

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5609068号  
(P5609068)

(45) 発行日 平成26年10月22日(2014.10.22)

(24) 登録日 平成26年9月12日(2014.9.12)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 1 J 3/18 (2006.01)

G 0 1 J 3/18

G 0 1 J 3/36 (2006.01)

G 0 1 J 3/36

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2009-253498 (P2009-253498)  
 (22) 出願日 平成21年11月4日 (2009.11.4)  
 (65) 公開番号 特開2011-99718 (P2011-99718A)  
 (43) 公開日 平成23年5月19日 (2011.5.19)  
 審査請求日 平成24年7月19日 (2012.7.19)

(73) 特許権者 000006747  
 株式会社リコー  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (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  
 (72) 発明者 新保 晃平  
 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】分光測定装置、画像評価装置及び画像形成装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画像担持媒体に光を照射する光照射部と、  
 前記光照射部から画像担持媒体に照射された光の反射光を通過する複数の開口部を含む  
 ホールアレイと、

前記ホールアレイを通過した光を結像する結像光学系と、  
 前記結像光学系で結像された光を回折する回折素子と、  
 前記回折素子により回折された光を複数の画素を含む分光センサ部で各々受光する受光部と、  
 を有し、

前記回折素子における回折格子の配列方向は、各々の前記開口部を通過した光が、各々前記分光センサ部における画素に入射するように、回折格子における構造が、前記結像光学系で結像された光が回折素子へ入射する角度に対応して、変化するように形成されていることを特徴とする分光測定装置。

## 【請求項 2】

前記回折素子は、表面に鋸波形状、階段形状の構造を周期的に形成されているもの、屈折率の異なる2種類の部材を張合わせた界面に、鋸波形状、階段形状の構造が周期的に形成されているもの、または、屈折率の変化している構造が周期的に形成されているものであって、

前記受光部は、所定の数の画素ごとに複数の分光センサ部が形成されており、

前記回折素子における前記周期は、前記複数の開口部を通過した光が、各々前記分光センサ部に入射するように形成されていることを特徴とする請求項1に記載の分光測定装置。

【請求項3】

前記回折素子は、表面に鋸波形状、階段形状の構造を周期的に形成されているもの、または、屈折率の異なる2種類の部材を張合わせた界面に、鋸波形状、階段形状の構造が周期的に形成されているものであって、

前記受光部は、所定の数の画素ごとに複数の分光センサ部が形成されており、

前記鋸波形状又は階段形状の構造の部分における高さは、前記複数の開口部を通過した光が、各々前記分光センサ部に入射するように形成されていることを特徴とする請求項1に記載の分光測定装置。

10

【請求項4】

前記回折素子における回折格子の配列方向と、前記受光部における複数の画素の配列方向とが、平行ではないことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の分光測定装置。

【請求項5】

前記受光部に入射する光は、

前記回折素子により回折された+1次回折光であることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の分光測定装置。

【請求項6】

前記所定の数は6以上であることを特徴とする請求項2または3に記載の分光測定装置。

20

【請求項7】

画像担持媒体上に複数色で形成された画像の色彩を評価する画像評価装置において、

請求項1から6のいずれかに記載の分光測定装置と、

前記分光測定装置により得られた分光特性に基づき、前記画像における画像評価を行う処理部と、

を有することを特徴とする画像評価装置。

【請求項8】

請求項7に記載の画像評価装置と、

30

前記画像担持媒体に画像を形成する画像形成部と、

を有することを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分光測定装置、画像評価装置及び画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、プロダクションプリンティング分野において枚葉機、連帳機ともにデジタル化が進み、電子写真方式、インクジェット方式等による製品が数多く登場している。ユーザーニーズにおいても、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み、写真高画質プリント、カタログ印刷、請求書等への個人嗜好に対応した広告掲載等、消費者の手元に届くサービス形態の多様化が進み、高画質、個人情報の確認、色再現への要求も高まっている。

40

【0003】

画像形成装置において、高画質化に対応した技術として、電子写真方式では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トナー供給量を安定化するもの、個人情報の確認では、画像形成方式によらず出力画面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、色再現ではカラーパッチを出力して分光計に一点又は複数点の色計測を実行しキャリブレーションを行うもの等が上市されてい

50

る。

#### 【0004】

これらの技術は、ページ間、ページ内における画像変動に対応するため、画像全域で実行されることが望ましい。

#### 【0005】

このように、画像の全幅計測における評価技術としては、特許文献1から5に記載されている方法が提案されている。

#### 【0006】

特許文献1には、ライン状の受光素子を複数並べて、測定対象を検出系に対して相対的に移動する機構を設定し、全幅の分光特性を計測する。その際、受光素子間で検出対象領域からの反射光クロストークが生じないように遮光壁を設定する技術が開示されている。10

#### 【0007】

また、特許文献2には、画像の全幅で異なる波長帯を有する光源で連続的に照射し、反射光を取得して全幅における分光特性を取得する技術が開示されている。

#### 【0008】

また、特許文献3には、印刷面全幅に光を照射し、ラインセンサカメラにより、特定領域における濃度を検出し、平均化することにより、基準濃度を比較する技術が開示されている。

#### 【0009】

また、特許文献4には、原稿と特定原稿とを複数回走査し、共通する色味情報を画像間論理和等の処理から類似度を判定する技術が開示されている。20

#### 【0010】

また、特許文献5には、印刷面全幅に光を照射し、2次元の画素構造を持つCCD (Charge Coupled Device) と回折素子または屈折素子の組み合わせにより、全幅の分光特性を取得する技術が開示されている。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

このように、画像の色を全幅で計測しようとした場合、異なる波長帯に限定した複数の光を照射して、エリアセンサにより撮像するか、ラインセンサで撮像しながら計測系と被検対象とを相対的に移動する構成、または、撮像系を複数設定し、撮像系に入射する被検対象からの反射光の波長帯を限定する構成が一般的に考えられる。その際、取得される複数の波長帯に対応した画像において、画像間で被検対象とする位置にずれが生じた場合、被検対象の各位置での色情報を正確に計測することが不可能となる。ここで波長帯の異なる複数の画像から色情報を正確に計測する方法として、各画像の被検対象の位置で取得される反射光量の強度をリファレンスとなる現画像や原稿データと比較する方法や、各画像の被検対象の位置で取得される反射光量の強度からウィナー推定等を適用して連続分布特性を推測する方法等がある。そのため、各画像で異なる位置を被検対象とした場合、リファレンスとの比較や、連続分光特性の推定に誤差が生じることとなり、測定精度が低下する原因となる。30

#### 【0012】

ところで、引用文献1に記載されている技術では、ライン状の計測系であり、被検対象の画像の色を全幅で計測できる一般的な構成であるが、各波長帯で得られる画像の位置ズレを低減するものではない。

#### 【0013】

また、引用文献2に記載されている技術では、異なる波長帯を有する光源からの連続的な照射光による被検対象からの反射光を取得する構成では、時間軸におけるズレが生じ、被検対象の同一箇所を計測することはできない。仮に、このような構成で光源と受光系の組み合わせを複数備えたとしても、波長帯の異なる各画像の被検対象位置がずれる可能性が高くなる。また、異なる色でフィルター処理された複数列の検出器を用いた構成も記載40

されているが、この場合においても、複数色間での画像位置ずれによる問題が生じることは否めない。

#### 【0014】

また、特許文献3に記載されている技術では、検知した領域の濃度を平均化することにより代表値を得ているものと推認されるが、被検対象の分布に関しては保証できる値を得ることができない。

#### 【0015】

また、特許文献4に記載されている技術では、各波長帯に原稿と被検対象を画像間演算により比較して判定する方法であるが、この方法では、被検対象の色変動を特定することはできない。また、個別に得られる画像の色情報から、画像を再構成した場合においても、実際の被検対象に色変動が生じているか否かは判定することができない。10

#### 【0016】

また、特許文献5に記載されている技術は、2次元画素構造を有するCCDを用い、一方には画像データを、他の一方向には分光データを取得することで、全幅の色情報を特定する構成のものである。しかしながら、2次元画素構造を有するCCDにおいては、データ読み出し特性の制約より、ラインセンサに対して、読み出し速度が格段に遅くなるため、対象物の色情報を取得するためには、多大な時間を要するという問題点を有している。

#### 【0017】

以上のように、従来の技術では、対象物の分光情報を全幅で計測する分光センサにおいては、高速に読み出しを行うことと、分光精度を維持することを両立することは困難であった。20

#### 【0018】

本発明は、上記従来の技術に鑑みてなされたものであり、読み取り対象物の分光特性を全幅で計測する際に、高速なデータ読み出しができ、複数の波長帯における観測位置の位置合せが不要な分光測定装置、画像評価装置及び画像形成装置を提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0019】

本発明は、画像保持媒体に光を照射する光照射部と、前記光照射部から画像保持媒体に照射された光の反射光を通過する複数の開口部を含むホールアレイと、前記ホールアレイを通過した光を結像する結像光学系と、前記結像光学系で結像された光を回折する回折素子と、前記回折素子により回折された光を複数の画素を含む分光センサ部で各々受光する受光部と、を有し、前記回折素子における回折格子の配列方向は、各々の前記開口部を通過した光が、各々前記分光センサ部における画素に入射するように、回折格子における構造が、前記結像光学系で結像された光が回折素子へ入射する角度に対応して、変化するように形成されていることを特徴とする。30

#### 【0020】

また、本発明は、前記回折素子は、表面に鋸波形状、階段形状の構造を周期的に形成されているもの、屈折率の異なる2種類の部材を張合わせた界面に、鋸波形状、階段形状の構造が周期的に形成されているもの、または、屈折率の変化している構造が周期的に形成されているものであって、前記受光部は、所定の数の画素ごとに複数の分光センサ部が形成されており、前記回折素子における前記周期は、前記複数の開口部を通過した光が、各々前記分光センサ部に入射するように形成されていることを特徴とする。40

#### 【0021】

また、本発明は、前記回折素子は、表面に鋸波形状、階段形状の構造を周期的に形成されているもの、または、屈折率の異なる2種類の部材を張合わせた界面に、鋸波形状、階段形状の構造が周期的に形成されているものであって、前記受光部は、所定の数の画素ごとに複数の分光センサ部が形成されており、前記鋸波形状又は階段形状の構造の部分における高さは、前記複数の開口部を通過した光が、各々前記分光センサ部に入射するように形成されていることを特徴とする。50

## 【0022】

また、本発明は、前記回折素子における回折格子の配列方向と、前記受光部における複数の画素の配列方向とが、平行ではないことを特徴とする。

## 【0024】

また、本発明は、前記受光部に入射する光は、前記回折素子により回折された+1次回折光であることを特徴とする。

## 【0025】

また、本発明は、前記所定の数は6以上であることを特徴とする。

## 【0026】

また、本発明は、画像担持媒体上に複数色で形成された画像の色彩を評価する画像評価装置において、前記記載の分光測定装置と、前記分光測定装置により得られた分光特性に基づき、前記画像における画像評価を行う処理部と、を有することを特徴とする。 10

## 【0027】

また、本発明は、前記記載の画像評価装置と、前記画像担持媒体に画像を形成する画像形成部と、を有することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0028】

本発明によれば、読み取り対象物の分光特性を全幅で計測する際に、高速なデータ読み出しができ、複数の波長帯における観測位置の位置合せが不要な分光測定装置、画像評価装置及び画像形成装置を提供することができる。 20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0029】

【図1】第1の実施の形態における分光測定装置の上面図

【図2】第1の実施の形態における分光測定装置の側面図

【図3】第1の実施の形態に用いられるラインセンサの構成図

【図4】第1の実施の形態における分光測定装置の要部拡大図

【図5】第1の実施の形態に用いられる他の回折素子の構成図(1)

【図6】第1の実施の形態に用いられる他の回折素子の構成図(2)

【図7】第1の実施の形態に用いられる他の回折素子の構成図(3)

【図8】回折素子に入射する光の波長と周期と位置 $a_x$ との相関図 30

【図9】通常の回折格子における光の入射角度 $i_n$ と位置差 $a_x$ との相関図

【図10】第1の実施の形態に用いられる回折素子の周期 $d$ を示す状態図

【図11】図10に示す回折格子における光の入射角度 $i_n$ と位置差 $a_x$ との相関図

【図12】第1の実施の形態に用いられるホールアレイの構成図

【図13】第1の実施の形態に用いられる他のホールアレイの構成図

【図14】第1の実施の形態における分光測定装置における画素数 $N$ と色差との相関図

【図15】第2の実施の形態に用いられる回折素子の高さ $h$ を示す状態図

【図16】第3の実施の形態における分光測定装置の説明図

【図17】回折格子における光の入射角度 $i_n$ と位置 $a_y$ との相関図

【図18】第4の実施の形態に用いられる回折素子の角度 $\theta$ を示す状態図 40

【図19】図18に示す回折格子における光の入射角度 $i_n$ と位置 $a_y$ との相関図

【図20】第5の実施の形態における画像評価装置の構成図

【図21】第6の実施の形態における画像形成装置の構成図

## 【発明を実施するための形態】

## 【0030】

本発明を実施するための形態について、以下に説明する。

## 【0031】

## 〔第1の実施の形態〕

第1の実施の形態について説明する。本実施の形態における分光測定装置を図1及び図2に示す。図1は本実施の形態における分光測定装置の上面図であり、図2は本実施の形

態における分光測定装置の側面図である。尚、本実施の形態における分光測定装置を説明する際には、X方向、Y方向、Z方向との表現を用いる場合があるが、これらはいずれも図中に記載されているX軸方向、Y軸方向、Z軸方向を示すものである。

#### 【0032】

本実施の形態における分光測定装置は、ライン照明光源12、レンズ13、セルフォックレンズ14、ホールアレイ15、結像光学系16、回折素子17、ラインセンサ18等を有している。尚、破線は、画像担持媒体11からの拡散反射光の光路を示すものである。

#### 【0033】

ライン照明光源12は、例えば、可視光のほぼ全域において所定の強度を有する白色のLED (Light Emitting Diode: 発光ダイオード)アレイを用いることができる。尚、ライン照明光源12としては、この他、冷陰極管等の蛍光灯やランプ光源等を用いることも可能である。ライン照明光源12としては、分光に必要な広い波長領域の光を発することができるものであって、画像担持媒体11を均一に照明することができるものであることが好ましい。

#### 【0034】

レンズ13は、ライン照明光源12から出射された光を紙等からなる画像担持媒体11にコリメートして(平行光として)、または、集光して照射する機能を有するものである。これにより紙等からなる画像担持媒体11には、ライン光源12から発せられた光が画像担持媒体11の奥行き方向に広がりのあるライン状に照明される。尚、本実施の形態では、ライン照明光源12及びレンズ13を用いた構成を示すが、レンズ13を省略した構成とすることも可能である。

#### 【0035】

セルフォックレンズ14は、画像担持媒体11に形成されている画像を後述するホールアレイ15上に結像する機能を有するものである。正し、必ずしも正確にホールアレイ15上に結像している必要はなく、ホールアレイ15上においてデフォーカスした状態であってもよい。尚、本実施の形態では、セルフォックレンズ14を用いた構成を示すが、セルフォックレンズ14に代えて、マイクロレンズアレイやその他の等倍結像光学素子、複数のレンズからなる結像レンズを用いることも可能である。

#### 【0036】

ホールアレイ15は、後述するように、複数の開口部が一列に配列されているものである。ホールアレイ15を透過した光は、結像光学系16及び回折素子17により分光された後、ラインセンサ18の画像検出のための画素上にホールアレイ15上における像として結像される。

#### 【0037】

結像光学系16は、一般的なスキャナー光学系に用いられるレンズや、工業的に用いられているラインセンサ用レンズを用いることが可能である。例えば、ラインセンサ用レンズとしては、ML-L02035 (モリテックス社)が挙げられ、このラインセンサ用レンズにおいては、0.2倍の倍率で、X軸方向に約300mmの画像をX軸方向に約60mmの像としてラインセンサ18上に結像させることができる。尚、本願において結像光学系16によって結像される像の像高とは、結像光学系16によってラインセンサ18上に結像される像において、結像光学系16の光軸中心を原点としたときのX軸方向における位置、即ち、ラインセンサ18における画素21の配列方向における位置を意味するものである。

#### 【0038】

ラインセンサ18は、複数のライン状に配列された画素により構成されており、回折素子17を介して入射する所定の波長帯の拡散反射光量を取得するための受光素子としての機能を有している。ラインセンサ18としては、例えば、MOS (Metal Oxide Semiconductor Device)、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor Device)、CCD (Charge Coupled Device)、CIS (Contact Image Sensor)、PDA (Photo Diode

10

20

30

40

50

Array) 等を用いることができる。本実施の形態では、ラインセンサ 18 として、画素数が 8192 画素であって、画素ピッチ  $p$  が  $7 \mu m$  で形成された CCD ラインセンサを用いた。

【0039】

次に、ラインセンサ 18 について説明する。図 3 は、ラインセンサ 18 の画素構造を模式的に示す構造図である。図示されるように、ラインセンサ 18 は、X 方向に一列に複数 21 の画素が配列されたものである。ラインセンサ 18 は、X 方向に配列された N 個の画素 21 を一群とする複数の分光センサ部 22 を有している。各々の分光センサ部 22 における N 個の画素 21 は、互いに分光特性の異なる光を受光するものである。尚、図 3 においては、一例として、N = 6 の場合のラインセンサ 18 を示している。

10

【0040】

具体的には、図 4 に示すように、回折素子 17 は、ラインセンサ 18 から距離  $t$  離れた位置に近接して配置されており、破線で示される光路のように、ラインセンサ 18 において、入射光を X 方向に回折させることにより、分光センサ部 22 における N 個の画素 21 に異なる分光特性の光を入射させることができるよう構成されている。図示されるように、本実施の形態における回折素子 17 は、透明基板の表面に断面形状が鋸歯形状のものを周期的に形成したものである。本実施の形態における回折素子 17 は、回折素子 17 の鋸歯形状の回折格子の配列方向、即ち、矢印 B に示す回折格子ベクトルの方向が、X 方向と一致している。また、回折素子 17 の鋸歯形状は周期  $d$  で形成されており、数 1 に示されるように、波長  $\lambda$  の光が回折素子 17 に角度  $\theta_{in}$  で入射した場合、角度  $\theta_m$  に回折する。尚、 $m$  は、回折素子 17 における回折次数であり整数である。尚、回折素子 17 の鋸歯形状は高さ  $h$  で形成されている。

20

【0041】

【数 1】

$$\sin \theta_m = m \frac{\lambda}{d} + \sin \theta_{in}$$

30

数 1 に示す式より、波長  $\lambda$  に依存して角度  $\theta_m$  は変化するため、所定の波長帯の光を分光センサ部 22 における N 個の画素 21 のうち、所定の画素 21 に入射させることができる。

【0042】

また、図 4 に示す回折素子 17 では、回折素子 17 の形状を鋸歯形状とすることにより、+1 次の回折光 (数 1 における式において  $m = 1$  となる光) の強度を強くすることができ好ましい。よって、本実施の形態における回折素子 17 としては、+1 次の回折光が主となる回折素子を用いる。

40

【0043】

回折素子 17 としては、上述した鋸歯形状の回折素子の他、図 5 に示すように、表面に階段状の形状が形成されたものでもよく、また、図 6 に示すように、2 つの異なる屈折率の材料を張合わせたものであって、2 つの異なる屈折率の材料が接する界面を鋸波形状に形成したものであってもよい。具体的には、図 6 に示す回折素子は、第 1 の回折素子部材 23 を低屈折率高分散材料により形成し、第 2 の回折素子部材 24 を高屈折率低分散材料により形成し、第 1 の回折素子部材 23 と第 2 の回折素子部材 24 との界面は、断面形状が周期  $d$  の鋸歯形状に形成されているものである。これにより、より広い波長範囲において高い回折効率を得ることが可能となる。

【0044】

50

更に、図7に示すように、屈折率の分布が周期的に変化するように形成されたものであつてもよい。図7に示す回折素子は、濃淡により屈折率を示しているものであり、濃部は高い屈折率を示し、淡部は低い屈折率を示す。このように屈折率が周期dで周期的に変化するものであつても、同様の効果を得ることができる。

#### 【0045】

上述した回折素子の説明において、周期的とは、厳密な周期構造に限定されるものではなく、緩やかに周期や方向が変化しているが局所的には、ほぼ周期的とみなすことができるもの、または、周期に一定のばらつきを有するものも含む意味である。

#### 【0046】

ところで、図3に示すように、ラインセンサ18に入射する光のうち、波長における主光線のX方向位置  $a_x(\lambda)$  は、数2に示す式により表される。尚、数2に示されるX方向位置  $a_x(\lambda)$  は、0次光(回折されない光)を原点とするものであり、回折素子17とラインセンサ18との距離はtとする。

#### 【0047】

#### 【数2】

$$a_x(\lambda) = t(\tan \theta_m - \tan \theta_{in})$$

10

20

図8は、ラインセンサ18における画素ピッチpを7μm、回折素子17における周期dを約3.333μm(1mmに300ライン)とし、回折素子17の回折格子が形成されている面からラインセンサ18までの距離tを0.6mmとした場合において、数2に示す式により得られる  $a_x(\lambda)$  と波長との関係を示す。尚、  $a_x(\lambda)$  の値は、主光線が回折素子17に垂直に入射する場合( $\theta_{in}$ が0°のとき)の  $a_x(\lambda)$  の値を示すものである。図8に示されるように、光の波長に応じて、  $a_x(\lambda)$  の値が異なっており、ラインセンサ18上の異なる位置に光が回折されることがわかる。例えば、波長が0.7μmにおける  $a_x(\lambda)$  の値と、波長が0.4μmにおける  $a_x(\lambda)$  の値との差をX方向の位置差  $a_x$  とすると、図8より、波長が0.7μmにおける  $a_x(\lambda)$  の値は約130であり、波長が0.4μmにおける  $a_x(\lambda)$  の値は約66であり、よって、X方向の位置差  $a_x$  は約56μmである。これより、白色光を約0.4μmから約0.7μmまでの波長範囲の光であるものと考えると、ラインセンサ18における画素ピッチpが7μmであることから、後述するホールアレイ15における一つの開口部から出射した光を概ねX方向に8画素に波長ごとに分光させて入射させることができる。

#### 【0048】

このように本実施の形態における分光測定装置では、一次元方向に画素21が配列されているラインセンサ18において、波長ごとに分光し、所定の各々の画素21に所定の波長域の光を入射させることができ、所望の分光特性を取得することができる。これにより読み出し速度の遅い画素が2次元に配列されているイメージセンサを用いることなく必要とされる分光特性を取得することができるため、高速なデータ読み出しを行うことが可能となる。

#### 【0049】

また、複数の波長帯において、各々別の撮像系で撮像し、後に合成する場合においては、撮像位置の位置合せを厳密に行う必要があり、また合成する際には位置ズレ等の問題が生じる場合があり、構成も複雑なものとなる。しかしながら、本実施の形態における分光測定装置では、一次元のラインセンサからなる構成のものであり、位置合せの必要がなく、撮像位置の位置ズレ等の問題や合成の必要もないため、高精度な分光特性を容易に短時間で取得することができる。

30

40

50

## 【0050】

ところで、通常、回折素子17に入射する主光線の角度 $i_n$ は、結像光学系16によって結像される像の像高に応じて異なっており、結像光学系16としてラインセンサ用レンズを用いた場合には、 $\pm 30\text{ mm}$ の像高に対して、およそ $i_n$ は $\pm 10^\circ$ の範囲で変化する。図9には、回折素子17における周期dが、約 $3.333\text{ }\mu\text{m}$ で一定である場合において、光の入射角度 $i_n$ とX方向の位置差 $a_x$ との関係を示す。 $i_n$ が $0^\circ$ の場合では、位置差 $a_x$ は約 $56\text{ }\mu\text{m}$ であり、白色光を用いた場合には、8画素の範囲に入射させることができると、 $i_n$ が $10^\circ$ の場合では、位置差 $a_x$ は約 $63\text{ }\mu\text{m}$ であり、白色光を用いた場合には、9画素の範囲に入射してしまう。これは、結像光学系16の像高に応じて分光される光の分布が異なることを意味しており、像高の影響により、ラインセンサ18により取得される分光特性にばらつきが生じてしまうことを意味する。10

## 【0051】

これを解決する方法としては、結像光学系16として、像側において、テレセントリック性を有するレンズを用いることにより、 $i_n$ を各像高に対して略一定とし、ラインセンサ18により取得される分光特性にばらつきの発生を防ぐ方法がある。

## 【0052】

しかしながら、結像光学系16として、テレセントリック性を有するレンズを用いた場合、必然的に結像光学系16のサイズが大きくなるため、分光測定装置を巨大化させることとなり、更には、高価格化を招くこととなる。20

## 【0053】

このため、本実施の形態における分光測定装置においては、回折素子17の周期dは、結像光学系16の像高に応じて異なるものを用いている。具体的には、図10に示すように、この回折素子17は、結像光学系16からの主光線の入射する角度 $i_n$ に応じて周期dが変化するように形成されている。尚、図10における横軸の下段は、前述したラインセンサ用レンズを用いた場合においては、 $\pm 10^\circ$ の角度 $i_n$ が、 $\pm 30\text{ mm}$ の像高に対応するため、回折素子17における位置を示すものである。

## 【0054】

図11には、図10に示す回折素子17の周期dが、結像光学系16の像高に応じて異なる回折素子において、光の入射する角度 $i_n$ とX方向の位置差 $a_x$ との関係を示す。30 図11に示されるように、図10に示す回折素子17の周期dが、結像光学系16の像高に応じて異なる回折素子17では、光の入射角度 $i_n$ に依存することなく、X方向の位置差 $a_x$ を略一定にすることができます。

## 【0055】

尚、回折素子17における周期dは、図10に示すように連続的に変化する構成のものに限定されず、段階的に変化している構成のものであってもよい。また、X方向の位置差 $a_x$ は、必ず一定となるように回折素子17における回折格子の周期dを定める必要はなく、X方向の位置差 $a_x$ が所定の範囲内となるように回折素子17における回折格子の周期dを定めてもよい。

## 【0056】

以上により、本実施の形態における分光測定装置は、像高に依存することなく正確な分光特性を短時間で取得することが可能である。40

## 【0057】

尚、本実施の形態における分光測定装置においては、図2に示すように、ライン照明光源12から出射される照明光が紙等の画像持媒体11の表面に対して、約 $45^\circ$ に入射し、ラインセンサ18は、画像持媒体11に対し垂直方向に拡散反射する光を受光する構成のものであり、所謂45/0光学系が用いられている。

## 【0058】

しかしながら、本実施の形態における分光測定装置においては、所謂45/0光学系以外の光学系を用いることも可能である。例えば、ライン照明光源12より出射される照明50

光が画像持媒体 1 1 に対し垂直に入射し、ラインセンサ 1 8 が画像持媒体 1 1 の表面に対し、45°の角度で拡散反射する光を検出する所謂0/45光学系等としてもよい。

【0059】

次に、ホールアレイ 1 5 について説明する。図 1 2 は、本実施の形態における分光測定装置において用いられているホールアレイ 1 5 の構造を示すものである。ホールアレイ 1 5 は、全体を構成する遮光部 3 1 に光を透過する複数の開口部 3 2 が設けられたものである。開口部 3 2 は、矩形のスリット状の形状で形成されており、所定の間隔で一列に配列されている。尚、開口部 3 2 における形状は矩形の形状に限定されるものではなく、橢円や円形又は、その他の形状であってもよい。

【0060】

ホールアレイ 1 5 における一つの開口部 3 2 を通過した光線は、図 4 における破線に示されるように、回折素子 1 7 により分光されラインセンサ 1 8 におけるN個の画素 2 1 に各々入射する。即ち、ホールアレイ 1 5 における一つの開口部 3 2 が、ラインセンサ 1 8 における一つの分光センサ部 2 2 に対応している。よって、ホールアレイ 1 5 における一つの開口部 3 2 を通過した光は、分光されラインセンサ 1 8 における一つの分光センサ部 2 2 におけるN個の画素 2 1 に各々入射する。これにより分光センサ部 2 2 におけるN個の画素 2 1 においては、各々の光の波長帯ごとの光量を電気信号として検出することができる。

10

【0061】

ホールアレイ 1 5 は、具体的には、表面を黒化処理した金属板に開口部 3 2 となる開口を設けた構成のものや、ガラス基板の表面に開口部 3 2 となる領域以外にクロム膜やカーボン含有樹脂等の黒色部材からなる膜が形成されている構成のものである。

20

【0062】

図 1 3 には、他の構成のホールアレイの構造を示す。このホールアレイは、全体を構成する遮光部 3 3 に、幅の狭い開口部 3 4 が一列に形成された第 1 の領域 4 1 と、次に幅の広い開口部 3 5 が一列に形成された第 2 の領域 4 2 と、最も幅の広い開口部 3 6 が一列に形成された第 3 の領域 4 3 とを有している。このホールアレイは、矢印 A に示す方向に移動させることにより、入射光が第 1 の領域 4 1 、第 2 の領域 4 2 及び第 3 の領域 4 3 のいずれか 1 つに入射するように切換えることが可能である。このように、ホールアレイにおける第 1 の領域 4 1 、第 2 の領域 4 2 及び第 3 の領域 4 3 のいずれかに切換えることにより、所望の波長分解能に応じた分光特性を得ることができる。

30

【0063】

以上より、本実施の形態における分光測定装置では、容易に高精度の分光特性を取得することができ、また、像高に依存することなく、精度の高い分光特性を取得することができる。

【0064】

ところで、本実施の形態における分光測定装置においては、ラインセンサ 1 8 の分光センサ部 2 2 を構成する画素 2 1 の数 N が多いほど、分光特性を詳細に得ることができる。しかしながら、ラインセンサ 1 8 における画素数には限界があり、画素 2 1 の数 N が増加することにより、分光センサ部 2 2 の数は減少してしまう。

40

【0065】

よって、本実施の形態における分光測定装置では、特に測色を目的とする場合においては、画素 2 1 の数 N を最小に抑えてウィナー推定等の推定手段によって分光分布の推定を行う処理を行うことが好ましい。

【0066】

一例として、一つの分光センサ部 2 2 の出力より、分光分布を推定する方法について説明する。一つの分光センサ部 2 2 を構成している N 個の画素 2 1 からの信号出力  $v_i$  ( $i = 1 \sim N$ ) を格納した行ベクトル  $v$  と、変換行列  $G$  から、各々の波長帯における分光反射率（例えば、400 ~ 700 nm で、10 nm ピッチで分離した 31 個）を格納した行ベクトル  $r$  は、下記の(1)に示す式により表される。

50

## 【0067】

$$r = G v \dots \dots \dots \dots \quad (1)$$

変換行列  $G$  は、予め分光分布が既知である多数 ( $n$  個) のサンプルに対して、分光分布を格納した行列  $R$  と、同様のサンプルを本実施の形態における分光測定装置により測定したときの行ベクトル  $v$  を格納した行列  $V$  より、最小二乗法をもちいて誤差の 2 乗ノルム  $\cdot 2$  を最小化することにより求めることが可能である。

## 【0068】

$$R = [r_1, r_2, \dots, r_n] \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$V = [v_1, v_2, \dots, v_n] \dots \dots \dots \quad (3)$$

$$e = R - GV \quad 2 \text{ min} \dots \dots \dots \dots \dots \quad (4)$$

10

$V$  を説明変数、 $R$  を目的変数とした  $V$  から  $R$  への回帰式の回帰係数行列である変換行列  $G$  は、行列  $V$  の二乗最小ノルム解を与える Moore-Penrose の一般化逆行列を用いて、下記の (5) に示す式により表される。

## 【0069】

$$G = R V^T (V V^T)^{-1} \dots \dots \dots \dots \dots \quad (5)$$

ここで、上付き  $T$  は行列の転置を意味し、上付  $-1$  は逆行列を意味している。これにより算出された変換行列  $G$  を記憶させておき、実際の測定時には変換行列  $G$  と信号出力の行ベクトル  $v$  との積により、任意の被測定物の分光分布の行ベクトル  $r$  を推定することができる。

## 【0070】

20

更に、本実施の形態における分光測定装置を用いて、電子写真方式による画像形成装置により出力したトナーにより形成されるカラー画像について分光分布を行った場合のシミュレーションを行った結果について説明する。シミュレーションでは、分光センサ部 22 を構成する画素 21 の数  $N$  を変化させた場合の測色結果と、より高精度の分光分析装置により得られる測色結果との色差  $E$  を求めた。図 14 は、このシミュレーションにより得られた結果であり、ラインセンサ 17 における分光センサ部 22 を構成する画素 21 の数  $N$  と、色差  $E$  との関係を示すものである。図 14 に示されるように、 $N$  の値が 6 以上において、色差が低くなり、本実施の形態における分光測定装置により得られたものとの誤差が小さいことが解る。このように、トナーにより形成されるカラー画像においては、本実施の形態における分光測定装置においては、 $N$  の値を 6 以上とすることが好ましい。

30

## 【0071】

## 【第 2 の実施の形態】

次に、第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、分光測定装置に用いられる回折素子 17 の構造に関するものであり、第 1 の実施の形態における分光測定装置に用いられるものである。

## 【0072】

回折素子 17 が、屈折率  $n$  ( ) を有する材料により、鋸歯形状の高さ  $h$  で形成されており、回折素子 17 に入射する主光線の入射の角度  $i_n$  とした場合、回折効率  $\eta$  は、数 3 に示す式で表される。

## 【0073】

40

## 【数 3】

$$\eta = \left[ \operatorname{sinc} \left\{ \pi \left( 1 - \frac{h}{\lambda} \left( \sqrt{n(\lambda)^2 - \sin^2 \theta_m} - \cos \theta_m \right) \right) \right\} \right]^2$$

50

数3に示される式より、回折素子17に入射する光の回折効率 $\eta$ は波長依存性を有しており、また、入射角度 $i_n$ に対しても依存性を有するものである。前述したように、回折素子17に入射する主光線の入射角度 $i_n$ は、結像光学系16によって結像される像の像高に応じて異なっており、この像高に応じて回折効率 $\eta$ の変動が生じ、ラインセンサ18に入射する光の分光特性に違いが生じてしまう。

#### 【0074】

このため、本実施の形態における回折素子17では、回折効率 $\eta$ が略一定の値となるように、主光線の入射角度 $i_n$ に応じて、即ち、結像光学系16によって結像される像の像高に応じて、回折素子17における回折格子の高さ $h$ を変化させたものである。

#### 【0075】

具体的には、図15に示すように、主光線の入射角度 $i_n$ に対し、回折素子17における回折格子の高さ $h$ を変化させる。尚、図15における横軸の下段は、前述したラインセンサ用レンズを用いた場合においては、 $\pm 10^\circ$ の角度 $i_n$ が、 $\pm 30\text{mm}$ の像高に対応するため、回折素子17における位置を示すものである。図15に示す場合では、波長が $0.53\mu\text{m}$ の光に対して回折効率 $\eta$ が最適となるように回折素子17における回折格子の高さ $h$ を形成したものである。本実施の形態において用いられる回折素子17は、中心部における高さが、周辺部における高さよりも高い構造のものである。尚、数3に示す式により得られる回折効率 $\eta$ は、近似的な値であるため、厳密結合波解析(RCWA)法等による、より厳密な解析手法を用いて解析を行い、高さ $h$ を定めることができ。尚、回折格子における高さ $h$ は連続的に変化している場合に限定されず、階段的に変化している構成であってもよい。

#### 【0076】

本実施の形態における分光測定装置では、回折素子17における回折格子の高さ $h$ を結像光学系16によって結像される像の像高に対応して変化させることにより、ラインセンサ18における各々の分光センサ部22に略同一の回折効率の回折光を入射させることができとなり、結像光学系16によって結像される像の像高に依存することなく、高精度の分光特性を得ることが可能である。

#### 【0077】

##### 〔第3の実施の形態〕

次に、第3の実施の形態について説明する。本実施の形態における分光測定装置は、回折素子17により生じる0次光等がラインセンサ18における画素21に入射することを防いだ構成のものであり、より高精度の分光特性を得ることのできる分光測定装置である。

#### 【0078】

本実施の形態における分光測定装置は、図4における矢印Bに示す回折素子17の回折格子ベクトル方向と、ラインセンサ18における画素21の配列方向とが、非平行となる(平行とはならない)構成のものである。このように非平行に配置することにより、回折素子17において発生する0次光や+1次回折光以外の回折光がラインセンサ18における画素21に入射することを防ぐことができる。尚、ラインセンサ18は1次元方向に画素21が配列されている。

#### 【0079】

図16に基づき本実施の形態における分光測定装置を説明する。図16は、ラインセンサ18に入射する光の入射面側からみたラインセンサ18に入射する光を示す図である。図16に示されるように、回折素子17により、+1次回折光(+1次光)以外に、0次光、-1次回折光(-1次光)、+2次回折光(+2次光)、-2次回折光(-2次光)等が発生する。0次光、-1次回折光、+2次回折光、-2次回折光等は、+1次回折光に比べて強度は弱いが、ラインセンサ18の画素21に入射することにより、分光特性の精度を低下させてしまう。

#### 【0080】

本実施の形態では、回折素子17の回折格子ベクトル方向と、ラインセンサ18における

10

20

30

40

50

る画素 2 1 の配列方向とが、角度 傾いた状態で設置されている。即ち、図 1 の紙面である X Z 面に対し、X 軸と回折素子 1 7 の回折格子ベクトル方向とのなす角が となるよう 10 に設置されている。尚、ラインセンサ 1 8 の画素 2 1 の配列方向は、X 軸方向に配列されるよう設置されているものとする。

【0081】

このように、ラインセンサ 1 8 と回折素子 1 7 を配置することにより、回折素子 1 7 により分光された + 1 次回折光のみをラインセンサ 1 8 に配列されている画素 2 1 に入射させることができ、0 次光、- 1 次回折光、+ 2 次回折光、- 2 次回折光等の光が入射することを防ぐことができる。

【0082】

尚、ラインセンサ 1 8 と回折素子 1 7 との間には、ラインセンサ 1 8 に配列されている画素 2 1 において、+ 1 次回折光のみが入射するような開口部を有する遮光板等を設けてもよい。

【0083】

〔第 4 の実施の形態〕

次に、第 4 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第 3 の実施の形態をさらに改良した構成の分光測定装置である。

【0084】

ところで、回折素子 1 7 の回折格子ベクトルが、X Z 面に対して、X 軸とのなす角が角度 となるような状態で設置されている場合、回折素子 1 7 に入射する光の入射角度  $i_n$  は、結像光学系 1 6 によって結像される像の像高に応じて異なるものとなり、ラインセンサ 1 8 に入射する光は、Y 方向において位置ズレが生じてしまう可能性がある。

【0085】

図 1 7 には、が 50°、距離  $t$  が 0.927 mm、回折素子 1 7 における回折格子の周期  $d$  が約 3.333 μm である場合において、波長が 530 nm の + 1 次回折光がラインセンサ 1 8 に入射した場合の入射角度  $i_n$  と Y 方向の位置  $a_y$  ( ) との関係を示す。尚、Y 方向の原点位置は、0 次光の位置としている。

【0086】

+ 1 次回折光の位置が Y 方向にずれることにより、+ 1 次回折光が正確にラインセンサ 1 8 における各々の画素 2 1 に入射しないといった問題や、± 2 次回折光がラインセンサ 1 8 における各々の画素 2 1 に入射してしまうといった問題が生じ、高精度の分光特性を得ることが困難となる。

【0087】

よって、本実施の形態における分光測定装置では、回折素子 1 7 における回折格子ベクトル、即ち、角度 を像高に対応させて変化させた構成のものである。具体的には、図 1 8 に示すように、回折素子 1 7 において、光の入射角度  $i_n$  に応じて角度 を変化させる。尚、図 1 0 における横軸の下段は、前述したラインセンサ用レンズを用いた場合においては、± 10° の角度  $i_n$  が、± 30 mm の像高に対応するため、回折素子 1 7 における位置を示すものである。

【0088】

図 1 9 は、図 1 8 に示す回折素子 1 7 において、光の波長が 530 nm の場合における入射角度  $i_n$  と Y 方向の光の入射位置  $a_y$  ( ) との関係を示すものである。図 1 9 に示されるように、図 1 8 に示す回折素子 1 7 を用いることにより、角度  $i_n$  に依存することなく Y 方向の光の入射位置  $a_y$  ( ) を略一定にすることができる。このように、回折素子 1 7 における回折格子ベクトル方向を結像光学系 1 6 によって結像される像の像高に対応させて変化させることにより、結像光学系 1 6 によって結像される像の像高に依存することなく、Y 方向の光の入射位置  $a_y$  ( ) を略一定にすることができる。

【0089】

これにより、本実施の形態における分光測定装置では、結像光学系 1 6 によって結像される像の像高に依存することなく、Y 方向の光の入射位置  $a_y$  ( ) を略一定にすること

10

20

30

40

50

ができ、高精度の分光特性を測定することが可能となる。

【0090】

更に、本実施の形態における回折素子17は、回折格子ベクトルの方向のみではなく、図10に示すような、回折素子17における回折格子の高さhも変化させるものであってもよい。回折素子17における周期d、高さh、角度θを像高に対応させて最適化することにより、より高精度の分光特性を得ることが可能となる。

【0091】

〔第5の実施の形態〕

次に、第5の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第1から第4の実施の形態における分光測定装置を用いた画像評価装置である。

10

【0092】

図20に基づき本実施の形態における画像評価装置50について説明する。本実施の形態における画像評価装置50は、紙等の画像担持媒体11に画像形成装置等により形成された画像を紙等の全幅にわたり評価することが可能な装置である。本実施の形態における画像評価装置50は、図1に示す分光測定装置を複数設けた構成のものである。具体的には、一組の結像光学系16、回折素子17及びラインセンサ18からなる測定部51を複数設けたものであり、各々の測定部51は、処理部52に接続されている。このような構成にすることにより、紙等の画像担持媒体11において、広い範囲において分光特性を測定することができる。尚、本実施の形態における画像評価装置50には、不図示の紙搬送機構を有しており、図20における紙面の奥行き方向に、紙等の画像担持媒体11を搬送することが可能である。また、処理部52は、複数の測定部51における測定結果、及び、不図示の紙搬送機構に設けられているエンコーダーセンサからの速度情報に基づき、紙等の画像担持媒体11の全面における画像の分光特性を算出し、さらには、この分光特性に基づき紙等の画像担持媒体11に形成された画像の評価を行う機能を有している。

20

【0093】

〔第6の実施の形態〕

次に、第6の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第5の実施の形態における画像評価装置50を有する画像形成装置である。

【0094】

図21に基づき本実施の形態における画像形成装置について説明する。本実施の形態における画像形成装置は、給紙トレイ61a及び61b、給紙ローラ62、コントローラ63、走査光学系64、感光体ユニット65、中間転写体66、定着ユニット67、排紙ローラ68を有しており、定着ユニット67と排紙ローラ68との間に、第5の実施の形態における画像評価装置50を設置した構成のものである。尚、本実施の形態における画像形成装置においては、画像評価装置50以外の部材により、画像形成部が構成される。

30

【0095】

本実施の形態における画像形成装置では、給紙トレイ61a及び61bから画像担持媒体である紙69を給紙ローラ62により搬送する。一方、走査光学系64により感光体ユニット65の感光体に露光され、色材が付与されて現像される。色材により現像された画像は中間転写体66に転写され、更に、中間転写体66より紙69に転写される。紙69に転写された画像は、定着ユニット67により定着され、画像形成された紙69として排紙ローラ68により排紙される。

40

【0096】

本実施の形態における画像形成装置では、画像評価装置50により紙69に定着されている画像について分光測定に基づく画像評価を行い、この画像評価の結果をコントローラ63に伝達し、画像評価に基づいて最適な画像形成を行うことができるものである。

【0097】

よって、本実施の形態における画像形成装置では、形成される画像の全体において色変動等のない高品位な画像を提供することが可能となり、色の自動キャリブレーションを可能とすることから、安定的に紙等の画像担持媒体に画像形成を行うことが可能となる。ま

50

た、形成された画像の全域において画像情報を取得することができるものであるため、検品や印刷データの保存等を可能とし、信頼性の高い画像形成を行うことが可能となる。

#### 【0098】

本実施の形態では、トナーを用いた電子写真方式の画像形成装置について説明したが、他の電子写真方式の画像形成装置、インクジェット方式の画像形成装置、オフライン印刷やカラープルーフ等においても適用することが可能である。

#### 【0099】

以上、本発明の実施に係る形態について説明したが、上記内容は、発明の内容を限定するものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態に種々の変形及び置換を加えることが可能である。

10

#### 【符号の説明】

##### 【0100】

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1 1         | 画像担持媒体    |
| 1 2         | ライン照明光源   |
| 1 3         | レンズ       |
| 1 4         | セルフォックレンズ |
| 1 5         | ホールアレイ    |
| 1 6         | 結像光学系     |
| 1 7         | 回折素子      |
| 1 8         | ラインセンサ    |
| 5 0         | 画像評価装置    |
| 5 1         | 測定部       |
| 5 2         | 処理部       |
| 6 1 a、6 1 b | 用紙トレイ     |
| 6 2         | 給紙ローラ     |
| 6 3         | コントローラ    |
| 6 4         | 走査光学系     |
| 6 5         | 感光体ユニット   |
| 6 6         | 中間転写体     |
| 6 7         | 定着ユニット    |
| 6 8         | 排紙ローラ     |
| 6 9         | 紙         |

20

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

##### 【0101】

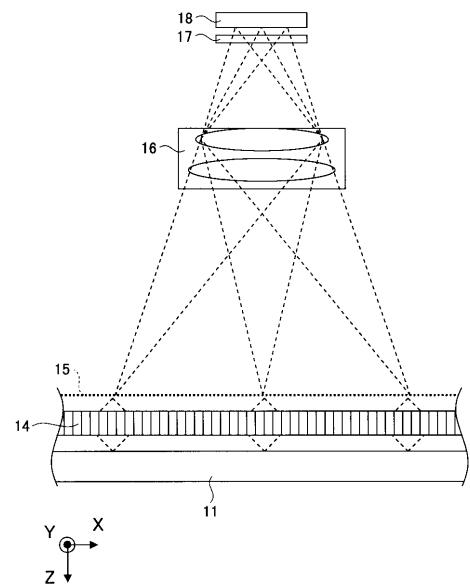
- |         |                  |
|---------|------------------|
| 【特許文献1】 | 特表2008-518218号公報 |
| 【特許文献2】 | 特開2005-315883号公報 |
| 【特許文献3】 | 特開2002-310799号公報 |
| 【特許文献4】 | 特許第3566334号公報    |
| 【特許文献5】 | 特開2003-139702号公報 |

30

40

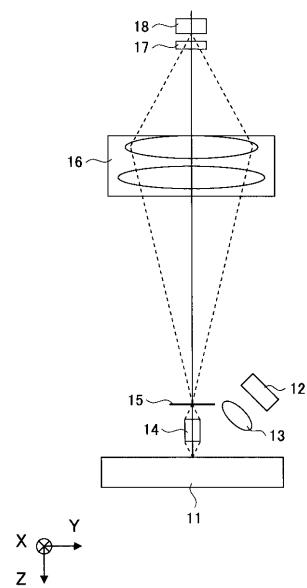
【図1】

第1の実施の形態における分光測定装置の上面図



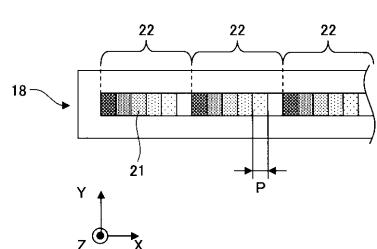
【図2】

第1の実施の形態における分光測定装置の側面図



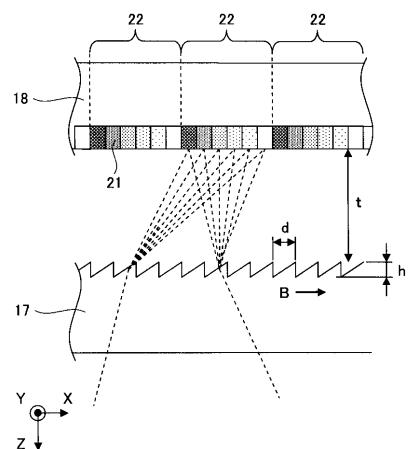
【図3】

第1の実施の形態に用いられるラインセンサの構成図



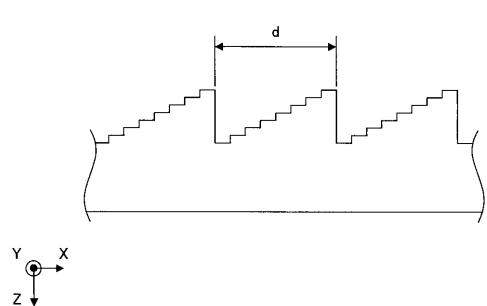
【図4】

第1の実施の形態における分光測定装置の要部拡大図



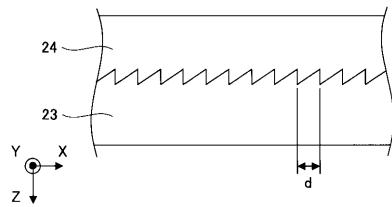
【図5】

第1の実施の形態に用いられる他の回折素子の構成図(1)

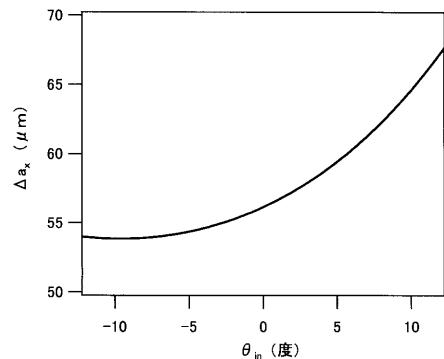


【図6】

第1の実施の形態に用いられる他の回折素子の構成図(2)

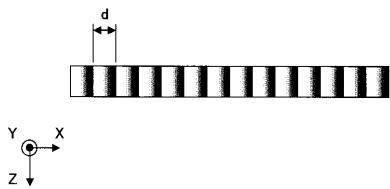


【図9】

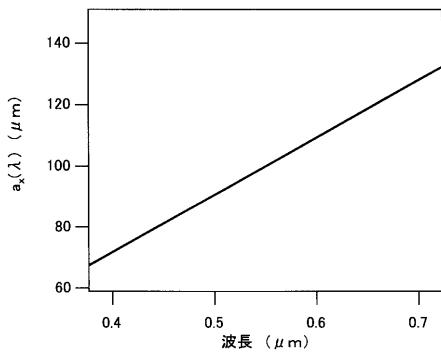
通常の回折格子における光の入射角度  $\theta_{in}$  と位置差  $\Delta a_x$  との相関図

【図7】

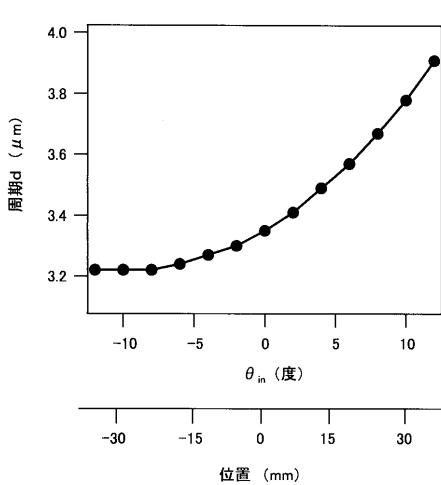
第1の実施の形態に用いられる他の回折素子の構成図(3)



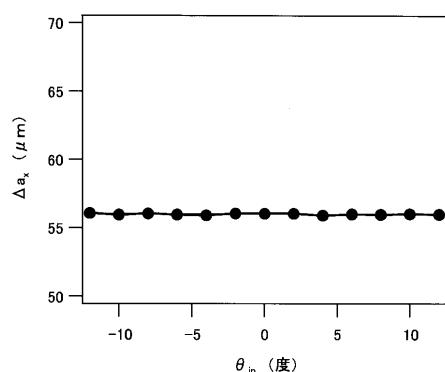
【図8】

回折素子に入射する光の波長  $\lambda$  と周期  $a_x$  との相関図

【図10】

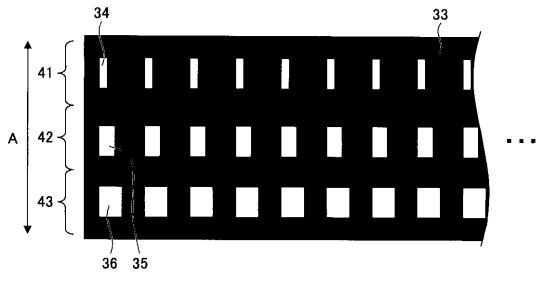
第1の実施の形態に用いられる回折素子の周期  $d$  を示す状態図

【図11】

図10に示す回折格子における光の入射角度  $\theta_{in}$  と位置差  $\Delta a_x$  との相関図

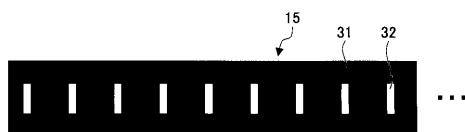
【図13】

第1の実施の形態に用いられる他のホールアレイの構成図



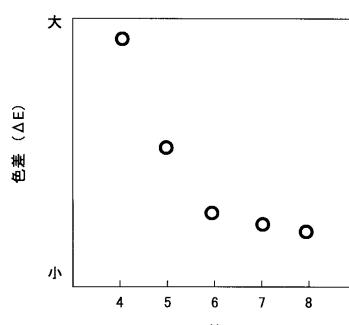
【図12】

第1の実施の形態に用いられるホールアレイの構成図



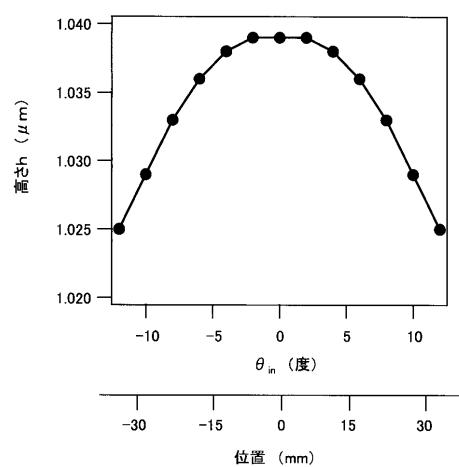
【図14】

第1の実施の形態における分光測定装置における画素数Nと色差との相関図



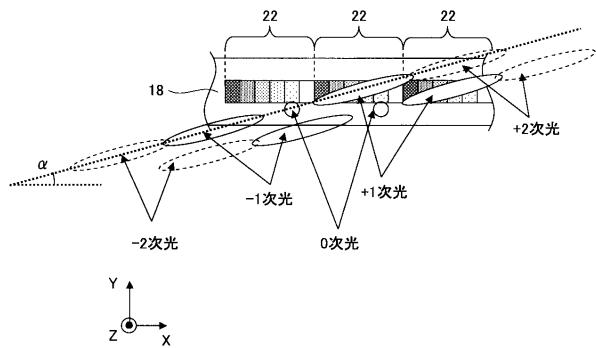
【図15】

第2の実施の形態に用いられる回折素子の高さhを示す状態図

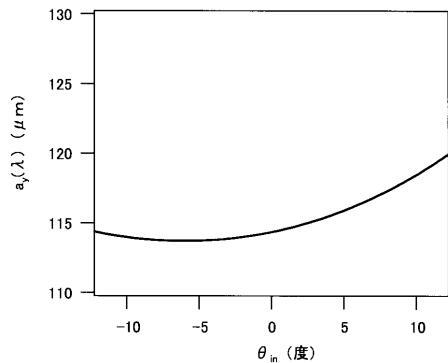


【図16】

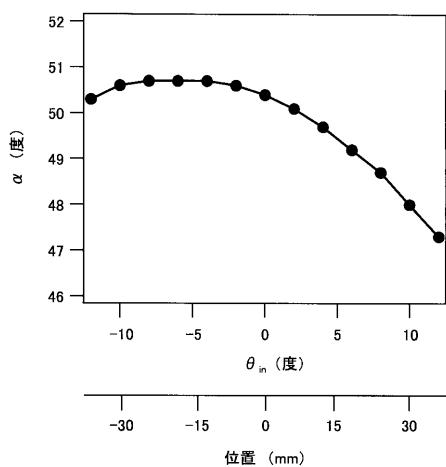
第3の実施の形態における分光測定装置の説明図



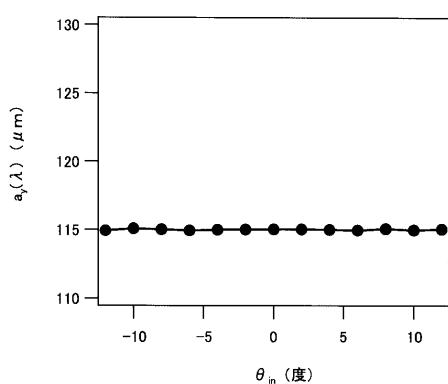
【図17】

回折格子における光の入射角度  $\theta_{in}$  と位置  $a_y$  との相関図

【図18】

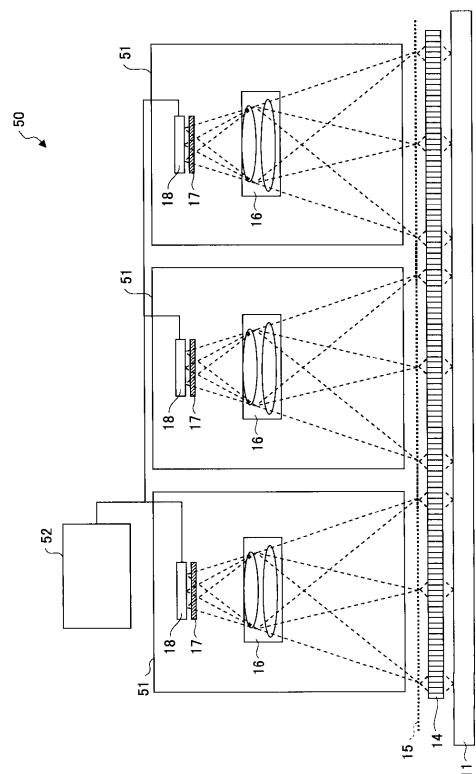
第4の実施の形態に用いられる回折素子の角度  $\alpha$  を示す状態図

【図19】

図18に示す回折格子における光の入射角度  $\theta_{in}$  と位置  $a_y$  との相関図

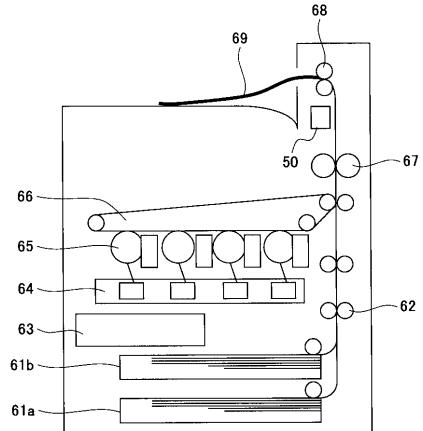
【図20】

第5の実施の形態における画像評価装置の構成図



【図21】

第6の実施の形態における画像形成装置の構成図



---

フロントページの続き

審査官 喜々津 徳胤

(56)参考文献 特開平02-216019(JP, A)  
特開2001-264174(JP, A)  
国際公開第2002/050783(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J3/00-3/52  
G01N21/00-21/61