(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年6月13日(13.06.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/111785 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/65 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/043799

(22) 国際出願日： 2018年11月28日(28.11.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-236226 2017年12月8日(08.12.2017) JP
特願 2018-217563 2018年11月20日(20.11.2018) JP

(71) 出願人: キヤノン株式会社 (**CANON KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 Tokyo (JP).

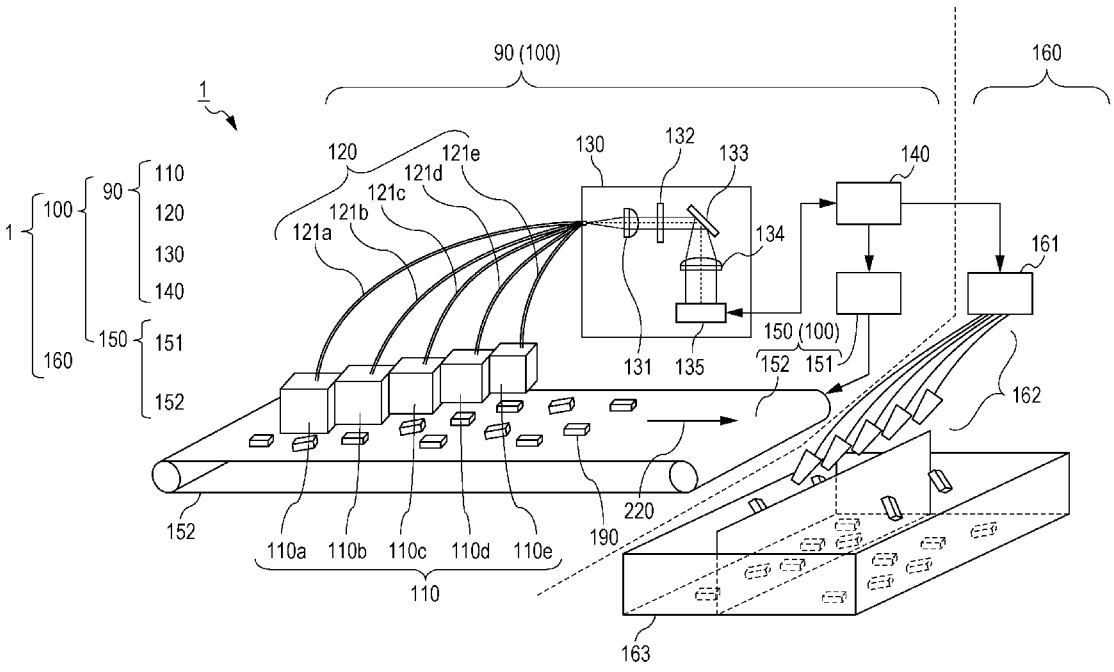
(72) 発明者: 関根 康弘 (**SEKINE Yasuhiro**); 〒1468501 東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 市原 滋 (**ICHIHARA Shigeru**); 〒1468501 東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 米谷 勇輝 (**YONETANI Yuki**); 〒1468501 東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 阿部 琢磨, 外 (**ABE Takuma** et al.); 〒1468501 東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** IDENTIFICATION DEVICE AND SORTING SYSTEM

(54) 発明の名称： 識別装置、選別システム



(57) **Abstract:** An identification device 100 has: a plurality of light-collecting units 110 which each have a light-collecting optical system 1113 for collecting the Raman scattered light from a specimen 190; an optical fiber unit 120 having a plurality of optical fibers 121 which guide the collected Raman scattered light and are bundled with one another at the emission ends thereof; a spectroscopic element 133 for dispersing the guided plurality of Raman scattered light beams; an imaging unit 135 for receiving the dispersed plurality of Raman scattered light beams; and a data processing means 140

WO 2019/111785 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

for obtaining spectrum data of the plurality of Raman scattered light beams from the imaging unit 135, and performing identification processing. The plurality of Raman scattered light beams which have been dispersed by the spectroscopic element 133 produce a projection of a spectrum image formed on the light-receiving surface of the imaging unit 135 in the principal scanning direction of the imaging unit 135.

(57) 要約:識別装置１００は、検体１９０からのラマン散乱光を採光する採光光学系１１１３をそれぞれ有する複数の採光ユニット１１０と、採光されたラマン散乱光をそれぞれ導光する複数の光ファイバ１２１を有し、出射端側において複数の光ファイバ１２１が束ねられている光ファイバユニット１２０と、導光された複数のラマン散乱光を分光する分光素子１３３と、分光された複数のラマン散乱光を受光する撮像部１３５と、撮像部１３５から複数のラマン散乱光のスペクトルデータを取得し、識別処理を行うデータ処理手段１４０と、を有する。分光素子１３３によって分光された複数のラマン散乱光は、撮像部１３５の受光面上に形成されるスペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に沿うように投影される。

明　細　書

発明の名称 ： 識別装置、選別システム

技術分野

[0001] 本発明は、検体に含まれる樹脂を識別する識別装置および選別システムに関する。

背景技術

[0002] 家庭ごみや産業廃棄物に含まれている様々な種類のプラスチックやエラストマー等の樹脂を新しい製品の原料として再生利用する際には、廃棄物中の樹脂を材質ごとに選別することが求められる。リサイクル施設においては、これらの廃棄物を機械的に破砕して樹脂片や金属片が混合した破砕物とした後に、さまざまな方法で分別することが行われている。

[0003] プラスチック等の樹脂片を分別する方法の一つに、ラマン散乱を利用した方法がある。ラマン散乱を利用することで、樹脂の材質を識別したり、成分組成やその分布を調べたりすることが可能となる。樹脂をベルトコンベアなどの搬送手段によって搬送し、搬送されている樹脂からラマン散乱光を検出して識別することで、高スループットの樹脂識別システムを構成することができる。

[0004] 特開２０１１－２２６８２１号公報には、ベルトコンベアの搬送方向に垂直な方向、すなわちベルトコンベアの幅方向に複数のラマン分光装置を配列したプラスチック識別装置が記載されている。これにより、ベルトコンベアの幅方向の複数個所で識別対象のプラスチックを識別することができ、識別のスループットをさらに高めることができる。

[0005] 特開２０１２－１２２８５１号公報には、それぞれ異なる測定箇所からラマン散乱光を採光する複数のプローブヘッドを有するラマン分析装置が記載されている。特開２０１２－１２２８５１号公報のラマン分析装置は、各プローブヘッドからの光をそれぞれ導光する複数の光ファイバが出射端側で束ねられた光ファイバユニットを有している。そして、それぞれ異なる測定個

所から採光された複数のラマン散乱光を１つの回折格子で分光し、１つのＣＣＤカメラで撮像する。これにより、複数個所からのラマン散乱光を１つの分光器でまとめて分光測定することができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特開２０１１－２２６８２１号公報では、複数台のラマン分光装置をそのまま配置しているため、識別装置全体の装置構成が複雑になる上、装置コストが高くなるという課題がある。そこで、特開２０１２－１２２８５１号公報のように光バンドルファイバとＣＣＤカメラを用いて分光器部分を集積化することで、装置構成を単純化するとともに、装置コストを低減することが考えられる。

[0007] 特開２０１１－２２６８２１号公報のようにベルトコンベア上で高速に搬送されている樹脂片を識別するためには高速に識別処理を行うことが要求されるため、ＣＣＤイメージセンサではなく、信号の高速読み出しが可能なＣＭＯＳイメージセンサを用いることが好ましい。本発明者らが鋭意検討した結果、ＣＭＯＳイメージセンサのように画素行ごとに信号を順次読み出す撮像部を用いると、撮像部や分光素子の配置によっては識別処理の速度が低下してしまうという新たな課題が見いだされた。

[0008] そこで本発明では、上述の課題に鑑み、単純な装置構成で、ベルトコンベア上で搬送されている樹脂片を高速に識別することができる樹脂識別装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一側面としての識別装置は、検体に含まれる樹脂を識別する識別装置であって、

前記検体からのラマン散乱光を採光する複数の採光ユニットと、採光された前記ラマン散乱光を導光する複数の光ファイバと、導光された前記複数のラマン散乱光を分光する分光素子と、分光された前記複数のラマン散乱光を受光するように配置され主走査と前記主走査の方向と交差する方向において前

記主走査より低い周波数で走査される副走査とにより撮像する撮像部と、前記撮像部から前記複数のラマン散乱光のスペクトルデータを取得し、前記検体の識別処理を行うデータ処理部と、を有し、前記複数の光ファイバは前記複数のラマン散乱光を前記分光素子に向けて導光する出射端を有し、前記複数のラマン散乱光の一つに対応して前記撮像部に形成されるスペクトル像が前記撮像部の主走査方向に沿うように、前記出射端と前記分光素子とが配置されることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]選別システムの構成を模式的に示す図である。

[図2]採光ユニットの構成の一例を模式的に示す図である。

[図3]撮像部の構成を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、以下の実施の形態に対して適宜変更、改良等が加えられたものも本発明の範囲に含まれる。

[0012] （第１の実施形態）

図１～３を参照して、本発明の第１の実施形態に係る選別システムについて説明する。図１は、第１の実施形態に係る選別システムの構成を模式的に示す図である。

[0013] 本実施形態の選別システム１は、搬送ユニット１５０を有し、搬送ユニット１５０によって搬送される検体１９０の種類を識別する識別処理を行い、その識別結果に応じて検体１９０に含まれる成分を選別するシステムである。

[0014] ここで、検体１９０に含まれる成分としては、金属を主に含む金属片、金属酸化物の結晶を主に含むセラミック片、金属酸化物の非晶質を含むガラス片、樹脂を主に含む樹脂片、等である。多くの場合、検体１９０は、家庭ごみや産業廃棄物等が破砕されたものである。検体１９０は、前工程として破

砕工程を経ていると換言される。ここで、本明細書における樹脂は、熱可塑性樹脂（プラスチック）や熱硬化性樹脂、ゴム、エラストマー、セルロース、紙、等を含む、有機物の重合体全般を意味する。なお、検体１９０は、合成樹脂以外にガラスや繊維等のフィラーや、難燃剤、可塑剤などの各種添加物を含む場合がある。本実施形態に係る選別システム１は、樹脂片を構成する樹脂の種類、すなわち樹脂片の材種を識別することに加えて、これらの添加物の有無や種類を識別することを含む。

[0015] 選別システム１は、図１に示すように、識別装置１００と選別装置１６０と、を備えている。識別装置１００は、図１に示すように、識別ユニット９０と搬送ユニット１５０とを備えている。識別ユニット９０は、採光ユニット１１０と、採光ユニット１１０で採光されたラマン散乱光を分光器１３０に伝送する光ファイバユニット１２０と、分光器１３０からの出力結果に基づき識別のための演算処理を行うコンピュータ１４０と、を備えている。

[0016] 採光ユニット１１０は、採光部１１０ａ～１１０ｅを複数備え、後述する搬送路の幅方向に複数載置された検体からのラマン散乱光を採光する。光ファイバユニット１２０は、複数の光ファイバ１２１ａ～１２１ｅを備え、分光器１３０の側において束ねられている。分光器１３０は、結像レンズ１３１、ロングパスフィルタ１３２、分光素子１３３、結像レンズ１３４、および撮像部１３５を備えている。光ファイバユニット１２０は複数の光ファイバ１２１ａ～１２１ｅを備え、光ファイバ１２１ａ～１２１ｅのそれぞれは、複数の採光ユニット１１０ａ～１１０ｅのそれぞれと接続されている。採光ユニット１１０で採光されたラマン散乱光を並列的に分光素子１３３に導光する。ここでは５つの採光部１１０ａ～１１０ｅを備えた構成について説明するが、採光ユニット１１０の数およびそれに対応する光ファイバ１２１の数は複数であれば特に限定されない。結像レンズ１３１は、光ファイバ１２１からの光を平行光化する。ロングパスフィルタ１３２は、結像レンズ１３１と回折格子１３３との間に配置され、残存する励起光成分を除去し、ラマン散乱光を透過させる。

[0017] 識別装置１００は、採光ユニット１１０と、光ファイバユニット１２０と、分光器１３０と、コンピュータ１４０と、を含む識別ユニット９０と、搬送面上に載置された検体１９０を搬送する搬送ユニット１５０と、を備える。搬送ユニット１５０は、ベルトコンベア１５２と、ベルトコンベア１５２を駆動する駆動モータ１５１と、をさらに有する。本実施形態の識別装置１００は、識別ユニット９０と搬送ユニット１５０とを備える。

[0018] 搬送ユニット１５０は、不図示の検体供給部から投入された検体１９０を測定位置へ所定の速度で搬送する。搬送ユニット１５０としては、検体１９０を搬送面上に載置した状態で搬送できる手段であれば、ベルトコンベア１５２の他に、ターンテーブル、搬送ドラム、などを用いることができる。本実施形態に係る選別システム１によるラマン散乱測定は、検体１９０が搬送ユニット１５０によって搬送されている間に行われ、測定後、検体１９０は搬送方向に搬送され、後述する選別装置１６０によって識別装置１００の識別結果に基づき選別される。

[0019] また、選別システム１は、採光ユニット１１０よりも搬送ユニット１５０の搬送方向２２０の下流側に配置される選別装置１６０をさらに有する。選別装置１６０は、識別装置１００の識別結果に基づいて検体１９０の選別を行う。

[0020] 以下、選別システム１を構成する各部について詳細に説明する。

[0021] （採光ユニット）

図２は、採光ユニット１１０の構成の一例と模式的に示す図である。採光ユニット１１０は、検体１９０に光を照射する照明光学系１１０７と、検体１９０からのラマン散乱光を採光する採光光学系１１１３と、を有する。

[0022] 照明光学系１１０７は、搬送ユニット１５０の搬送面上の検体１９０を、光源からの光で照明する光学系である。照明光学系１１０７によって照明された検体１０９は、ラマン散乱光を発する。このとき、検体１９０から発生するラマン散乱光の強度は、同時に発生するものの弾性散乱し波長シフトを呈しないレイリー散乱光の強度に対して10^{-6}倍程度であり、極めて微弱で

ある。照明光学系１１０７は、図２に示すように、半導体レーザ１１０１、レーザマウント１１０２、レーザドライバ１１０３、コリメータレンズ１１０４、シリンドリカルレンズ１１０５、及び、集光レンズ１１０６と、を有する。

[0023] 半導体レーザ１１０１は、検体１９０を照明する光の光源である。本実施形態においては、半導体レーザ１１０１は連続発振レーザであり、検体１９０からラマン散乱光を発生させるために必要な強度の光を出射する。ラマン散乱の発生効率は、照明光の波長が短いほど高く、照明光の波長が長いほど低い。一方で、ラマン散乱光に対するバックグラウンドノイズとなる蛍光の強度は、照明光の波長が長いほど低く、照明光に波長が短いほど高い。半導体レーザ１１０１からの光としては、例えば５３２ｎｍ、６３３ｎｍ、７８０ｎｍのいずれかの波長の光を利用できる。なお、ここでは照明光学系１１０７の光源として半導体レーザ１１０１を用いる場合を説明したが、これに限定されず、半導体励起固体レーザやガスレーザなどの他のレーザ光源を用いることもできる。照明光学系１１１０７に適用する光源の波長は、識別の対象となる材料に固有のラマンシフト量、信号対雑音比等を考慮して選択される。

[0024] レーザマウント１１０２は、半導体レーザ１１０１を保持し、放熱を行う。レーザドライバ１１０３はレーザマウント１１０２を介して半導体レーザ１１０１に電流を供給し、半導体レーザ１１０１を発振させ、同時に半導体レーザ１１０１の温度を一定に保つ。なお、レーザドライバ１１０３は採光ユニット１１０ごとに設けられていてもよいし、複数の採光ユニット１１０に対して１つのレーザドライバ１１０３が設けられていてもよい。

[0025] コリメータレンズ１１０４およびシリンドリカルレンズ１１０５は半導体レーザ１１０１の出射光の拡がりを制限し、平行光に整形する。シリンドリカルレンズ１１０５はアナモルフィックプリズムペアなど他のコリメート用光学素子を利用してもよい。また、照明光学系１１０７は、レーザラインフィルタを含む波長フィルタ（不図示）を配置することができる。波長フィル

タは、照明光学系１１０７の瞳面の位置に配置することができる。これにより、照明光学系１１０７によって検体１９０に照射される光の波長特性を改善することができる。集光レンズ１１０６は、半導体レーザ１１０１からの光を検体１９０に集光する。コリメータレンズ１１０４、シリンドリカルレンズ１１０５、および集光レンズ１１０６としては、合成石英で形成されたレンズを用いることが好ましい。これらのレンズは半導体レーザ１１０１から高強度の光が通過するため、合成石英で形成されたレンズを用いることで、バックグラウンドとなる蛍光や観測系に含まれる微量成分由来のラマン散乱光を低減することができる。

[0026] なお、検体１９０から識別に十分な強度のラマン散乱光が得られれば、集光レンズ１１０６は必ずしも必須ではない。すなわち、照明光学系１１０７は、コリメータレンズ１１０４および／またはシリンドリカルレンズ１１０５によってコリメートされた光をそのまま検体１９０に照射する構成であってもよい。

[0027] 採光光学系１１１３は、照明光学系１１０７によって照明された検体１９０からのラマン散乱光を採光する光学系である。採光光学系１１１３によって採光されたラマン散乱光は、導光手段である光ファイバ１２１によって分光素子１３３へと導光される。採光光学系１１１３は、対物レンズ１１１０、励起光カットフィルタ１１１１、ファイバ集光レンズ１１１２を有する。

[0028] 対物レンズ１１１０は、照明光学系１１０７によって照明された検体１９０からのラマン散乱光を採光する。対物レンズ１１１０などの採光光学系１１１３を構成する各レンズは、検体１９０によっては出力の高い光が照射される場合があるため、バックグラウンドとなる蛍光や観測系由来のラマン散乱光を低減するために合成石英で形成されたレンズを用いることが好ましい。同様に、バルサムからのバックグラウンドの抑制、また、発熱によるバルサム剥がれの抑制のため、貼り合わせレンズは利用しない方が好ましい。すなわち、対物レンズ１１１０などの採光光学系１１１３を構成する各レンズは、単レンズであることが好ましい。また、導光手段である光ファイバ１１

１４へのカップリング効率を向上させるために、対物レンズ１１１０は非球面レンズであることが好ましい。

[0029] 励起光カットフィルタ１１１１は、バンドパスフィルタやロングパスフィルタ等の波長フィルタであり、対物レンズ１１１０によって採光された光のうちの少なくとも一部の波長域の光を遮光してラマン散乱光を透過させる。これにより、ラマン散乱光の測定に不要な光を遮光し、ラマン散乱光を透過させる。フィルタ特性の観点から、励起光カットフィルタ１１１１は対物レンズ１１１０とファイバ集光レンズ１１１２の間の平行光束中、すなわち、採光光学系１１１３の瞳面に配置されることが好ましい。

[0030] ファイバ集光レンズ１１１２は、ラマン散乱光を光ファイバ１２１にカップリングする。励起光カットフィルタ１１１１が挿入されている場合、ファイバ集光レンズ１１１２からのラマン散乱光は無視できるため、光ファイバ１２１へのカップリング効率を優先してダブレットレンズなどの貼り合わせレンズを用いて収差を抑えるようにするとよい。

[0031] なお本実施形態では、採光ユニット１１０が有する照明光学系１１０７と採光光学系１１１３とが独立した構成としたが、これに限定はされない。すなわち、照明光学系１１０７と採光光学系１１１３とが、それぞれの光学系を構成する各種レンズ等の光学要素の一部を共有していてもよい。

[0032] 複数の採光ユニット１１０は、搬送ユニット１５０の搬送面に対向し、搬送ユニット１５０の搬送方向に垂直な方向において異なる位置に配置されている。すなわち、複数の採光ユニット１１０は、搬送ユニット１５０の幅方向において異なる位置に配置されている。採光ユニット１１０のそれぞれは、搬送ユニット１５０の搬送面上の所定の領域内を通過する検体１９０に光を照射して、所定の領域内からのラマン散乱光を採光するため、それぞれの採光ユニット１１０が採光できる領域は限定的である。そこで、本実施形態のように採光ユニット１１０を複数設け、それらを搬送ユニット１５０の幅方向にずらして配置することで、検体１９０の種類の識別を行うことのできる範囲を広げることができる。これにより、識別処理および選別処理のスル

ープットを向上させることができる。

[0033] また、複数の採光ユニット１１０は、搬送ユニット１５０の搬送方向においても異なる位置に配置されていることが好ましい。それぞれの採光ユニット１１０は照明光学系１１０７および採光光学系１１１３を有するためにある程度の大きさを有している。そこで、搬送ユニット１５０の搬送面に垂直な方向から見たときに複数の採光ユニット１１０を斜めに配列することで、搬送ユニット１５０の幅方向における採光ユニット１１０の配置密度を高めることができる。これにより、選別システム１による識別の分解能を高めることができ、より小さなサイズの検体１９０を識別することができるようになる。

[0034] （光ファイバユニット）

光ファイバユニット１２０は、複数の採光ユニット１１０のそれぞれによって採光されたラマン散乱光を分光器１３０に導光する導光手段である。光ファイバユニット１２０は、複数の採光ユニット１１０ａ～ｅのそれぞれに対応する複数の光ファイバ１２１ａ～ｅを有している。それぞれの光ファイバ１２１の入射端は、対応する採光ユニット１１０の採光光学系１１１３からの光が入射するように配置されている。一方、複数の光ファイバ１２１は、その出射端において束ねられており、複数の採光ユニット１１０からのラマン散乱光が１つの分光器１３０に導光されるように構成されている。なお、ここでは分光器１３０を１つだけ設けた例について説明したが、分光器１３０の数は採光ユニット１１０の数よりも少なければよい。このような構成にすることで、一般に高価な分光器１３０の数を低減することができ、選別システムの構成を単純化し、コストを低減することができる。また、分光器１３０に起因する測定誤差やばらつきを低減することができ、選別システムによる識別精度および選別精度を向上させることができる。

[0035] 図１において、光ファイバユニット１２０を構成する複数の光ファイバ１２１は、光ファイバユニット１２０の出射端（分光器１３０側の端部）側において束ねられており、列状に配置されている。光ファイバユニット１２０

の出射端の配列方向は、分光素子１３３、検出器１３５に対する配置関係に基づいて決定される。光ファイバユニット１２０の出射端の配列方向は、図１においては、紙面の略垂直方向に一列に並んでいる。したがって、それぞれの光ファイバ１２１によって導光されたラマン散乱光も、紙面垂直方向に一列に並んで、分光器１３０に入射する。この複数のラマン散乱光のそれぞれは、分光器１３０の有する回折格子１３３によって分光され、光ファイバユニット１２０の出射端側における光ファイバ１２１の配列方向に垂直な方向、すなわち図１における紙面平行方向に分光される。

[0036] （分光器）

分光器１３０は、採光光学系１１１３によって採光されたラマン散乱光を分光する分光素子と、分光素子によって分光されたラマン散乱光を受光する撮像部と、を少なくとも有し、該ラマン散乱光を分光し、スペクトル信号を生成する。分光器１３０は、結像レンズ１３１と、ロングパスフィルタ１３２と、分光素子である回折格子１３３と、結像レンズ１３４と、撮像部１３５と、を有する。

[0037] 結像レンズ１３１は、光ファイバ１２１からの光を平行光化する。ロングパスフィルタ１３２は、結像レンズ１３１と回折格子１３３との間に配置され、残存する励起光成分を除去し、ラマン散乱光を透過させる。

[0038] 回折格子１３３は、採光光学系１１１３によって採光されたラマン散乱光を分光し、ラマン散乱光を波長ごとに一次元的に分散させる。結像レンズ１３４は回折格子１３３で分光された光を撮像部１３５上に結像する。これにより、撮像部１３４の受光面上には、ライン状のスペクトル像が投影される。なお、分光器１３０中の各構成要素の光学配置や分光方式は、ローランド配置やツェルニターナー方式等、適宜他の一般的に利用される形態に変更してもよい。

[0039] （撮像部）

撮像部１３５は、分光素子である回折格子１３３によってそれぞれ一次元的に分光された複数のラマン散乱光を受光し、電気信号に変換するために配

列された撮像素子を複数備えている。撮像部１３５は、図１の紙面垂直方向および紙面平行方向に沿って光電変換素子を含む画素が二次元的に配列されたエリアイメージセンサである。光ファイバユニット１２０および回折格子１３３を上述のように配置することで、撮像部１３５の受光面上には、複数の光ファイバ１２１のそれぞれによって導光されて分光されたラマン散乱光が投影された複数のスペクトル像が紙面垂直方向に並ぶ。また、撮像部１３５の受光面上において、それぞれのスペクトル像の波長成分は紙面平行方向に分布する。

[0040] 図３は、撮像部１３５の構成を模式的に示す図である。撮像部１３５は、光電変換素子を含む画素が行列状に配列された画素部１３５１を有している。撮像部１３５の受光面上には、光ファイバユニット１２０を構成する複数の光ファイバ１２１のそれぞれによって導光されて回折格子１３３で分光されたラマン散乱光が結像され、複数のスペクトル像３００が投影される。ここでは、説明のためにスペクトル像の光強度の強弱をわかりやすくするため、点線状に示している。スペクトル像３００は撮像部１３５によって、電気信号に変換され、波長ごとの光強度情報、すなわちスペクトルデータとしてコンピュータ１４０に出力される。

画素部１３５１は、撮像部１３５のうちの有効な撮像エリアを規定すると換言される。また、画素部１３５１は、二次元に配列した画素を有し、主走査と副走査とを組み合わせて走査され二次元の撮像イメージを撮像することができる。本願明細書において、副走査は、主走査の方向と交差する方向に走査され、主走査より低い周波数で走査される。主走査は一般に、画素部１３５１に含まれ副走査される画素行の数をＮとするとき、副走査周波数のＮ倍以上の周波数で走査される。

[0041] ここで、選別システム１は、搬送ユニット１５０によって検体１９０を搬送しながら検体１９０の種類を識別し、その識別結果に応じて、後述する選別装置１６０によって検体１９０を選別する。そのため、選別システム１による選別処理のスループットを高めるためには、搬送ユニット１５０による

検体１９０の搬送速度を高めることが好ましい。撮像部１３５上に投影されるスペクトル像は、搬送ユニット１５０の搬送面上を移動する検体１９０から発生したラマン散乱光によるものである。そのため、搬送されている検体１９０が採光ユニット１１０の検出可能領域内に存在する間に、撮像部１３５上にスペクトル像が形成される。例えば、搬送ユニット１５０による搬送速度が２ｍ／秒、検体１９０の大きさが１０ｍｍである場合には、検体１９０から発生するラマン散乱光によって形成されるスペクトル像を撮像部１３５によって検出できる時間は５ミリ秒以下となる。したがって、撮像部１３５としては、フレームレートが高いことが求められる。このような高フレームレートの撮像部としてはＣＭＯＳイメージセンサが挙げられ、したがって、撮像部１３５としてはＣＭＯＳイメージセンサが好ましい。

[0042] また、上述のように、検体１９０から発生するラマン散乱光の強度は極めて微弱であるため、撮像部１３５の画素部１３５１の各画素に入射する光の強度も極めて微弱である。したがって、撮像部１３５はスペクトル像３００を取得する波長領域において、高い感度を持ったものを使用することが好ましい。一般に、ローリングシャッタ方式のイメージセンサはグローバルシャッタ方式のイメージセンサと比較して画素構造が単純で開口率が高く、光電変換素子を大きくできるため、感度およびダイナミックレンジを高めることができる。また、画素構造が単純であることから、ローリングシャッタ方式のイメージセンサはグローバルシャッタ方式のイメージセンサよりも低コストであるというメリットもある。これらの理由から、本実施形態では、撮像部１３５としてローリングシャッタ方式のＣＭＯＳイメージセンサを用いている。

[0043] 撮像部１３５は、画素行ごとに順次リセット動作を行う、ローリングリセット方式のイメージセンサであることが好ましい。これにより、各画素行の露光時間をできるだけ長くすることができ、感度を高めることができる。

[0044] 撮像部１３５は、画素部１３５２中の特定の画素行について読み出し動作を行うクロップ読み出し機能を備えていることが好ましい。これにより、例

えば別の検出手段によって検体１９０が採光ユニット１１０の検出可能領域に到達することを検出したときに、その採光ユニット１１０に対応する画素行の読み出し動作を行うようにすることができる。

[0045] 撮像部１３５は、読み出し回路１３５３と、水平走査回路１３５４と、垂直走査回路１３５５と、出力回路１３５６と、を有しており、行列状に配置された複数の画素からの信号を、行ごとに順次読み出す。垂直走査回路１３５５は、画素部１３５１中の任意の画素行を選択して駆動する。読み出し回路２０７は、垂直走査回路１３５５によって選択された行の画素から出力された信号を読み出し、水平走査回路１３５４の制御に応じて出力回路１３５６に転送する。これにより、主走査方向（行方向）の読み出しが行われる。また、垂直走査回路１３５５が選択する行をシフトして、水平走査回路１３５４の制御に応じて読み出し回路１３５３が主走査方向の読み出しを行う。これを繰り返して、選択する画素行を副走査方向（列方向）にシフトしていくことで、画素部１３５１全体から信号を読み出すことができる。読み出された信号は、出力回路１３５６を介して撮像部１３５の外部へと送出される。このとき、主走査方向の走査は高速に行われるが、副走査方向の走査は主走査方向の走査よりも遅い。

[0046] 本実施形態では、回折格子１３３によって分光された複数のラマン散乱光のそれぞれが、それぞれのスペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に沿って投影されるように、光ファイバユニット１２０、回折格子１３３、および撮像部１３５を配置している。換言すれば、回折格子１３３による分光方向が、撮像部１３５の主走査方向に沿うように、光ファイバユニット１２０、回折格子１３３、および撮像部１３５を配置している。複数のラマン散乱光の一つに対応して撮像部１３５に形成されるスペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に沿うように、出射端と回折格子１３３（分光素子）とが配置されていると換言される。また、回折格子１３３（分光素子）により分光された複数のラマン散乱光のスペクトル像のそれぞれは、副走査の方向に沿って撮像部１３５の異なる位置に投影されると換言される。これにより、撮像部

１３５の受光面上に投影されるスペクトル像の信号を高速に読み出すことができ、識別処理のスループットを高めることができる。

[0047] ここで、スペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に対して大きく傾いている場合について考える。例えばスペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に対して９０°傾いている場合には、副走査方向の信号読み出しが完了しないとスペクトル像全体の信号の読み出しが完了せず、スループットが著しく低下する。また、行ごとに露光のタイミングがずれることで、１つのスペクトル像のスペクトルデータ中に、異なる検体１９０からのラマン散乱光による信号が混在してしまう可能性がある。このように、投影されるスペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に対して大きく傾いていると、スペクトルデータの時間分解能が低下してしまう。

[0048] したがって、スペクトル像の信号を高速に読み出し、スペクトルデータの時間分解能を向上させるためには、投影されるスペクトル像と撮像部１３５の主走査方向とがなす角を小さくすることが好ましい。例えば、スペクトル像と撮像部１３５の主走査方向とがなす角は、０°以上５°以下であることが好ましく、０°以上３°以下であることがより好ましい。また、１つのスペクトル像の全体が、より少ない行数の画素行に投影されることが好ましく、１つの画素行中に投影されることが最も好ましい。スペクトル像と撮像部１３５の主走査方向とが平行になるようにすることが、最も好ましい。

[0049] （データ処理手段）

コンピュータ１４０は、撮像部１３５からラマン散乱光のスペクトルデータを取得する。また、コンピュータ１４０は、搬送ユニット１５０を駆動する駆動手段１５１へ駆動信号、停止信号を適宜送出する。また、コンピュータ１４０は受信した測定データから検体１９０のラマンスペクトルを抽出し、分析することで、測定した検体１９０の種類を識別する識別処理を行う。識別手法としては、例えば特許文献３（特開２００８－２０９１２８号公報）や特許文献４（特開平１０－０３８８０７号公報）に記載されているような、ラマンスペクトルの特徴ピークや既知スペクトルとの照合によって実施

することができる。コンピュータ１４０は樹脂材種の識別に加えて、ラマンスペクトルの特定ピークの検出やデータベースとの照合によって添加物や不純物成分の特定など、ラマン分光法によって一般的に利用可能な解析を行うこともできる。なお、コンピュータ１４０は、フラットパネルディスプレイのような表示部や、キーボードやマウス、タッチパネルのような入力部を備え、ユーザからの指示を受け付けたり、ユーザに情報を提供したりしてもよい。また、コンピュータ１４０は、取得したスペクトルデータに対して、平滑化、スロープ補正、あるスペクトル範囲での画素データの加算、画素データ間の演算処理などの各種処理を行ってもよい。なお、コンピュータ１４０の代わりに、これらのデータ処理手段としての機能を持たせたＦＰＧＡを用いてもよい。

[0050] （選別装置）

選別システム１は、識別装置１００の識別結果に基づいて、検体１９０を選別する選別装置１６０を備えている。選別装置１６０は、エアガン駆動装置１６１と、搬送ユニット１５０の搬送方向に垂直な方向に配列された複数のエアガン１６２とを有する。本願明細書において、識別と選別は、以下のように異なる概念として用いている。識別は、検体の物質、または、検体の性質を特定し、選別は、検体の用途を特定することを意味する。検体の物質は、組成、主成分、含有物質等が含まれ、検体の性質は、密度、表面粗度、表面エネルギー、弾性率、線膨張係数等の物性値、特性値が含まれる。検体の用途は、廃棄、リサイクル、追加分析、等の処分、供給先に基づいて、篩い分けや、マーキングを行うことを含む。

[0051] コンピュータ１４０は、上述の識別処理の結果に応じて、エアガン駆動装置１６１にエアガン駆動信号を送信する。このとき、エアガン駆動信号は搬送ユニット１５０の搬送時間、エアガン１６２のエア発射時間などを計算し、適当な遅延時間を与えてエアガン駆動信号を送信する。すなわち、コンピュータ１４０は、選別装置と搬送ユニット１５０とを同期させる同期手段としての機能も有している。これにより、複数の検体１９０のうちの所望の検

体１９０に対して、かかる検体１９０が落下している間に圧縮空気を当てることができる。

[0052] 選別カゴ１６３は、搬送ユニット１５０に対して搬送方向２２０の下流側に配置されている。搬送ユニット１５０によって搬送された検体１９０は搬送ユニット１５０の端部から飛び出して落下し、選別カゴ１６３に入る。選別カゴ１６３は複数の小部屋に仕切られており、選別装置による選別を受けて、種類ごとに検体１９０を収容する。

[0053] 本実施形態においては、エアガン１６２は、エアガン駆動信号がＯＮのときに圧縮空気を発射することによって、識別装置１００の識別結果に基づき、選別の対象となる検体を搬送方向上流側に向かって打ち落とす。これにより、かかる選別の対象となる検体は選別カゴ１６３の搬送方向上流側に配置された小部屋に収容される。

[0054] これにより、選別装置１６０は、識別装置１００の識別結果に応じて、樹脂片を含む検体１９０を選別することができる。なお、上述の選別装置は一例であり、これに限定されるものではない。選別装置として、例えばロボットハンドなどの他の選別装置を採用してもよい。

[0055] また、搬送ユニット１５０によって搬送される複数の検体１９０を整列させる整列手段や、複数の検体１９０の形状や粒度を均一になるように調整する前処理手段を、搬送ユニット１５０の上流側に設けてもよい。整列手段や前処理手段としては、例えば、振動コンベアや振動篩機、破砕粒調機等を用いることができる。

[0056] 上述のように、本実施形態では、光ファイバユニット１２０を用いて分光器部分を集積化し、複数のスペクトル像を撮像部１３５によってまとめて検出することで、樹脂識別装置の装置構成を単純化している。また、複数のスペクトル像が撮像部１３５の主走査方向に沿うように投影されるようにすることで、識別処理のスループットを高めることができる。

[0057] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発

明の範囲を公にするために以下の請求項を添付する。

[0058] 本願は、２０１７年１２月８日提出の日本国特許出願特願２０１７－２３６２２６と２０１８年１１月２０日提出の日本国特許出願特願２０１８－２１７５６３を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てをここに援用する。

請求の範囲

[請求項1] 検体に含まれる樹脂を識別する識別装置であって、
前記検体からのラマン散乱光を採光する複数の採光ユニットと、
採光された前記ラマン散乱光を導光する複数の光ファイバと、
導光された前記複数のラマン散乱光を分光する分光素子と、分光された前記複数のラマン散乱光を受光するように配置され主走査と前記主走査の方向と交差する方向において前記主走査より低い周波数で走査される副走査とにより撮像する撮像部と、
前記撮像部から前記複数のラマン散乱光のスペクトルデータを取得し、前記検体の識別処理を行うデータ処理部と、を有し、
前記複数の光ファイバは前記複数のラマン散乱光を前記分光素子に向けて導光する出射端を有し、前記複数のラマン散乱光の一つに対応して前記撮像部に形成されるスペクトル像が前記撮像部の主走査方向に沿うように、前記出射端と前記分光素子とが配置されることを特徴とする識別装置。

[請求項2] 前記撮像部は、エリアイメージセンサであることを特徴とする請求項１に記載の識別装置。

[請求項3] 前記エリアイメージセンサは、ＣＭＯＳイメージセンサであることを特徴とする請求項２に記載の識別装置。

[請求項4] 前記スペクトル像の投影方向と前記主走査方向とがなす角は、０°以上５°以下である
ことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載の識別装置。

[請求項5] 前記分光素子の数および前記撮像部の数は、前記採光ユニットの数よりも少ないことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか一項に記載の識別装置。

[請求項6] 前記検体が載置される搬送面を有し前記検体を所定の搬送方向に搬送する搬送ユニットをさらに有することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載の識別装置。

[請求項7] 前記複数の採光ユニットは、前記搬送方向と交差する搬送幅方向において互いに異なる位置に配置されていることを特徴とする請求項６に記載の識別装置。

[請求項8] 前記複数の採光ユニットは、前記搬送方向において互いに異なる位置に配置されていることを特徴とする請求項６または７に記載の識別装置。

[請求項9] 前記光ファイバユニットの出射端側において、前記複数の光ファイバは列状に配置されている部分を有することを特徴とする請求項１乃至８のいずれか一項に記載の識別装置。

[請求項10] 前記複数の採光ユニットは、前記検体に光を照射する照明光学系を備えていることを特徴とする請求項１乃至９のいずれか一項に記載の識別装置。

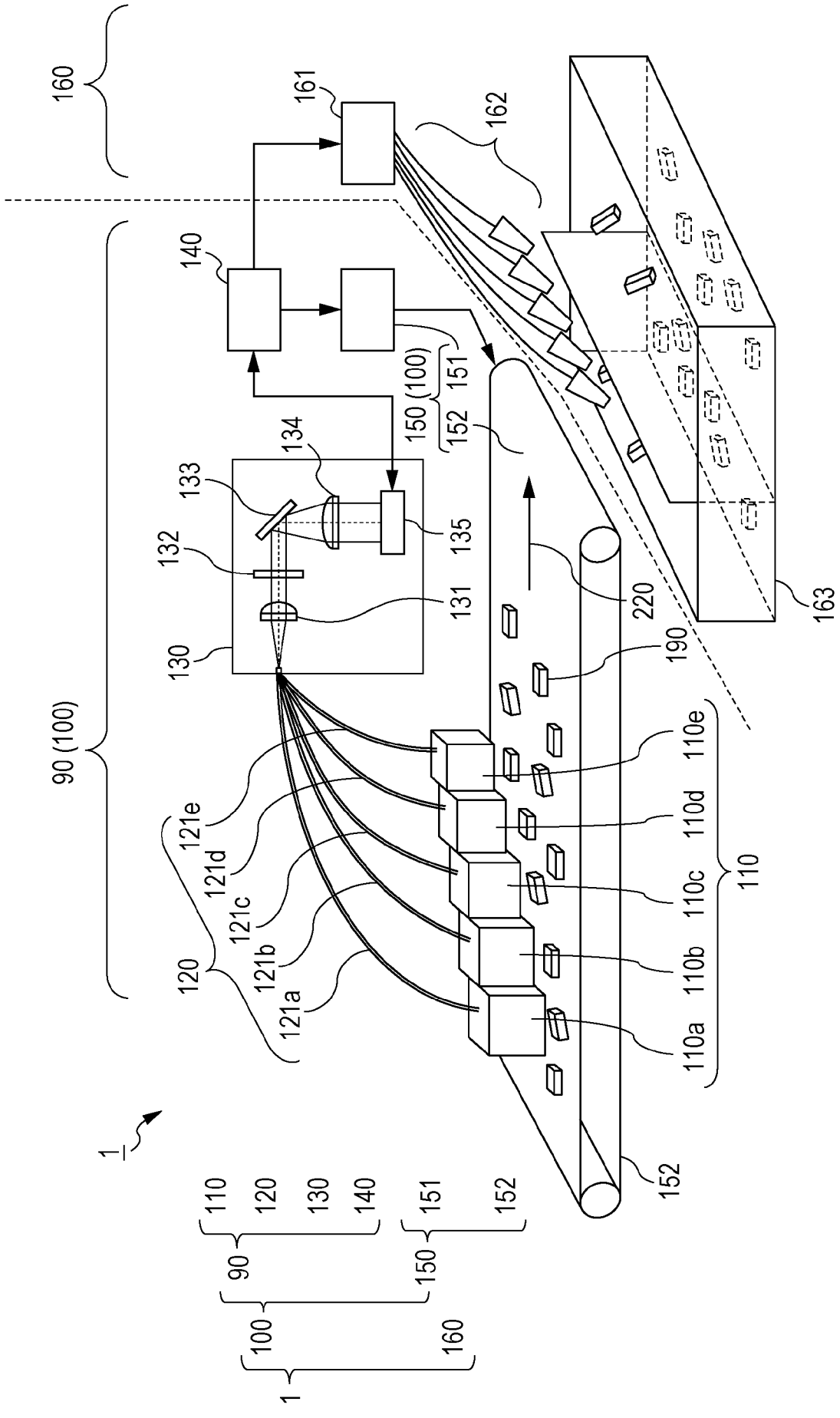
[請求項11] 前記撮像部のシャッタ方式は、ローリングシャッタ方式であることを特徴とする請求項１乃至１０のいずれか一項に記載の識別装置。

[請求項12] 前記撮像部のリセット方式は、ローリングリセット方式であることを特徴とする請求項１１に記載の識別装置。

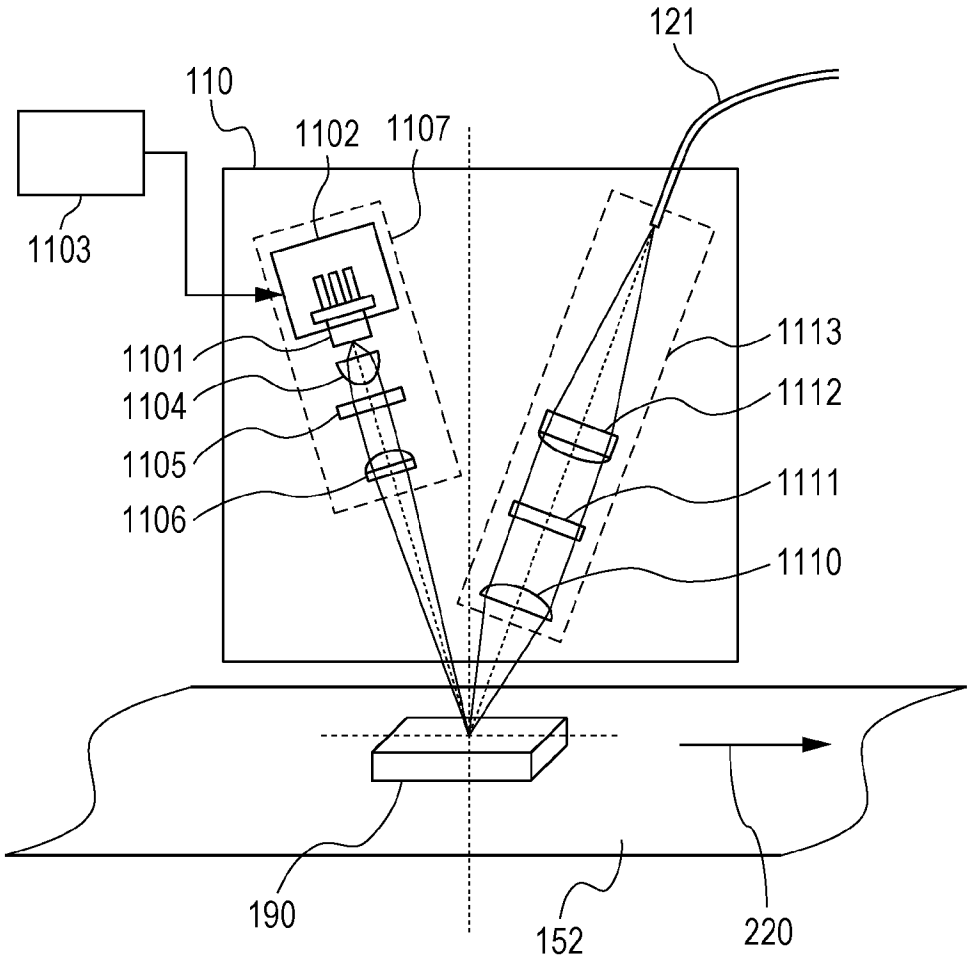
[請求項13] 前記分光素子により分光された前記複数のラマン散乱光のスペクトル像のそれぞれは、前記副走査の方向に沿って前記撮像部の異なる位置に投影されることを特徴とする請求項１乃至１２のいずれか１項に記載の識別装置。

[請求項14] 請求項１乃至１３のいずれか一項に記載の識別装置と、
前記搬送ユニットの前記搬送方向の下流側に配置され、前記識別装置の識別結果に基づいて前記検体を選別する選別装置と、
を有することを特徴とする選別システム。

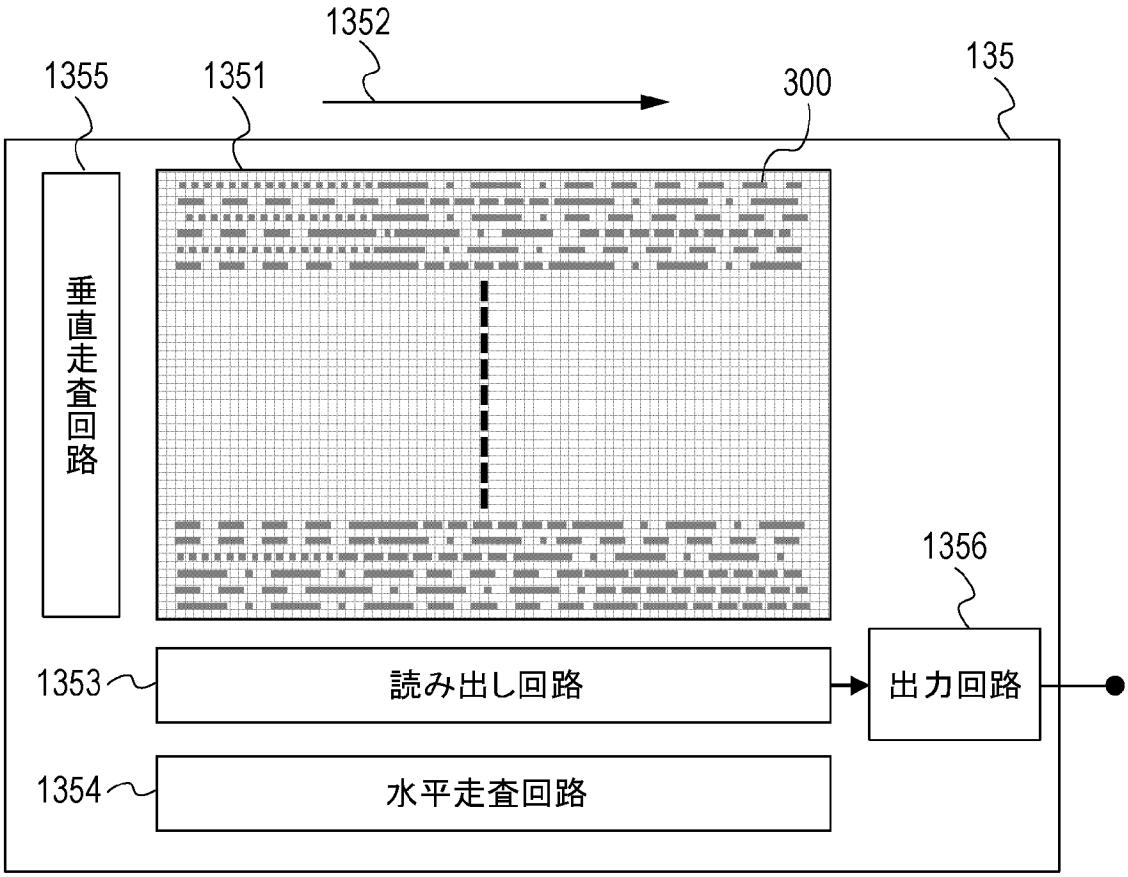
[図1]


160
161
162
140
150 (100)
151
152
134
133
132
131
135
130
90 (100)
220
190
163
110e
110d
110c
110b
110a
110
121e
121d
121c
121b
121a
120
1
110
120
130
140
151
152
90
150
100
160
1

[図2]


121
110
1102
1107
1103
1101
1104
1105
1106
1113
1112
1111
1110
190
152
220

[図3]


1352
1355
1351
300
135
垂直走査回路
1356
1353
読み出し回路
出力回路
1354
水平走査回路

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/043799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N21/65(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G01N21/00-21/958, G01J3/44, B29B17/00, G01N33/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-092458 A (SAIMU KK) 30 April 2009, fig. 1, 2 (Family: none)	1-14
A	JP 2008-209128 A (KITAKYUSHU FOUNDATION FOR THE ADVANCEMENT OF INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY) 11 September 2008, paragraphs [0009]-[0015], fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2011-226821 A (SAIMU KK) 10 November 2011, fig. 1-4 (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26.12.2018	15.01.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/043799

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-036971 A (ARIKATA, Kazuyoshi) 21 February 2013, fig. 1-4 & JP 4932053 B1	1-14
A	JP 10-038807 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 13 February 1998, fig. 1 (Family: none)	1-14
A	WO 2012/035785 A1 (PANASONIC CORPORATION) 22 March 2012, fig. 1-4 & US 2012/0305456 A1, fig. 1-4 & EP 2618127 A1	1-14
A	WO 2012/120779 A1 (PANASONIC CORPORATION) 13 September 2012, fig. 1, 2 & JP 2014-98555 A	1-14
A	JP 2011-089085 A (MIIKE IRON WORKS CO., LTD.) 06 May 2011 (Family: none)	1-14
A	JP 2014-115193 A (DAIO ENGINEERING CO., LTD.) 26 June 2014 & JP 5367145 B1	1-14
A	US 2010/0121484 A1 (RODA IVERICA, S. L. U.) 13 May 2010 & WO 2008/104627 A1 & EP 2133157 A1 & ES 2324324 A & ES 2325199 A & CN 101678405 A	1-14
A	US 2014/0367316 A1 (TETECHS INC.) 18 December 2014 & WO 2013/086608 A1 & EP 2788741 A1	1-14
A	JP 2000-009446 A (MAKI MFG CO., LTD.) 14 January 2000 (Family: none)	1-14
A	WO 2005/038443 A1 (FUJISAWA PHARMACEUTICAL CO., LTD.) 28 April 2005 & US 2008/0024778 A1 & EP 1674859 A1	1-14
A	JP 2014-113792 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 26 June 2014 (Family: none)	1-14
A	ラマン分光法を利用した黒色プラスチックを含む廃家電プラスチックの選別技術に関する基礎的研究, 環境資源工学, February 2013, vol. 60, no. 2, pp. 65-71, doi: 10.4144/rpsj.60.65, (A novel separation method for plastic of discarded appliance including black plastic by using raman spectroscopy, Resources Processing)	1-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４３７９９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/65(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/00-21/958, G01J3/44, B29B17/00, G01N33/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580（JDreamIII）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2009-092458 A（株式会社サイム）2009.04.30, 図１、図２（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2008-209128 A（財団法人北九州産業学術推進機構）2008.09.11, ［０００９］－［００１５］、図１（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2011-226821 A（株式会社サイム）2011.11.10, 図１－図４（ファミリーなし）	1-14

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．１２．２０１８	１５．０１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｗ　８３５３
嶋田　行志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2013-036971 A (有方和義) 2013.02.21, 図１－図４ & JP 4932053 B1	1-14
A	JP 10-038807 A (浜松ホトニクス株式会社) 1998.02.13, 図１ (ファミリーなし)	1-14
A	WO 2012/035785 A1 (パナソニック株式会社) 2012.03.22, 図１－図４ & US 2012/0305456 A1, Figs. 1-4 & EP 2618127 A1	1-14
A	WO 2012/120779 A1 (パナソニック株式会社) 2012.09.13, 図１、図２ & JP 2014-98555 A	1-14
A	JP 2011-089085 A (株式会社御池鐵工所) 2011.05.06, (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2014-115193 A (ダイオーエンジニアリング株式会社) 2014.06.26, & JP 5367145 B1	1-14
A	US 2010/0121484 A1 (RODA IVERICA, S.L.U.) 2010.05.13, & WO 2008/104627 A1 & EP 2133157 A1 & ES 2324324 A & ES 2325199 A & CN 101678405 A	1-14
A	US 2014/0367316 A1 (TETECHS INC.) 2014.12.18, & WO 2013/086608 A1 & EP 2788741 A1	1-14
A	JP 2000-009446 A (株式会社マキ製作所) 2000.01.14, (ファミリーなし)	1-14
A	WO 2005/038443 A1 (藤沢薬品工業株式会社) 2005.04.28, & US 2008/0024778 A1 & EP 1674859 A1	1-14
A	JP 2014-113792 A (三菱電機株式会社) 2014.06.26, (ファミリーなし)	1-14
A	ラマン分光法を利用した黒色プラスチックを含む廃家電プラスチックの選別技術に関する基礎的研究, 環境資源工学, 2013.02, 第６０巻、第２号, 第６５頁－７１頁, doi: 10.4144/rpsj.60.65	1-14