

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5655437号
(P5655437)

(45) 発行日 平成27年1月21日 (2015. 1. 21)

(24) 登録日 平成26年12月5日 (2014. 12. 5)

(51) Int. Cl.

G 0 1 J 3/50 (2006.01)

F I

G 0 1 J 3/50

請求項の数 7 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2010-193355 (P2010-193355)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成22年8月31日 (2010. 8. 31)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2011-80980 (P2011-80980A)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(43) 公開日	平成23年4月21日 (2011. 4. 21)	(74) 代理人	100082670
審査請求日	平成25年7月9日 (2013. 7. 9)		弁理士 西脇 民雄
(31) 優先権主張番号	特願2009-211436 (P2009-211436)	(72) 発明者	新保 晃平
(32) 優先日	平成21年9月14日 (2009. 9. 14)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		会社リコー内
		(72) 発明者	瀬尾 学
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	上条 直裕
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光特性取得装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光照射手段により照射された被測定物からの拡散反射光を、該被測定物における複数の取得領域毎に、回折手段により回折された回折光としつつ結像光学系により各次数の回折像としてラインセンサにより構成された受光部の受光面に結像させることで、前記取得領域毎の分光特性を測定する分光特性取得装置であって、

前記受光部は、前記受光面において、正形状の複数の画素が直線状に連続されて形成された受光領域を有し、該受光領域が前記各取得領域に対応すべく複数の前記画素からなる複数の区画に区分され、前記結像光学系による前記取得領域毎の等しい次数の前記各回折像が前記受光領域の延在方向に整列する位置関係とされ、

前記回折手段は、前記受光面において、前記取得領域毎の所定の次数の前記回折像を対応する前記区画上に形成すべく、前記受光領域の延在方向とは所定の角度を為す回折方向に設定され、

前記受光面上において、前記受光領域の延在方向と直交する方向で見た前記回折像の長さ寸法を h とし、

前記各区画における測定データの取得に利用する前記画素の個数を m とし、

前記受光面上における前記画素の一辺の長さ寸法を p とし、

前記受光面上における前記受光領域の延在方向と前記回折方向とが為す所定の角度をとして、下記の条件式 (1) を満足し、

$$h > m \times p \times \tan \quad + p \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

前記結像光学系は、前記被測定物の表面上からの拡散反射光のうち、複数の開口部を有する遮光部材の前記各開口部を通過した光束のそれぞれを、前記受光部の前記受光面の前記受光領域において対応された前記区画上に結像し、

前記各区画では、 m 個の前記画素からなる受光領域部分に加えて、隣接する前記区画における前記受光領域部分と自らの前記受光領域部分との間の n 個の前記画素からなり測定データの取得に利用しない無効領域部分を有し、

下記の条件式(2)を満足するとともに、前記遮光部材における前記各開口部の設定位置が前記受光面上で見て $(m+n) \times p$ となるように、前記被測定物と前記遮光部材と前記結像光学系と前記受光部との配置関係が設定されていることを特徴とする分光特性取得装置。

$$n \geq 1 / \tan \theta \quad \cdots \cdots (2)$$

【請求項2】

前記光照射手段から前記受光部に至る光路には、前記受光部の前記受光面に結像される前記各回折像における波長範囲を400nmから700nmに制限する波長制限手段が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の分光特性取得装置。

【請求項3】

前記回折手段は、可視光範囲での所定の波長において、特定の次数に対する回折効率を高めることが可能な特性を有し、

前記各区画には、前記回折手段により回折効率が高められた次数の前記回折像が形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の分光特性取得装置。

【請求項4】

前記回折手段がブレード型回折格子であることを特徴とする請求項3に記載の分光特性取得装置。

【請求項5】

前記光照射手段から前記受光部に至る光路には、前記結像光学系とは独立して、前記受光部の前記受光面上における前記各回折像の長さ寸法 h を調整するための非点収差付加手段が設けられていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の分光特性取得装置。

【請求項6】

前記非点収差付加手段がシリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項5に記載の分光特性取得装置。

【請求項7】

前記非点収差付加手段がアクロマティックレンズであることを特徴とする請求項6に記載の分光特性取得装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、印刷物等の画像担持媒体（画像が形成される画像形成媒体）上に形成された画像における複数の位置での分光特性を取得する分光特性取得装置に関する。

【背景技術】

【0002】

市場には、プリンタおよび複写機、それらに通信機能等が付加された高付加価値製品である複合機、商業用印刷機など多くの画像形成装置が出回っており、これらに採用されている画像形成方法として、電子写真方式、インクジェット方式、感熱方式等、様々な方法が知られている。また、プロダクションプリンティング分野においても、枚葉機および連帳機の双方ともにデジタル化が進んでおり、電子写真方式、インクジェット方式などの製品が多く市場投入されている。

【0003】

ここで、画像形成装置では、モノクロ印刷からカラー印刷への移行における画像の多次元化、高精細高密度化が進んでいることや、写真高画質プリント、カタログ印刷、請求書

10

20

30

40

50

等への個人嗜好に対応した広告掲載等のように消費者の手元に届くサービス形態の多様化が進んでいることから、高画質、個人情報の保証、色再現への要求が高まっている。

【 0 0 0 4 】

高画質化に対応した技術としては、例えば、電子写真方式において、中間転写体や感光体上の定着前のトナー濃度を検知する濃度センサを搭載し、そこでの検出結果に基づいてトナー供給量を安定化するものが上市されている。また、個人情報の保証に対応した技術としては、例えば、画像形成方式に拘らず、出力画像をカメラ等で撮像し文字認識や画像間差分による差異検出で検査するものが上市されている。さらに、色再現に対応した技術としては、例えば、画像形成媒体上に検査用のカラーパッチを形成してその一点又は複数点を分光計で測定し、この色測定値と当該カラーパッチデータにおける色データ値との差異に基づいてキャリブレーションを行うものが上市されている。これらの技術は、ページ間あるいはページ内での画像変動に対応するものであることから、画像全域に対して分光特性の測定が実行されることが望ましい。

10

【 0 0 0 5 】

このような測定装置の一例として、相対的に移動する被測定物（画像形成媒体）の表面からの反射光をラインセンサに結像させて画素ごとの画像データを取得するユニットを、複数設けるものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このものでは、複数のユニットが、波長特性が互いに異なる構成とされるときにも被測定物（画像形成媒体）に対して並列されて配置されており、被測定物の各点における異なる分光特性での反射率を取得することにより、各点での全域での測色を行うことができる。

20

【 0 0 0 6 】

また、上記した測定装置の他の例として、相対的に移動する被測定物（画像形成媒体）の表面を異なる色の複数の光源で順次照明し、それぞれの光源による反射光をラインセンサに結像させて画素ごとの画像データを取得することで、複数色の画像データを取得し分光分布を推定するものが知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献 1 の測定装置では、単一の被測定物に対してユニット毎に異なる分光特性での反射率を取得するものであるが、被測定物と複数のユニットとを相対的に移動させる際、例えば、被測定物が斜行や蛇行等することにより、各ユニットに対する被測定物の位置関係を常に一定に維持することが難しいことから、各ユニットで測定した画像データ間での位置合わせが難しいので、高精度での被測定物の測色を行うのは困難である。

30

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 2 の測定装置では、被測定物の相対的な移動と各光源による照明のタイミングとに応じた被測定物（その表面）での異なる位置からの反射光の画像データをラインセンサで取得するものであることから、被測定物における同一点での各色の画像データを取得することができないので、高精度での被測定物の測色を行うのは困難である。

【 0 0 0 9 】

40

本発明は、上記の問題に鑑みて為されたもので、簡易な構成であって、高精度での被測定物の測色を行うことのできる分光特性取得装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するため、請求項 1 に係る発明は、光照射手段により照射された被測定物からの拡散反射光を、該被測定物における複数の取得領域毎に、回折手段により回折された回折光としつつ結像光学系により各次数の回折像としてラインセンサにより構成された受光部の受光面に結像させることで、前記取得領域毎の分光特性を測定する分光特性取得装置であって、前記受光部は、前記受光面において、正方形の複数の画素が直線状に連続されて形成された受光領域を有し、該受光領域が前記各取得領域に対応すべく複数の

50

前記画素からなる複数の区画に区分され、前記結像光学系による前記取得領域毎の等しい次数の前記各回折像が前記受光領域の延在方向に整列する位置関係とされ、前記回折手段は、前記受光面において、前記取得領域毎の所定の次数の前記回折像を対応する前記区画上に形成すべく、前記受光領域の延在方向とは所定の角度を為す回折方向に設定され、前記受光面上において、前記受光領域の延在方向と直交する方向で見た前記回折像の長さ寸法を h とし、前記各区画における測定データの取得に利用する前記画素の個数を m とし、前記受光面上における前記画素の一辺の長さ寸法を p とし、前記受光面上における前記受光領域の延在方向と前記回折方向とが為す所定の角度を θ として、下記の条件式 (1) を満足し、

$$h > m \times p \times \tan \theta + p \quad \cdots \cdots (1)$$

10

前記結像光学系は、前記被測定物の表面上からの拡散反射光のうち、複数の開口部を有する遮光部材の前記各開口部を通過した光束のそれぞれを、前記受光部の前記受光面の前記受光領域において対応された前記区画上に結像し、前記各区画では、 m 個の前記画素からなる受光領域部分に加えて、隣接する前記区画における前記受光領域部分と自らの前記受光領域部分との間の n 個の前記画素からなり測定データの取得に利用しない無効領域部分を有し、下記の条件式 (2) を満足するとともに、前記遮光部材における前記各開口部の設定位置が前記受光面上で見て $(m + n) \times p$ となるように、前記被測定物と前記遮光部材と前記結像光学系と前記受光部との配置関係が設定されていることを特徴とする。

$$n \geq 1 / \tan \theta \quad \cdots \cdots (2)$$

20

【0011】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の分光特性取得装置であって、前記光照射手段から前記受光部に至る光路には、前記受光部の前記受光面に結像される前記各回折像における波長範囲を 400 nm から 700 nm に制限する波長制限手段が設けられていることを特徴とする。

【0012】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の分光特性取得装置であって、前記回折手段は、可視光範囲での所定の波長において、特定の次数に対する回折効率を高めることが可能な特性を有し、前記各区画には、前記回折手段により回折効率が高められた次数の前記回折像が形成されていることを特徴とする。

30

【0013】

請求項 4 に係る発明は、請求項 3 に記載の分光特性取得装置であって、前記回折手段がブレイズ型回折格子であることを特徴とする。

【0014】

請求項 5 に係る発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の分光特性取得装置であって、前記光照射手段から前記受光部に至る光路には、前記結像光学系とは独立して、前記受光部の前記受光面上における前記各回折像の長さ寸法 h を調整するための非点収差付加手段が設けられていることを特徴とする。

請求項 6 に係る発明は、請求項 5 に記載の分光特性取得装置であって、前記非点収差付加手段がシリンドリカルレンズであることを特徴とする。

40

請求項 7 に係る発明は、請求項 6 に記載の分光特性取得装置であって、前記非点収差付加手段がアクロマティックレンズであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る分光特性取得装置によれば、簡易な構成であって、高精度での被測定物の測色を行うことができる。

光照射手段により照射された被測定物からの拡散反射光を、該被測定物における複数の取得領域毎に、回折手段により回折された回折光としつつ結像光学系により各次数の回折像として受光部の受光面に結像させることで、前記取得領域毎の分光特性を測定する分光特性取得装置であって、前記受光部は、前記受光面において、正形状の複数の画素が直

50

線状に連続されて形成された受光領域を有し、該受光領域が前記各取得領域に対応すべく複数の前記画素からなる複数の区画に区分され、前記結像光学系による前記取得領域毎の等しい次数の前記各回折像が前記受光領域の延在方向に整列する位置関係とされ、前記回折手段は、前記受光面において、前記取得領域毎の所定の次数の前記回折像を対応する前記区画上に形成すべく、前記受光領域の延在方向とは所定の角度を為す回折方向に設定され、前記受光面上において、前記受光領域の延在方向と直交する方向で見た前記回折像の長さ寸法を h 、前記各区画における測定データの取得に利用する前記画素の個数を m 、前記受光面上における前記画素の一辺の長さ寸法を p 、前記受光面上における前記受光領域の延在方向と前記回折方向とが為す所定の角度を θ とするとき、条件式 $(h > m \times p \times \tan \theta + p)$ を満足することとすると、各取得領域からの光束のうち、回折手段による所定の次数の各回折像で、対応する各区画のうち測定データの取得に利用する全画素の全領域を照射することができることから、簡易な構成であって、高精度での被測定物の測色を行うことができる。

10

【0016】

上記した構成に加えて、前記結像光学系は、前記被測定物の表面上からの拡散反射光のうち、複数の開口部を有する遮光部材の前記各開口部を通過した光束のそれぞれを、前記受光部の前記受光面の前記受光領域において対応された前記区画上に結像し、前記各区画では、 m 個の前記画素からなる受光領域部分に加えて、測定データの取得に利用しない n 個の前記画素からなる無効領域部分を有し、条件式 $(n > 1 / \tan \theta)$ を満足するとともに、前記遮光部材における前記各開口部の設定位置が前記受光面上で見て $(m + n) \times p$ となるように、前記被測定物と前記遮光部材と前記結像光学系と前記受光部との配置関係が設定されていることとすると、受光部の受光面において、各区画上に形成された回折像の所定の次数に 1 を加えた次数の回折像が、受光領域から外れた位置（受光領域の延在方向に直交する方向へと当該受光領域上からずれた位置）に形成することができるので、高精度での被測定物の測色を行うことができる。

20

【0017】

上記した構成に加えて、前記光照射手段から前記受光部に至る光路には、前記受光部の前記受光面に結像される前記各回折像における波長範囲を 400 nm から 700 nm に制限する波長制限手段が設けられていることとすると、各取得領域からの光束による互いに隣り合う次数の回折像の形成位置が重複することを防止することができるので、高精度での被測定物の測色を行うことができる。

30

【0018】

上記した構成に加えて、前記回折手段は、可視光範囲での所定の波長において、特定の次数に対する回折効率を高めることが可能な特性を有し、前記各区画上には、前記回折手段により回折効率が高められた次数の前記回折像が形成されていることとすると、被測定物からの拡散反射光をより効率よく利用して分光特性を取得することができるので、高精度での被測定物の測色を行うことができる。

【0019】

上記した構成に加えて、前記光照射手段から前記受光部に至る光路には、前記結像光学系とは独立して、前記受光部の前記受光面上における前記各回折像の長さ寸法 h を調整するための非点収差付加手段が設けられていることとすると、受光部の受光面上における各回折像の長さ寸法 h を独立して調節することができるので、より高精度での被測定物の測色を行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施例1に係る分光特性取得装置10の構成を模式的に示す説明図である。

【図2】図1の y 方向正側から見た分光特性取得装置10の構成を模式的に示す説明図である。

【図3】スリットアレイ15の構成を模式的に示す説明図である。

50

【図 4】受光部 18 の受光面 18 a と同一平面となる $x' - y'$ 平面上での各回折像の様子を説明するための説明図である。

【図 5】分光特性取得装置 10 における受光部 18 の受光領域 18 b に対する第 1 回折像 D の位置関係を説明するために図 4 を部分的に拡大して示す説明図である。

【図 6】分光特性取得装置 10 での作用を説明するために受光部 18 の受光領域 18 b と各回折像とその他の例の位置関係を模式的に示す説明図である。

【図 7】実施例 2 に係る分光特性取得装置 102 の構成を模式的に示す図 1 と同様の説明図である。

【図 8】実施例 3 に係る分光特性取得装置 103 の回折手段 173 の構成を模式的に示す説明図である。

10

【図 9】実施例 4 に係る分光特性取得装置 104 の構成を模式的に示す図 1 と同様の説明図である。

【図 10】分光特性取得装置 104 において、受光部 18 の受光面 18 a 上における各 k 次回折像 D (k は整数) の高さ寸法 h (y' 方向で見た長さ寸法) を独立して調整した一例を示す図 5 と同様の説明図である。

【図 11】スリットアレイ 15 の各開口部の形状が楕円形であるときの受光部 18 の受光領域 18 b に対する第 1 回折像 D' 等の位置関係を説明するための図 5 と同様の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

20

以下に、本発明に係る分光特性取得装置の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【実施例 1】

【0022】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る分光特性取得装置 10 の構成を模式的に示す説明図である。図 2 は、図 1 の y 方向正側から見た分光特性取得装置 10 の構成を模式的に示す説明図である。図 3 は、スリットアレイ 15 の構成を模式的に示す説明図である。図 4 は、受光部 18 の受光面 18 a と同一平面となる $x' - y'$ 平面上での各回折像の様子を説明するための説明図である。図 5 は、分光特性取得装置 10 における受光部 18 の受光領域 18 b に対する第 1 回折像 D の位置関係を説明するために図 4 を部分的に拡大して示す説明図である。図 6 は、分光特性取得装置 10 での作用を説明するために受光部 18 の受光領域 18 b と各回折像とその他の例の位置関係を模式的に示す説明図である。

30

【0023】

分光特性取得装置 10 は、画像が形成される画像形成媒体としての印刷物等の被測定物 11 における分光特性を測定するものである。この分光特性取得装置 10 は、図 1 および図 2 に示すように、載置台 12 と、光照射機構 13 と、集光光学系 14 と、スリットアレイ 15 と、結像光学系 16 と、回折手段 17 と、受光部 18 と、を有する。

【0024】

載置台 12 は、その載置面 12 a に載置された被測定物 11 を所定の速度で搬送可能な (矢印 A1 参照) 構成とされている。以下の説明では、載置台 12 における載置面 12 a (そこに載置された被測定物 11) を $x - y$ 平面とし、被測定物 11 の移動方向を y 方向とし、それに直交する方向を x 方向とする。このため、この実施例 1 では、載置台 12 (載置面 12 a) による被測定物 11 の搬送により、被測定物 11 に対する受光部 18 の相対的な移動が為される。

40

【0025】

光照射機構 13 は、載置台 12 の載置面 12 a に載置された被測定物 11 (その表面) を、 x 方向に延在する線状の白色の光束で照射するものであり、実施例 1 では、被測定物 11 の幅方向 (x 方向) の全域に渡って照射可能な構成とされている。この光照射機構 13 は、実施例 1 では、被測定物 11 (その表面) の法線方向に対して 45 度傾斜された光軸とされている。光照射機構 13 は、例えば、図示は略すが、白色の光束を出射する光源と、その出射光束を所定の幅 (x 方向) 寸法の線状に被測定物 11 (その表面) 上を照射

50

する線状の光束に変換するコリメートレンズと、で構成することができる。

【0026】

集光光学系14は、被測定物表面からの反射光のうち、法線方向に反射した拡散反射光をスリットアレイ15上に結像させるものである。この集光光学系14は、例えば、複数の屈折率分布レンズをx方向に並べて正立等倍光学系を形成することにより(図2参照)、構成することができる。後述するように、この集光光学系14によりスリットアレイ15上に結像された光束を、受光部18で受光するものであることから、実施例1では、載置台12の載置面12aに載置された被測定物11の表面に対して斜め45度から光束が入射され、その反射光のうち当該表面の直交方向に拡散反射された光束を受光する構成であるので、いわゆる45/0光学系とされていることとなる。

10

【0027】

スリットアレイ15は、図3に示すように、遮光部材に複数の開口部15aが設けられて形成された空間フィルタであり、実施例1では、各開口部15aが互いに間隔を置いてx方向に並べられて設けられている(図2参照)。このため、分光特性取得装置10では、図2に示すように、被測定物11の表面上の所定の位置からの拡散反射光を、集光光学系14がスリットアレイ15において対応する各開口部15aへと導光することにより、非接触での測定を可能とされている。このスリットアレイ15上に結像された被測定物11(その表面)のうち、各開口部15aに相当する箇所が、それぞれ被測定物11(その表面)上における取得領域となる。このため、スリットアレイ15における各開口部15aの設定位置(x方向で見た各開口部15aの中心位置間での間隔寸法(ピッチ))は、被測定物11(その表面)上において測定したい間隔寸法(ピッチ)に応じて設定される。

20

【0028】

結像光学系16は、スリットアレイ15の各開口部15aを通過した光束を、回折手段17により回折された後に、受光部18の受光面18a上において結像させるように、光学的に設定されている(図4等参照)。この結像光学系16は、一般的に用いられるレンズ系を用いて構成することができるが、色収差を十分に補正することのできるレンズ系であることが望ましい。結像光学系16は、実施例1では、回折手段17への光束の入射方向を垂直とするために、像側テレセントリック特性の高いものとされている。

【0029】

回折手段17は、結像光学系16を通過して受光部18の受光面18a上に結像される光束を回折させるものであり、実施例1では透過型の回折格子が用いられて構成されている。この回折手段17は、載置台12の載置面12a(そこに載置された被測定物11)上でのx方向(線状の光束の延在方向であって被測定物11の幅方向である)に対応されている受光部18の受光面18a上でのx'方向(後述する受光領域18bの延在方向(各画素19の並列方向))に対して、所定の角度(図4等参照)を為す方向へと回折させるように設けられている。すなわち、回折手段17は、回折方向がx'方向に一致する状態から、x'-y'平面に沿って角度(図4等参照)だけ回転させた状態で設けられている(以下、回折方向Gという)。

30

【0030】

このため、スリットアレイ15の各開口部15aを通過した光束は、それぞれが回折されてk次回折光(kは整数)とされて、受光部18の受光面18a上に結像される(図4等参照)。このとき、0次回折光以外では、波長に応じた回折角度で分光された状態で、受光部18の受光面18a上に結像している。ここで、実施例1では、スリットアレイ15の各開口部15aが長形状を呈していることから(図3参照)、受光部18の受光面18a上において、各光束の0次回折光が結像された各0次回折像D(0)が長形状を呈するとともに、各光束のk次回折光(kは0を除く整数)が結像された各k次回折像D(kは0を除く整数)が回折方向Gに応じた傾斜の平行四辺形状を呈している(図4等参照)。本発明に係る分光特性取得装置10では、受光部18の受光面18a上において、各開口部15aからの光束の各回折光のうち、1次回折光において測定対象とする波長範

40

50

図に対応する領域のみが受光部 18 の受光領域 18 b (その各画素 19) 上に結像されるように回折手段 17 が設けられている。この測定対象とする波長範囲とは、分光特性として取得したい波長範囲であり、例えば、一般的な可視光として定められた波長範囲とすることができる。

【0031】

ここで、回折手段 17 で回折される光束の波長を λ とし、回折手段 17 の法線方向に対する光束の入射角を θ_i とし、回折手段 17 の法線方向に対する光束の出射角を θ_u とし、回折手段 17 における開口部 (格子) の間隔 (回折格子周期) を d_L とし、回折次数を k とすると、 $(\sin \theta_u = (k \lambda) / d_L + \sin \theta_i)$ の関係が成り立つ。このため、スリットアレイ 15 の各開口部 15 a を通過した光束 (被測定物 11 (その表面) に照射された光束) における波長範囲が何らの制限がされていない場合、各光束における各 k 次回折像 D (k は 0 を除く整数) の形成位置が互いに重なり合っ

て連続することとなるが、図 4 等の受光面 18 a 上を示す説明図では、理解容易のために、各光束の各 k 次回折像 D (k は 0 を除く整数) として、測定対象とする波長範囲に対応する領域のみを記載している。また、上式から、例えば、スリットアレイ 15 における各開口部 15 a の大きさ寸法と、結像光学系 16 における x 、 y 方向へのパワー (屈折強度) と、それらの間隔と、を適宜設定することによりフォーカス調整を行うとともに、そのフォーカス調整が為された状態において受光面 18 a に対する回折手段 17 の間隔および角度を考慮した位置関係等を調整することにより、受光部 18 の受光面 18 a 上における各 k 次回折像 D (k は 0 を除く整数) の位置および大きさ寸法を調節することができ、上述したように、各 1 次回折像 D (1) において測定対象とする波長範囲に対応する領域のみを受光部 18 の受光領域 18 b (その各画素 19) 上に形成することができる。この調整については、後に詳述する。

【0032】

受光部 18 は、受光面 18 a の受光領域 18 b 上に結像された被写体像を電気信号 (各画素データ) に変換して出力する固体撮像素子であって、図 4 に示すように、受光領域 18 b が一列に連続して並べられた複数の受光素子の受光面により画素 (ピクセル) 19 と呼ばれる複数の矩形形状の領域に分割されて構成されたいわゆるラインセンサである。この受光部 18 は、各画素 19 (それを規定する各受光素子) からの画素データの集合で構成される取得データ (画像データ) を、電気信号として出力する。受光部 18 は、載置台 12 における載置面 12 a (そこに載置された被測定物 11) 上の x 方向が受光領域 18 b における延在方向 (以下、 x' 方向という) に対応するように、位置関係が設定されている。この受光部 18 では、受光領域 18 b が x' 方向へ所定の長さ寸法毎 (所定の個数の画素 19 毎) に複数の範囲に区画されており、当該各区画が各開口部 15 a からの光束に個別に対応されている。すなわち、受光部 18 では、 x' 方向の各区画が、各開口部 15 a からの光束に個別に対応した分光センサ部 20 として機能するものとされている。この各分光センサ部 20 は、 x' 方向に連続する所定の個数の画素 19 で構成されており、測定データを取得する受光領域部分 21 と、データの取得に利用しない無効領域部分 22 とを有する。この実施例 1 では、各分光センサ部 20 は、8 つの画素 19 で構成されており、受光領域部分 21 が 6 つの画素 19 で構成され、かつ無効領域部分 22 が 2 つの画素 19 で構成されている。これらの画素数の設定方法については後述する。

【0033】

実施例 1 では、受光部 18 の受光面 18 a 上で見て、 x' 方向に並べられた各画素 19 が正形状を呈している。以下では、この各画素 19 の一辺の長さ寸法を p (図 5 参照) とする。本発明に係る分光特性取得装置 10 では、受光部 18 の受光面 18 a 上で見て、受光領域 18 b (各画素 19) に対して、各開口部 15 a からの光束 (その各回折光) が以下で述べる結像位置となるように、集光光学系 14 とスリットアレイ 15 と結像光学系 16 と回折手段 17 と受光部 18 との相対的な位置関係が設定されている。

【0034】

上述したように、回折手段 17 は、受光面 18 a (それと同一平面である $x' - y'$ 平

10

20

30

40

50

面)上で見て、回折方向Gが x' 方向に対し角度 θ で傾斜した方向となるように設けられていることから、各開口部15aからの光束の0次回折光が結像されることにより形成された各0次回折像D(0)が、 x' 方向に間隔を置いて整列され、各0次回折光と同一の各開口部15aからの光束のk次回折光(kは0を除く整数)が結像されたk次回折像D(図4では、-1次(k=-1)、0次(k=0)、1次(k=1)および2次(k=2)回折像(それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)のみを記載している)が、対応する0次回折像D(0)から回折方向Gへと帯状に延在された領域上に形成されつつ、等しい次数の回折像が x' 方向に間隔を置いて整列されている。

【0035】

本発明に係る分光特性取得装置10では、各開口部15aからの光束による各1次回折像D(1)において測定対象とする波長範囲に対応する領域が、受光部18の受光面18aにおける受光領域18bすなわち x' 方向に整列された各画素19上に形成されるとともに、他の次数の回折像(それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)が受光領域18b(各画素19)上に位置しない(形成位置が受光領域18b上ではない)ものとされている。このため、受光部18の受光面18a上では、測定対象とする波長範囲に対応する領域で見て、各開口部15aからの光束による各0次回折像D(0)が受光領域18bの下側(y' 方向負側)で x' 方向に整列し、当該光束による各1次回折像D(1)が受光領域18b上で x' 方向に整列し、当該光束による各2次回折像D(2)が受光領域18bの上側(y' 方向正側)で x' 方向に整列している。

【0036】

ここで、回折方向Gにおける x' 方向からの傾斜角度 θ は、受光部18の受光面18aの受光領域18b上で見て各開口部15aからの光束による各1次回折像D(1)(それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)が重ならないものとし、かつ何れかの1次回折像D(1)が位置された受光領域18b(各分光センサ部20の受光領域部分21)には他の何れの回折光の何れの次数の回折像(それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)も位置しないものとし、さらに各1次回折像D(1)が対応する各分光センサ部20の受光領域部分21の全範囲を照射する(受光領域部分21を構成する全画素19の全領域を照射する)ように、設定されている。実施例1では、上述したように、各受光領域部分21が6つの画素19で構成されて長形状を呈しているとともに、各1次回折像D(1)(それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)が平行四辺形状を呈していることから、各1次回折像D(1)において、図5を正面視した上側の辺の0次回折像D(0)側の頂点をap1とし、その対角位置の頂点をap2とすると、頂点ap1が各受光領域部分21における左端(対応する0次回折像D(0)に近接する画素19)の上方の頂角に一致し、かつ頂点ap2が各受光領域部分21における右端(対応する2次回折像D(2)に近接する画素19)の下方の頂角に一致するように、設定されている。

【0037】

このとき、図5に示すように、各受光領域部分21を構成する画素19の数をm(実施例1では6)とし、画素19の x' 方向で見た長さ寸法を p_x とし、画素19の y' 方向で見た長さ寸法を p_y とすると、受光部18の受光面18a上における各k次回折像D(kは整数)の高さ寸法h(y' 方向で見た長さ寸法)が、次式(1)の条件を満たすことで、各1次回折像D(1)(それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)で、対応する受光領域部分21を構成する全画素19(m個の画素19)の全領域を照射することができる。但し、受光部18の受光面18a上において、各1次回折像D(1)において測定対象とする波長範囲に対応する領域の x' 方向で見た長さ寸法が、各受光領域部分21の x' 方向で見た長さ寸法(寸法 $p_x \times$ 画素19数m)と等しくなるように、フォーカス調整および受光面18aに対する回折手段17の位置調整が為されているものとする。また、高さ寸法hの上限として、受光面18aにおいて、各0次回折像D(0)が受光領域18b上に位置しない値とする必要がある。

【0038】

10

20

30

40

50

$$h > m \times p_x \times \tan \theta + p_y \quad \cdots \cdots (1)$$

なお、実施例 1 では、上述したように、各画素 19 が一辺の長さ寸法が p の正形状とされていることから、 $p_x = p_y = p$ となる。

【0039】

また、上記した回折方向 G における x' 方向からの傾斜角度が θ とされた各 1 次回折像 $D(1)$ (それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域) で、対応する受光領域部分 21 を構成する全画素 19 の全領域を照射する状態において、各受光領域部分 21 の間の n 個の画素 19 を画像データの取得に利用しない無効領域部分 22 として設定するものとする、次式 (2) の条件を満たすことで、各開口部 15a からの光束による各 2 次回折像 $D(2)$ (それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域) を受光領域 18b の上側 (y' 方向正側) に位置させることができる。すなわち、各開口部 15a からの光束による各 2 次回折像 $D(2)$ を、受光領域 18b の上側 (y' 方向正側) に位置させるためには、無効領域部分 22 の x' 方向の長さ寸法で見て、(寸法 $p_x \times$ 画素 19 数 n) が (寸法 $p_y / \tan \theta$) 以上である必要があり、 $p_x = p_y = p$ であることから、次式 (2) が成り立つ。

【0040】

$$n \geq 1 / \tan \theta \quad \cdots \cdots (2)$$

このため、各受光領域部分 21 として利用する画素 19 の数 m を設定し、それに適合するように回折方向 G における x' 方向からの傾斜角度 θ を設定すると、各無効領域部分 22 を構成する画素 19 の数 n が式 (2) により決定されるので、分光センサ部 20 (区画) がスリットアレイ 15 における各開口部 15a からの光束に個別に対応するために必要な画素 19 の数 ($m + n$) が決定される。

【0041】

このことに基づいて、結像光学系 16 における倍率は、スリットアレイ 15 における各開口部 15a からの光束が、受光部 18 の受光面 18a 上において、フォーカス調整により受光部 18 の受光面 18a 上に結像させた際に、各 1 次回折像 $D(1)$ において測定対象とする波長範囲に対応する領域の x' 方向で見た長さ寸法が、各受光領域部分 21 の x' 方向で見た長さ寸法 (寸法 $p_x \times$ 画素 19 数 m) と等しくなるように、被測定物 11、集光光学系 14、スリットアレイ 15、結像光学系 16 および受光部 18 の配置関係や、受光面 18a に対する回折手段 17 の位置関係を考慮しつつ設定されている。換言すると、スリットアレイ 15 における各開口部 15a の中心位置間での間隔寸法 (ピッチ) を、受光面 18a 上において、各開口部 15a からの光束による等しい次数の各 k 次回折像 $D(k)$ (k は整数) での測定対象とする波長範囲に対応する領域における x' 方向での設定位置 (ピッチ) を ($m + n$) p_x (この例では、 $p_x = p$) とするように、集光光学系 14 の倍率が設定されている。

【0042】

また、スリットアレイ 15 における各開口部 15a の y 方向で見た高さ寸法は、各開口部 15a からの光束が受光部 18 の受光面 18a 上に結像するようにフォーカス調整され、かつ各 1 次回折像 $D(1)$ において測定対象とする波長範囲に対応する領域の x' 方向で見た長さ寸法が、各受光領域部分 21 の x' 方向で見た長さ寸法 (寸法 $p_x \times$ 画素 19 数 m) と等しくなるように、受光面 18a に対する回折手段 17 の位置関係の調整が為された状態で見、受光面 18a 上において、各 k 次回折像 $D(k)$ (k は整数) の高さ寸法 h が式 (1) を満たすように設定されている。

【0043】

これらにより、上述した、受光部 18 の受光面 18a の受光領域 18b 上で見て各開口部 15a からの光束による各 1 次回折像 $D(1)$ (それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域) が重ならないものとし、かついずれかの 1 次回折像 $D(1)$ が位置された受光領域 18b (各受光領域部分 21) には他の何れの光束のいずれの次数の回折像 (それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域) も位置しないものとし、さらに各 1 次回折像 $D(1)$ (それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域) にお

10

20

30

40

50

ける x' 方向で見た全範囲が受光領域18b上に位置する、設定とすることができる。

【0044】

実施例1では、各受光領域部分21が6つの画素19で構成されるとともに、回折方向Gが x' 方向に対して $\tan = 0.5$ となるように設定されている。このため、受光部18の受光面18a上における各k次回折像D(kは整数)の高さ寸法hが4p以上であり、無効領域部分22が2個以上の画素19で構成する必要があることから、受光部18の受光領域18bにおいて各分光センサ部20として8つの画素19を利用する設定とされ、この8つの画素19からなる分光センサ部20で被測定物の1点の分光特性を測定することができる。このため、例えば、受光部18として2048画素のラインセンサを用いた場合、256個の分光センサ部20を構成することができ、256点の分光特性を独立して同時に取得することが可能となる。

10

【0045】

ここで、被測定物の1点に対して、回折手段17により回折された1次回折像D(1)を、その分光方向と一致する x' 方向に整列された6つの画素19(分光センサ部20における受光領域部分21)で受光することにより、分光特性を取得することとなるが、このような比較的少ない数のチャンネル(4~16程度)の受光データ(本発明の各画素19からの画素データ(画像データ)に相当する)から分光分布を推定することは、一般的な方法を用いて行うことができる。この一例として、(文献「津村徳道、羽石秀昭、三宅洋一“重回帰分析によるマルチバンド画像からの分光反射率の推定”光学27(1998)P384~P391」)に示されている、既知のサンプルの測定結果から最小二乗法を用いて分光分布を推定する方法を用いればよい。

20

【0046】

このように、分光特性取得装置10では、光照射機構13により白色の線状の光束が照射される被測定物11(その表面)からの反射光を、集光光学系14、スリットアレイ15、結像光学系16および回折手段17を経て、受光部18で受光することにより、被測定物11(その表面)上におけるスリットアレイ15の各開口部15aに対応された各点(取得領域)での分光特性を測定する構成であることから、従来のように、異なる波長に対応した複数のチャンネルで測定データを取得する構成や照射する波長を変化させつつ照射位置をずらしながら測定データを取得する構成とは異なり、被測定物11(その表面)における同一点での各色の画像データを確実に取得することができるので、高精度での被測定物11(その表面)の測色を行うことができる。

30

【0047】

このとき、受光部18の受光面18a上において、回折手段17による回折方向Gを、受光領域18bの延在方向(x' 方向)に対して角度の傾斜を為すように設定することにより、ラインセンサにより構成された受光部18の受光領域18b上に、スリットアレイ15の各開口部15aからの光束のうち、回折手段17による各1次回折像D(1)のみを結像させることができるので、各光束におけるk次回折像D(kは1を除く整数)による測定精度の低下を防止しつつスリットアレイ15の各開口部15aからの光束に対応する被測定物11(その表面)の各点(取得領域)の測色を行うことができ、各点(取得領域)における分光分布を取得することができる。

40

【0048】

特に、実施例1の分光特性取得装置10では、上記した式(1)の条件を満たすものとされていることから、スリットアレイ15の各開口部15aからの光束のうち、回折手段17による各1次回折像D(1)で対応する各受光領域部分21を構成する全画素19の全領域を照射することができるため、被測定物11(その表面)における同一点での各色の画像データを正確に取得することができるので、高精度での被測定物11(その表面)の測色を行うことができる。このことについて以下で説明する。

【0049】

例えば、図6に示すように、ラインセンサにより構成された受光部18'の受光領域18b'上に、スリットアレイ(15)の各開口部(15a)からの光束のうち、回折手段

50

(17)による各1次回折像 $D(1)'$ のみを結像させようと、受光部18'の受光面18a'上において、回折手段(17)による回折方向Gが、受光領域18b'の延在方向(x' 方向)に対して角度 θ の傾斜を為すように設定したとしても、各 k 次回折像 $D'(k)$ (k は整数)の高さ寸法 $h(y'$ 方向で見た長さ寸法)が上記した式(1)を満たすものではない場合、各1次回折像 $D(1)'$ の一部分しか受光領域18b'上に位置していないすなわち各1次回折像 $D(1)'$ における一部分の波長範囲に対応する領域のみが受光領域18b'上に位置することとなるので、各1次回折像 $D(1)'$ の画像データに基づいて得られる各点における分光分布の精度は低いものになってしまう。この場合、高精度での測色を行うためには、二点鎖線で示すように、受光部として各画素19'が y' 方向に長尺な形状を呈するラインセンサを用いることが考えられるが、このようなラインセンサは一般的に用いられるものではないことから、コストの増加を招いてしまう。

10

【0050】

これに対し、実施例1の分光特性取得装置10では、各開口部15aからの光束の各 k 次回折像 $D(k)$ (k は整数)の受光部18の受光面18a上における高さ寸法 h が、結像光学系16の倍率を考慮しつつ設定されたスリットアレイ15における各開口部15aの y 方向の長さ寸法により、上記した式(1)の条件を満たすものとしているので、ラインセンサの各画素の設定に拘らず、高精度での測色を行うことができる。特に、一般的に用いられるラインセンサは、実施例1のように各画素が正方形形状を呈しているが、式(1)において($p_x = p_y = p$)とすればよいことから、式(1)の条件を満たすように受光面18a上における高さ寸法 h を設定することにより、特殊なラインセンサを用いることなく一般的なラインセンサを用いることができるので、コストの増加を抑制しつつ高精度での測色を行うことができる。

20

【0051】

また、分光特性取得装置10では、上記した式(2)の条件を満たすものとされていることから、スリットアレイ15の各開口部15aからの光束による各2次回折像 $D(2)$ を受光領域18bの上側(y' 方向正側)に位置させることができるので、各受光領域部分21に各2次回折像 $D(2)$ (その一部分)が結像されることによる測定精度の低下を防止することができる。

【0052】

さらに、分光特性取得装置10では、各受光領域部分21を構成する画素19の数を m としかつ回折方向Gにおける x' 方向からの傾斜角度を θ として、式(2)により各無効領域部分22を構成する画素19の数 n を決定し、受光面18a上において、各開口部15aからの光束による等しい次数の各 k 次回折像 $D(k)$ (k は整数)での測定対象とする波長範囲に対応する領域における x' 方向での設定位置(ピッチ)を $(m+n)p_x$ (この例では、 $p_x = p$)とするように、スリットアレイ15における各開口部15aの中心位置間での間隔寸法(ピッチ)を勘案しつつ集光光学系14の倍率が設定されていることから、受光部18の受光面18a上での x' 方向で見て、互いに隣接する開口部15aからの光束に対応すべく n 個の画素19からなる無効領域部分22が介在されて隣接する2つの受光領域部分21の位置が、それぞれの1次回折像 $D(1)$ (それらにおいて測定対象とする波長範囲に対応する領域)の位置に適合されているので、受光部18の受光領域18b(各画素19)を効率良く利用しつつ高精度での測色を行うことができる。

30

40

【0053】

したがって、本発明に係る分光特性取得装置10では、簡易な構成であって、高精度での被測定物の測色を行うことができる。

【実施例2】

【0054】

次に、本発明の実施例2に係る分光特性取得装置102について説明する。この実施例2は、受光部18により取得される k 次回折像 $D(k)$ (k は整数)における波長範囲を所定のものとする例である。この実施例2の分光特性取得装置102は、基本的な構成は上記した実施例1の分光特性取得装置10と同様であることから、等しい構成の個所には同じ符

50

号を付し、その詳細な説明は省略する。図7は、実施例2に係る分光特性取得装置102の構成を模式的に示す図1と同様の説明図である。

【0055】

分光特性取得装置102では、光照射機構13から載置台12の載置面12a（そこに載置された被測定物11）に至る光路上に、波長制限手段31が設けられている。この波長制限手段31は、所定の波長範囲の線状の光束で、載置面12aに載置された被測定物11（その表面）を照射するために、すなわち受光部18により取得される k 次回折像 D （ k は整数）における波長範囲を所定のものとするために、設けられたものである。波長制限手段31は、実施例2では、波長バンドパスフィルタを用いて構成されており、その透過させる波長範囲が400nmから700nmに設定されている。

10

【0056】

これは、測色に影響を与える光の波長範囲は、JIS Z 8722：2009に記載されている第1種分光測光器の波長範囲である380nm～780nmであるが、特に印刷に用いられるインキやトナーなどの色材が比較的滑らかな分光特性をもっていることから、JIS Z 8722：2009に記載されている第2種分光測光器の波長範囲である400nm～700nmに制限しても十分な精度の測色を行うことができることに加えて、以下の理由による。

【0057】

分光特性取得装置102では、スリットアレイ15の各開口部15aからの光束を回折手段17で回折し、それぞれの1次回折像 $D(1)$ のみを受光部18の受光領域18b上に形成する（図4等参照）ことにより、各開口部15aからの光束に対応する被測定物11（その表面）の各点の測色を行うものであることから、十分な精度の測色を行うためには、受光部18の受光面18a上で見た各開口部15aからの光束において、1次回折像 $D(1)$ の形成位置（1次回折光の結像位置）が他の回折像（ k 次回折像 $D(k)$ は整数）の形成位置と重複していないことが望ましい。ここで、回折を利用した分光を考えると、例えば、波長380nmの2次回折像は、波長760nmの1次回折像と同じ位置に結像してしまうことから、波長範囲を380nm～780nmとすると、各1次回折像 $D(1)$ を受光部18の受光領域18bで受光させると、そこには380nm～390nmの波長範囲の各2次回折像 $D(2)$ が重畳されてしまうので、測定精度が低下してしまう。この観点から、波長範囲を400nm～700nmとすることで、高精度での測色を可能

20

30

【0058】

ここで、上述したことと同様に、波長400nmの2次回折像は、波長800nmの1次回折像と同じ位置に結像することから、受光部18の受光面18a上において各開口部15aからの光束による等しい次数の各 k 次回折像 $D(k)$ （ k は整数）における x' 方向での設定位置（ピッチ）を、 $(m+n)p_x$ （この例では、 $p_x = p$ ）とすると、波長範囲を400nm～700nmとすることにより、受光部18の受光面18a上において、 x' 方向で見た、1次回折像 $D(1)$ と、それに隣接する1次回折像 $D(1)$ までの間隔と、の比を3：1とすることができるので、分光センサ部20における受光領域部分21と無効領域部分22との比を3：1とすることができ、実施例1のように、受光領域部分21を6つの画素19で構成するとともに無効領域部分22を2つの画素19で構成することができる。

40

【0059】

この実施例2の分光特性取得装置102では、基本的な構成が実施例1の分光特性取得装置10と同様であることから、分光特性取得装置10と同様の効果を得ることができる。

【0060】

それに加えて、実施例2の分光特性取得装置102では、波長制限手段31での透過させる波長範囲が400nmから700nmに設定されていることから、受光部18の受光面18a上で見た各開口部15aからの光束において、1次回折像 $D(1)$ の形成位置（

50

1次回折光の結像位置)が他の回折像(k次回折像D(kは整数))の形成位置と重複することが防止されているので、高精度での測色を行うことができる。

【0061】

なお、実施例2では、波長制限手段31は、光照射機構13から載置台12の載置面12a(そこに載置された被測定物11)に至る光路上に設けられていたが、受光部18により取得されるk次回折像D(kは整数)における波長範囲を所定のものとする事ができればよいことから、光照射機構13から受光部18(その受光面18a)に至る光路に設けられていればよく、実施例2の構成に限定されるものではない。

【実施例3】

【0062】

次に、本発明の実施例3に係る分光特性取得装置103について説明する。この実施例3は、回折手段173における特定の次数および波長に対する回折効率を高めたものとする例である。この実施例3の分光特性取得装置103は、基本的な構成は上記した実施例1の分光特性取得装置10と同様であることから、等しい構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。図8は、実施例3に係る分光特性取得装置103の回折手段173の構成を模式的に示す説明図である。

【0063】

分光特性取得装置103では、図8に示すように、回折手段173として、特定の次数および波長に対する回折効率を高めることのできる特性を有するものを用いており、実施例3では、ブレース型回折格子を用いている。このブレース型回折格子である回折手段173は、出射側の面(受光部18側に向けられる面(図示せず))が略のこぎり状の形状とされている。その略のこぎり状の段差dは、回折手段173へと入射される光束の中心波長を λ_0 とし、回折手段173の材質における屈折率を n_i とすると、次式(3)の関係とされている。

【0064】

$$d = \lambda_0 / n_i \quad \dots\dots (3)$$

上記した式(3)を満たすものとされていることから、回折手段173による回折光で見ると、透過光(0次光)の屈折方向と、1次回折光の回折方向と、が同一となり、中心波長 λ_0 での回折効率を極めて高いもの(略100%)とすることができ、その周辺の波長範囲でも高い回折効率とすることができる。実施例3では、回折手段173は、500nmを中心波長として、上記した式(3)を満たすものとして設計されたブレース型回折格子を用いており、波長範囲400nm~700nmにおいて高い回折効率を得ることが可能となっている。この回折手段173では、-1次回折光や2次回折光の光量が減少するので、これらの成分がノイズとなって測定精度を低下させることも抑制することができる。

【0065】

この実施例3の分光特性取得装置103では、基本的な構成が実施例1の分光特性取得装置10と同様であることから、分光特性取得装置10と同様の効果を得ることができる。

【0066】

それに加えて、実施例3の分光特性取得装置103では、回折手段173により、500nmを中心波長とする1次回折光の光量を増加させることができるので、高精度での測色を行うことができる。

【0067】

また、受光部18の受光面18a上で見た各開口部15aからの光束において、-1次回折光や2次回折光の光量が減少されるので、これらの成分がノイズとなることに起因する測定精度の低下を抑制することができ、高精度での測色を行うことができる。

【0068】

なお、この実施例3の構成(回折手段173が特定の次数および波長に対する回折効率を高めることが可能な特性を有するものを用いること)は、実施例2の構成(波長制限手

10

20

30

40

50

段 3 1 を用いて受光部 1 8 により取得される k 次回折像 D (k は整数) における波長範囲を所定のものとする) に組み合わせて用いることができる。この場合、例えば、波長制限手段 3 1 により制限された波長範囲を $400\text{ nm} \sim 700\text{ nm}$ とするとともに、回折手段 1 7 3 において中心波長が 500 nm の 1 次回折像 D (1) の回折効率を高めるものとして、当該各 1 次回折像 D (1) を分光センサ部 2 0 の受光領域部分 2 1 に形成することにより、極めて高精度での測色を行うことができることとなる。

【実施例 4】

【0069】

次に、本発明の実施例 4 に係る分光特性取得装置 1 0 4 について説明する。この実施例 4 は、受光部 1 8 の受光面 1 8 a 上における各 k 次回折像 D (k は整数) の高さ寸法 h (y' 方向で見た長さ寸法) を独立して調整可能とする例である。この実施例 4 の分光特性取得装置 1 0 4 は、基本的な構成は上記した実施例 1 の分光特性取得装置 1 0 と同様であることから、等しい構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。図 9 は、実施例 4 に係る分光特性取得装置 1 0 4 の構成を模式的に示す図 1 と同様の説明図である。図 1 0 は、分光特性取得装置 1 0 4 において、受光部 1 8 の受光面 1 8 a 上における各 k 次回折像 D (k は整数) の高さ寸法 h (y' 方向で見た長さ寸法) を独立して調整した一例を示す図 5 と同様の説明図である。

【0070】

分光特性取得装置 1 0 4 では、結像光学系 1 6 と回折手段 1 7 との間の光路上に、非点収差付加手段 3 2 が設けられている。この非点収差付加手段 3 2 は、受光部 1 8 の受光面 1 8 a 上における各 k 次回折像 D (k は整数) の高さ寸法 h (y' 方向で見た長さ寸法) を独立して調整すべく設けられたものである。非点収差付加手段 3 2 は、実施例 4 では、弱いパワーのシリンドリカルレンズを用いて構成されており、通過する光束における受光部 1 8 の受光面 1 8 a 上で見た y' 方向の大きさ寸法 (高さ寸法 h) を調整可能とするように設けられている。加えて、実施例 4 では、非点収差付加手段 3 2 は、シリンドリカルレンズとして、光学特性の異なる複数のレンズで色収差を除去するように設計された複合レンズであるアクロマティックレンズを用いている。これにより、各 k 次回折像 D (k は 0 を除く整数) において、非点収差付加手段 3 2 での色収差に基因する色のばらつきを抑制することができる。

【0071】

実施例 4 の分光特性取得装置 1 0 4 では、他の実施例と同様に、受光部 1 8 の受光面 1 8 a 上において、各 1 次回折像 D (1) の x' 方向で見た長さ寸法が、各受光領域部分 2 1 の x' 方向で見た長さ寸法 (寸法 $p_x \times$ 画素 1 9 数 m) と等しくなるように、フォーカス調整および受光面 1 8 a に対する回折手段 1 7 の位置調整を行うが、この x' 方向での調整が為されることにより調整方向に直交する y' 方向にはデフォーカスの影響により像が長くなる虞がある。受光部 1 8 の受光面 1 8 a 上における各 k 次回折像 D (k は整数) の高さ寸法 h は、所定の条件を満たしていないと、各 1 次回折像 D (1) が対応する受光領域部分 2 1 を構成する全画素 1 9 の全領域を照射することができなくなったり、各受光領域部分 2 1 を他の回折像 (k 次回折像 D (k は 1 を除く整数)) で照射したりすることにより、測定精度の低下の原因となってしまうので、デフォーカスの影響が大きい場合には問題となる。ここで、実施例 4 の分光特性取得装置 1 0 4 では、非点収差付加手段 3 2 による高さ寸法 h の調整、すなわち非点収差付加手段 3 2 として設定されたパワーおよび光路上での非点収差付加手段 3 2 の配置位置により、受光面 1 8 a 上における各 1 次回折像 D (1) の x' 方向で見た長さ寸法の調整とは別に、受光面 1 8 a 上における各 k 次回折像 D (k は整数) の高さ寸法 h (y' 方向で見た長さ寸法) を独立して調整することができるので、 y' 方向でのデフォーカスの影響による測定精度の低下を防止することができる。

【0072】

この実施例 4 の分光特性取得装置 1 0 4 では、基本的な構成が実施例 1 の分光特性取得装置 1 0 と同様であることから、分光特性取得装置 1 0 と同様の効果を得ることができる

。

【0073】

それに加えて、実施例4の分光特性取得装置104では、非点収差付加手段32が設けられていることから、受光面18a上における各1次回折像D(1)のx'方向で見た長さ寸法の調整とは別に、受光面18a上における各k次回折像D(kは整数)の高さ寸法h(y'方向で見た長さ寸法)を独立して調整することができるので、高精度での測色を行うことができる。

【0074】

また、実施例4の分光特性取得装置104では、非点収差付加手段32により、受光面18a上における各k次回折像D(kは整数)の高さ寸法h(y'方向で見た長さ寸法)を独立して調整することができることから、各0次回折像D(0)が受光領域18b上に位置する値未満であることを条件に、図10に示すように、各1次回折像D(1)の頂点ap1が各受光領域部分21における左端(対応する0次回折像D(0)に近接する画素19)の上方の頂角に一致する状態から、各1次回折像D(1)(各k次回折像D(kは整数))を上方(y'方向)へと伸ばすように高さ寸法hを大きな値とすることで、スリットアレイ15と受光部18との相対的な位置決め精度に余裕を持たせることができる。ここで、上記したように、各k次回折像D(kは整数)を上方(y'方向)へと伸ばすように高さ寸法hを大きな値としても、各0次回折像D(0)が受光領域18b上に位置する値未満であれば、各受光領域部分21には、各1次回折像D(1)のみが位置することとなるため、このことに基因して測定精度が低下することはないので、このように設定することが問題となることはない。

【0075】

さらに、実施例4の分光特性取得装置104では、非点収差付加手段32として、複数の光学特性の異なる複数のレンズで色収差を除去するように設計された複合レンズであるアクロマティックレンズが用いられているので、各1次回折像D(1)において、非点収差付加手段32での色収差に基因する色のばらつきを抑制することができ、より高精度での測色を行うことができる。

【0076】

なお、この実施例4の構成(非点収差付加手段32を用いて受光部18の受光面18a上における各k次回折像D(kは整数)の高さ寸法hを独立して調整可能とすること)は、実施例2の構成(波長制限手段31を用いて受光部18により取得されるk次回折像D(kは整数)における波長範囲を所定のものとする)および/または実施例3の構成(回折手段173が特定の次数および波長に対する回折効率を高めることが可能な特性を有するものを用いること)に組み合わせて用いることができる。この場合、例えば、波長制限手段31により制限された波長範囲を400nm~700nmとするとともに、回折手段173において中心波長が500nmの1次回折像D(1)の回折効率を高めるものとし、非点収差付加手段32を設けて、当該各1次回折像D(1)を分光センサ部20の受光領域部分21に形成することにより、極めて高精度での測色を行うことができることとなる。

【0077】

以上、本発明を各実施例に基づき詳述してきたが、これらの具体的な構成に限らず、本発明の趣旨を逸脱しない程度の設計の変更は、本発明の技術的範囲に含まれる。

【0078】

なお、上記した各実施例では、スリットアレイ15の各開口部15aが矩形状とされていたが、各開口部は、被測定物11(その表面)の各点の測色を可能とすべく遮光部材からなるスリットアレイを開口するものであれば、例えば、楕円形や円形であってもよく、上記した各実施例に限定されるものではない。ここで、例えば、各開口部を楕円形とした場合、図11に示すように、受光部18の受光面18a上において、各1次回折像D(1)'(各k次回折像(kは0を除く整数))のx'方向で見た両端が曲線状を呈することとなるが、受光部18の受光面18a上において、各受光領域部分21に対する各1次

回折像 $D(1)''$ の x' 方向でのフォーカス調整および受光面 18a に対する回折手段 17 の位置調整の際、各 1 次回折像 $D(1)''$ の x' 方向で見た長さ寸法の設定基準位置として、 x' 方向の両端における曲線状に膨らんだ領域を除いたものである間隔 l_1 を用いてもよく、 x' 方向の両端における曲線状に膨らんだ頂点位置を基準とした間隔 l_2 を用いてもよい。ここで、間隔 l_1 を用いる場合、各 1 次回折像 $D(1)''$ が対応する受光領域部分 21 を構成する全画素 19 の全領域を照射することができ、間隔 l_2 を用いる場合、回折により分光された総ての波長領域に基づいて分光分布を求めることができる。

【0079】

また、上記した各実施例では、回折手段 17 (173) として、透過型の回折格子が用いられていたが、スリットアレイ 15 の各開口部 15a を通過した光束を、その光束に対応する被測定物 11 (その表面) の各点の測色を行うために分光すべく回折するものであれば、例えば反射型の回折格子であってもよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

【0080】

さらに、上記した各実施例では、分光特性取得装置 (10 等) が、基本的に、光照射機構 13 により白色の線状の光束が照射される被測定物 11 (その表面) からの反射光を、集光光学系 14、スリットアレイ 15、結像光学系 16 および回折手段 17 を経て、受光部 18 で受光することにより、被測定物 11 (その表面) 上におけるスリットアレイ 15 の各開口部 15a に対応された各点での分光特性を測定する構成 (図 1 等参照) とされていたが、被測定物 11 (その表面) 上における各点での分光特性を測定すべく各点からの光束を個別に回折手段 17 へと導くとともに各光束を回折により分光させるものであれば、例えば、被測定物 11 (その表面) の像を結像光学系によりスリットアレイ上に結像させ、当該スリットアレイ上の像をレンズアレイにより回折手段を経て受光部 (ラインセンサ) の受光面上に結像する構成であってもよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

【0081】

上記した各実施例では、各受光領域部分 21 上に各 1 次回折像 (1) を形成することにより、スリットアレイ 15 の各開口部 15a を通過した光束を受光部 18 で受光する構成とされていたが、当該各光束における等しい次数の k 次回折像 D (k は 0 を除く整数) を受光領域 18b (各受光領域部分 21) で受光するものであって、受光部 18 の受光面 18a の受光領域 18b 上で見て各開口部 15a からの光束による受光対象となる各 k 次回折像 D が重ならないものとし、かつ何れかの受光対象となる k 次回折像 D が位置された受光領域 18b (各分光センサ部 20 の受光領域部分 21) には他の何れの回折光の何れの次数の回折像も位置しないものとし、さらに受光対象となる各 k 次回折像 D が対応する各分光センサ部 20 の受光領域部分 21 の全範囲を照射する (受光領域部分 21 を構成する全画素 19 の全領域を照射する) ように、設定されていればよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

【符号の説明】

【0082】

- 10、102、103、104 分光特性取得装置
- 11 被測定物
- 13 光照射機構
- 15 (遮光部材としての) スリットアレイ
- 15a 開口部
- 16 結像光学系
- 17、173 回折手段
- 18 受光部
- 18a 受光面
- 18b 受光領域

10

20

30

40

50

- 1 9 画素
- 2 0 (複数に区分された区画としての)分光センサ部
- 2 1 受光領域部分
- 2 2 無効領域部分
- 3 1 波長制限手段
- 3 2 非点収差付加手段
- D k次回折像
- G 回折方向
- h 高さ寸法
- 角度(傾斜角度)

【先行技術文献】

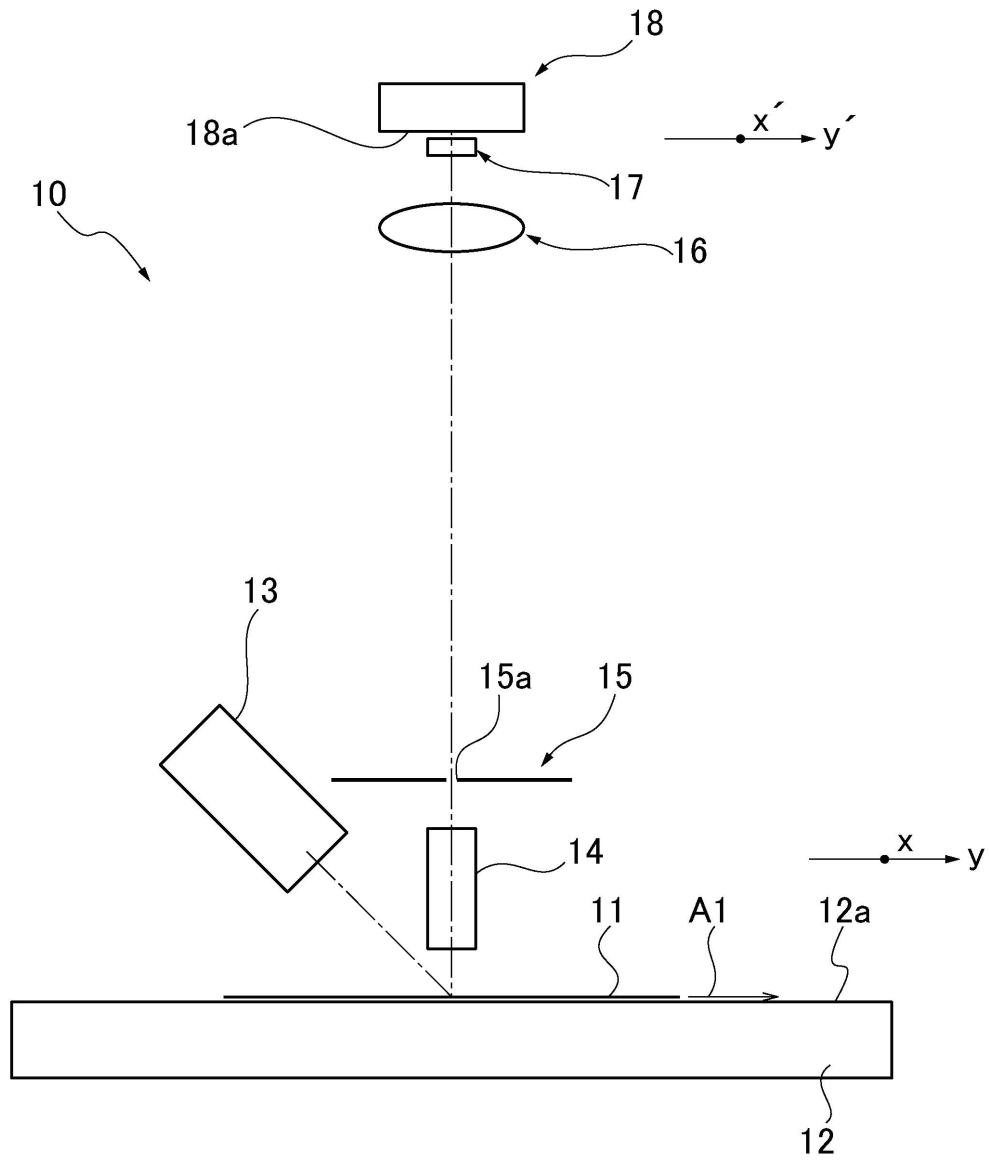
【特許文献】

【0083】

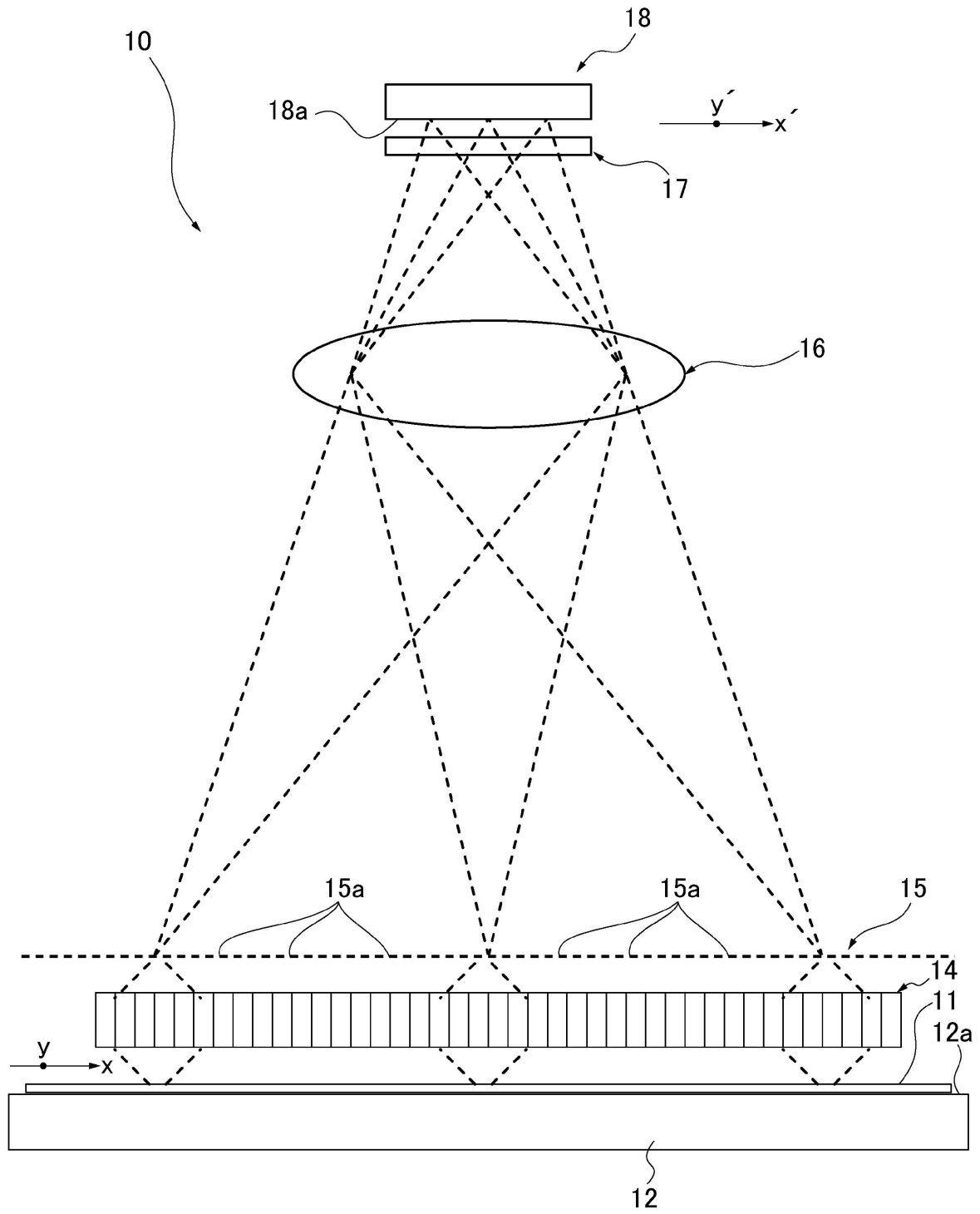
【特許文献1】特表2008-518218号公報

【特許文献2】特開2005-315883号公報

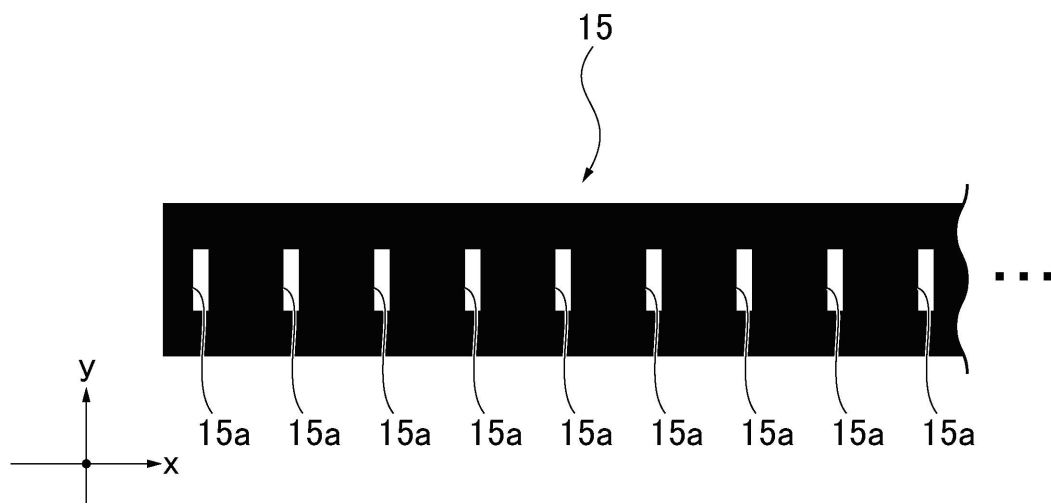
【図 1】



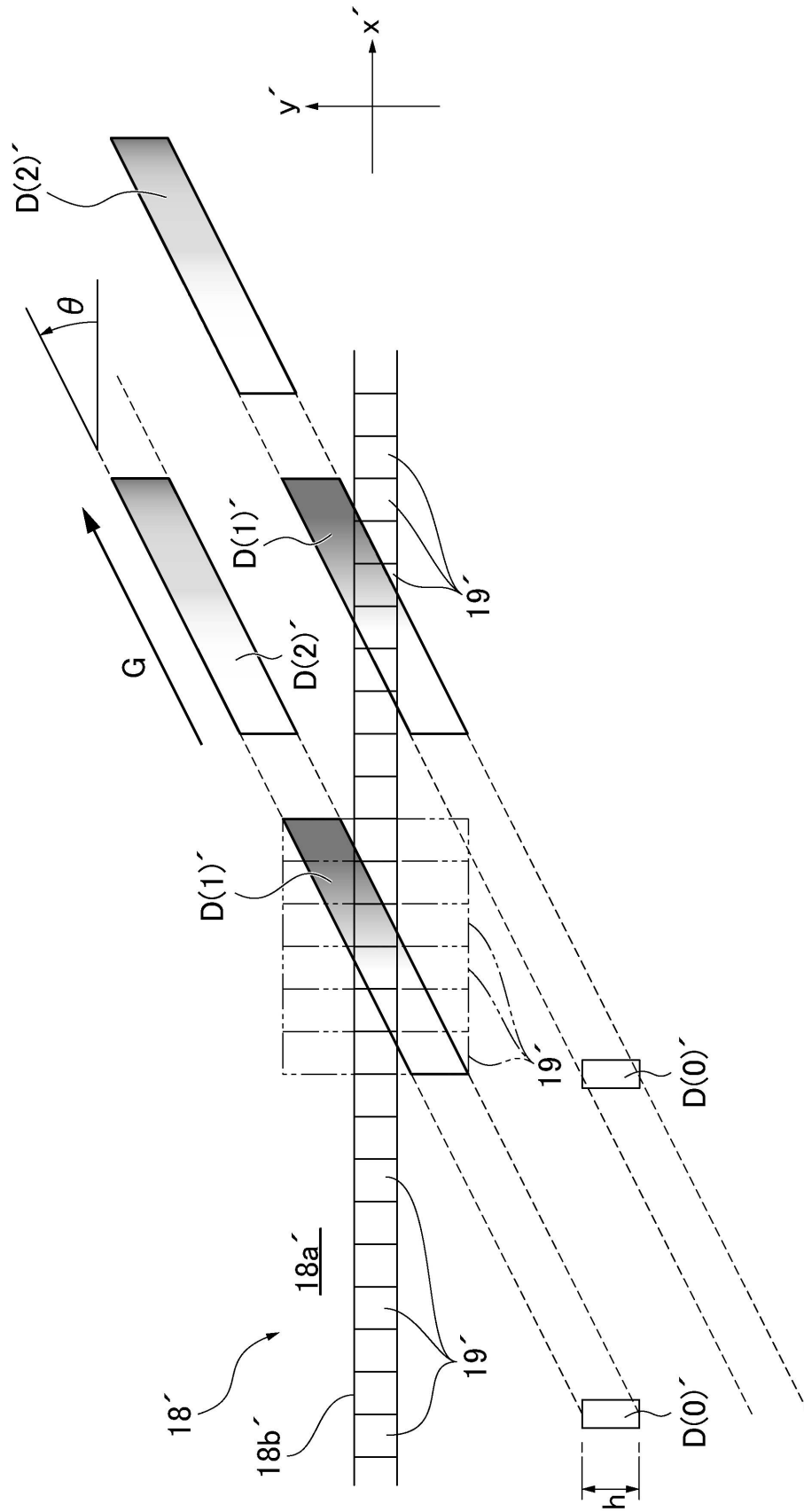
【図 2】



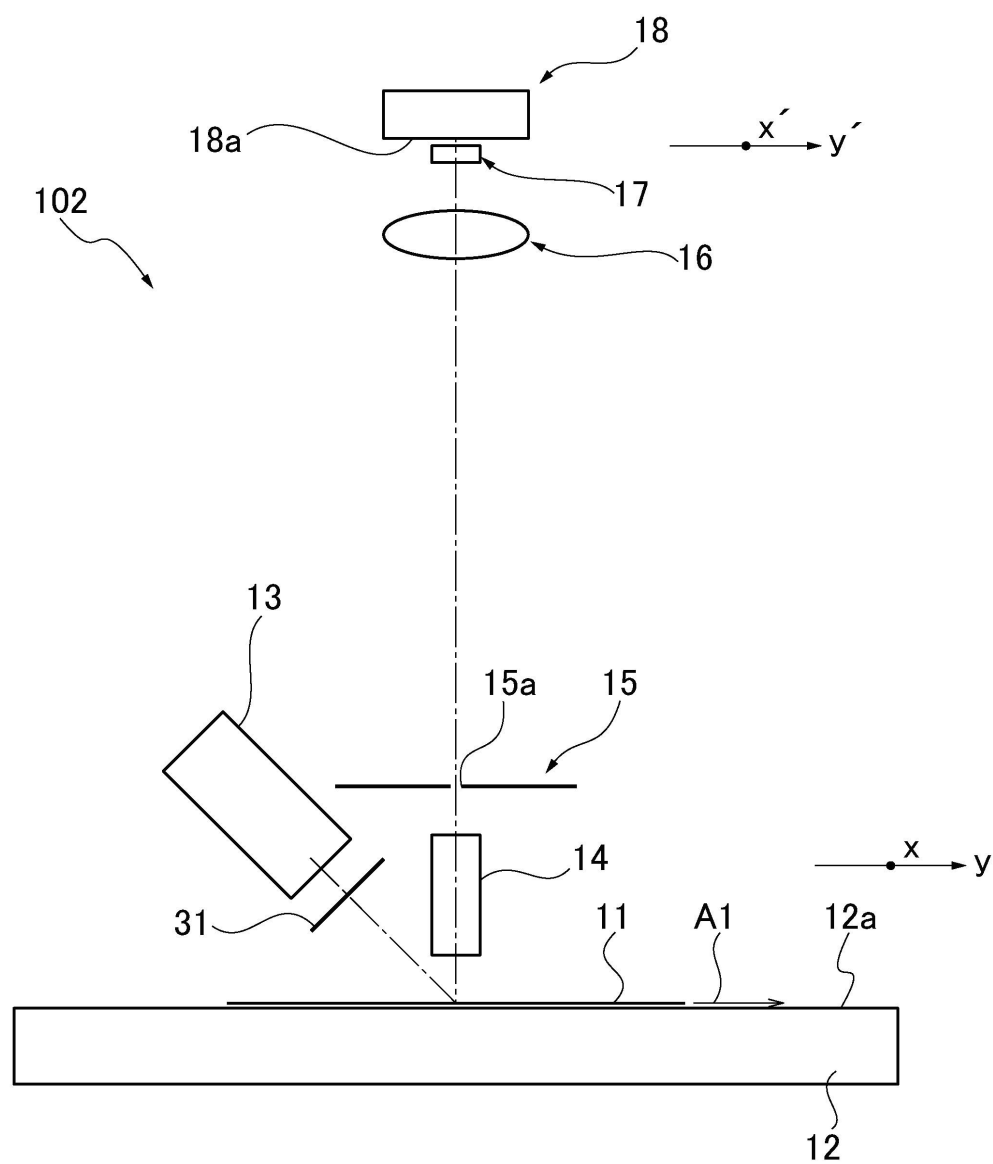
【図 3】



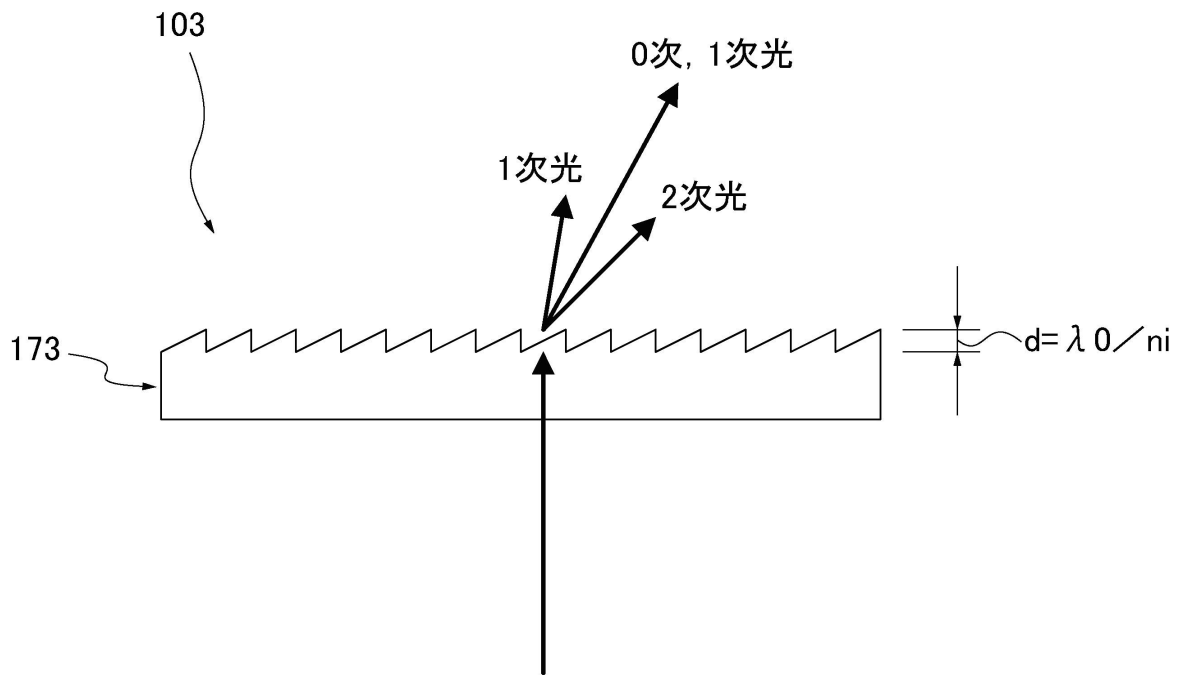
【図 6】



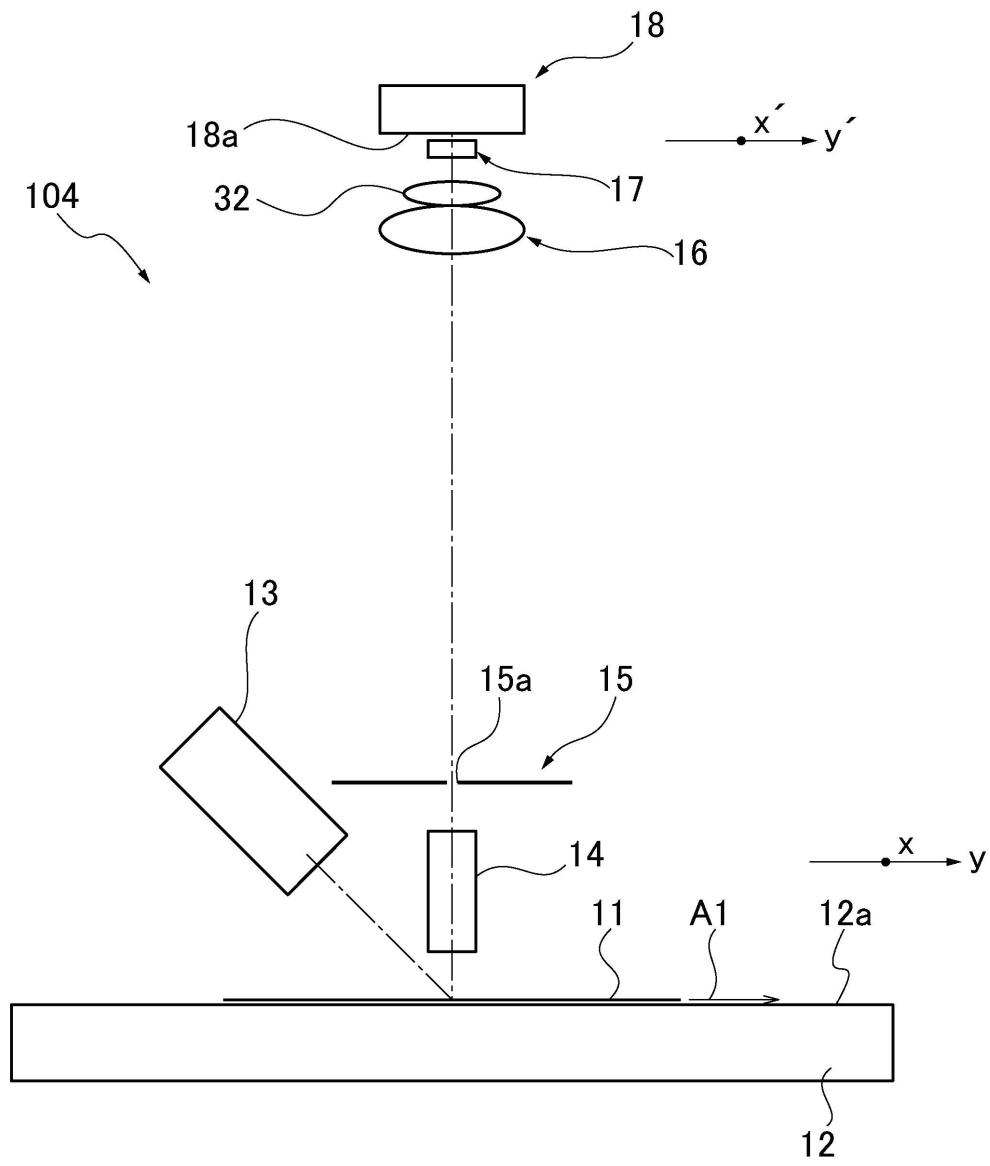
【図 7】



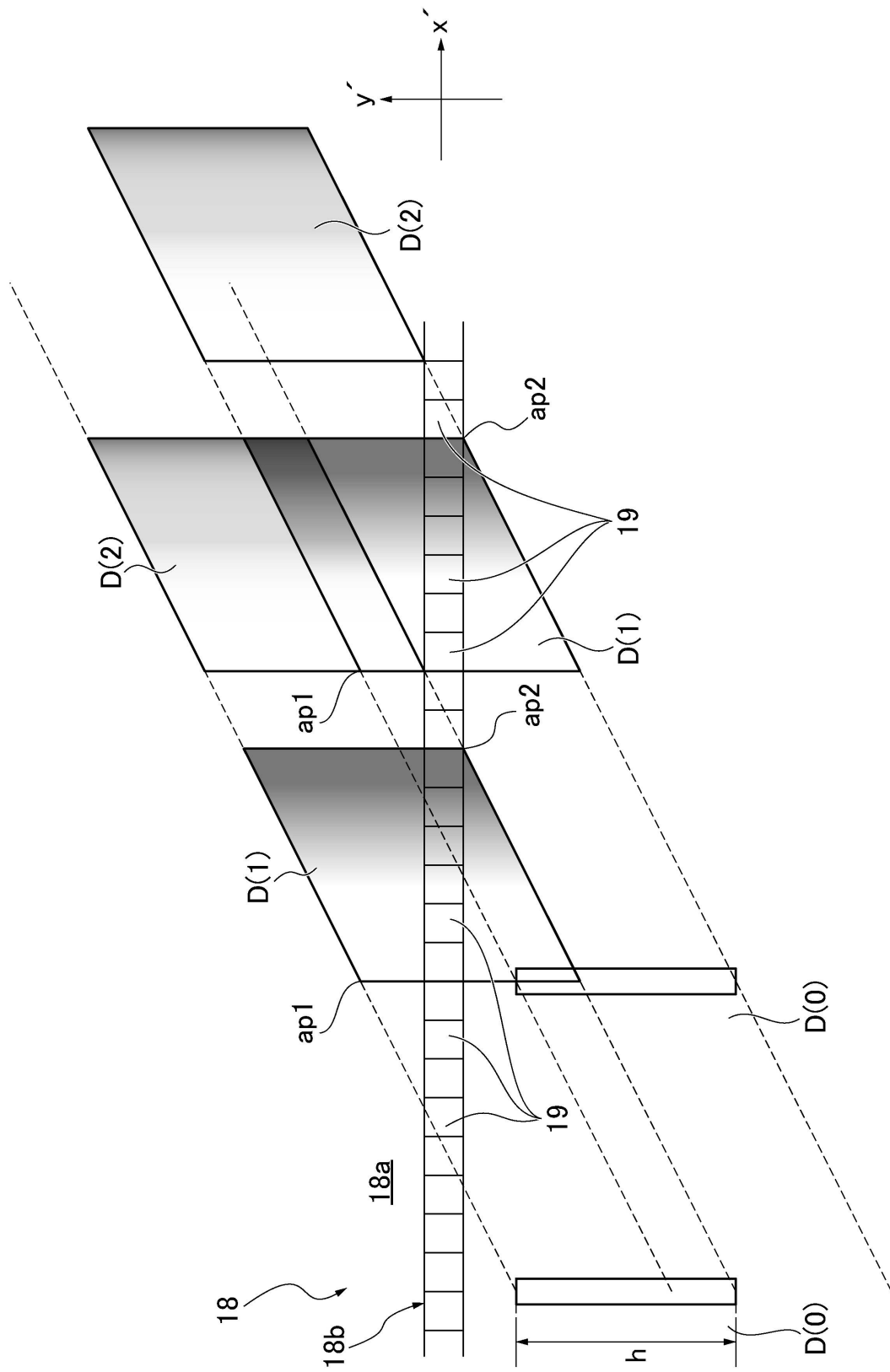
【図 8】



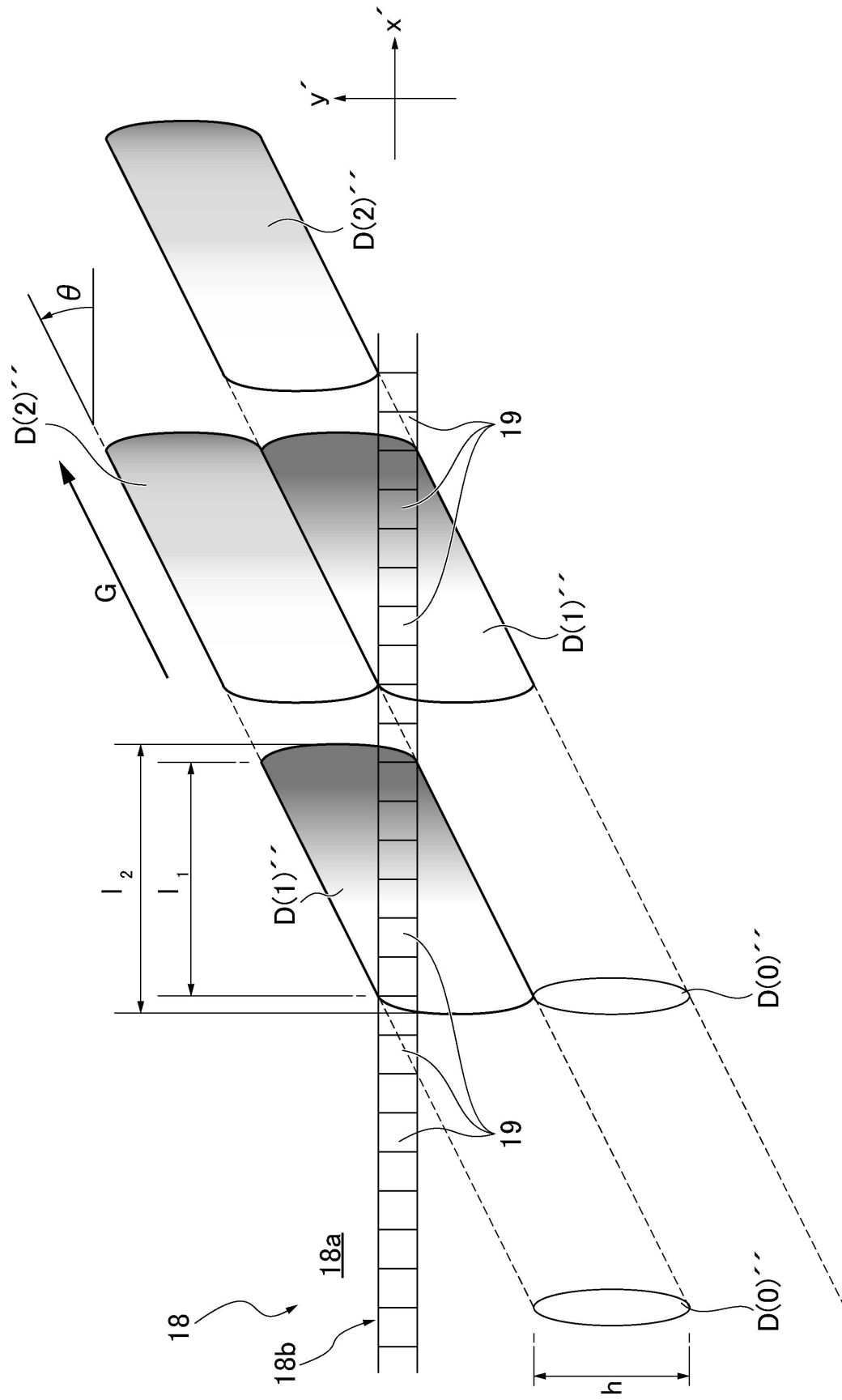
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 波多江 進

(56)参考文献 米国特許第07057723(US, B1)

特開2000-338035(JP, A)

特開2010-261861(JP, A)

特開2010-256324(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J	3/00	-	3/51
G01B	11/00	-	11/30
G01N	21/00	-	21/01
G01N	21/17	-	21/61
G01N	21/84	-	21/958
G02B	5/18	-	5/28
G02B	27/42		
B41F	33/14		
B41J	29/46		
H01L	27/14		
H04N	1/028		
H04N	1/04		
H04N	5/30	-	5/335