

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5150939号  
(P5150939)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 J 3/02 (2006.01)		GO 1 J 3/02	C
GO 1 J 3/36 (2006.01)		GO 1 J 3/36	

請求項の数 4 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2009-187734 (P2009-187734)	(73) 特許権者	000206967
(22) 出願日	平成21年8月13日 (2009.8.13)		大塚電子株式会社
(65) 公開番号	特開2010-117343 (P2010-117343A)		大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号
(43) 公開日	平成22年5月27日 (2010.5.27)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成24年7月31日 (2012.7.31)		弁理士 深見 久郎
(31) 優先権主張番号	特願2008-266056 (P2008-266056)	(74) 代理人	100085132
(32) 優先日	平成20年10月15日 (2008.10.15)		弁理士 森田 俊雄
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
早期審査対象出願		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行
		(74) 代理人	100111246
			弁理士 荒川 伸夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学特性測定装置および光学特性測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筐体と、

前記筐体内に配置された分光器と、

前記筐体内に配置され、前記分光器によって分光された光を受光する光検出器と、

前記光検出器による検出結果を出力する処理部とを備え、

前記光検出器は、前記分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有しており、

前記処理部は、

前記分光器からの光の入射面に対応する第1検出領域で検出された測定スペクトルと、  
前記分光器からの光の入射面とは異なる第2検出領域で検出された信号強度とを取得し

10

前記光検出器のノイズ特性を示す、予め用意されたパターンを、前記信号強度に基づいて補正することで第1補正スペクトルを算出し、

前記測定スペクトルの各成分値から前記信号強度に基づいて算出した補正値を減じることで第2補正スペクトルを算出し、

前記第2補正スペクトルの各成分値から前記第1補正スペクトルの対応する成分値を減じることで、測定結果である出力スペクトルを算出する、光学特性測定装置。

【請求項 2】

前記処理部は、

前記光検出器に設定可能な複数の露光時間にそれぞれ対応付けて複数のパターンを記

20

憶しており、

前記第 1 補正スペクトルを算出する際には、前記光検出器に設定されている露光時間に対応する 1 つのパターンを選択する、請求項 1 に記載の光学特性測定装置。

【請求項 3】

筐体内に配置された、分光器と、前記分光器によって分光された光を受光する光検出器とを含む測定装置を用意するステップを備え、前記光検出器は、前記分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有しており、

前記分光器からの光の入射面に対応する第 1 検出領域で検出された測定スペクトルと、前記分光器からの光の入射面とは異なる第 2 検出領域で検出された信号強度とを取得するステップと、

前記光検出器のノイズ特性を示す、予め用意されたパターンを、前記信号強度に基づいて補正することで第 1 補正スペクトルを算出するステップと、

前記測定スペクトルの各成分値から前記信号強度に基づいて算出した補正値を減じることで第 2 補正スペクトルを算出するステップと、

前記第 2 補正スペクトルの各成分値から前記第 1 補正スペクトルの対応する成分値を減じることで、測定結果である出力スペクトルを算出するステップとを備える、光学特性測定方法。

【請求項 4】

前記測定装置は、前記光検出器に設定可能な複数の露光時間にそれぞれ対応付けて複数のパターンを記憶しており、

前記第 1 補正スペクトルを算出するステップは、前記光検出器に設定されている露光時間に対応する 1 つのパターンを選択するステップを含む、請求項 3 に記載の光学特性測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光学特性測定装置および光学特性測定方法に関し、特にスペクトルを高精度に測定するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、発光体などの評価を行なうための技術として、分光計測が広く用いられている。このような分光計測に用いられる光学特性測定装置では、一般的に、測定対象の発光体などからの測定光を分光器（典型的には、回折格子）を用いて成分波長に分光し、分光された各成分波長を光検出器で検出する。測定光以外の影響を極力低減するために、これらの分光器や光検出器は、筐体内に収納される。

【0003】

しかしながら、現実的には、光検出器による検出結果は、筐体内部の乱反射した光、分光器表面で拡散反射した光、および測定次数以外の次数をもつ光などの影響を受け得る。一般的に、これらの光は「迷光」と称される。このような意図しない迷光による影響を抑制するために、各種の方法が提案されている。

【0004】

たとえば、特開平 11 - 030552 号公報（特許文献 1）には、分光光度計の分散光学系から導かれた光を多数の受光素子を有する受光器によって測定する場合に生じる迷光の影響を、当該分光光度計の測定定数として正確に見積り、その影響を除去する迷光補正方法が開示されている。

【0005】

また、特開 2002 - 005741 号公報（特許文献 2）には、スペクトル測定装置内部に発生する迷光や、検出素子の表面の反射や回折により生ずる不要な光の影響を、検出信号の処理により取り除き、精度のよいスペクトル強度信号を得ることのできる、スペクトル測定装置が開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開平11-030552号公報

【特許文献2】特開2002-005741号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかしながら、特開平11-030552号公報（特許文献1）に開示された迷光補正方法では、各受光素子で測定した受光信号強度と、当該波長に対応する受光素子によって測定した受光信号強度との比を、検出器を構成する受光素子の数だけ算出する必要がある。そのため、相対的に多くの時間を要するといった課題がある。

10

## 【0008】

また、特開2002-005741号公報（特許文献2）に記載のスペクトル測定装置は、その補正処理の具体的な内容を開示するものではない。

## 【0009】

この発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、より短時間かつ高精度にスペクトルを測定可能な光学特性測定装置および光学特性測定方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

20

## 【0010】

この発明のある局面に従う光学特性測定装置は、筐体と、筐体内に配置された分光器と、筐体の外部から分光器へ入射する光を遮断する遮断部と、筐体内に配置され、分光器によって分光された光を受光する光検出器と、光検出器による検出結果を出力する処理部とを含む。光検出器は、分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有している。処理部は、筐体に入射する光を遮断した後、分光器からの光の入射面に対応する第1検出領域で検出された第1スペクトルと、分光器からの光の入射面とは異なる第2検出領域で検出された第1信号強度とを取得し、第1スペクトルの各成分値から第1信号強度に基づいて算出した第1補正値を減じることで第1補正スペクトルを算出し、遮断部を開放した状態において、第1検出領域で検出された第2スペクトルと、第2検出領域で検出された第2信号強度とを取得し、第2スペクトルの各成分値から第2信号強度に基づいて算出した第2補正値を減じることで第2補正スペクトルを算出し、第2補正スペクトルの各成分値から第1補正スペクトルの対応する成分値を減じることで、測定結果である出力スペクトルを算出する。

30

## 【0011】

好ましくは、筐体に取り込まれた光が分光器に入射する光路上に配置され、所定波長より短い波長の光を遮断するためのカットフィルタをさらに含む。

## 【0012】

さらに好ましくは、第2検出領域は、第1検出領域に引き続く短波長側に設けられる。

好ましくは、第2検出領域は、複数の検出素子を含む。第1補正値は、複数の検出素子のそれぞれで検出された第1信号強度の平均値であり、第2補正値は、複数の検出素子のそれぞれで検出された第2信号強度の平均値である。

40

## 【0013】

好ましくは、処理部は、第1補正スペクトルを格納する記憶部を含む。

この発明の別の局面に従う光学特性測定装置は、筐体と、筐体内に配置された分光器と、筐体内に配置され、分光器によって分光された光を受光する光検出器と、光検出器による検出結果を出力する処理部とを含む。検出器は、分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有している。処理部は、分光器からの光の入射面に対応する第1検出領域で検出された測定スペクトルと、分光器からの光の入射面とは異なる第2検出領域で検出された信号強度とを取得し、光検出器のノイズ特性を示す、予め用意されたパターンを、信号

50

強度に基づいて補正することで第1補正スペクトルを算出し、測定スペクトルの各成分値から信号強度に基づいて算出した補正值を減じることで第2補正スペクトルを算出し、第2補正スペクトルの各成分値から第1補正スペクトルの対応する成分値を減じることで、測定結果である出力スペクトルを算出する。

【0014】

好ましくは、処理部は、光検出器に設定可能な複数の露光時間にそれぞれ対応付けて複数のパターンを記憶しており、ノイズスペクトルを決定する際には、光検出器に設定されている露光時間に対応する1つのパターンを選択する。

【0015】

この発明のさらに別の局面に従う光学特性測定方法は、筐体内に配置された、分光器と、分光器によって分光された光を受光する光検出器とを含む測定装置を用意するステップを含む。光検出器は、分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有している。光学特性測定方法は、筐体に入射する光を遮断した状態で、分光器からの光の入射面に対応する第1検出領域で検出された第1スペクトルと、分光器からの光の入射面とは異なる第2検出領域で検出された第1信号強度とを取得するステップと、第1スペクトルの各成分値から第1信号強度に基づいて算出した第1補正值を減じることで第1補正スペクトルを算出するステップと、遮断部を開放した状態において、第1検出領域で検出された第2スペクトルと、第2検出領域で検出された第2信号強度とを取得するステップと、第2スペクトルの各成分値から第2信号強度に基づいて算出した第2補正值を減じることで第2補正スペクトルを算出するステップと、第2補正スペクトルの各成分値から第1補正スペクトルの対応する成分値を減じることで、測定結果である出力スペクトルを算出するステップとを含む。

【0016】

この発明のさらに別の局面に従う光学特性測定方法は、筐体内に配置された、分光器と、分光器によって分光された光を受光する光検出器とを含む測定装置を用意するステップを含む。光検出器は、分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有している。光学特性測定方法は、分光器からの光の入射面に対応する第1検出領域で検出された測定スペクトルと、分光器からの光の入射面とは異なる第2検出領域で検出された信号強度とを取得するステップと、光検出器のノイズ特性を示す、予め用意されたパターンを、信号強度に基づいて補正することで第1補正スペクトルを算出するステップと、測定スペクトルの各成分値から信号強度に基づいて算出した補正值を減じることで第2補正スペクトルを算出するステップと、第2補正スペクトルの各成分値から第1補正スペクトルの対応する成分値を減じることで、測定結果である出力スペクトルを算出するステップとを含む。

【発明の効果】

【0017】

この発明によれば、より短時間かつ高精度にスペクトルを測定できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置の外観図を示す図である。

【図2】この発明の実施の形態に従う測定装置の概略の機能ブロック図である。

【図3】この発明の実施の形態に従う光検出器の検出面を示す模式図である。

【図4】この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置の光検出器から出力される検出結果の一例を示す概念図である。

【図5】この発明の実施の形態に従う処理装置のハードウェア構成を示す概略構成図である。

【図6】この発明の関連技術に係る光学特性測定装置における測定手順を示すフローチャートである。

【図7】この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置におけるダーク測定の処理手順を示すフローチャートである。

【図8】この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置における通常測定の処理手順を示

10

20

30

40

50

すフローチャートである。

【図 9】この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置の処理装置における制御構造を示す概略図である。

【図 10】この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置についての迷光評価の一例を示す図である。

【図 11】図 10 に示すスペクトルの要部の拡大図を示す。

【図 12】この発明の実施の形態の変形例 1 に従う測定器本体の概略の機能ブロック図である。

【図 13】この発明の実施の形態に従うダーク測定結果の温度依存性を示す図である。

【図 14】この発明の実施の形態に従うダークスペクトルの温度依存性を示す測定結果である。

【図 15】図 14 に示すダークスペクトルから得られるダークパターンを示す図である。

【図 16】この発明の実施の形態に従うダーク測定結果の露光時間依存性を示す測定結果を示す図である。

【図 17】この発明の実施の形態に従うダーク測定結果の露光時間依存性を示す別の測定結果を示す図である。

【図 18】この発明の実施の形態の変形例 1 に従う光学特性測定装置による測定例を示す図である。

【図 19】この発明の実施の形態の変形例 1 に従う光学特性測定装置の処理装置における制御構造を示す概略図である。

【図 20】この発明の実施の形態の変形例 1 に従う光学特性測定装置における測定手順を示すフローチャートである。

【図 21】この発明の実施の形態の変形例 2 に従う光学特性測定装置の処理装置における制御構造の要部を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

この発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0020】

< 装置全体構成 >

図 1 は、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 の外観図を示す図である。

【0021】

図 1 を参照して、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 は、各種の発光体（以下、「対象物」とも称す。）のスペクトルを測定する。さらに、光学特性測定装置 1 は、この測定したスペクトルに基づいて、対象物の明るさや色合いといった光学特性を算出するようにしてもよい。なお、明るさとは、対象物の輝度や光度などを意味し、色合いとは、対象物の色度座標、主波長、刺激純度、および相関色温度などを意味する。本実施の形態に従う光学特性測定装置 1 は、発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）やフラットパネルディスプレイ（FPD：Flat Panel Display）などの測定に適用できる。

【0022】

光学特性測定装置 1 は、測定器本体 2 と処理装置 100 とを含む。測定器本体 2 には、光ファイバ 4 を介して、光取出部 6 が接続されている。光取出部 6 によって取り入れられた対象物から放射された光（以下「測定光」とも称す。）は、光ファイバ 4 を介して測定器本体 2 へ導かれる。

【0023】

測定器本体 2 は、後述するように、対象物から測定器本体 2 に入射する測定光を分光し、それに含まれる各波長成分の強度に応じた検出結果（信号強度）を処理装置 100 へ出力する。後述するように、測定器本体 2 は、その内部に、測定光を分光する分光器と、分光器によって分光された光を受光する光検出器とを含んでいる。特に、本実施の形態に従う光検出器は、分光器からの光の入射面より広い範囲の検出面を有している。また、処理

10

20

30

40

50

装置 100 は、光検出器による検出結果を補正した上で出力する。より具体的には、処理装置 100 は、光検出器の検出面のうち、分光器からの光の入射面に対応する検出領域で検出されるスペクトルと、分光器からの光の入射面とは異なる検出領域で検出される信号強度とを独立して同時取得する。そして、処理装置 100 は、スペクトルの各成分値から信号強度に基づいて算出した補正値を減じることで、迷光に起因する誤差成分および光検出器に流れる暗電流によるオフセット成分を除去する。このような処理を行なうことで、対象物からの測定光のスペクトルをより短時間かつ高精度に測定することができる。

#### 【0024】

##### <測定器本体の構成>

図 2 は、この発明の実施の形態に従う測定器本体 2 の概略の機能ブロック図である。図 2 を参照して、測定器本体 2 は、シャッター 21 と、スリット 22 と、カットフィルタ 23 と、分光器 24 と、光検出器 25 とを含む。これらの構成要素は、筐体 26 内に収納される。筐体 26 の一部には、光取入口 20 が形成されている。光取入口 20 は、光ファイバ 4 と接続される。光ファイバ 4 によって導かれた測定光は、筐体 26 内に入射し、所定の光軸 A x に沿って伝搬する。光取入口 20 の側から順に、この光軸 A x に沿って、シャッター 21、スリット 22、カットフィルタ 23、および分光器 24 が配置される。すなわち、測定光は、スリット 22 およびカットフィルタ 23 を通過した後に分光器 24 に入射する。

#### 【0025】

シャッター 21 は、筐体 26 の外部から筐体 26 内に入射する光を遮断する。すなわち、シャッター 21 は、光検出器 25 による検出結果の校正基準となるスペクトル（いわゆる、「ダークスペクトル」）を取得するために、筐体 26 内に光が入射しない状態をつくる。一例として、シャッター 21 は、光軸 A x に対して垂直方向に変位できるように構成されている。これにより、シャッター 21 が光軸 A x 上に存在する場合（以下、「クローズ位置」とも称す。）には、筐体 26 内へ入射する光は遮断される。なお、筐体 26 内へ入射する光を遮断した状態で、光検出器 25 で検出されるダークスペクトルを測定する操作を、「ダーク測定」とも称す。一方、この「ダーク測定」と区別するために、通常の対象物についてのスペクトルを測定する操作を「通常測定」とも称す。

#### 【0026】

一方、シャッター 21 が光軸 A x から離れた位置に位置する場合（以下、「オープン位置」とも称す。）には、測定光は、筐体 26 内に取込まれる。なお、図 2 には、シャッター 21 を筐体 26 内に設ける構成について例示したが、筐体 26 の外部に設けてもよい。また、測定光を遮断する機構については、いずれの種類の構成を採用してもよい。

#### 【0027】

スリット 22 は、所定の検出分解能を実現するために、測定光の光束径（大きさ）を調整する。一例として、スリット 22 の各スリット幅は 0.2 mm ~ 0.05 mm 程度に設定される。そして、スリット 22 を通過後の測定光は、カットフィルタ 23 へ入射する。なお、カットフィルタ 23 は、スリット 22 を通過後の測定光のフォーカス位置とほぼ一致する位置に配置される。

#### 【0028】

カットフィルタ 23 は、筐体 26 に取込まれた測定光が分光器 24 に入射する光路である光軸 A x 上に配置される。カットフィルタ 23 は、この測定光に含まれる成分波長のうち、所定の遮断波長より短い波長の光を遮断する。すなわち、カットフィルタ 23 は、所定の遮断波長より長い波長をもつ光のみを透過させる。後述するように、この遮断波長は、分光器 24 の分光特性の下限値（波長  $f_{min}$ ）と一致させることが好ましい。

#### 【0029】

分光器 24 は、光軸 A x 上に配置され、光軸 A x 上に沿って入射する測定光を成分波長に分光する。分光器 24 が分光することで生じる光は、光検出器 25 へ導かれる。分光器 24 は、一例として、ブレードホログラフィック型と呼ばれる凹面回折格子（グレーティング）からなる。この凹面回折格子は、入射する測定光を所定の波長間隔の回折光とし

10

20

30

40

50

て、対応する方向に反射する。そのため、分光器 2 4 で分光された光（回折光）は、空間的な広がりをもって、光検出器 2 5 へ向けて放射される。

【 0 0 3 0 】

なお、分光器 2 4 としては、上述したブレードホログラフィック型の凹面回折格子に代えて、フラットフォーカス型の凹面回折格子といった任意の回折格子を採用することができる。

【 0 0 3 1 】

光検出器 2 5 は、分光器 2 4 によって分光された測定光（回折光）を受光する。そして、光検出器 2 5 は、受光した測定光に含まれる各成分波長の強度を検出する。この光検出器 2 5 によって検出された強度は、各成分波長に対応付けられている。そのため、光検出器 2 5 からの検出信号は、測定光のスペクトルに相当する。光検出器 2 5 は、代表的にフォトダイオードなどの複数の検出素子を、アレイ状に配置したフォトダイオードアレイ（PDA: Photo Diode Array）からなる。あるいは、フォトダイオードなどの複数の検出素子を、マトリックス状に配置されたCCD（Charged Coupled Device）であってもよい。一例として、光検出器 2 5 は、380nm～980nmの範囲で512個（チャンネル）の成分波長の強度を示す信号を出力可能に構成される。また、光検出器 2 5 は、検出された光強度の信号をデジタル信号として出力するためのA/D（Analog to Digital）変換器や周辺回路を含む。

【 0 0 3 2 】

< 補正処理の概要 >

以下、図 1、図 3 および図 4 を参照して、本実施の形態に従う光学特性測定装置 1 における補正処理について説明する。光検出器 2 5 からの検出結果は、（1）測定光の測定すべきスペクトル、（2）筐体内部で発生する迷光に起因する誤差成分、（3）光検出器 2 5 に流れる暗電流によるオフセット成分、および、（4）その他の誤差成分、を含む。

【 0 0 3 3 】

迷光とは、筐体 2 6 内部で乱反射した光、分光器 2 4 表面で拡散反射した光、および分光器 2 4 で生じた測定次数以外の次数をもつ光を総称するものである。

【 0 0 3 4 】

また、光検出器 2 5 は、CCDなどの半導体デバイスからなり、このような半導体デバイスを駆動する際には暗電流が流れる。この暗電流によって、光検出器 2 5 からの検出結果には、オフセット成分が生じ得る。また、この暗電流の大きさは、周囲温度の影響を受けやすく、測定環境に起因して時間的に変動し得る。

【 0 0 3 5 】

そこで、本実施の形態に従う光学特性測定装置 1 では、光検出器 2 5 の検出面に、分光器 2 4 からの回折光が入射する領域と、当該回折光が入射しない領域とを設ける。そして、処理装置 1 0 0 が、回折光が入射する領域で検出された検出結果を、回折光が入射しない領域で検出された検出結果を用いて補正する。すなわち、通常測定の実行毎に、このような補正を行なうことで、迷光による影響および暗電流によるオフセット成分を動的に補正することができる。そのため、迷光による影響および/または暗電流によるオフセット成分が時間的に変動した場合であっても、有効に補正できる。

【 0 0 3 6 】

図 3 は、この発明の実施の形態に従う光検出器 2 5 の検出面を示す模式図である。図 3 を参照して、光検出器 2 5（図 2）は、入射する測定光のうち、波長  $f_{min}$  から波長  $f_{max}$  の範囲の成分波長を分光器 2 4 に導くように光学設計されているものとする。

【 0 0 3 7 】

ここで、カットフィルタ 2 3 の遮断波長は、波長  $f_{min}$  と一致するように設定されているものとする。この場合、波長  $f_{min}$ （遮断波長）より短い成分波長は、分光器 2 4 に入射しないことになる。そのため、光検出器 2 5 においても、波長  $f_{min}$ （遮断波長）より短い成分波長は入射しない。

【 0 0 3 8 】

そこで、光検出器 25 の検出面のうち、波長  $f_{min}$  から波長  $f_{max}$  の範囲（以下、「測定波長域」とも称す。）に対応する領域を検出領域 25 a に設定する。すなわち、検出領域 25 a は、分光器 24 からの光の入射面に対応する領域である。また、検出領域 25 a に引き続き短波長側に所定範囲（以下、「補正波長域」とも称す。）の補正領域 25 b に設定する。なお、波長  $f_{min}$  より短波長側の全範囲を補正領域 25 b に設定してもよいが、測定光の影響を避けるためには、検出領域 25 a と補正領域 25 b との間を所定の波長幅だけ離すことが好ましい。

【0039】

再度図 1 を参照して、筐体 26 の内部で発生する迷光は、一様に拡散しているとみなすことができる。そのため、光検出器 25 の検出面に入射する迷光は、ほぼ均一と見なすことができる。すなわち、検出領域 25 a および補正領域 25 b を構成する複数の検出素子の各々に入射する迷光の強度は、互いにほぼ同一である。

10

【0040】

また、検出領域 25 a および補正領域 25 b は、共通の光検出器 25 上に設けられる。そのため、検出領域 25 a および補正領域 25 b による検出結果に含まれる暗電流によるオフセット成分についても、ほぼ一様とみなすことができる。

【0041】

以上のような考察によれば、光検出器 25 からは、図 4 に示すような検出結果が出力される。

【0042】

20

図 4 は、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 の光検出器 25 から出力される検出結果の一例を示す概念図である。

【0043】

図 4 を参照して、光検出器 25 から出力される検出結果は、迷光に起因する誤差成分 40 を含む。この誤差成分 40 は、検出可能な波長範囲に亘って一様の信号強度をもつとみなすことができる。また、検出結果は、光検出器 25 に含まれる複数の検出素子を流れる暗電流によるオフセット成分 50 を含む。このオフセット成分 50 は、周囲温度に依存するとともに、時間的にも変動する。

【0044】

また、測定波長域では、測定光のスペクトルに応じた信号強度が現れる。一方、補正波長域では、測定光に応じた信号強度は現れない。

30

【0045】

そのため、検出領域 25 a（図 3）で検出された測定スペクトルの各成分値から補正領域 25 b（図 3）で検出された信号強度に基づいて算出される補正值を減じることで、迷光に起因する誤差成分および暗電流によるオフセット成分を取り除くことができる。その結果、測定光の本来のスペクトルを取得することができる。なお、複数の検出素子を含むように補正領域 25 b を設定することが好ましく、この場合には、複数の信号強度が検出できる。そこで、補正值としては、それぞれの検出素子で検出された信号強度の代表値（典型的には、平均値あるいは中間値）を用いることが好ましい。

【0046】

40

また、本実施の形態に従う光学特性測定装置では、筐体 26 内に光が入射しない状態において光検出器 25 で検出されるダークスペクトルに対しても、上述したように、迷光に起因する誤差成分および暗電流によるオフセットを取り除く補正をした上で、基準値として格納する。この基準値として格納する補正後のダークスペクトルは、（１）測定光の測定値、（２）筐体内部で発生する迷光に起因する誤差成分、および（３）光検出器 25 に流れる暗電流によるオフセット成分を含まない。すなわち、この補正後のダークスペクトルは、検出素子のバラツキなどの各装置固有の誤差要因を反映したものとなる。

【0047】

したがって、各測定において、光検出器 25 で検出された測定スペクトルから、補正領域 25 b（図 3）で検出された信号強度、および補正後のダークスペクトルをそれぞれ減

50

じること、測定光のスペクトルを高精度に測定することができる。また、毎回の通常測定においては、迷光による誤差成分および／または暗電流によるオフセット成分を測定するためだけに、シャッター２１を開閉する必要がないので、測定に要する時間を短縮することができる。

#### 【００４８】

##### < 処理装置の構成 >

再度図１を参照して、処理装置１００は、代表的にコンピュータによって構成される。より具体的には、処理装置１００は、ＦＤ（Flexible Disk）駆動装置１１１およびＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk-Read Only Memory）駆動装置１１３を搭載するコンピュータ本体１０１と、モニタ１０２と、キーボード１０３と、マウス１０４とからなる。そして、コンピュータ本体１０１が予め格納されたプログラムを実行することで、上述した補正処理を提供する。

10

#### 【００４９】

図５は、この発明の実施の形態に従う処理装置１００のハードウェア構成を示す概略構成図である。図５を参照して、コンピュータ本体１０１は、図１に示すＦＤ駆動装置１１１およびＣＤ－ＲＯＭ駆動装置１１３に加えて、相互にバスで接続された、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１０５と、メモリ１０６と、固定ディスク１０７と、通信インターフェイス部（Ｉ／Ｆ）１０９とを含む。

#### 【００５０】

ＦＤ駆動装置１１１にはＦＤ１１２が装着可能であり、ＣＤ－ＲＯＭ駆動装置１１３にはＣＤ－ＲＯＭ１１４が装着可能である。本実施の形態に従う処理装置１００は、ＣＰＵ１０５がメモリ１０６などのコンピュータハードウェアを用いて、プログラムを実行することで実現される。一般的に、このようなプログラムは、ＦＤ１１２やＣＤ－ＲＯＭ１１４などの記録媒体に格納されて、あるいはネットワークなどを介して流通する。そして、このようなプログラムは、ＦＤ駆動装置１１１やＣＤ－ＲＯＭ駆動装置１１３などにより記録媒体から読取られて、記憶装置である固定ディスク１０７に一旦格納される。さらに、固定ディスク１０７からメモリ１０６に読出されて、ＣＰＵ１０５により実行される。

20

#### 【００５１】

ＣＰＵ１０５は、プログラムされた命令を順次実行することで、各種の演算を実施する演算処理部である。メモリ１０６は、ＣＰＵ１０５でのプログラム実行に応じて、各種の情報を一時的に記憶する。

30

#### 【００５２】

通信インターフェイス部１０９は、コンピュータ本体１０１と測定器本体２（図１）との間のデータ通信を仲介するための装置であり、測定器本体２から送信された測定データを示す電気信号を受信してＣＰＵ１０５が処理可能なデータ形式に変換するとともに、ＣＰＵ１０５が出力した指令などを電気信号に変換して測定器本体２へ送出する。

#### 【００５３】

コンピュータ本体１０１に接続されるモニタ１０２は、ＣＰＵ１０５によって算出される対象物の明るさや色合いなどの算出結果を表示するための表示装置であって、一例としてＬＣＤ（Liquid Crystal Display）やＣＲＴ（Cathode Ray Tube）などから構成される。

40

#### 【００５４】

マウス１０４は、クリックやスライドなどの動作に応じたユーザからの指令を受付ける。キーボード１０３は、入力されるキーに応じたユーザからの指令を受付ける。

#### 【００５５】

また、コンピュータ本体１０１には、必要に応じて、プリンタなどの他の出力装置が接続されてもよい。

#### 【００５６】

##### < 測定手順 >

本実施の形態に従う光学特性測定装置１における補正処理についての理解をより容易に

50

するために、まず、本発明の関連技術に係る測定手順について説明する。

【 0 0 5 7 】

( 1 . 関連技術に係る処理手順 )

図 6 は、この発明の関連技術に係る光学特性測定装置における測定手順を示すフローチャートである。なお、図 6 では、通常測定毎にダーク測定を実行する場合の処理手順を示す。

【 0 0 5 8 】

図 6 を参照して、処理装置は、測定開始指令を与えられたか否かを判断する ( ステップ S 3 0 0 ) 。測定開始指令が与えられていない場合 ( ステップ S 3 0 0 において N O の場合 ) には、測定開始指令が与えられるまで待つ。なお、測定開始指令が与えられる前に、対象物から放射される光が光取出部に取り込まれるように、対象物および / または光取出部の位置合わせが実行される。

10

【 0 0 5 9 】

一方、測定開始指令が与えられた場合 ( ステップ S 3 0 0 において Y E S の場合 ) には、まず、ステップ S 3 0 2 およびステップ S 3 0 4 に示すダーク測定が実行される。具体的には、処理装置がシャッターをクローズ位置に駆動する ( ステップ S 3 0 2 ) 。すなわち、筐体内への光の入射が遮断された状態が形成される。続いて、処理装置は、光検出器により検出されたスペクトルをダークスペクトルとして取得する ( ステップ S 3 0 4 ) 。

【 0 0 6 0 】

続いて、ステップ S 3 0 6 ~ S 3 1 0 に示す通常測定が実行される。具体的には、処理装置がシャッターをオープン位置に駆動する ( ステップ S 3 0 6 ) 。すなわち、測定光が筐体内へ取り込まれる。続いて、処理装置は、光検出器により検出されたスペクトルを測定スペクトルとして取得する ( ステップ S 3 0 8 ) 。さらに、処理装置は、ステップ S 3 0 8 において取得した測定スペクトルの各成分値からステップ S 3 0 4 において取得したダークスペクトルの対応する成分値を減じることで、出力スペクトルを算出する ( ステップ S 3 1 0 ) 。この出力スペクトルが検出結果として出力される。

20

【 0 0 6 1 】

その後、測定中止指令が与えられたか否かを判断する ( ステップ S 3 1 2 ) 。測定中止指令が与えられていない場合 ( ステップ S 3 1 2 において N O の場合 ) には、処理はステップ S 3 0 0 に戻る。

30

【 0 0 6 2 】

一方、測定中止指令が与えられた場合 ( ステップ S 3 1 2 において Y E S の場合 ) には、処理は終了する。

【 0 0 6 3 】

( 2 . 本実施の形態に従う処理手順 )

本実施の形態に従う光学特性測定装置 1 では、一連の通常測定に先立って、ダーク測定が実行される。そのダーク測定の実行後、対象物についての通常測定が実行される。以下、図 7 および図 8 を参照して、その処理手順について説明する。

【 0 0 6 4 】

図 7 は、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 におけるダーク測定の処理手順を示すフローチャートである。図 8 は、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 における通常測定の処理手順を示すフローチャートである。

40

【 0 0 6 5 】

図 7 を参照して、処理装置 1 0 0 は、ダーク測定開始指令を与えられたか否かを判断する ( ステップ S 1 0 0 ) 。ダーク測定開始指令が与えられていない場合 ( ステップ S 1 0 0 において N O の場合 ) には、ダーク測定開始指令が与えられるまで待つ。

【 0 0 6 6 】

一方、ダーク測定開始指令が与えられた場合 ( ステップ S 1 0 0 において Y E S の場合 ) には、処理装置 1 0 0 は、シャッター 2 1 をクローズ位置に駆動する ( ステップ S 1 0 2 ) 。すなわち、筐体 2 6 内への光の入射が遮断された状態が形成される。続いて、処理

50

装置 100 は、光検出器 25 の検出領域 25 a で検出されたスペクトル（ダークスペクトル）と、光検出器 25 の補正領域 25 b で検出された信号強度とを取得する（ステップ S 104）。続いて、処理装置 100 は、補正領域 25 b で検出された信号強度に基づいて、補正値を算出する（ステップ S 106）。より具体的には、補正領域 25 b で検出された複数の信号強度の平均値が補正値として算出される。

【0067】

さらに、処理装置 100 は、ステップ S 104 において取得された検出領域 25 a で検出されたダークスペクトルに含まれる各成分値（信号強度）から、ステップ S 106 において算出した補正値を（一律に）減じることで補正ダークスペクトルを算出する（ステップ S 108）。すなわち、処理装置 100 は、補正領域 25 b で検出された信号強度に基づいて算出される補正値で、ダークスペクトルを補正することで補正ダークスペクトルを算出する。さらに、処理装置 100 は、ステップ S 108 において算出した補正ダークスペクトルを格納する（ステップ S 110）。

【0068】

その後、処理装置 100 は、シャッター 21 をオープン位置に駆動する（ステップ S 112）。これにより、光学特性測定装置 1 は測定状態になる。そして、ダーク測定は終了する。

【0069】

次に、図 8 を参照して、処理装置 100 は、測定開始指令が与えられたか否かを判断する（ステップ S 200）。測定開始指令が与えられていない場合（ステップ S 200 において NO の場合）には、測定開始指令が与えられるまで待つ。なお、測定開始指令が与えられる前に、対象物から放射される光が光取出部 6 に取り込まれるように、対象物および/または光取出部 6 の位置合わせが実行される。

【0070】

一方、測定開始指令が与えられた場合（ステップ S 200 において YES の場合）には、処理装置 100 は、光検出器 25 の検出領域 25 a で検出された測定スペクトルと、光検出器 25 の補正領域 25 b で検出された信号強度とを取得する（ステップ S 202）。なお、先に実行されたダーク測定の実行後において、シャッター 21 がオープン位置に駆動されるので、光学特性測定装置 1 は、遮断部に相当するシャッター 21 を開放した測定状態となっている。

【0071】

続いて、処理装置 100 は、補正領域 25 b で検出された信号強度に基づいて、補正値を算出する（ステップ S 204）。より具体的には、補正領域 25 b で検出された複数の信号強度の平均値が補正値として算出される。

【0072】

さらに、処理装置 100 は、ステップ S 202 において取得された検出領域 25 a で検出された測定スペクトルに含まれる各成分値（信号強度）から、ステップ S 204 において算出した補正値を（一律に）減じることで補正測定スペクトルを算出する（ステップ S 206）。すなわち、処理装置 100 は、補正領域 25 b で検出された信号強度に基づいて算出される補正値で、測定スペクトルを補正することで補正測定スペクトルを算出する。さらに、処理装置 100 は、ステップ S 206 において算出した補正測定スペクトルの各成分値から、先に実行したダーク測定（ステップ S 108）において算出した補正ダークスペクトルの対応する成分値を減じることで、出力スペクトルを算出する（ステップ S 208）。この出力スペクトルが検出結果として出力される。

【0073】

その後、測定中止指令が与えられたか否かを判断する（ステップ S 210）。測定中止指令が与えられていない場合（ステップ S 210 において NO の場合）には、処理はステップ S 200 に戻る。

【0074】

一方、測定中止指令が与えられた場合（ステップ S 210 において YES の場合）には

10

20

30

40

50

、処理は終了する。

【 0 0 7 5 】

以上のように、本実施の形態に従う光学特性測定装置 1 においては、各通常測定においてダーク測定を行なう必要がない。そのため、通常測定に要する時間を短縮することができる。

【 0 0 7 6 】

< 制御構造 >

図 9 は、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 の処理装置 1 0 0 における制御構造を示す概略図である。

【 0 0 7 7 】

図 9 を参照して、本実施の形態に従う処理装置 1 0 0 は、バッファ 2 0 2 , 2 1 2 , 2 2 0 , 2 4 0 と、補正值算出部 2 0 4 と、セレクトア 2 1 4 , 2 1 8 , 2 2 2 , 2 2 6 , 2 3 2 と、減算部 2 1 6 , 2 2 4 と、メモリ 2 3 0 とを含む。なお、図 9 には、一例として、測定波長域に対応する検出領域 2 5 a ( 図 3 ) が N 個の検出素子を有し、測定波長域に対応する補正領域 2 5 b が 4 個の検出素子を有する場合に対応する制御構造を示す。

【 0 0 7 8 】

光検出器 2 5 の検出領域 2 5 a で検出された値 ( 各波長の信号強度 ) は、バッファ 2 1 2 に一時的に格納される。また、光検出器 2 5 の補正領域 2 5 b で検出された値 ( 信号強度 ) は、バッファ 2 0 2 に一時的に格納される。バッファ 2 1 2 は、検出領域 2 5 a に含まれる検出素子の数に対応して、少なくとも区画された N 個の領域 ( 1 c h , 2 c h , ... , N c h ) をもつ。また、バッファ 2 1 2 は、補正領域 2 5 b に含まれる検出素子の数に対応して、少なくとも区画された 4 個の領域 ( A c h , B c h , C c h , D c h ) をもつ。なお、バッファ 2 0 2 および 2 1 2 に格納されるデータは、光検出器 2 5 の検出周期 ( たとえば、数 m s e c ~ 数 1 0 m s e c ) で順次更新される。また、チャンネル ( c h ) は、光検出器 2 5 で検出される波長に対応付けられている。

【 0 0 7 9 】

補正值算出部 2 0 4 は、バッファ 2 0 2 に格納される補正領域 2 5 b で検出された信号強度に基づいて、補正值 M を算出する。具体的には、補正值算出部 2 0 4 は、バッファ 2 0 2 に格納されている 4 個の信号強度の平均値 ( もしくは、中間値 ) を補正值 M として算出する。

【 0 0 8 0 】

セレクトア 2 1 4 および減算部 2 1 6 は、検出領域 2 5 a で検出されたダークスペクトルもしくは測定スペクトルの各成分値から補正值 M を減じる。より具体的には、セレクトア 2 1 4 は、クロック信号 C L O C K に従って、バッファ 2 1 2 に格納されている各波長 ( チャンネル ) の信号強度を順次読出して、減算部 2 1 6 へ出力する。減算部 2 1 6 は、セレクトア 2 1 4 から入力される信号強度から補正值 M を減じて、その結果をセレクトア 2 1 8 へ出力する。したがって、減算部 2 1 6 からは、バッファ 2 1 2 に格納される各波長の信号強度に対して、補正值 M が減じられた結果が出力される。

【 0 0 8 1 】

セレクトア 2 1 8 は、光学特性測定装置 1 の状態 ( ダーク測定あるいは通常測定 ) およびシャッター 2 1 の開閉状態などに応じて、取得されたスペクトルがダークスペクトルであるか、あるいは測定スペクトルであるかを判断する。そして、セレクトア 2 1 8 は、セレクトア 2 1 4 と共通のクロック信号 C L O C K に従って、減算部 2 1 6 から出力される結果値をバッファ 2 2 0 およびメモリ 2 3 0 のいずれか一方に順次格納する。

【 0 0 8 2 】

バッファ 2 2 0 は、補正測定スペクトルを一時的に格納し、メモリ 2 3 0 は、補正ダークスペクトルを不揮発的に格納する。なお、補正ダークスペクトルは、ダーク測定の完了後、新たなダーク測定が実行されるまでの間、通常測定において繰り返し用いられるので、不揮発的に格納されることが好ましい。

【 0 0 8 3 】

すなわち、ダーク測定時には、バッファ 212 にダークスペクトルを示す各波長の信号強度が格納される。この場合には、セクタ 218 は、減算部 216 によって一律に補正值  $M$  を減じることで得られる結果を、メモリ 230 に順次格納する。一方、通常測定時には、バッファ 212 に測定スペクトルを示す各波長の信号強度が格納される。この場合には、セクタ 218 は、減算部 216 によって一律に補正值  $M$  を減じることで得られる結果を、バッファ 220 に順次格納する。すなわち、バッファ 212 に格納されるスペクトルの各波長の信号強度を  $A(i)$  {但し、 $1 \leq i \leq n$ } とすると、バッファ 220 または 230 に格納される補正後のスペクトル  $B(i)$  は、以下のように表わすことができる。

【0084】

$$B(i) = A(i) - M \{ \text{但し、} 1 \leq i \leq n \}$$

また、セクタ 214 とセクタ 218 とは、クロック信号  $CLOCK$  に従って同期する。そのため、たとえば、バッファ 212 の  $1ch$  から読出された信号強度は、バッファ 220 の  $1ch$  またはメモリ 230 の  $1ch$  に格納される。

【0085】

セクタ 222, 226, 232 および減算部 224 は、補正測定スペクトルの各成分値から補正ダークスペクトルの対応する成分値を減じて出力スペクトルを算出する。より具体的には、セクタ 222 は、クロック信号  $CLOCK$  に従って、バッファ 220 に格納されている補正測定スペクトルの各波長 (チャンネル) の信号強度を順次読出して、減算部 224 へ出力する。同様に、セクタ 232 は、セクタ 222 と共通のクロック信号  $CLOCK$  に従って、メモリ 230 に格納されている補正ダークスペクトルの各波長 (チャンネル) の信号強度を順次読出して、減算部 224 へ出力する。減算部 224 は、セクタ 222 から入力される信号強度から、セクタ 232 から入力される信号強度を減じて、その結果をセクタ 226 へ出力する。また、セクタ 222 とセクタ 232 とは、クロック信号  $CLOCK$  に従って同期する。

【0086】

セクタ 226 は、セクタ 222 および 232 と共通のクロック信号  $CLOCK$  に従って、減算部 224 から出力される結果値をバッファ 240 に順次格納する。

【0087】

したがって、バッファ 240 には、補正測定スペクトルの各成分値から補正ダークスペクトルの対応する成分値を減じた結果が格納される。すなわち、バッファ 220 に格納される補正測定スペクトルの各波長の信号強度を  $S(i)$  {但し、 $1 \leq i \leq n$ } とし、メモリ 230 に格納される補正ダークスペクトルの各波長の信号強度を  $D(i)$  {但し、 $1 \leq i \leq n$ } とすると、バッファ 240 に格納される出力スペクトル  $M(i)$  は、以下のように表わすことができる。

【0088】

$$M(i) = S(i) - D(i) \{ \text{但し、} 1 \leq i \leq n \}$$

そして、このバッファ 240 に格納される出力スペクトルが測定結果として出力される。

【0089】

図 9 に示す制御構造は、典型的に、CPU 105 (図 5) が、固定ディスク 107 (図 5) などに格納されているプログラムをメモリ 106 (図 5) に展開して実行することで提供される。なお、図 9 に示す制御構造の一部もしくは全部をハードウェアによって提供してもよい。

【0090】

また、図 9 には、波長毎の信号強度について、直列的に演算処理を採用した構成について例示したが、スペクトル同士を一括して減算するといった並行的な演算処理を採用してもよい。さらに、上述のような算術演算処理が実現できるのであれば、いずれの演算処理を採用してもよい。

【0091】

10

20

30

40

50

## &lt; 測定例 &gt;

上述した本実施の形態に従う光学特性測定装置 1 の迷光などに起因する誤差に対する低減効果について、実際に測定した結果の一例を以下に示す。

## 【 0 0 9 2 】

迷光の影響を評価する方法として、日本工業規格 J I S    Z 8 7 2 4 : 1 9 9 7 「色の測定方法 - 光源色」には、分光測光器の「迷光」の性能の条件が規定されている。この J I S 規格に従って、本実施の形態に従う補正処理に係る迷光による誤差の排除性能について評価を行った。また、比較対象として、本実施の形態に従う補正処理を適用しなかった場合の測定結果についても示す。なお、補正処理を適用しない場合であっても、上述の図 6 に示す測定手順と同様に、光検出器 2 5 の検出値から暗電流によるオフセット成分を除く補正処理は実行した。

10

## 【 0 0 9 3 】

上記 J I S 規格においては、測定光の光源としてタングステン電球を用いて迷光を評価することが規定されている。その具体的な手順としては、まず、タングステン電球から放射された光を入射した場合における光検出器からの出力（レファレンス値）を取得する。次に、透過限界波長がそれぞれ、 $500 \pm 5$  (nm),  $560 \pm 5$  (nm),  $660 \pm 5$  (nm) であるシャープカットフィルタを、タングステン電球から放射された光の入射光路に挿入した場合に光検出器からの出力をそれぞれ取得する。なお、評価される出力は、それぞれ、 $450$  (nm),  $500$  (nm),  $600$  (nm) における値である。最終的に、それぞれの出力のレファレンス値に対する比率を、迷光を評価する値（迷光率）として算出する。

20

## 【 0 0 9 4 】

なお、本測定例においては、透過限界波長がそれぞれ、 $495$  (nm),  $550$  (nm),  $665$  (nm) の 3 つのシャープカットフィルタを用いて評価した。

## 【 0 0 9 5 】

図 1 0 は、この発明の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 についての迷光評価の一例を示す図である。図 1 1 は、図 1 0 に示すスペクトルの部分的な拡大図を示す。

## 【 0 0 9 6 】

図 1 0 には、何らのカットフィルタも挿入していない状態（レファレンス）と、それぞれのシャープカットフィルタを挿入した状態とについての測定例を示す。図 1 0 に示すように、それぞれシャープカットフィルタを挿入することで、対応する透過限界波長より短い波長が遮断されていることがわかる。

30

## 【 0 0 9 7 】

図 1 1 ( a ) には、透過限界波長が  $495$  (nm) であるシャープカットフィルタを挿入した場合において、補正処理の有無による、 $450$  (nm) 近傍の信号強度の違いを示す。また、図 1 1 ( b ) には、透過限界波長が  $550$  (nm) であるシャープカットフィルタを挿入した場合において、補正処理の有無による、 $550$  (nm) 近傍の信号強度の違いを示す。また、図 1 1 ( c ) には、透過限界波長が  $665$  (nm) であるシャープカットフィルタを挿入した場合において、補正処理の有無による、 $600$  (nm) 近傍の信号強度の違いを示す。

40

## 【 0 0 9 8 】

いずれに示す例においても、本実施の形態に従う補正処理を適用することで、出力がゼロ値に近づいていることが分かる。

## 【 0 0 9 9 】

以上のような結果をまとめると、以下に示す表のようになる。なお、表中における「低減率」は、補正処理を適用しない場合の迷光率に対する補正処理が適用された場合の迷光率の大きさの比を示す。

## 【 0 1 0 0 】

【表 1】

評価波長 (nm)	レファレンス 信号強度	補正処理有		補正処理無		低減率 (%)
		信号強度	迷光率(%)	信号強度	迷光率(%)	
450	0.09	0.0001	0.11	0.0003	0.37	29.7
500	0.19	0.0002	0.10	0.0004	0.22	45.5
600	0.50	0.0003	0.05	0.0005	0.10	50.0

## 【0101】

上表に示されるように、本実施の形態に従う補正処理を適用することで、迷光率を半分以下に低減できることがわかる。

10

## 【0102】

< 本実施の形態における作用効果 >

この発明の実施の形態によれば、光検出器 25 の検出面に、分光器 24 で分光された光が入射する領域（検出領域 25 a）と、分光器 24 で分光された光が入射しない領域（補正領域 25 b）が設けられる。測定時において、検出領域 25 a および補正領域 25 b からそれぞれスペクトルおよび強度値が同時に取得される。そして、補正領域 25 b で検出された信号強度に基づいて補正值が算出される。さらに、検出領域 25 a で検出されたスペクトルの各成分値（各波長の信号強度）からこの算出された補正值が減じられることで、補正後のスペクトルが算出される。

20

## 【0103】

上述のような補正值は、筐体内部で発生する迷光に起因する誤差成分と、光検出器 25 に流れる暗電流によるオフセット成分とを反映した値となる。そのため、検出領域 25 a で検出されたスペクトルをこのような補正值で補正することにより、本来の測定光のスペクトルを正確に取得することができる。

## 【0104】

また、この発明の実施の形態によれば、同一の光検出器 25 の上に設けられた検出領域 25 a および補正領域 25 b から、それぞれスペクトルおよび強度値が同時に取得される。そのため、筐体内部で発生する迷光に起因する誤差成分、および / または、光検出器 25 に流れる暗電流によるオフセット成分が時間的に変動する場合であっても、これらの誤差成分を確実に取り除くことができる。すなわち、周囲温度などの環境要因による外乱に対する誤差をより確実に取り除くことができる。

30

## 【0105】

さらに、筐体内部で発生する迷光に起因する誤差成分、および / または、光検出器 25 に流れる暗電流によるオフセット成分を取得するために、ダーク測定を行なう必要がない。そのため、測定毎にシャッターを開閉する必要がないので、測定に要する時間を短縮することができる。

## 【0106】

また、この発明の実施の形態によれば、上述のような補正を行なった後のダークスペクトル（補正ダークスペクトル）を用いてさらに補正を行なう。そのため、測定結果として出力されるスペクトルは、迷光に起因する誤差成分および暗電流によるオフセット成分以外の誤差成分が取り除かれたものとなる。そのため、対象物のスペクトルをより高精度に測定することができる。

40

## 【0107】

[ 変形例 1 ]

上述の実施の形態においては、通常測定前に、ダーク測定を行なってダークスペクトルおよび補正ダークスペクトルを予め取得する構成について例示した。本変形例では、このダーク測定を省略できる構成について例示する。

## 【0108】

< 装置全体構成 >

50

図 1 2 は、この発明の実施の形態の変形例 1 に従う測定器本体 2 # の概略の機能ブロック図である。図 1 2 に示す測定器本体 2 # は、図 2 に示す測定器本体 2 からシャッター 2 1 を取除いたものに相当する。測定器本体 2 # のその他の部位は、測定器本体 2 と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【 0 1 0 9 】

< ダークスペクトルの特性 >

まず、光検出器 2 5 のダークスペクトルの特性について実際に測定した結果について例示する。

【 0 1 1 0 】

( 1 . 温度依存性 )

10

図 1 3 は、この発明の実施の形態に従うダーク測定結果の温度依存性を示す図である。図 1 3 に示す測定結果は、恒温層内に測定器本体を配置し、恒温層内の温度を変化させた場合に得られた出力の時間的変化を示す。より具体的には、恒温層内の温度を当初 1 0 に設定しておき、測定開始から 3 0 分経過後に、恒温層内の温度を 2 0 に変更した。また、図 1 3 には、ダークスペクトル ( 補正処理無 ) および補正ダークスペクトル ( 補正処理有 ) の両方の測定結果を示す。なお、光検出器 2 5 の露光時間は 2 0 s e c とした。ダークスペクトルおよび補正ダークスペクトルのスペクトル幅は 2 5 0 ~ 7 5 0 n m とし、これらのスペクトルにおける 5 0 n m 毎の出力値の平均値を測定結果とした。

【 0 1 1 1 】

図 1 3 に示すように、ダークスペクトル ( 補正処理無 ) については、周囲温度変化の影響を受けて出力値が変動していることがわかる。これに対して、補正ダークスペクトル ( 補正処理有 ) については、周囲温度変化の影響をほとんど受けていないことがわかる。

20

【 0 1 1 2 】

図 1 4 は、この発明の実施の形態に従うダークスペクトルの温度依存性を示す測定結果である。図 1 5 は、図 1 4 に示すダークスペクトルから得られるダークパターンを示す図である。

【 0 1 1 3 】

図 1 4 ( a ) には、周囲温度が 1 0 の場合のダークスペクトルを示し、図 1 4 ( b ) には、周囲温度が 2 0 の場合のダークスペクトルを示し、図 1 4 ( c ) には、周囲温度が 3 0 の場合のダークスペクトルを示す。なお、光検出器 2 5 の露光時間は、図 1 3 と同じく 2 0 s e c とした。

30

【 0 1 1 4 】

図 1 4 ( a ) ~ 図 1 4 ( c ) に示すダークスペクトルを比較すると、同一の波長に対応する振幅の絶対値が異なっていることがわかる。すなわち、ダークスペクトルは、周囲温度によりその特性が影響を受けていることがわかる。

【 0 1 1 5 】

図 1 5 ( a ) ~ 図 1 5 ( c ) は、図 1 4 ( a ) ~ 図 1 4 ( c ) に示されるそれぞれのダークスペクトルの各成分値 ( 各波長の信号強度 ) を、対応するダークスペクトルの最も短い波長の成分値 ( 信号強度 ) で除算した結果を示す。すなわち、図 1 5 ( a ) ~ 図 1 5 ( c ) は、図 1 4 ( a ) ~ 図 1 4 ( c ) のダークスペクトルを規格化した波長特性 ( 実際の振幅を示すダークスペクトルとは区別するために、「ダークパターン」と称す。 ) を示す。

40

【 0 1 1 6 】

図 1 5 ( a ) ~ 図 1 5 ( c ) に示すダークパターンを比較すると、ほぼ同一の変化特性を有していることがわかる。

【 0 1 1 7 】

上述に示す測定結果によれば、光検出器 2 5 が出力するダークスペクトルは、周囲温度に依存してその特性を変化させるものの、ダークパターンは、周囲温度によらずほぼ同一の特性を示すといえる。

【 0 1 1 8 】

50

( 2 . 露光時間依存性 )

図 1 6 は、この発明の実施の形態に従うダーク測定結果の露光時間依存性を示す測定結果を示す図である。図 1 7 は、この発明の実施の形態に従うダーク測定結果の露光時間依存性を示す別の測定結果を示す図である。

【 0 1 1 9 】

図 1 6 に示す測定結果は、光検出器 2 5 の周囲温度を一定に維持した状態で、露光時間を 2 0 0 m s e c および 2 0 0 0 m s e c のそれぞれに設定した場合に得られたダークスペクトルを示す。

【 0 1 2 0 】

図 1 6 に示すように、露光時間が長くなるほど、光検出器 2 5 に入射する光エネルギーの量が増大するため、測定されるダークスペクトルの振幅も大きくなっていることがわかる。

【 0 1 2 1 】

次に、図 1 7 ( a ) には、光検出器 2 5 の露光時間が 2 0 0 0 m s e c の場合のダークスペクトルを示し、図 1 7 ( b ) には、光検出器 2 5 の露光時間が 2 0 0 m s e c の場合のダークスペクトルを示し、図 1 7 ( c ) には、光検出器 2 5 の露光時間が 2 0 m s e c の場合のダークスペクトルを示す。なお、いずれの場合についても、光検出器 2 5 の周囲温度は一定とした。

【 0 1 2 2 】

図 1 7 ( a ) ~ 図 1 7 ( c ) に示すダークスペクトルを比較すると、露光時間に依存して振幅の大きさが変動していることがわかる。なお、図 1 7 ( b ) および図 1 7 ( c ) に示すように、相対的に露光時間が短くなると、検出される信号強度の絶対値自体が小さくなるので、スペクトルの特性が明瞭には現れていない。

【 0 1 2 3 】

上述に示す測定結果によれば、光検出器 2 5 が出力するダークスペクトルは、露光時間に依存してその特性を変化させるといえる。なお、ダークスペクトルは、主として、光検出器 2 5 の出力に含まれる暗電流に依存するものである。そして、光検出器 2 5 の暗電流は、光検出器 2 5 が活性化している期間、すなわち蓄積する電荷の量に依存する。そのため、原理的には、ダークスペクトルの振幅は、光検出器 2 5 の露光時間の対数値に比例するといえる。

【 0 1 2 4 】

< 補正処理の概要 >

本変形例に従う光学特性測定装置 1 A は、上述の実施の形態に従う光学特性測定装置 1 と同様に、補正測定スペクトルの各成分値から補正ダークスペクトルの対応する成分値を減じることで、出力スペクトルを算出する。

【 0 1 2 5 】

図 1 8 は、この発明の実施の形態の変形例 1 に従う光学特性測定装置 1 A による測定例を示す図である。図 1 8 には、約 3 8 0 n m を最短波長とする測定光を対象とした場合の測定例を示す。すなわち、測定光の最短波長より短い波長域では、迷光補正後の測定結果 ( 補正測定スペクトル s i g n a l ' ) はゼロとなるべきであるが、実際には、上述したような種々の要因によって、ゼロとはならない。そのため、補正測定スペクトル s i g n a l ' を補正ダークスペクトル d a r k ' で補正することで、より本来の測定値を反映した結果 ( s i g n a l ' - d a r k ' ) を得ることができる。

【 0 1 2 6 】

本変形例に示す光学特性測定装置は、上述のような算出処理に必要な補正ダークスペクトルを、ダーク測定を行なうことなく動的に決定する。これにより、より短時間に通常測定を開始することができる。

【 0 1 2 7 】

より具体的には、光検出器 2 5 のノイズ特性を示す、補正ダークパターンを予め用意しておき、この補正ダークパターンに通常測定時に測定された振幅を乗じて、補正ダークス

10

20

30

40

50

ペクトルを決定（推定）する。このように決定される補正ダークスペクトルは、通常測定時の周囲温度を反映したものとなる。上述したように、補正ダークスペクトルの振幅（信号強度）は、露光時間に応じて変動するために、本変形例においては、光検出器 25 において設定可能な複数の露光時間に対応付けて、複数の補正ダークパターンを用意する構成を採用する。すなわち、各通常測定において、光検出器 25 に設定されている露光時間に対応する 1 つの補正ダークパターンが選択され、この選択された補正ダークパターンに基づいて、補正ダークスペクトルが決定される。

#### 【0128】

なお、後述するように、共通の補正ダークパターンを用意しておき、通常測定時の周囲温度および露光時間を反映するように、補正ダークスペクトルを決定してもよい。

#### 【0129】

##### < 制御構造 >

図 19 は、この発明の実施の形態の変形例 1 に従う光学特性測定装置の処理装置 100 A における制御構造を示す概略図である。

#### 【0130】

図 19 を参照して、本変形例に従う処理装置 100 A は、図 9 に示す処理装置 100 に比較して、補正ダークパターン格納部 260 と、セレクトア 262、268 と、乗算部 264 とをさらに加えたものに相当する。これらの部位は、上述した補正ダークスペクトルを動的に決定する。

#### 【0131】

より具体的には、補正ダークパターン格納部 260 は、光検出器 25 に設定可能な複数の露光時間の別に、複数の補正ダークパターン 261 を記憶する。各補正ダークパターン 261 は、検出領域 25a に含まれる検出素子の数に対応して、少なくとも区画された N 個の成分値（ $1ch$ 、 $2ch$ 、 $\dots$ 、 $Nch$ ）によって定義される。

#### 【0132】

セレクトア 262 および乗算部 264 は、協働して、補正ダークスペクトルを動的に決定する。より具体的には、セレクトア 262 は、補正ダークパターン格納部 260 に記憶されている複数の補正ダークパターン 261 のうち、光検出器 25 に設定されている露光時間に対応する補正ダークパターン 261 を選択する。セレクトア 262 は、クロック信号  $CLK$  に従って、選択している補正ダークパターン 261 の成分値（比率）を順次読出して、乗算部 264 へ出力する。

#### 【0133】

乗算部 264 は、セレクトア 262 から入力される成分値（比率）に補正值  $M$  を乗じて、補正ダークスペクトルを算出する。すなわち、本変形例においては、周囲温度を反映するパラメータとして補正值  $M$  を用いる。これは、補正值  $M$  が測定光とは独立した迷光の値を反映したものであり、この迷光の大きさがほぼ一定であるとする、補正值  $M$  の振幅の変動要因は、周囲温度の影響によるものとみなすことができるからである。したがって、光検出器 25 に設定されている露光時間に対応する補正ダークパターン 261 に補正值  $M$  を乗じることで、目的の補正ダークスペクトルを決定（推定）することができる。

#### 【0134】

本実施の形態においては、複数の補正ダークパターン 261 は、補正值  $M$  で規格化された値として予め実験的に取得される。これらの複数の補正ダークパターン 261 は、光検出器 25 に固有の値となる場合も多いと考えられる。そのため、たとえば、本変形例に従う測定器本体 2# の完成検査時などに実際に測定することで、複数の補正ダークパターン 261 を決定してもよい。

#### 【0135】

すなわち、補正ダークパターン格納部 260 に格納される補正ダークパターン 261 の各波長の成分値を  $P(i)$  {但し、 $1 \leq i \leq n$ } とすると、メモリ 230 に格納される補正ダークスペクトルの各波長の信号強度  $D(i)$  {但し、 $1 \leq i \leq n$ } は、以下のように

10

20

30

40

50

表わすことができる。

【0136】

$$D(i) = M \times P(i) \{ \text{但し、} 1 \leq i \leq n \}$$

セクタ268は、セクタ262と共通のクロック信号CLOCKに従って、乗算部264から出力される補正ダークスペクトルの各成分値をメモリ230へ順次格納する。

【0137】

以上のように、メモリ230に補正ダークスペクトルの各成分値が格納された後の動作としては、上述の図9に示す処理装置100と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【0138】

10

<測定手順>

上述したように、本変形例に従う光学特性測定装置1Aでは、予め用意される補正ダークパターンを用いて、補正ダークスペクトルを算出するので、上述したようなダーク測定を必要としない。以下、図20を参照して、本変形例に従う測定手順について説明する。

【0139】

図20は、この発明の実施の形態の変形例1に従う光学特性測定装置1Aにおける測定手順を示すフローチャートである。

【0140】

図20を参照して、処理装置100Aは、測定開始指令を与えられたか否かを判断する(ステップS400)。測定開始指令が与えられていない場合(ステップS400においてNOの場合)には、測定開始指令が与えられるまで待つ。なお、測定開始指令が与えられる前に、対象物から放射される光が光取出部6に取り込まれるように、対象物および/または光取出部6の位置合わせが実行される。

20

【0141】

一方、測定開始指令が与えられた場合(ステップS400においてYESの場合)には、処理装置100Aは、光検出器25の検出領域25aで検出された測定スペクトルと、光検出器25の補正領域25bで検出された信号強度とを取得する(ステップS402)。さらに、処理装置100Aは、補正領域25bで検出された信号強度に基づいて、補正値を算出する(ステップS404)。より具体的には、補正領域25bで検出された複数の信号強度の平均値が補正値として算出される。

30

【0142】

続いて、処理装置100Aは、ステップS402において取得された検出領域25aで検出された測定スペクトルに含まれる各成分値(信号強度)から、ステップS404において算出した補正値を(一律に)減じることで補正測定スペクトルを算出する(ステップS406)。すなわち、処理装置100Aは、補正領域25bで検出された信号強度に基づいて算出される補正値で、測定スペクトルを補正することで補正測定スペクトルを算出する。

【0143】

並行して、処理装置100Aは、予め用意されている複数の補正ダークパターンのうち、設定されている露光時間に対応する補正ダークパターンを読出す(ステップS408)。続いて、処理装置100Aは、読出した補正ダークパターンの各成分値に補正値Mを乗じることで、補正ダークスペクトルを決定する(ステップS410)。

40

【0144】

続いて、処理装置100Aは、ステップS406において算出した補正測定スペクトルの各成分値から、ステップS410において算出した補正ダークスペクトルの対応する成分値を減じることで、出力スペクトルを算出する(ステップS412)。この出力スペクトルが検出結果として出力される。

【0145】

その後、測定中止指令が与えられたか否かを判断する(ステップS414)。測定中止指令が与えられていない場合(ステップS414においてNOの場合)には、処理はステ

50

ップ S 4 0 0 に戻る。

【 0 1 4 6 】

一方、測定中止指令が与えられた場合（ステップ S 4 1 4 において Y E S の場合）には、処理は終了する。

【 0 1 4 7 】

以上のように、本変形例に従う光学特性測定装置 1 においては、予めダーク測定を行なう必要がない。そのため、通常測定に要する時間をより短縮することができる。

【 0 1 4 8 】

＜本実施の形態における作用効果＞

本変形例に従う光学特性測定装置 1 A によれば、予め用意される補正ダークパターンに基づいて、ダーク測定によって得られ得る補正ダークスペクトルが動的に決定される。そのため、通常測定に先だってダーク測定を行なう必要がない。この結果、測定器本体の内部に侵入する外乱光を遮断するためのシャッターを設けなくともよい。したがって、より測定器本体の構成を簡略化できるとともに、製造コストを低減することもできる。

【 0 1 4 9 】

〔変形例 2〕

上述した、この発明の実施の形態の変形例 1 においては、光検出器 2 5 に設定可能な複数の露光時間に対応付けて複数の補正ダークパターンを用意する構成について例示したが、共通の補正ダークパターンを用意しておき、周囲温度および露光時間を反映するように、補正ダークスペクトルを決定してもよい。以下、このような共通の補正ダークパターンから補正ダークスペクトルを決定するための構成について例示する。

【 0 1 5 0 】

本変形例に従う測定器本体の構成は、図 1 2 に示す変形例 1 に従う測定器本体と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【 0 1 5 1 】

本変形例に従う処理装置における制御構造は、図 1 9 に示す変形例 1 に従う処理装置における制御構造において、補正ダークスペクトルを決定するための構成が異なるのみであるので、この異なる構成について以下説明する。

【 0 1 5 2 】

図 2 1 は、この発明の実施の形態の変形例 2 に従う光学特性測定装置の処理装置における制御構造の要部を示す概略図である。

【 0 1 5 3 】

図 2 1 を参照して、本変形例に従う処理装置は、共通補正ダークパターン格納部 2 7 0 と、セレクトア 2 7 2 と、対数演算部 2 7 4 と、乗算部 2 7 6 と、セレクトア 2 6 8 と、メモリ 2 3 0 とを含む。

【 0 1 5 4 】

共通補正ダークパターン格納部 2 7 0 は、共通の補正ダークパターンを記憶する。この共通の補正ダークパターンは、検出領域 2 5 a に含まれる検出素子の数に対応して、少なくとも区画された N 個の成分値（ $1ch$ ， $2ch$ ， $\dots$ ， $Nch$ ）によって定義される。

【 0 1 5 5 】

セレクトア 2 7 2、対数演算部 2 7 4 および乗算部 2 7 6 は、協働して、補正ダークスペクトルを動的に決定する。補正ダークスペクトルの振幅は、光検出器 2 5 の露光時間の対数値に比例するので、対数演算部 2 7 4 および乗算部 2 7 6 は、共通補正ダークパターンを露光時間の対数値で補正する。同時に、対数演算部 2 7 4 および乗算部 2 7 6 は、共通補正ダークパターンを補正值  $M$  で補正する。これにより、共通補正ダークパターンから、露光時間および測定時点の周囲温度を反映した補正ダークスペクトルを決定することができる。

【 0 1 5 6 】

より具体的には、セレクトア 2 7 2 は、共通補正ダークパターン格納部 2 7 0 に格納されている共通の補正ダークパターンの各成分値を順次読出して、乗算部 2 7 6 へ出力する。

対数演算部 274 は、光検出器 25 の露光時間を受けて、その対数値を出力する。乗算部 276 は、セレクトア 272 から入力される成分値（比率）に、補正值である露光時間の対数値および補正值  $M$  を乗じて、補正ダークスペクトルを算出する。この補正ダークスペクトルは、セレクトア 268 を通じて、メモリ 230 へ格納される。

【0157】

メモリ 230 に補正ダークスペクトルの各成分値が格納された後の動作としては、上述の図 9 に示す処理装置 100 と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【0158】

以上のように、本変形例に従う光学特性測定装置においては、予め共通の補正ダークパターンを用意するだけでよいので、複数の補正ダークパターンを用意する場合に比較して、より構成を簡素化できる。

10

【0159】

〔変形例 3〕

上述したこの発明の実施の形態の変形例 1 および変形例 2 においては、補正ダークスペクトルを規格化した補正ダークパターンを予め取得しておく構成について例示したが、ダークスペクトルを規格化したダークパターンを予め取得しておくようにしてもよい。すなわち、光検出器 25 のノイズ特性を示すパターンとして、補正ダークパターンおよびダークパターンのいずれを採用してもよい。

【0160】

この場合には、たとえば、上述の変形例 1 に従う処理装置 100 A における制御構造（図 19）において、補正ダークパターン格納部 260 に代えて、複数の露光時間の別に取得された複数のダークパターンを記憶するダークパターン格納部が設けられる。そして、セレクトア 262 および乗算部 264 により、ダークスペクトルが動的に決定される。

20

【0161】

このとき、補正ダークスペクトルではなくダークスペクトルが決定されるので、ダークスペクトルを補正ダークスペクトルに補正するための処理がさらに実行される。典型的には、図 19 に示す乗算部 264 の後段に、減算部 216 と同様の減算部が設けられ、この減算部が乗算部 264 により出力されるダークスペクトルの各成分値から補正值  $M$  を減じる。これにより、補正ダークスペクトルが得られる。以下の処理については、上述の変形例 1 と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

30

【0162】

同様に、上述の変形例 2 に従う処理装置における制御構造（図 21）において、共通補正ダークパターン格納部 270 に代えて、共通のダークパターンを記憶する共通ダークパターン格納部が設けられる。そして、セレクトア 272、対数演算部 274 および乗算部 276 により、ダークスペクトルが動的に決定される。さらに、決定されたダークスペクトルを補正ダークスペクトルに補正するための処理がさらに実行される。典型的には、図 21 に示す乗算部 276 の後段に、減算部 216（図 19）と同様の減算部が設けられ、この減算部が乗算部 276 により出力されるダークスペクトルの各成分値から補正值  $M$  を減じる。これにより、補正ダークスペクトルが得られる。以下の処理については、上述の変形例 2 と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

40

【0163】

〔変形例 4〕

上述の実施の形態においては、測定器本体 2 および処理装置 100 をそれぞれ独立の装置として構成する場合について例示したが、両装置を一体化して構成してもよい。

【0164】

〔変形例 5〕

本発明に係るプログラムは、コンピュータのオペレーティングシステム（OS）の一部として提供されるプログラムモジュールのうち、必要なモジュールを所定の配列で所定のタイミングで呼出して処理を実行させるものであってもよい。その場合、プログラム自体には上記モジュールが含まれず OS と協働して処理が実行される。このようなモジュール

50

を含まないプログラムも、本発明に係るプログラムに含まれ得る。

【 0 1 6 5 】

さらに、本発明に係るプログラムは他のプログラムの一部に組込まれて提供されるものであってもよい。その場合にも、プログラム自体には上記他のプログラムに含まれるモジュールが含まれず、他のプログラムと協働して処理が実行される。このような他のプログラムに組込まれたプログラムも、本発明に係るプログラムに含まれ得る。

【 0 1 6 6 】

さらに、本発明に係るプログラムによって実現される機能の一部または全部を専用のハードウェアによって構成してもよい。

【 0 1 6 7 】

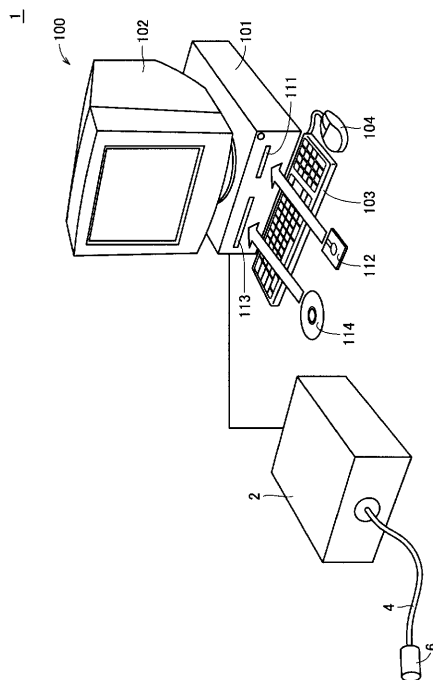
今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

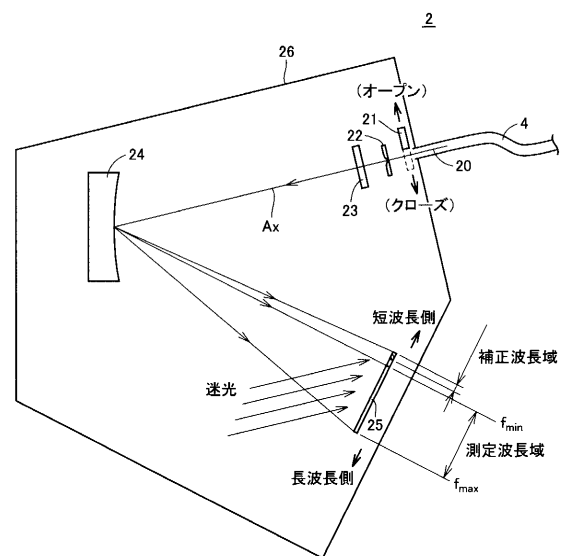
【 0 1 6 8 】

1, 1 A 光学特性測定装置、2 測定器本体、4 光ファイバ、6 光取出部、20 光取入口、21 シャッター、22 スリット、23 カットフィルタ、24 分光器、25 光検出器、25 a 検出領域、25 b 補正領域、26 筐体、100, 100 A 処理装置、101 コンピュータ本体、102 モニタ、103 キーボード、104 マウス、106 メモリ、107 固定ディスク、109 通信インターフェイス部、111 F D 駆動装置、113 C D - R O M 駆動装置、202, 212, 220, 240 バッファ、204 補正值算出部、214, 218, 222, 226, 232, 262 セレクタ、216, 224 減算部、230 メモリ、264, 276 乗算部、270 共通補正ダークパターン格納部、274 対数演算部。

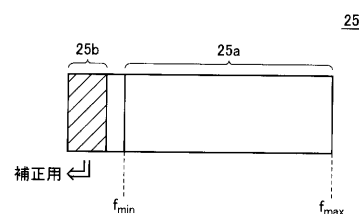
【図 1】



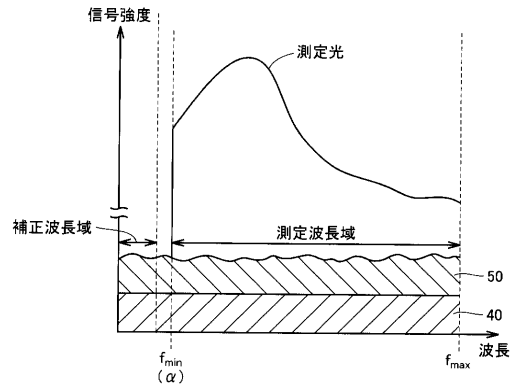
【図 2】



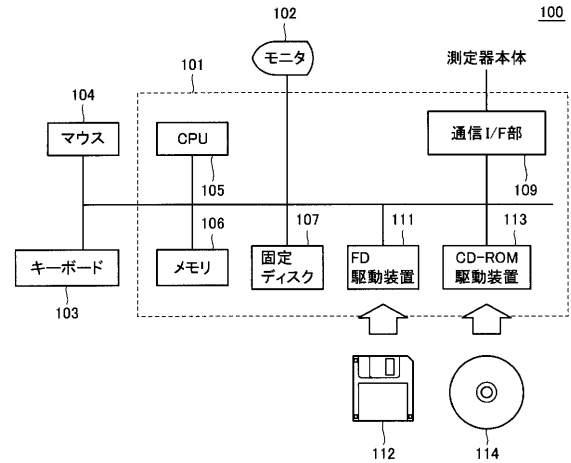
【図 3】



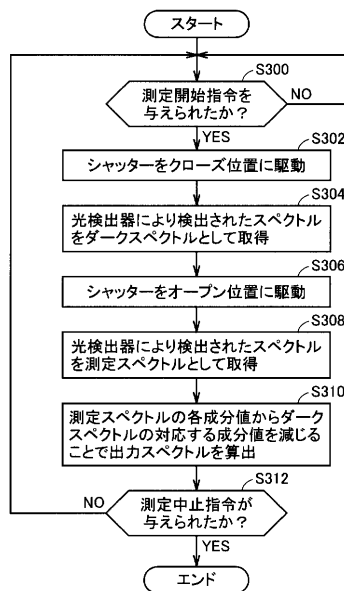
【図 4】



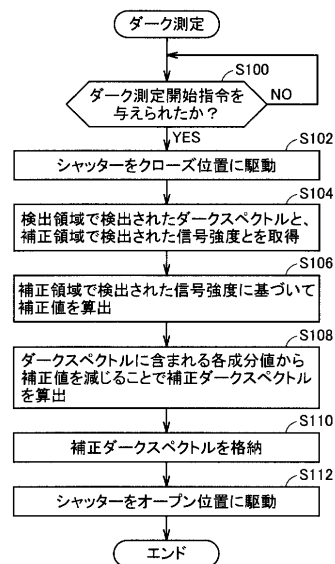
【図 5】



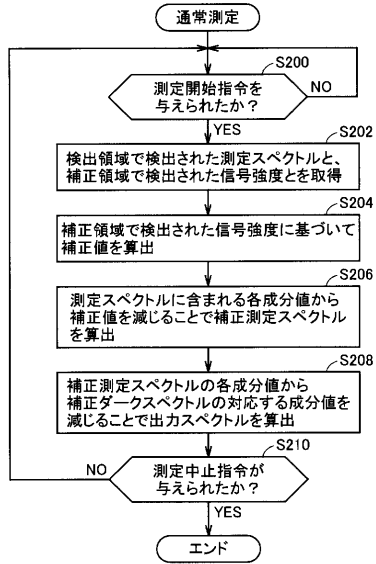
【図 6】



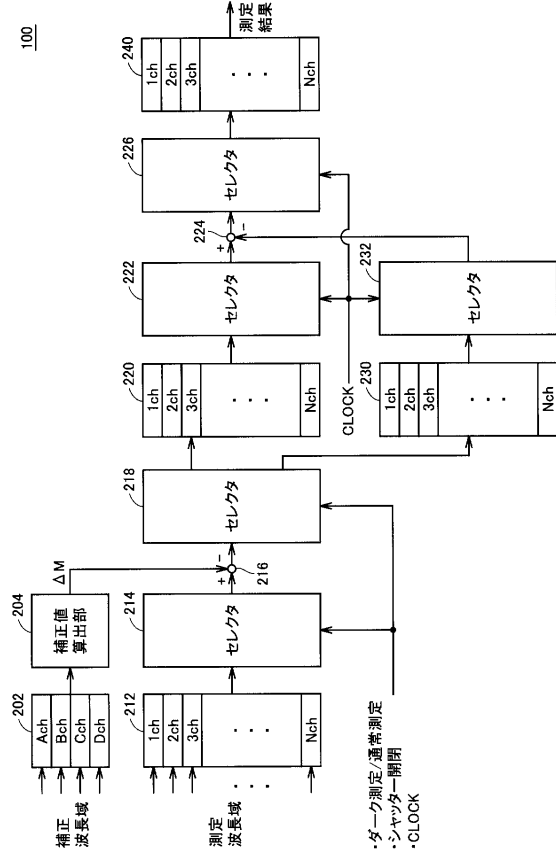
【図 7】



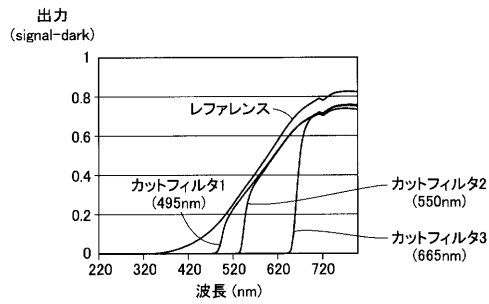
【図 8】



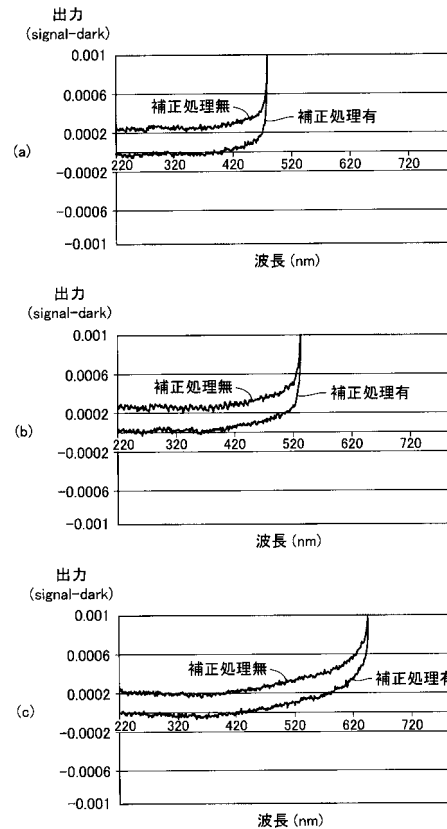
【図 9】



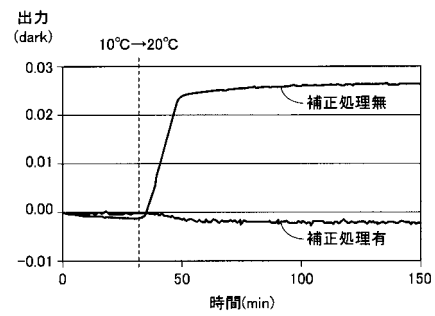
【図 10】



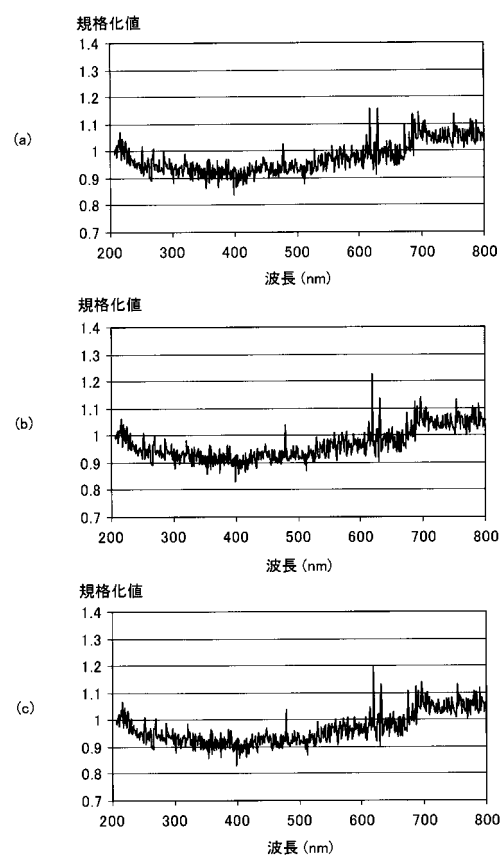
【図 11】



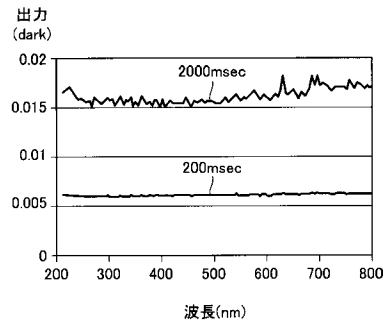
【 図 1 3 】



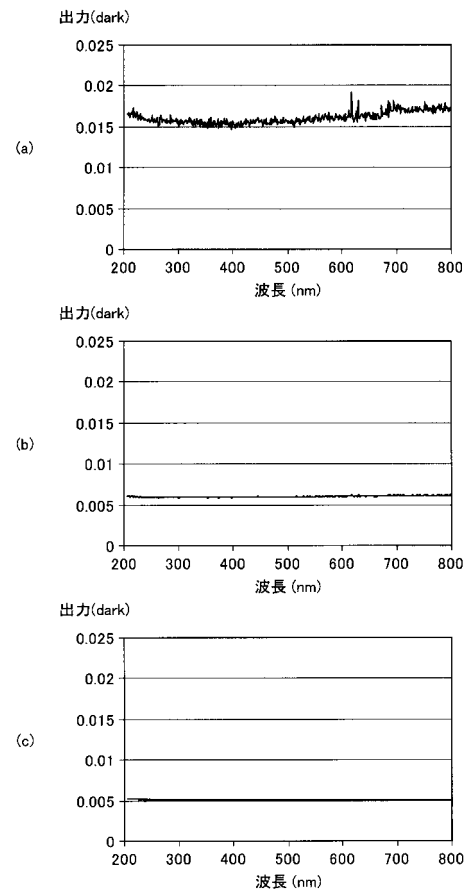
【 図 1 5 】



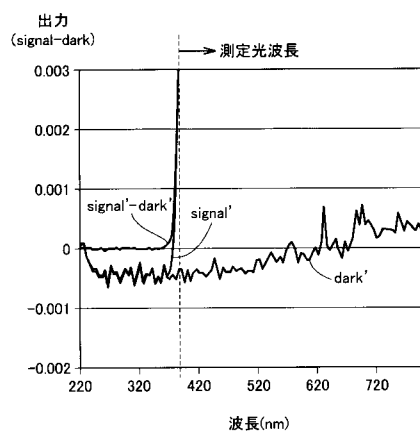
【図 16】



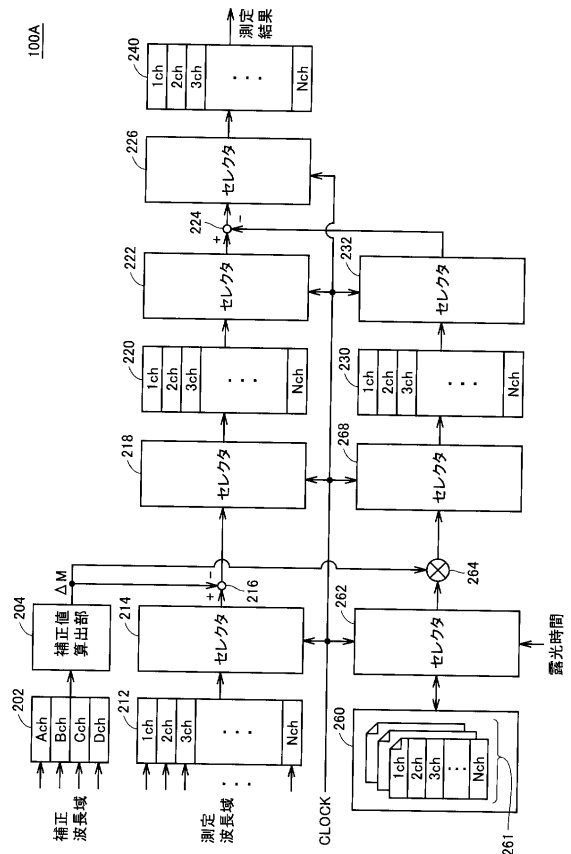
【図 17】



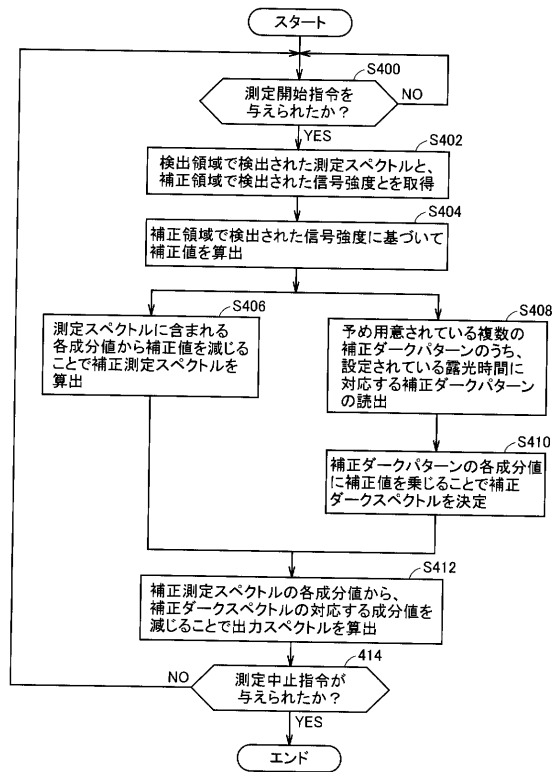
【図 18】



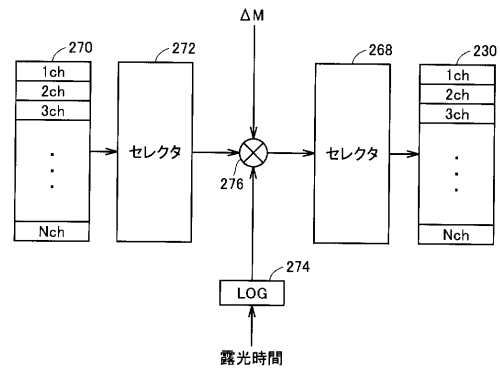
【図 19】



【図 20】



【図 21】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100124523  
弁理士 佐々木 真人
- (72)発明者 佐野 弘幸  
大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
- (72)発明者 大川内 真  
大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
- (72)発明者 大嶋 浩正  
大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
- (72)発明者 大久保 和明  
大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
- (72)発明者 水口 勉  
大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
- (72)発明者 志摩 史郎  
大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内

審査官 田中 洋介

- (56)参考文献 特開2002-005741(JP, A)  
特開2002-195884(JP, A)  
特開2002-318190(JP, A)  
特開2000-101932(JP, A)  
特開平07-128144(JP, A)  
特公平05-021178(JP, B2)  
特開昭58-158528(JP, A)  
特開昭56-057925(JP, A)  
国際公開第2009/128338(WO, A1)  
米国特許第08601309(US, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01J3/00-3/52  
G01N21/00-21/01、21/17-21/61