-1}(\lambda)$, $I_{1W-2}(\lambda)$ とに基づく直線近似式 (8) によって、時刻 T_4 における第 1 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1W}(\lambda)$ が算出され得る。ここでは、内挿の演算によって分光分布 $I_{1W}(\lambda)$ が算出され得る。この分光分布 $I_{1W}(\lambda)$ は、仮に時刻 T_4 において被測定位置 P_{m1} に第 1 基準試料が配置されるとともに光拡散部材 5 が退避位置に配置された場合に分光器 9 によって測定されるものと予測される第 1 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布である。

[0135]
$$I_{1W}(\lambda) = \{ I_{1W-1}(\lambda) \times (V_{1W-2} - Vf_{2d}) + I_{1W-2}(\lambda) \times (Vf_{2d} - Vf_{1W-1}) \} / (Vf_{1W-2} - Vf_{1W-1}) \quad \dots (8)。$$

[0136] また、時刻 T_4 の前後の時刻 T_2 , T_6 で、第 1 基準試料に係る第 2 混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2W-1}(\lambda)$, $I_{2W-2}(\lambda)$ がそれぞれ測定されている。このため、時刻 T_2 , T_4 , T_6 の順電圧 Vf_{2W-1} , Vf_{2d} , Vf_{2W-2} と、時刻 T_2 , T_6 に係る分光分布 $I_{2W-1}(\lambda)$, $I_{2W-2}(\lambda)$ とに基づく直線近似式(9)によって、時刻 T_4 における第 1 基準試料に係る第 2 混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2W}(\lambda)$ が算出され得る。ここでは、内挿の演算によって分光分布 $I_{2W}(\lambda)$ が算出され得る。この分光分布 $I_{2W}(\lambda)$ は、仮に時刻 T_4 において被測定位置 P_{m1} に第 1 基準試料が配置されるとともに光拡散部材 5 が侵入位置に配置された場合に分光器 9 によって測定されるものと予測される第 1 基準試料に係る第 2 混合光 L_{M2} の分光分布である。

$$[0137] \quad I_{2W}(\lambda) = \{ I_{2W-1}(\lambda) \times (V_{2W-2} - Vf_{2d}) + I_{2W-2}(\lambda) \times (Vf_{2d} - Vf_{2W-1}) \} / (Vf_{2W-2} - Vf_{2W-1}) \quad \cdots (9).$$

[0138] また、時刻 T_4 の前後の時刻 T_3 , T_7 で、第 2 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1d-1}(\lambda)$, $I_{1d-2}(\lambda)$ がそれぞれ測定されている。このため、時刻 T_3 , T_4 , T_7 の順電圧 Vf_{1d-1} , Vf_{2d} , Vf_{1d-2} と、時刻 T_3 , T_7 に係る分光分布 $I_{1d-1}(\lambda)$, $I_{1d-2}(\lambda)$ とに基づく直線近似式(10)によって、時刻 T_4 における第 2 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1d}(\lambda)$ が算出され得る。ここでは、内挿の演算によって分光分布 $I_{1d}(\lambda)$ が算出され得る。この分光分布 $I_{1d}(\lambda)$ は、仮に時刻 T_4 において被測定位置 P_{m1} に第 2 基準試料が配置されるとともに光拡散部材 5 が退避位置に配置された場合に分光器 9 によって測定されるものと予測される第 2 基準試料に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布である。

$$[0139] \quad I_{1d}(\lambda) = \{ I_{1d-1}(\lambda) \times (V_{1d-2} - Vf_{2d}) + I_{1d-2}(\lambda) \times (Vf_{2d} - Vf_{1d-1}) \} / (Vf_{1d-2} - Vf_{1d-1}) \quad \cdots (10).$$

[0140] ここで、式(2)～(5)と同様に、式(1)で示される一次関数が用いられ、更に時刻 T_4 における順電圧 Vf_{2d} と分光反射率係数 R_w , R_d とが用いられて、時刻 T_4 に係る分光分布 $I_{1W}(\lambda)$, $I_{2W}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$, $I_{2d}(\lambda)$ が、式(11)～(14)で近似的に示される。なお、各式(11)～(14)では、

一定の順電圧 $V f_{2d}$ が採用されるため、照明光 L_w の分光分布 $(p_\lambda \times V f_{2d} + q_\lambda)$ を一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ に置換しても良い。

$$[0141] \quad I_{1w}(\lambda) = (p_\lambda \times V f_{2d} + q_\lambda) \times \{R_w(\lambda) + a_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{R_w(\lambda) + a_\lambda\} \quad \dots (11)$$

$$I_{2w}(\lambda) = (p_\lambda \times V f_{2d} + q_\lambda) \times \{b_\lambda \times R_w(\lambda) + c_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_w(\lambda) + c_\lambda\} \quad \dots (12)$$

$$I_{1d}(\lambda) = (p_\lambda \times V f_{2d} + q_\lambda) \times \{R_d(\lambda) + a_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{R_d(\lambda) + a_\lambda\} \quad \dots (13)$$

$$I_{2d}(\lambda) = (p_\lambda \times V f_{2d} + q_\lambda) \times \{b_\lambda \times R_d(\lambda) + c_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_d(\lambda) + c_\lambda\} \quad \dots (14)。$$

[0142] この4式(11)～(14)は、波長 λ 毎に、強度 $I_o(\lambda)$ および係数 a_λ , b_λ , c_λ の4つの数値を未知数とする連立方程式として解くことが可能である。

[0143] 制御演算部10では、係数算出部161によって、式(8)～(10)に基づいて分光分布 $I_{1w}(\lambda)$, $I_{2w}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$ が算出される。更に、係数算出部161によって、記憶部14内の関係式情報141から4式(11)～(14)の情報が読み出され、該4式に実測および算出によって得られる分光分布 $I_{1w}(\lambda)$, $I_{2w}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$, $I_{2d}(\lambda)$ が適用される。そして、係数算出部161によって、波長 λ 毎に、式(11)～(14)が解かれることで係数 a_λ , b_λ , c_λ が算出され得る。ここで、算出される係数 a_λ , b_λ , c_λ を示す固有係数情報142が、例えば、記憶部14に記憶される。

[0144] なお、ここでは、分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が実測によって得られたが、これに限られない。例えば、時刻 T_4 では分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が実測されず、時刻 T_4 の前後の時刻で、第2基準試料に係る第2混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2d-1}(\lambda)$, $I_{2d-2}(\lambda)$ がそれぞれ測定され、いわゆる内挿の演算によって、分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が算出されても良い。この場合、時刻 T_4 における順電圧 $V f_{2d}$ と、分光分布 $I_{2d-1}(\lambda)$ 測定時の順電圧 $V f_{2d-1}$ と、分光分布 $I_{2d-2}(\lambda)$ 測定時の順電圧 $V f_{2d-2}$ と、分光分布 $I_{2d-1}(\lambda)$, $I_{2d-2}(\lambda)$ とに基づく直線近似式(15)によって、分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が算出され得る。

[0145] $I_{2d}(\lambda) = \{ I_{2d-1}(\lambda) \times (V_{2d-2} - V_{f_{2d}}) + I_{2d-2}(\lambda) \times (V_{f_{2d}} - V_{f_{2d-1}}) \} / (V_{f_{2d-2}} - V_{f_{2d-1}}) \cdots (15)$ 。

[0146] このようにして、分光分布 $I_{1w}(\lambda)$, $I_{2w}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$, $I_{2d}(\lambda)$ の全てが、内挿の演算によって算出されても良い。また、分光分布 $I_{1w}(\lambda)$, $I_{2w}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$, $I_{2d}(\lambda)$ のうちの何れか1つが実測によって得られ、その他の分光分布が内挿または外挿の演算によって算出されても良い。

[0147] <(3)反射特性測定装置の動作>

<(3-1)連続測定の動作フロー>

図7は、反射特性測定装置1における連続測定の動作フローを例示するフローチャートである。本動作フローは、制御演算部10の制御によって実行され得る。例えば、反射特性測定装置1に試料配列シートSA1が配置された状態で、オペレータによる操作部11の操作に応じて、本動作フローが開始されて、ステップS1に進む。なお、本動作フローが開始される際には、光拡散部材5が侵入位置に配置されている。

[0148] ステップS1では、制御演算部10によって試料配列シートSA1における先頭の試料Sm1の上に測定器30が配置される。

[0149] ステップS2では、点灯制御部166の制御によって光源部21が定電流駆動で点灯される。

[0150] ステップS3では、分光器9によって試料Sm1に係る第2混合光 L_{M2} が受光され、該第2混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって試料Sm1に係る第2混合光 L_{M2} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 $V_{f_{2-1}}$ が測定される。このとき、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ および順電圧 $V_{f_{2-1}}$ を示す情報は、制御演算部10に送られる。

[0151] ステップS4では、駆動制御部165の制御によって光拡散部材5が移動して退避位置に配置される。

[0152] ステップS5では、制御演算部10によってn個の試料Sm1～Smnについての走査が開始される。

- [0153] ステップS 6では、分光器9によって試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ に係る第1混合光 L_{M1} が順に受光され、該第1混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1-1}(\lambda) \sim I_{1-n}(\lambda)$ が順に測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって各試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ に係る第1混合光 L_{M1} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 $V_{f1-1} \sim V_{f1-n}$ が順に測定される。このとき、分光分布 $I_{1-1}(\lambda) \sim I_{1-n}(\lambda)$ および順電圧 $V_{f1-1} \sim V_{f1-n}$ を示す情報は、制御演算部10に送られる。
- [0154] ステップS 7では、制御演算部10によってn個の試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ についての走査が終了される。
- [0155] ステップS 8では、駆動制御部165の制御によって光拡散部材5が移動して侵入位置に配置される。
- [0156] ステップS 9では、分光器9によって試料 S_{mn} に係る第2混合光 L_{M2} が受光され、該第2混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-n}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって試料 S_{mn} に係る第2混合光 L_{M2} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 V_{f2-n} が測定される。このとき、分光分布 $I_{2-n}(\lambda)$ および順電圧 V_{f2-n} を示す情報は、制御演算部10に送られる。
- [0157] ステップS 10では、点灯制御部166の制御によって光源部21が消灯される。
- [0158] ステップS 11では、近似関数導出部162によって、順電圧 V_f を用いた近似関数が導出される。このとき、近似関数導出部162によって、ステップS 3, S 6, S 9で得られた分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{1-n}(\lambda)$, $I_{2-n}(\lambda)$ 、順電圧 $V_{f1-1}(\lambda)$, $V_{f2-1}(\lambda)$, $V_{f1-n}(\lambda)$, $V_{f2-n}(\lambda)$ 、および係数 a_λ , b_λ , c_λ が4式(2)~(5)に適用される。そして、近似関数導出部162によって、波長 λ 毎に、式(2)~(5)が解かれることで、係数 p_λ および定数 q_λ が算出される。
- [0159] ステップS 12では、分光分布推定部163によって、ステップS 11で算出された係数 p_λ および定数 q_λ ならびにステップS 6で検出された順電圧

$V_{f_{1-i}}$ ($i = 1 \sim n$) が式(6)に適用されることで、順電圧 $V_{f_{1-i}}$ の検出時における照明光 L_w の推定分光分布が算出される。更に、分光反射率係数算出部 164 によって、係数 a_λ が式(6)に適用され、波長 λ 毎に、ステップ S6 で測定された分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ が適用されて、試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の反射率係数 $R_1(\lambda) \sim R_n(\lambda)$ が算出される。すなわち、試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の分光反射率係数 $R_1(\lambda) \sim R_n(\lambda)$ が算出される。

[0160] ステップ S13 では、分光反射率係数算出部 164 によって、ステップ S12 で算出された試料 $S_{m1} \sim S_{mn}$ の分光反射率係数 $R_1(\lambda) \sim R_n(\lambda)$ を示す情報が、記憶部 14 内の算出結果情報 144 に記憶される。このとき、分光反射率係数 $R_1(\lambda) \sim R_n(\lambda)$ を示す情報が表示部 12 に可視的に出力されても良い。

[0161] <(3-2)個別測定の動作フロー>

図8は、反射特性測定装置1における個別測定の動作フローを例示するフローチャートである。本動作フローは、制御演算部10の制御によって実行され得る。例えば、反射特性測定装置1に個別の試料SA2が配置された状態で、オペレータによる操作部11の操作に応じて、本動作フローが開始され、ステップS21に進む。なお、本動作フローが開始される際には、光拡散部材5が侵入位置に配置されている。

[0162] ステップS21では、オペレータによって個別の試料SA2の上に測定器30が配置され、操作部11の操作によってステップS22以降のフローが開始される。

[0163] ステップS22では、点灯制御部166の制御によって光源部21が定電流駆動で点灯される。

[0164] ステップS23では、分光器9によって個別の試料SA2に係る第2混合光 L_{M2} が受光され、該第2混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって個別の試料SA2に係る第2混合光 L_{M2} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 $V_{f_{2-1}}$ が測定される。このとき、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ および順電圧 $V_{f_{2-1}}$

を示す情報は、制御演算部 10 に送られる。

[0165] ステップ S 24 では、駆動制御部 165 の制御によって光拡散部材 5 が移動して退避位置に配置される。

[0166] ステップ S 25 では、分光器 9 によって個別の試料 S A 2 に係る第 1 混合光 L_{M1} が受光され、該第 1 混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路 22 によって、分光器 9 によって個別の試料 S A 2 に係る第 1 混合光 L_{M1} が受光される際に光源部 21 に印加されている順電圧 V_{f1-1} が測定される。このとき、分光分布 $I_{1-1}(\lambda)$ および順電圧 V_{f1-1} を示す情報は、制御演算部 10 に送られる。

[0167] ステップ S 26 では、駆動制御部 165 の制御によって光拡散部材 5 が移動して侵入位置に配置される。

[0168] ステップ S 27 では、分光器 9 によって個別の試料 S A 2 に係る第 2 混合光 L_{M2} が再度受光され、該第 2 混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2-1-2}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路 22 によって、分光器 9 によって個別の試料 S A 2 に係る第 2 混合光 L_{M2} が再度受光される際に光源部 21 に印加されている順電圧 V_{f2-1-2} が測定される。このとき、分光分布 $I_{2-1-2}(\lambda)$ および順電圧 V_{f2-1-2} を示す情報は、制御演算部 10 に送られる。

[0169] ステップ S 28 では、点灯制御部 166 の制御によって光源部 21 が消灯される。

[0170] ステップ S 29 では、制御演算部 10 によって、ステップ S 23 で検出された順電圧 V_{f2-1} とステップ S 27 で検出された順電圧 V_{f2-1-2} との差、すなわち順電圧 V_f の変化量が、閾値 V_t を超えているか否かが判定される。順電圧 V_f の変化量が閾値 V_t を超えていれば、ステップ S 30 に進み、順電圧 V_f の変化量が閾値 V_t 以下であれば、ステップ S 31 に進む。

[0171] ステップ S 30 では、分光反射率係数算出部 164 によって、個別の試料 S A 2 の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される。具体的には、ステップ S 23, S 25, S 27 で得られた分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$, $I_{1-1}(\lambda)$, $I_{2-1-2}(\lambda)$ および順電圧 V_{f2-1} , V_{f1-1} , V_{f2-1-2} 、ならびに係数 a_λ , b_λ , c_λ

が式(2), (3), (7)に適用されて、波長 λ 毎に、式(2), (3), (7)が解かれる。これにより、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される。

[0172] ステップS31では、分光反射率係数算出部164によって、個別の試料SA2の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される。具体的には、例えば、波長 λ 毎に、式(2-1), (3-1)が解かれる。これにより、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出される。

[0173] ステップS32では、分光反射率係数算出部164によって、ステップS30またはステップS31で算出された個別の試料SA2の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ を示す情報が、記憶部14内の算出結果情報144に記憶される。このとき、分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ を示す情報が表示部12に可視的に出力されても良い。

[0174] <(3-3)係数 a_λ , b_λ , c_λ の決定に係る動作フロー>

図9および図10は、反射特性測定装置1における係数 a_λ , b_λ , c_λ の決定に係る動作フローを例示するフローチャートである。本動作フローは、制御演算部10の制御によって実行され得る。例えば、オペレータによる操作部11の操作に応じて、本動作フローが開始されて、ステップS41に進む。なお、本動作フローが開始される際には、光拡散部材5が退避位置に配置されている。

[0175] ステップS41では、点灯制御部166の制御によって光源部21が定電流駆動で点灯される。

[0176] ステップS42では、分光反射率係数 $R_w(\lambda)$ が既知の第1基準試料としての白色板上へ測定器30が配置される。

[0177] ステップS43では、分光器9によって白色板に係る第1混合光 L_{M1} が受光され、該第1混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1W-1}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって白色板に係る第1混合光 L_{M1} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 V_{f1W-1} が測定される。このとき、分光分布 $I_{1W-1}(\lambda)$ および順電圧 V_{f1W-1} を示す情報は、制御演算部10に送られる。

- [0178] ステップS 4 4 では、駆動制御部 1 6 5 の制御によって光拡散部材 5 が移動して侵入位置に配置される。
- [0179] ステップS 4 5 では、分光器 9 によって白色板に係る第 2 混合光 L_{M2} が受光され、該第 2 混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2W-1}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路 2 2 によって、分光器 9 によって白色板に係る第 2 混合光 L_{M2} が受光される際に光源部 2 1 に印加されている順電圧 $V f_{2W-1}$ が測定される。このとき、分光分布 $I_{2W-1}(\lambda)$ および順電圧 $V f_{2W-1}$ を示す情報は、制御演算部 1 0 に送られる。
- [0180] ステップS 4 6 では、分光反射率係数 $R_d(\lambda)$ が既知の第 2 基準試料としての光トラップに測定器 3 0 が配置される。
- [0181] ステップS 4 7 では、駆動制御部 1 6 5 の制御によって光拡散部材 5 が移動して退避位置に配置される。
- [0182] ステップS 4 8 では、分光器 9 によって光トラップに係る第 1 混合光 L_{M1} が受光され、該第 1 混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1d-1}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路 2 2 によって、分光器 9 によって光トラップに係る第 1 混合光 L_{M1} が受光される際に光源部 2 1 に印加されている順電圧 $V f_{1d-1}$ が測定される。このとき、分光分布 $I_{1d-1}(\lambda)$ および順電圧 $V f_{1d-1}$ を示す情報は、制御演算部 1 0 に送られる。
- [0183] ステップS 4 9 では、駆動制御部 1 6 5 の制御によって光拡散部材 5 が移動して侵入位置に配置される。
- [0184] ステップS 5 0 では、分光器 9 によって光トラップに係る第 2 混合光 L_{M2} が受光され、該第 2 混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路 2 2 によって、分光器 9 によって光トラップに係る第 2 混合光 L_{M2} が受光される際に光源部 2 1 に印加されている順電圧 $V f_{2d}$ が測定される。このとき、分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ および順電圧 $V f_{2d}$ を示す情報は、制御演算部 1 0 に送られる。
- [0185] ステップS 5 1 では、分光反射率係数 $R_w(\lambda)$ が既知の第 1 基準試料としての白色板上へ測定器 3 0 が配置される。

- [0186] 図10のステップS52では、駆動制御部165の制御によって光拡散部材5が移動して退避位置に配置される。
- [0187] ステップS53では、分光器9によって白色板に係る第1混合光 L_{M1} が受光され、該第1混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1W-2}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって白色板に係る第1混合光 L_{M1} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 V_{f1W-2} が測定される。このとき、分光分布 $I_{1W-2}(\lambda)$ および順電圧 V_{f1W-2} を示す情報は、制御演算部10に送られる。
- [0188] ステップS54では、駆動制御部165の制御によって光拡散部材5が移動して侵入位置に配置される。
- [0189] ステップS55では、分光器9によって白色板に係る第2混合光 L_{M2} が受光され、該第2混合光 L_{M2} に係る分光分布 $I_{2W-2}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって白色板に係る第2混合光 L_{M2} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 V_{f2W-2} が測定される。このとき、分光分布 $I_{2W-2}(\lambda)$ および順電圧 V_{f2W-2} を示す情報は、制御演算部10に送られる。
- [0190] ステップS56では、分光反射率係数 $R_d(\lambda)$ が既知の第2基準試料としての光トラップに測定器30が配置される。
- [0191] ステップS57では、駆動制御部165の制御によって光拡散部材5が移動して退避位置に配置される。
- [0192] ステップS58では、分光器9によって光トラップに係る第1混合光 L_{M1} が受光され、該第1混合光 L_{M1} に係る分光分布 $I_{1d-2}(\lambda)$ が測定される。また、発光制御回路22によって、分光器9によって光トラップに係る第1混合光 L_{M1} が受光される際に光源部21に印加されている順電圧 V_{f1d-2} が測定される。このとき、分光分布 $I_{1d-2}(\lambda)$ および順電圧 V_{f1d-2} を示す情報は、制御演算部10に送られる。
- [0193] ステップS59では、点灯制御部166の制御によって光源部21が消灯される。

- [0194] ステップS60では、係数算出部161によって、ステップS50で得られた基準順電圧としての順電圧 V_{f2d} に対応する分光分布 $I_{1w}(\lambda)$, $I_{2w}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$ が式(8)~(10)に基づく内挿の演算によって算出される。
- [0195] ステップS61では、係数算出部161によって、4式(11)~(14)の連立方程式が用いられて係数 a_λ , b_λ , c_λ が算出される。
- [0196] ステップS62では、係数算出部161によって、ステップS61で算出された係数 a_λ , b_λ , c_λ を示す固有係数情報142が、記憶部14に記憶される。
- [0197] <(4)一実施形態のまとめ>

以上のように、一実施形態に係る反射特性測定装置1では、光源部21は点灯直後の温度上昇によって放射する照明光 L_w の分光分布に大きな変化を生じるが、順電圧 V_f を用いた近似関数によって試料の測定時に対応する照明光 L_w の分光分布が推定される。このため、連続測定および個別測定の何れであっても、照明光 L_w の分光分布を推定するために白色板等といった基準試料を測定する必要がない。従って、照明光 L_w の分光分布の変動に拘わらず、簡易な構成で、試料の反射特性に係る種々の態様の測定が高精度で迅速に行われ得る。

- [0198] <(5)変形例>

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良等が可能である。

- [0199] ◎例えば、上記一実施形態では、光源部21が定電流駆動で発光している際に、例えば、図6で示されるように、時間経過とともに光源部21に印加される順電圧 V_f が単純に減少する場合について、係数 a_λ , b_λ , c_λ の求め方が示されたが、これに限られない。
- [0200] 例えば、光源部21による照明光 L_w の放射が所定時間（例えば10分）維持されることで、光源部21に印加される順電圧 V_f が、時間経過に拘わらず、殆ど変化せずに略一定の電圧となる期間が生じる。この期間において、分光器9により、第1基準試料について第1混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1w}(\lambda)$

および第2混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2W}(\lambda)$ が測定され、第2基準試料について第1混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1d}(\lambda)$ および第2混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2d}(\lambda)$ が測定されて、係数 a_λ , b_λ , c_λ が算出されても良い。

[0201] 具体的には、光源部21の順電圧 V_f が安定した状態では、式(1)で与えられる照明光 L_W の分光分布は変化しないため、一定の分光分布 $I_o(\lambda)$ とすることができる。そして、この場合、分光分布 $I_{1W}(\lambda)$, $I_{2W}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$, $I_{2d}(\lambda)$ は、式(16)~(19)で近似的に示される。

$$[0202] \quad I_{1W} = (p_\lambda \times V_f + q_\lambda) \times \{R_W(\lambda) + a_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{R_W(\lambda) + a_\lambda\} \quad \dots (16)$$

$$I_{2W} = (p_\lambda \times V_f + q_\lambda) \times \{b_\lambda \times R_W(\lambda) + c_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_W(\lambda) + c_\lambda\} \quad \dots (17)$$

$$I_{1d} = (p_\lambda \times V_f + q_\lambda) \times \{R_d(\lambda) + a_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{R_d(\lambda) + a_\lambda\} \quad \dots (18)$$

$$I_{2d} = (p_\lambda \times V_f + q_\lambda) \times \{b_\lambda \times R_d(\lambda) + c_\lambda\} = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_d(\lambda) + c_\lambda\} \quad \dots (19)。$$

[0203] この4式(16)~(19)は、波長 λ 毎に、分光分布 $I_o(\lambda)$ および係数 a_λ , b_λ , c_λ の4つの数値を未知数とする連立方程式として解くことが可能である。

[0204] 制御演算部10では、係数算出部161によって、記憶部14内の関係式情報141から4式(16)~(19)の情報が読み出され、該4式に実測によって得られた分光分布 $I_{1W}(\lambda)$, $I_{2W}(\lambda)$, $I_{1d}(\lambda)$, $I_{2d}(\lambda)$ および既知の分光反射率係数 R_W , R_d が適用される。そして、波長 λ 毎に、式(16)~(19)が解かれることで係数 a_λ , b_λ , c_λ が算出され得る。ここで、算出される係数 a_λ , b_λ , c_λ は、例えば、固有係数情報142として記憶部14に記憶される。

[0205] このような構成によれば、係数 a_λ , b_λ , c_λ を求めるための測定回数ならびに演算量が低減されるため、係数 a_λ , b_λ , c_λ が容易に求められ得る。

[0206] ◎また、上記一実施形態では、光源部21として白色LEDが採用されて

いたが、これに限られず、例えば、放射光の分光分布が異なる 2 以上のタイプの LED が組み合わされたものが採用されても良い。

[0207] 具体的には、例えば、光源部 21 として、図 11 の曲線 C_w で示される波長に対する相対強度の分布を有する白色光を放射する白色 LED と、図 11 の曲線 C_p で示される波長に対する相対強度の分布を有する紫色光を放射する紫色 LED とが組み合わされたものが採用されても良い。より詳細には、例えば、白色 LED が、青色発光と青色発光によって励起される黄色蛍光とで白色光を放射し、紫色 LED が、該白色光が殆ど強度を有しない $400 \sim 450 \text{ nm}$ の波長域に強度を有する紫色光を放射する例が挙げられる。

[0208] 上記構成が採用されれば、装置の製造コストの上昇が極力回避されつつ、可視光線に係る全波長帯域について各試料の分光反射特性が迅速かつ高精度に測定され得る。

[0209] なお、上記構成が採用される場合、上記一実施形態と同様な方法で、各 LED を個別に点灯させた測定によって LED 毎の係数 a_λ , b_λ , c_λ が求められれば良い。

[0210] 連続測定では、例えば、試料 R_{m1} , R_{mn} を対象として各色 LED を個別に点灯させた測定と、式(2)~(5)の利用とにより、各 LED について係数 p_λ 、定数 q_λ 、および分光反射率係数 $R_1(\lambda)$, $R_n(\lambda)$ が算出されれば良い。そして、各 LED について式(1)に基づいて各試料 R_{mi} ($i = 1 \sim n$) の測定時における各色光の推定分光分布が算出され、該各色光の推定分光分布の和が式(6)の右辺の 1 つ目の括弧内に適用されれば良い。このとき、両色 LED が点灯されつつ測定された各試料 R_{mi} に係る第 1 混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ が式(6)の左辺に適用されることで、波長 λ 毎に試料 R_{mi} に係る分光反射率係数 $R_i(\lambda)$ が算出され得る。

[0211] また、個別測定では、例えば、個別の試料 R_{mA} を対象として各 LED を個別に点灯させた測定と、式(2), (3), (7)の利用とにより、LED 毎に係数 p_λ 、定数 q_λ 、および分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出されれば良い。そして、各 LED について、式(1)に基づいて試料 R_{mA} の測定時における各色

光の推定分光分布が算出され、該各色光の推定分光分布の和が式(2)の右辺の1つ目の括弧内に適用され、各色光による第1混合光 L_{M1} の分光分布の和が式(2)の左辺に適用されることで、個別の試料 $R_{m A}$ の分光反射率係数 $R_1(\lambda)$ が算出されれば良い。

[0212] ◎また、上記一実施形態では、連続測定において、複数の試料 $R_{m1} \sim R_{mn}$ のうちの1番目の試料 R_{m1} と n 番目の試料 R_{mn} とが対象とされて、光拡散部材5が侵入位置に配置されつつ第2混合光 L_{M2} の分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ が測定されたが、これに限られない。例えば、分光分布 $I_{2-1}(\lambda)$ 、 $I_{2-n}(\lambda)$ の代わりに、複数の試料 $R_{m1} \sim R_{mn}$ のうちの任意の2つの x 番目と y 番目の試料 R_{mx} 、 R_{my} が対象とされて、光拡散部材5が侵入位置に配置されつつ第2混合光 L_{M1} の分光分布 $I_{2-x}(\lambda)$ 、 $I_{2-y}(\lambda)$ が測定されても良い。

[0213] この構成によっても、各試料 R_{mi} ($i = 1 \sim n$) の反射特性の測定時における照明光 L_w の分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ を近似的に示す順電圧 V_{f1-i} の一次関数が決定され得る。このため、複数の試料 $R_{m1} \sim R_{mn}$ についての分光分布 $I_{1-1}(\lambda) \sim I_{1-n}(\lambda)$ の測定が連続的に高速で行われても、各試料 R_{mi} の測定時において検出される順電圧 V_{f1-i} によって各試料 R_{mi} の測定時における照明光 L_w の分光分布 $I_{1-i}(\lambda)$ が推定され得る。

[0214] ◎また、上記一実施形態では、光拡散部材5として、拡散板が用いられたが、これに限られない。例えば、光拡散部材5として、ポリマー分散型液晶素子(PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal)が採用されても良い。ポリマー分散型液晶素子は、電圧の印加が停止されることで拡散板と同様な機能を果たし、電圧の印加によって光の透過が可能なガラスの様な機能を果たす。従って、光拡散部材5としてポリマー分散型液晶素子が採用される場合には、光拡散部材5を移動させるための回転駆動部51、回転軸51r、および棒状の腕部53等が不要となる。このため、装置の小型化と製造コストの低減とが図られ得る。

[0215] ◎また、上記一実施形態では、光拡散部材5の略全体が拡散板によって構

成され、回転駆動部 5 1、回転軸 5 1 r、および棒状の腕部 5 3 によって光拡散部材 5 が、侵入位置および退避位置の間を移動したが、これに限られない。例えば、光拡散部材 5 の一部が光を拡散させる光拡散部で構成され、光拡散部材 5 の姿勢の変更により、被測定試料の表面からレンズ部 6 および反射鏡 7 を介して分光器 9 に至る光路上から光拡散部が退避されている第 1 状態と、該光路上に光拡散部が配置されている第 2 状態との間で光拡散部材の状態が選択的に設定されても良い。

[0216] 具体的には、図 1 2 および図 1 3 で示されるように、上記一実施形態に係る反射特性測定装置 1 のうち、光拡散部材 5 が光拡散部材 5 A に置換され、回転駆動部 5 1 と回転軸 5 1 r と棒状の腕部 5 3 とが回転駆動部 5 1 A と回転軸 5 1 r A とに置換された第 1 変形例に係る反射特性測定装置 1 A が採用されても良い。なお、これらの置換により、測定器 3 0 が測定器 3 0 A に置換される。

[0217] 光拡散部材 5 A は、例えば、図 1 2 ~ 図 1 4 で示されるように、例えば、回転駆動部 5 1 A の回転軸 5 1 r A に対して固定されている。回転駆動部 5 1 A は、例えば、ステッピングモータ等であれば良く、制御演算部 1 0 からの制御信号に応じた駆動制御回路 5 2 による制御によって回転軸 5 1 r A を回転させる。

[0218] 詳細には、光拡散部材 5 A は、透明な直方体状の部材であり、回転駆動部 5 1 A によって、被測定試料の表面から反射鏡 7 に至る光路の延在方向に平行な 2 面の中心を通る軸 A r 1 を中心として回転する。また、光拡散部材 5 A は、軸 A r 1 が通らない 4 面のうちの 1 面が拡散面 5 d となっており、他の 3 面は平滑面 5 t となっている。拡散面 5 d は、入射される光を拡散させる光拡散部として機能する。そして、図 1 4 および図 1 5 で示されるように、光拡散部材 5 A が、 $\pm 90^\circ$ の回転により、被測定試料の表面に対して、平滑面 5 t が対向する第 1 状態と、拡散面 5 d が対向する第 2 状態とに選択的に設定される。

[0219] より具体的には、図 1 4 には、被測定試料の表面に対して平滑面 5 t が対

向している光拡散部材 5 A の第 1 状態が示されている。この第 1 状態では、光拡散部としての拡散面 5 d が、被測定試料の表面からレンズ部 6 および反射鏡 7 を介して分光器 9 に至る光路上から退避されている。また、図 15 には、被測定試料の表面に対して拡散面 5 d が対向している光拡散部材 5 A の第 2 状態が示されている。

[0220] 上記構成では、光拡散部材 5 A が、その中心を通る軸 A r 1 を中心として回転する構成が採用されている。このため、光拡散部材 5 A を回転させるために必要な回転モーメントは、上記一実施形態において回転駆動部 5 1 と回転軸 5 1 r と棒状の腕部 5 3 とによって光拡散部材 5 を侵入位置と退避位置との間で移動させるために必要な回転モーメントよりも顕著に小さい。

[0221] 従って、回転駆動部 5 1 A には、低トルクの小型のモータが適用されても良く、回転駆動部 5 1 A の小型化を通じて、反射特性測定装置 1 A の小型化、製造コストの低減、ならびに消費電力の低減等が図られ得る。

[0222] また、上記一実施形態の構成では被測定試料の表面からレンズ部 6 と反射鏡 7 とを介して分光器 9 に至る光路上から光拡散部材 5 が完全に退避されるのに対し、本変形例に係る構成では、該光路上から光拡散部材 5 A の一部である拡散面 5 d が退避されれば良い。このため、測定器 30 A の小型化を通じて、反射特性測定装置 1 A の小型化が図られ得る。

[0223] ところで、光拡散部材 5 A および該光拡散部材 5 A の回転の中心となる軸 A r 1 については、その他の態様が採用されても良い。

[0224] 例えば、図 16 には、光拡散部材 5 A および軸 A r 1 の代わりに光拡散部材 5 B および軸 A r 2 が採用されている例が示されている。光拡散部材 5 B は、光拡散部材 5 A と同様に、透明な直方体状の部材であり、拡散面 5 d である 1 面と、平滑面 5 t である 5 面とを有する。また、光拡散部材 5 B は、光拡散部材 5 B の斜め上方の第 1 辺の中点 P c 1 と、光拡散部材 5 B において第 1 辺と対向し且つ斜め下方の第 2 辺の中点 P c 2 とを通る軸 A r 2 を中心として回転する。そして、光拡散部材 5 B が、軸 A r 2 を中心として $\pm 180^\circ$ の回転により、被測定試料の表面に対して平滑面 5 t が対向する第 1

状態と、被測定試料の表面に対して拡散面 5 d が対向する第 2 状態とに選択的に設定される。

[0225] また、図 1 7 には、光拡散部材 5 A および軸 A r 1 の代わりに光拡散部材 5 C および軸 A r 3 が採用されている例が示されている。光拡散部材 5 C は、光拡散部材 5 A と同様に、透明な直方体状の部材であり、拡散面 5 d である 1 面と、平滑面 5 t である 5 面とを有する。また、光拡散部材 5 C は、光拡散部材 5 C の斜め上方の第 1 角部 P c 3 と、光拡散部材 5 C において第 1 角部 P c 3 と対向し且つ斜め下方の第 2 角部 P c 4 とを通る軸 A r 3 を中心として回転する。そして、光拡散部材 5 C が、軸 A r 2 を中心として $\pm 120^\circ$ の回転により、被測定試料の表面に対して平滑面 5 t が対向する第 1 状態と、被測定試料の表面に対して拡散面 5 d が対向する第 2 状態とに選択的に設定される。

[0226] 光拡散部材 5 B では、回転の中心となる軸 A r 2 が、被測定試料の表面から反射鏡 7 に至る光路の延在方向に対して 45° を成している。また、光拡散部材 5 C では、回転の中心となる軸 A r 3 が、被測定試料の表面から反射鏡 7 に至る光路の延在方向に対して 54.7° を成している。このため、光拡散部材 5 B および光拡散部材 5 C を回転させる回転駆動部 5 1 A および回転軸 5 1 r A を、複数の反射部 3 と干渉しないように配置することが可能となる。

[0227] なお、図 1 8 には、光拡散部材 5 B が、該光拡散部材 5 B の斜め上方の中心 P c 1 において回転軸 5 1 r A に対して固定され、回転駆動部 5 1 A によって光拡散部材 5 B が回転可能に構成されている一構成例が示されている。

[0228] ◎また、上記一実施形態では、被測定試料の表面の法線（ここでは、軸 P x 1）に対して $40 \sim 50^\circ$ 傾けられている仮想面に沿って透過光 L_{WT} が被測定試料の表面に照射されたが、これに限られない。例えば、 $40 \sim 50^\circ$ の代わりに、その周辺のその他の角度が採用されても良い。

[0229] ◎なお、上記一実施形態および各種変形例をそれぞれ構成する全部または一部を、適宜、矛盾しない範囲で組み合わせ可能であることは、言うまでも

ない。

符号の説明

- [0230] 1, 1 A 反射特性測定装置
- 2 照明部
- 3 反射部
- 4 部分反射部
- 5, 5 A ~ 5 C 光拡散部材
- 5 d 拡散面
- 5 t 平滑面
- 9 分光器
- 10 制御演算部
- 14 記憶部
- 16 制御部
- 21 光源部
- 22 発光制御回路
- 30, 30 A 測定器
- 40 光学部
- 51, 51 A 回転駆動部
- 52 駆動制御回路
- 161 係数算出部
- 162 近似関数導出部
- 163 分光分布推定部
- 164 分光反射率係数算出部
- 165 駆動制御部
- 166 点灯制御部
- 167 電圧検出制御部

請求の範囲

[請求項1]

定電流駆動によって照明光を放射する半導体発光素子と、該半導体発光素子の順電圧を検出する検出部とを有する照明部と、

前記照明光が試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とを第1比率で混合して第1混合光を出力し、前記反射光と前記照明光とを前記第1比率とは異なる第2比率で混合して第2混合光を出力する混合部と、

前記照明光が第1試料の表面で反射することで生じる第1反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光の第1受光によって該第1混合光に係る第1分光分布を測定し、前記第1反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光の第2受光によって該第2混合光に係る第2分光分布を測定し、前記照明光が第2試料の表面で反射することで生じる第2反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光の第3受光によって該第1混合光に係る第3分光分布を測定し、前記第2反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光の第4受光によって該第2混合光に係る第4分光分布を測定する測定部と、

前記検出部によって検出される第5順電圧が前記半導体素子に印加されている際に前記照明光が照射されている第3試料の分光反射率係数を算出する演算部と、を備え、

前記検出部が、

前記測定部によって前記第1受光が行われる際に前記半導体発光素子の第1順電圧を検出し、前記測定部によって前記第2受光が行われる際に前記半導体発光素子の第2順電圧を検出し、前記測定部によって前記第3受光が行われる際に前記半導体発光素子の第3順電圧を検出し、前記測定部によって前記第4受光が行われる際に前記半導体発

光素子の第4順電圧を検出し、

前記演算部が、

前記第1から第4順電圧と前記第1から第4分光分布とに基づいて、前記順電圧を独立変数とする前記照明光の分光分布を近似的に示す一次関数を導出し、前記第5順電圧を前記一次関数に適用することで、前記検出部によって前記第5順電圧が検出される際における前記照明光の推定分光分布を算出し、該推定分光分布を用いて前記分光反射率係数を算出することを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項2]

請求項1に記載の反射特性測定装置であって、

前記混合部が、

光を拡散させる拡散部を含む拡散部材を有するとともに、前記第1から第3試料が順に配置される被測定位置と前記拡散部材との間に配置され、前記照明光の一部を反射して前記拡散部に入射させ、前記照明光の残余の部分を透過させて前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面に照射させる部分反射鏡を有し、更に、前記拡散部材の状態を、前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面から前記測定部に至る光路上から前記拡散部が退避されている第1状態と、前記光路上に前記拡散部が配置されている第2状態とに選択的に設定する状態変更部を有することを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項3]

請求項2に記載の反射特性測定装置であって、

前記照明部が、

前記被測定位置に順に配置される前記第1から第3試料の表面の法線に対して 40° 以上であり且つ 50° 以下の範囲で傾けられている仮想面に沿って前記照明光を前記被測定位置に順に配置される前記第1から第3試料の表面に照射し、

前記測定部が、

前記照明光のうちの前記被測定位置に順に配置される前記第1から

第3試料の表面において前記法線に沿って反射する光を受光し、

前記拡散部材が前記第2状態に設定されている場合、前記部分反射鏡のうちの前記照明光が入射される第1入射面が基準とされて、前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面と、前記拡散部のうちの前記被測定位置に順に配置される前記第1および第2試料の表面に対向する第2入射面とが、面对称の関係にあることを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項4] 請求項1から請求項3の何れか1つの請求項に記載の反射特性測定装置であって、

前記一次関数が、

前記順電圧が V_f 、前記照明光の分光分布のうちの波長 λ における強度が $I(\lambda)$ 、前記波長 λ に固有の係数および定数が p_λ 、 q_λ とされる場合に、 $I(\lambda) = p_\lambda \times V_f + q_\lambda$ の関係を有する一次関数であり、

前記演算部が、

前記第1分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_1(\lambda)$ 、前記第2分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_2(\lambda)$ 、前記第3分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_3(\lambda)$ 、前記第4分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_4(\lambda)$ 、前記第1試料の前記波長 λ の光に対する反射率が $R_1(\lambda)$ 、前記第2試料の前記波長 λ の光に対する反射率が $R_2(\lambda)$ 、前記第1順電圧が V_{f1} 、前記第2順電圧が V_{f2} 、前記第3順電圧が V_{f3} 、前記第4順電圧が V_{f4} 、前記反射特性測定装置に固有であって前記波長 λ に固有の係数が a_λ 、 b_λ 、 c_λ と表される場合に、4つの数値 p_λ 、 q_λ 、 $R_1(\lambda)$ 、 $R_2(\lambda)$ が未知数である下式〔I〕～〔IV〕からなる連立方程式を前記波長 λ 毎に解くことで、前記数値 p_λ 、 q_λ を求めて前記波長 λ 毎の前記一次関数を導出することを特徴とする反射特性測定装置。

$$〔I〕 I_1(\lambda) = \{p_\lambda \times V_{f1} + q_\lambda\} \times \{R_1(\lambda) + a_\lambda\}$$

$$[II] \quad I_2(\lambda) = \{p_\lambda \times V f_2 + q_\lambda\} \times \{b_\lambda \times R_1(\lambda) + c_\lambda\}$$

$$[III] \quad I_3(\lambda) = \{p_\lambda \times V f_3 + q_\lambda\} \times \{R_2(\lambda) + a_\lambda\}$$

$$[IV] \quad I_4(\lambda) = \{p_\lambda \times V f_4 + q_\lambda\} \times \{b_\lambda \times R_2(\lambda) + c_\lambda\}$$

[請求項5]

請求項4に記載の反射特性測定装置であって、

前記測定部が、

前記照明光が前記第3試料の表面で反射することで生じる第3反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光に係る第5受光によって該第1混合光に係る第5分光分布を測定し、

前記検出部が、

前記測定部によって前記第5受光が行われる際に前記半導体発光素子の前記第5順電圧を検出し、

前記演算部が、

前記第5分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_5(\lambda)$ 、前記第5順電圧が $V f_5$ 、前記第3試料の前記波長 λ の光に対する反射率が $R_3(\lambda)$ と表される場合、前記数値 p_λ 、 q_λ が用いられる下式〔V〕によって、前記波長 λ 毎に前記反射率 $R_3(\lambda)$ を求めることで、前記分光反射率係数を算出することを特徴とする反射特性測定装置。

$$[V] \quad I_5(\lambda) = \{p_\lambda \times V f_5 + q_\lambda\} \times \{R_3(\lambda) + a_\lambda\}$$

[請求項6]

請求項4または請求項5に記載の反射特性測定装置であって、

前記測定部が、

複数の試料の反射光に係る分光分布を連続して測定し、

前記第1試料が、

前記複数の試料のうちの前記測定部によって最初に分光分布が測定される試料であり、

前記第2試料が、

前記複数の試料のうちの前記測定部によって最後に分光分布が測定される試料であることを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項7] 請求項4 から請求項6 の何れか 1 つの請求項に記載の反射特性測定装置であって、

前記測定部が、

前記半導体発光素子による前記照明光の放射が維持されることで前記半導体発光素子の順電圧が時間経過に対して一定電圧となる期間において、前記波長 λ の光に対する反射率が $R_w(\lambda)$ である第1基準試料に前記照明光が照射されている際に、前記照明光が該第1基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光を受光することで第1基準分光分布を測定するとともに、前記照明光が該第1基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光を受光することで第2基準分光分布を測定し、前記波長 λ の光に対する反射率が $R_d(\lambda)$ である第2基準試料に前記照明光が照射されている際に、前記照明光が該第2基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光を受光することで第3基準分光分布を測定するとともに、前記照明光が該第2基準試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光を受光することで第4基準分光分布を測定し、

前記演算部が、

前記第1基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{1w}(\lambda)$ 、前記第2基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{2w}(\lambda)$ 、前記第3基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{1d}(\lambda)$ 、前記第4基準分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_{2d}(\lambda)$ 、前記半導体発光素子の順電圧が前記一定電圧である際における前記照明光の分光分布のうちの前記波長 λ における強度が $I_o(\lambda)$

と表される場合に、前記係数 a_λ , b_λ , c_λ および前記強度 $I_o(\lambda)$ が未知数である下式 [VI] ~ [IX] からなる連立方程式を前記波長 λ 毎に解くことで、前記係数 a_λ , b_λ , c_λ を求めることを特徴とする反射特性測定装置。

$$[\text{VI}] \quad I_{1w}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{R_w(\lambda) + a_\lambda\}$$

$$[\text{VII}] \quad I_{2w}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_w(\lambda) + c_\lambda\}$$

$$[\text{VIII}] \quad I_{1d}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{R_d(\lambda) + a_\lambda\}$$

$$[\text{IX}] \quad I_{2d}(\lambda) = I_o(\lambda) \times \{b_\lambda \times R_d(\lambda) + c_\lambda\}$$

[請求項8] 請求項1から請求項7の何れか1つの請求項に記載の反射特性測定装置であって、

前記測定部が、

前記照明光が一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光の第6受光によって第6分光分布を測定し、前記照明光が前記一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第1比率で混合されることで出力される第1混合光の第7受光によって第7分光分布を測定するとともに、前記照明光が前記一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第1混合光または前記照明光が前記一試料の表面で反射することで生じる反射光と前記照明光とが前記混合部において前記第2比率で混合されることで出力される第2混合光の第8受光によって第8分光分布を測定し、

前記検出部が、

前記測定部によって前記第6受光が行われる際に前記半導体発光素子の第6順電圧を検出し、前記測定部によって前記第7受光が行われる際に前記半導体発光素子の第7順電圧を検出し、前記測定部によって前記第8受光が行われる際に前記半導体発光素子の第8順電圧を検

出し、

前記演算部が、

前記第 6 順電圧と係数と定数とによって近似的に示される前記第 6 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布と前記第 6 分光分布との関係を示す第 1 関係式、前記第 7 順電圧と係数と定数とによって近似的に示される前記第 7 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布と前記第 7 分光分布との関係を示す第 2 関係式、および前記第 8 順電圧と係数と定数とによって近似的に示される前記第 8 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布と前記第 8 分光分布との関係を示す第 3 関係式に基づいて、前記一試料の分光反射率係数を算出することを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項 9]

請求項 8 に記載の反射特性測定装置であって、

前記測定部が、

前記一試料について、前記第 6 受光による前記第 6 分光分布の測定と、前記第 7 受光による前記第 7 分光分布の測定と、前記第 8 受光による前記第 8 分光分布の測定とをこの順で行う第 1 測定動作、または前記第 7 受光による前記第 7 分光分布の測定と、前記第 6 受光による前記第 6 分光分布の測定と、前記第 8 受光による前記第 8 分光分布の測定とをこの順で行う第 2 測定動作を実行することを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項 10]

請求項 9 に記載の反射特性測定装置であって、

前記演算部が、

前記測定部によって前記第 1 測定動作が実行される場合であって前記第 6 順電圧と前記第 8 順電圧との差が閾値以下の場合であれば、前記第 6 から第 8 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布が一定であるものとして、前記第 7 分光分布と前記第 6 または第 8 分光分布とに基づいて、前記一試料の分光反射率係数を算出し、前記測定部によって前記第 2 測定動作が実行される場合であって前記第 7 順電圧と

前記第 8 順電圧との差が閾値以下の場合であれば、前記第 6 から第 8 順電圧の検出時における前記照明光の分光分布が一定であるものとして、前記第 6 分光分布と前記第 7 または第 8 分光分布とに基づいて、前記一試料の分光反射率係数を算出することを特徴とする反射特性測定装置。

[請求項11]

照明部に含まれる半導体発光素子が定電流駆動によって放射する照明光が第 1 試料の表面で反射することで生じる第 1 反射光と前記照明光とを混合部によって第 1 比率で混合することで第 1 混合光を生成しつつ、前記照明部に含まれる検出部によって前記半導体発光素子の第 1 順電圧を検出するとともに、測定部によって該第 1 混合光に係る第 1 受光によって該第 1 混合光に係る第 1 分光分布を測定する第 1 測定ステップと、

前記第 1 反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第 1 比率とは異なる第 2 比率で混合することで第 2 混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第 2 順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第 2 混合光に係る第 2 受光によって該第 2 混合光に係る第 2 分光分布を測定する第 2 測定ステップと、

前記照明光が第 2 試料の表面で反射することで生じる第 2 反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第 1 比率で混合することで第 1 混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第 3 順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第 1 混合光に係る第 3 受光によって該第 1 混合光に係る第 3 分光分布を測定する第 3 測定ステップと、

前記第 2 反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第 2 比率で混合することで第 2 混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第 4 順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第 2 混合光に係る第 4 受光によって該第 2 混合光に係る第 4 分光分布を測定する第 4 測定ステップと、

前記第 1 から第 4 順電圧と前記第 1 から第 4 分光分布とに基づいて、前記半導体発光素子の順電圧を独立変数とする前記照明光の分光分布を近似的に示す一次関数を導出し、前記検出部によって検出される第 5 順電圧を前記関数に適用することで、前記検出部によって前記第 5 順電圧が検出される際における前記照明光の推定分光分布を算出し、該推定分光分布を用いて、前記第 5 順電圧が前記半導体素子に印加されている際に前記照明光が照射されている第 3 試料の分光反射率係数を算出する演算ステップと、
を有することを特徴とする反射特性測定方法。

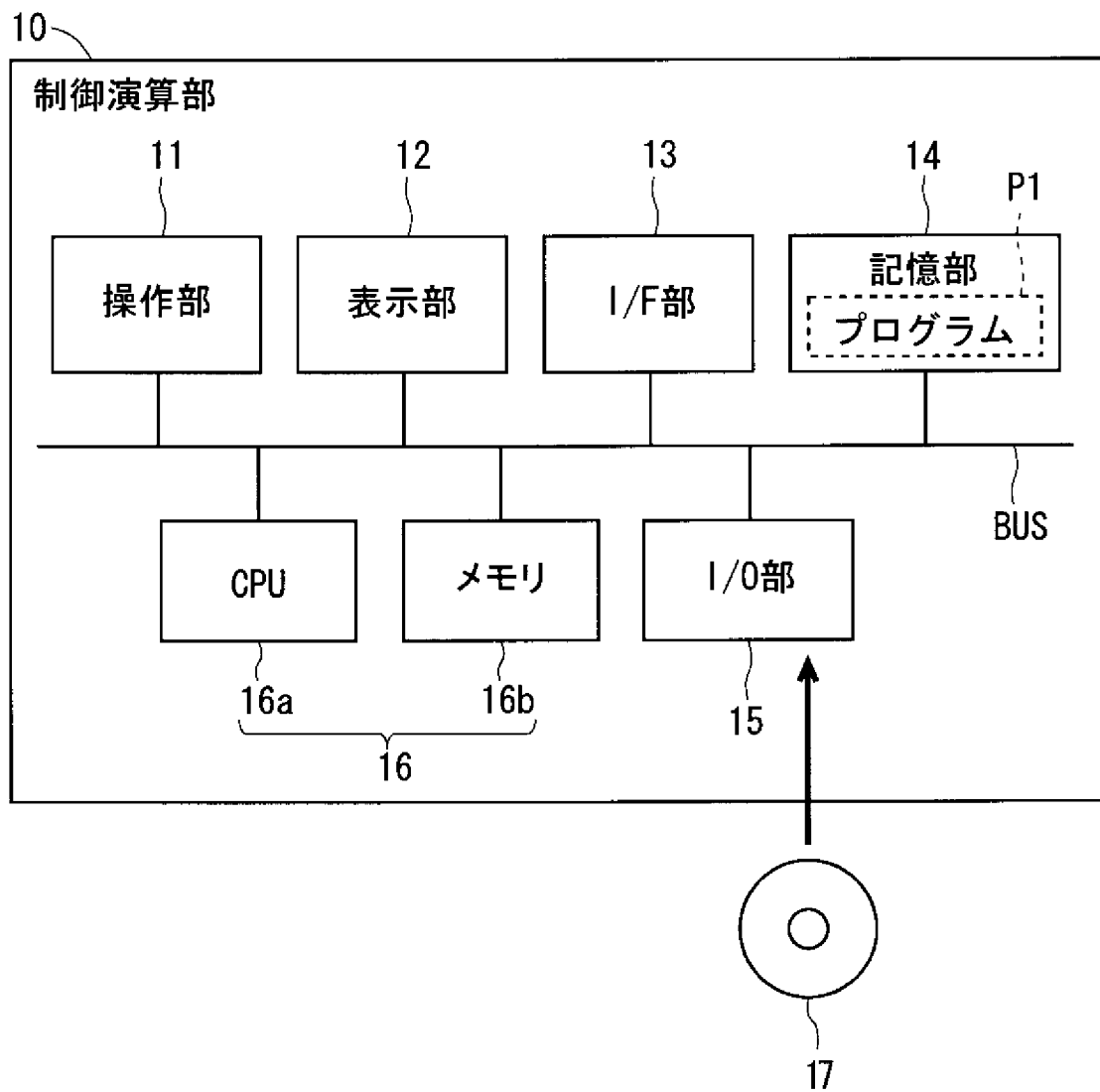
[請求項12]

請求項 1 1 に記載の反射特性測定方法であって、

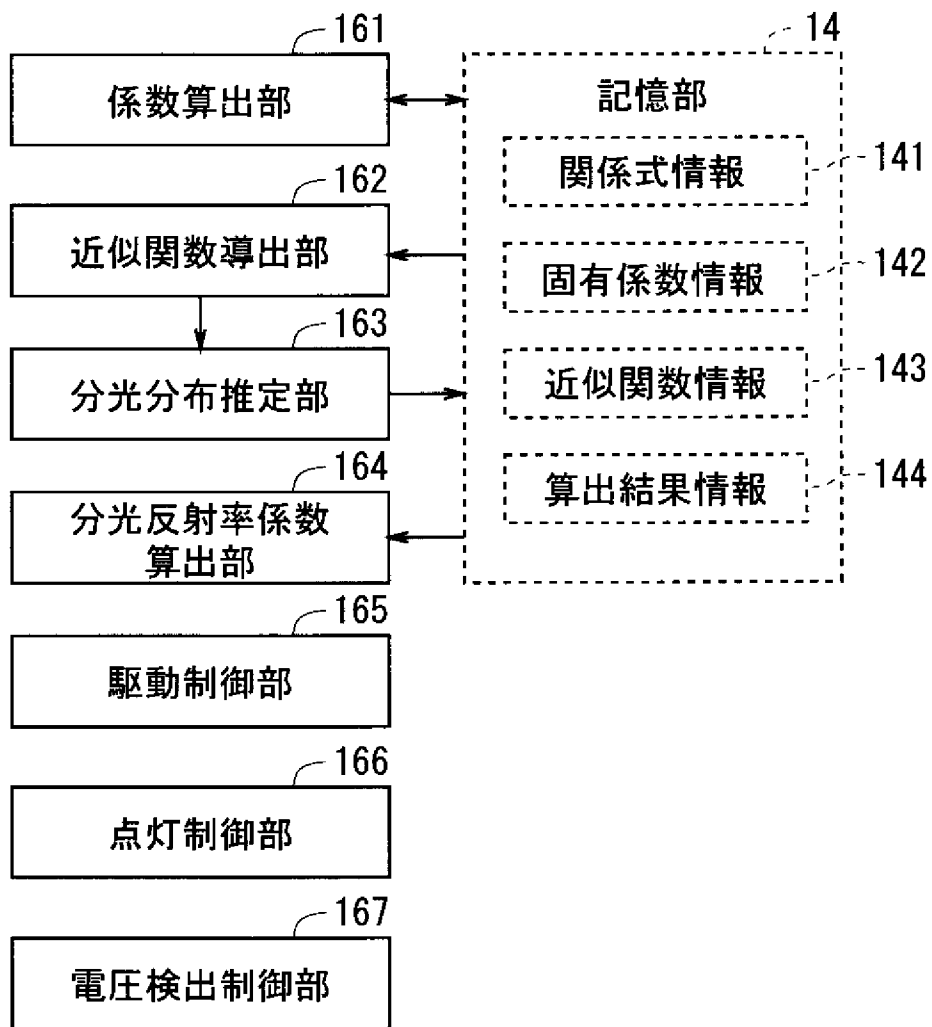
前記第 1 から第 4 測定ステップが、この順に行われ、

前記第 2 測定ステップが行われた後であり且つ前記第 3 測定ステップが行われる前において、前記照明光が前記第 3 試料の表面で反射することで生じる第 3 反射光と前記照明光とを前記混合部によって前記第 1 比率で混合することで第 1 混合光を生成しつつ、前記検出部によって前記半導体発光素子の第 5 順電圧を検出するとともに、前記測定部によって該第 1 混合光に係る第 5 受光によって該第 1 混合光に係る第 5 分光分布を測定する第 5 測定ステップと、を有することを特徴とする反射特性測定方法。

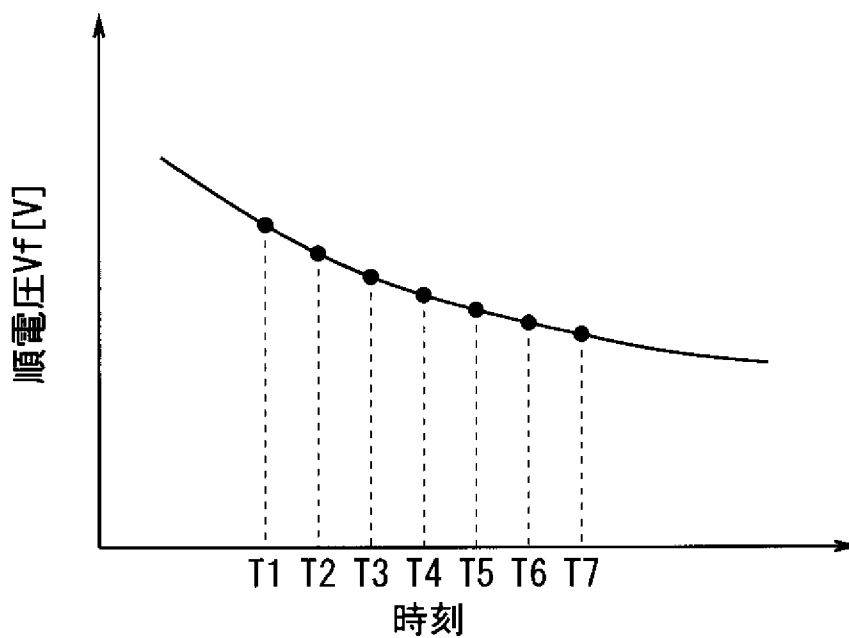
[図4]



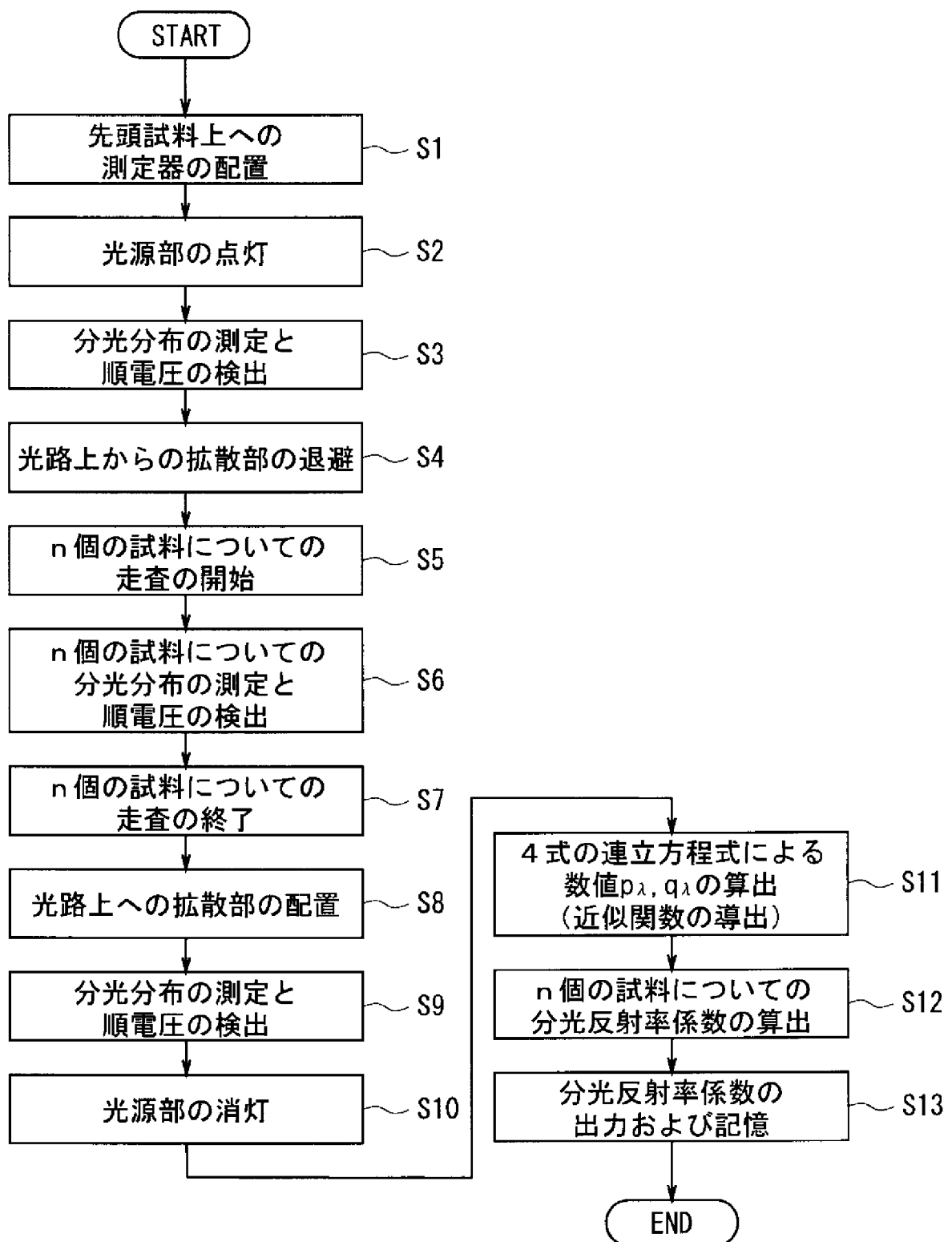
[図5]



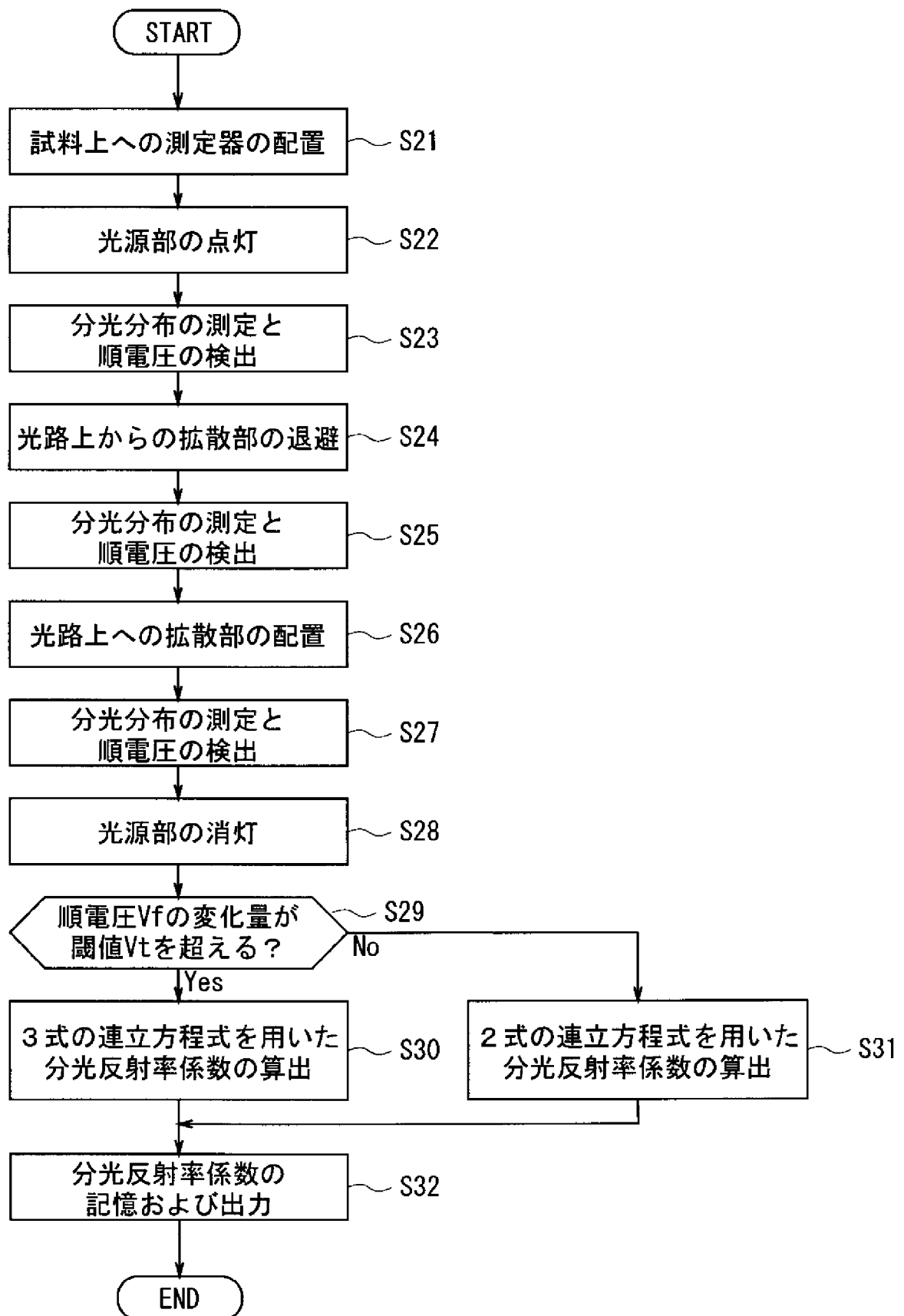
[図6]



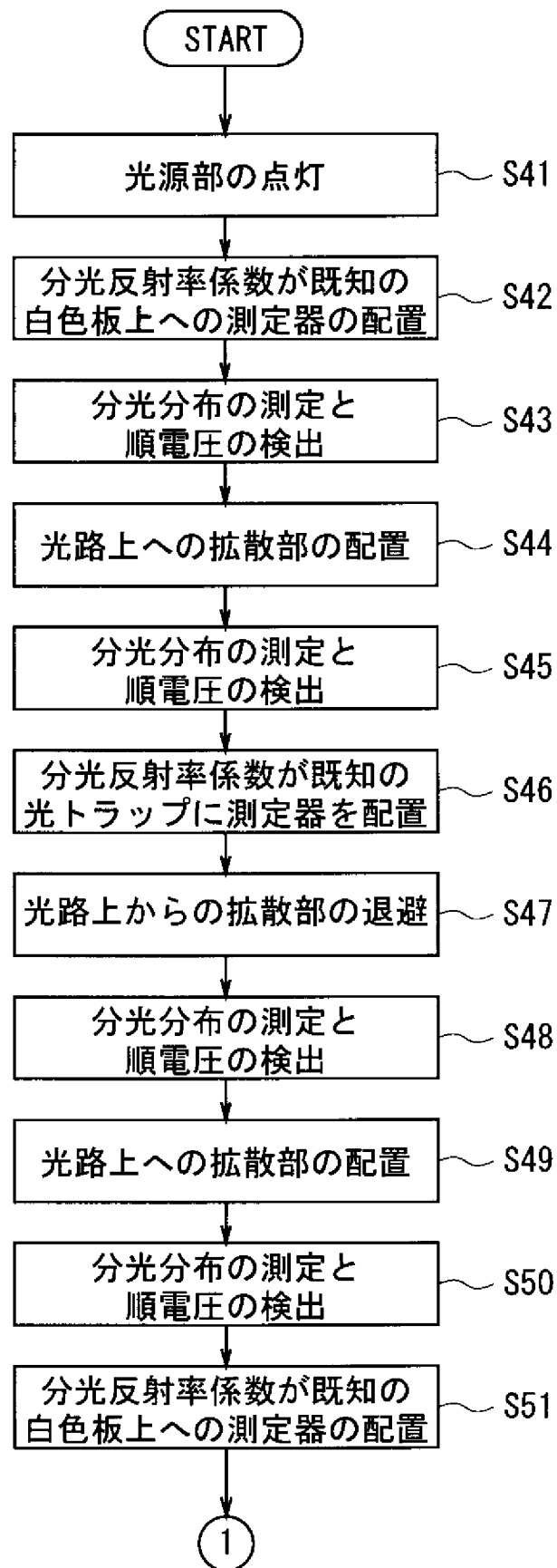
[図7]



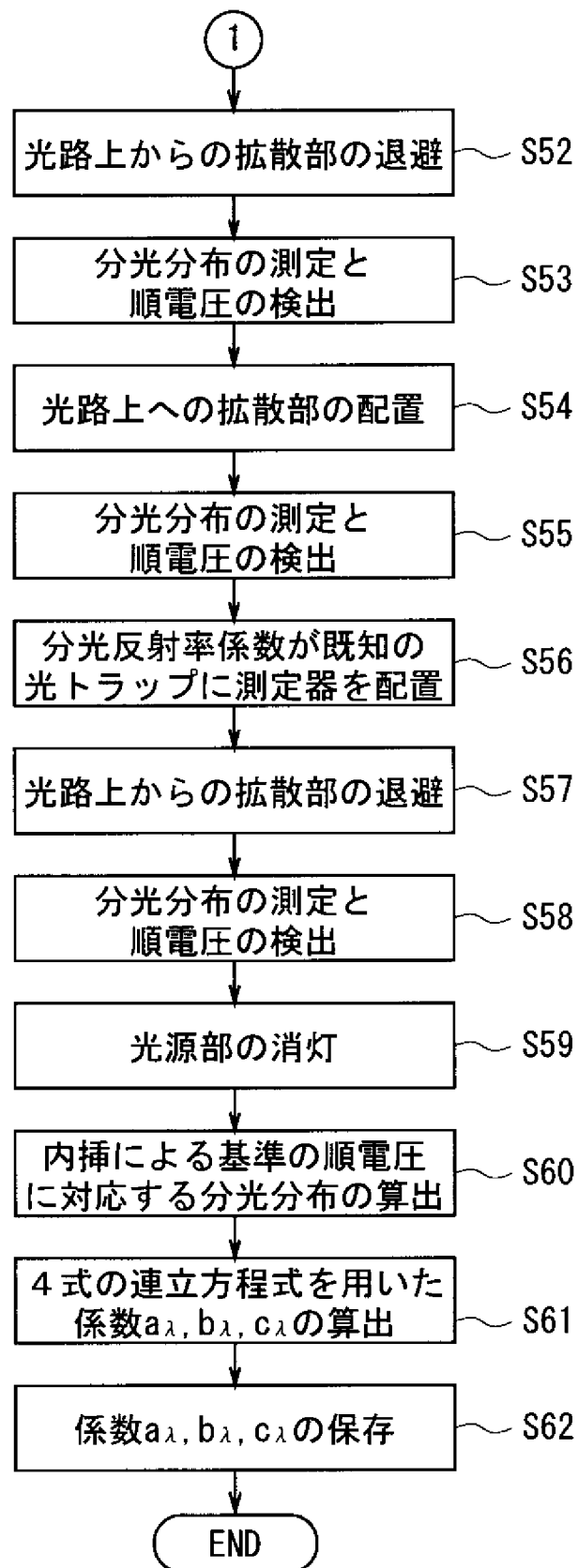
[図8]



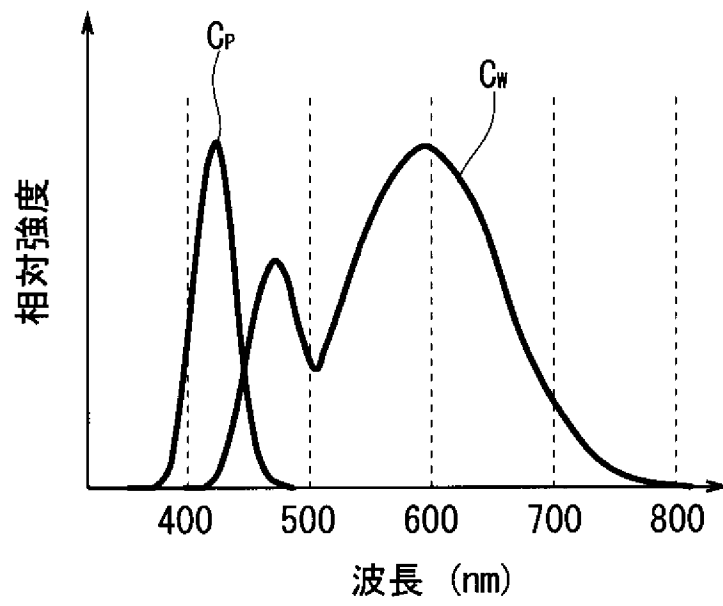
[図9]



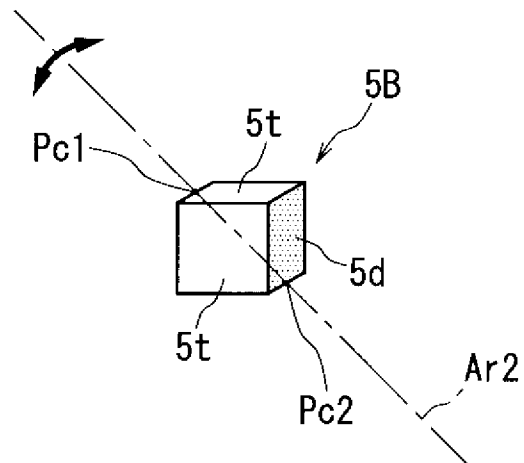
[図10]



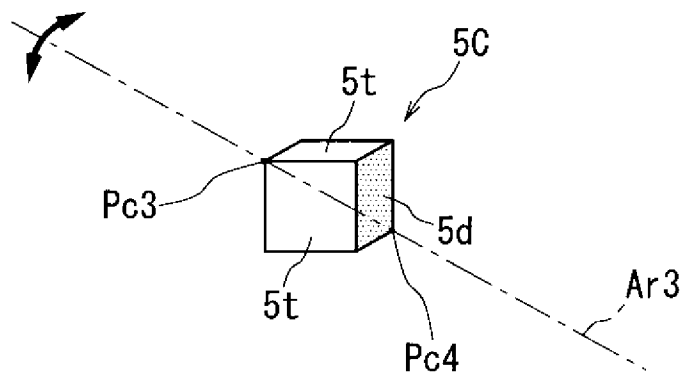
[図11]



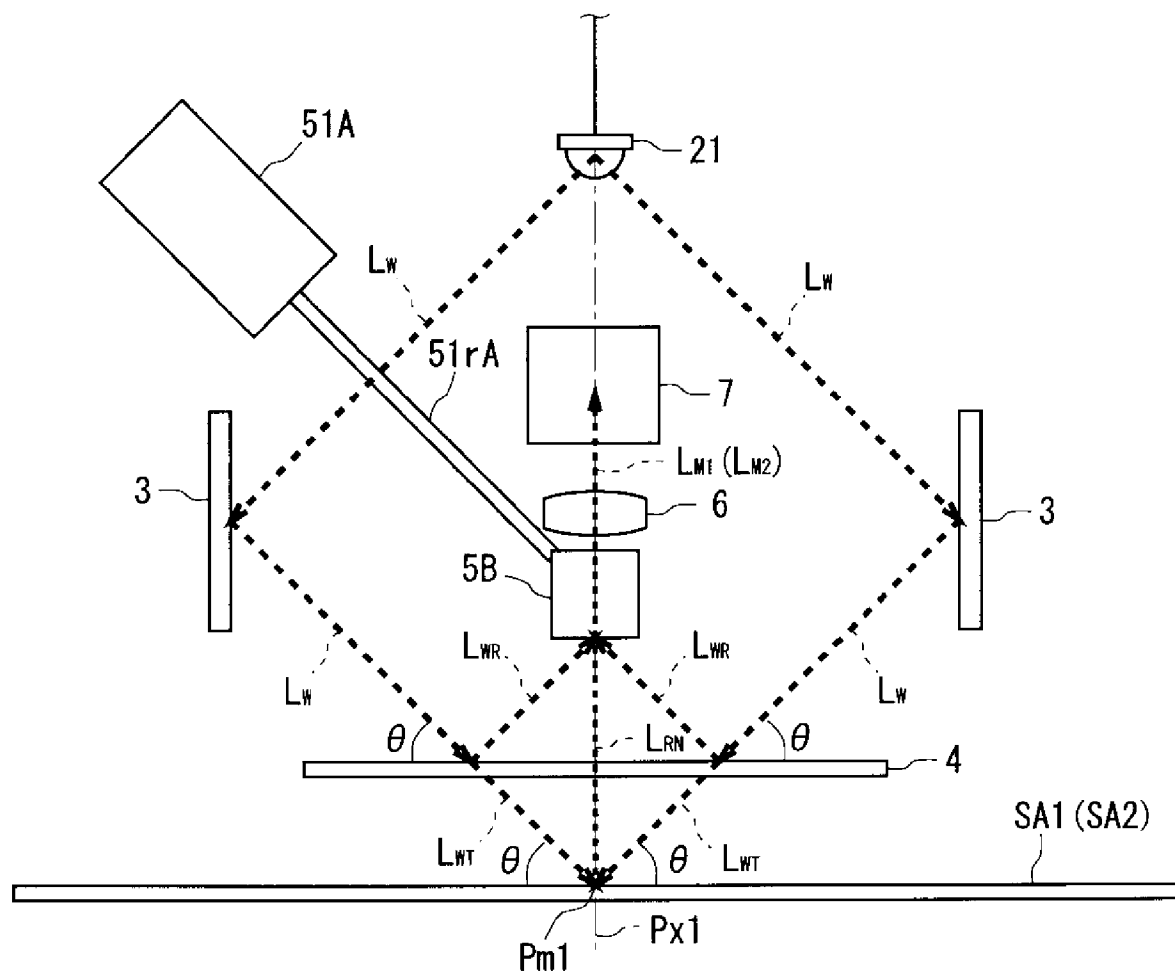
[図16]



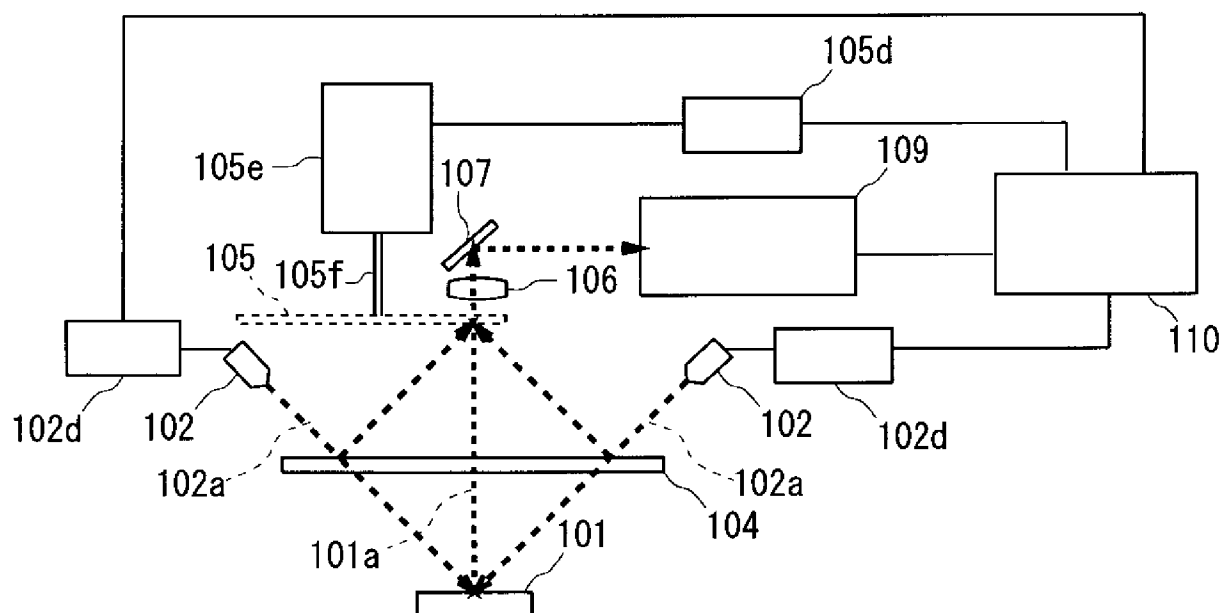
[図17]



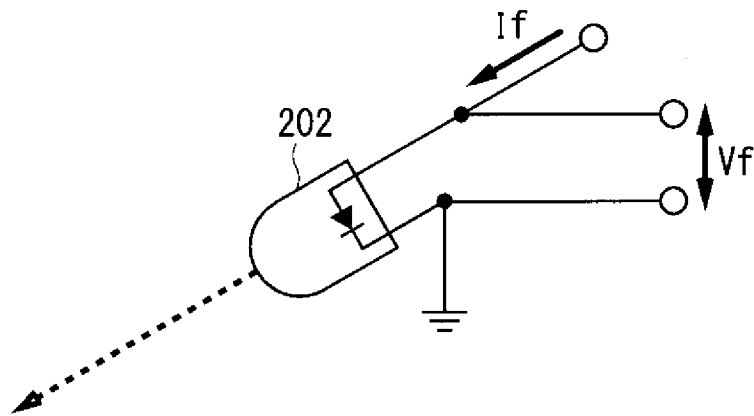
[図18]



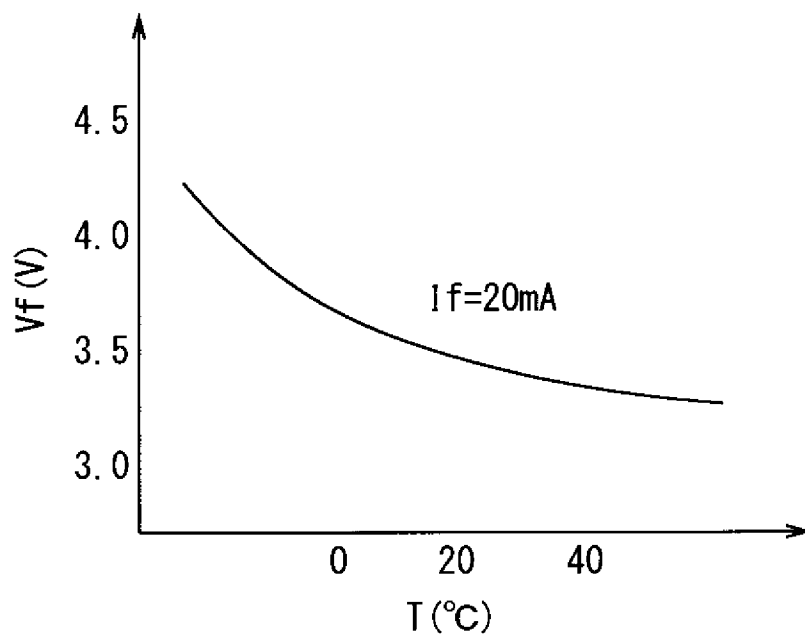
[図19]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/056338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J3/28(2006.01) i, G01N21/27(2006.01) i

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)

G01J3/00-G01J3/52, G01N21/00-G01N21/61

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
<u>Y</u> A	JP 2007-225312 A (Konica Minolta Sensing, Inc.), 06 September 2007 (06.09.2007), paragraphs [0025] to [0031], [0034] to [0035], [0043] to [0059]	<u>1-3, 11-12</u> 4-10
Y	WO 2009/119367 A1 (Konica Minolta Sensing, Inc.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraphs [0005], [0029] to [0035], [0061], [0064] to [0066], [0068]	1-3, 11-12
A	JP 2623613 B2 (Nikon Corp.), 25 June 1997 (25.06.1997), column 9, line 23 to column 11, line 41	4-7



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

16 April, 2012 (16.04.12)

Date of mailing of the international search report

01 May, 2012 (01.05.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2012/056338

JP 2007-225312 A	2007.09.06	JP 4660696 B2	2011.03.30
WO 2009/119367 A1	2009.10.01	US 2011/019192 A1	2011.01.27
JP 2623613 B2	1997.06.25	JP 1-141323 A	1989.06.02

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01J3/28(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G01J 3/00 - G01J 3/52, G01N 21/00 - G01N 21/61

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
<u>Y</u> A	JP 2007-225312 A（コニカミノルタセンシング株式会社）2007.09.06 [0025]-[0031], [0034]-[0035], [0043]-[0059]	<u>1-3, 11-12</u> 4-10
Y	WO 2009/119367 A1（コニカミノルタセンシング株式会社）2009.10.01 [0005], [0029]-[0035], [0061], [0064]-[0066], [0068]	1-3, 11-12
A	JP 2623613 B2（株式会社ニコン）1997.06.25 第 9 欄第 23 行 - 第 11 欄第 41 行	4-7

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矛盾するものではなく、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

1 6 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

高場 正光

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

2 W

2 9 1 0

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/J P 2 0 1 2 / 0 5 6 3 3 8

JP 2007-225312 A	2007.09.06	JP 4660696 B2	2011.03.30
-----	-----	-----	-----
WO 2009/119367 A1	2009.10.01	US 2011/019192 A1	2011.01.27
-----	-----	-----	-----
JP 2623613 B2	1997.06.25	JP 1-141323 A	1989.06.02
-----	-----	-----	-----