

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2016-528496
(P2016-528496A)

(43) 公表日 平成28年9月15日 (2016.9.15)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

GO 1 J 3/36 (2006.01)

GO 1 J 3/36 Z A B 2 G O 2 O

GO 1 J 3/26 (2006.01)

GO 1 J 3/26

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2016-530668 (P2016-530668)	(71) 出願人	515095195
(86) (22) 出願日	平成26年7月30日 (2014.7.30)		ベリフード, リミテッド
(85) 翻訳文提出日	平成28年3月16日 (2016.3.16)		VERIFOOD, LTD.
(86) 国際出願番号	PCT/IL2014/050688		イスラエル国 46733 ヘルズリヤ,
(87) 国際公開番号	W02015/015493		ヘルズリヤ インダストリアル ゾーン
(87) 国際公開日	平成27年2月5日 (2015.2.5)		, ビー. オー. ボックス 12414
(31) 優先権主張番号	61/861,893		P. O. Box 12414, Her
(32) 優先日	平成25年8月2日 (2013.8.2)		zliya Industrial Zo
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ne, 46733 Herzliya,
(31) 優先権主張番号	61/923,422		ISRAEL
(32) 優先日	平成26年1月3日 (2014.1.3)	(74) 代理人	100078282
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	61/985,447	(74) 代理人	100113413
(32) 優先日	平成26年4月28日 (2014.4.28)		弁理士 森下 夏樹
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光器システムおよび方法、分光分析デバイスおよび方法

(57) 【要約】

分光器は、複数の分離された光路を備える、複数の分離された光チャネルを備える。分離された光路は、光路間のクロストークを低減し、分光器が分解能の増加に伴って短縮された長さを有することを可能にする。多くの実施形態では、分離された光路は、デバイスの長さを実質的に短縮することを可能にする分離された平行な光路を備える。多くの実施形態では、分離された各光路は、フィルタアレイのフィルタから、レンズアレイのレンズを通り、支持体アレイのチャネルを通り、センサアレイの領域まで延在する。センサアレイの各領域は、複数のセンサ素子を備え、センサ素子の位置は、その位置で受光される光の角度に基づいて受光される光の波長、レンズの焦点距離、およびフィルタの中心波長に対応する。

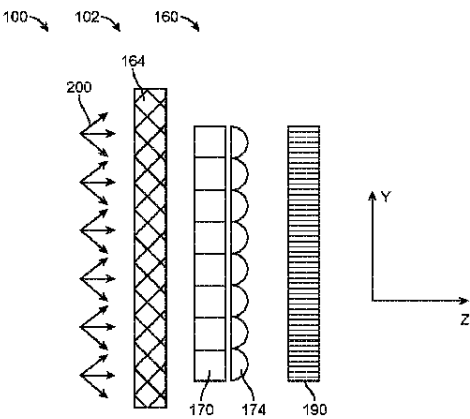


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フィルタアレイからセンサアレイまで延在する複数の分離された光路を備える、分光器。

【請求項 2】

前記センサアレイの複数の領域と、

前記フィルタアレイの複数のフィルタと、

レンズアレイの複数のレンズと、

前記センサアレイの前記複数の領域と前記レンズアレイの前記複数のレンズとの間に延在する支持体アレイであって、光不透過性材料で画定される複数の光透過チャネルを備える、支持体アレイと、

をさらに備え、前記複数の分離された光路は、前記複数のチャネルを分離するために、前記複数のレンズから前記複数のチャネルを通して前記複数の領域まで延在する、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 3】

拡散板と、

複数の領域を備える検出器であって、前記複数の領域の各領域が複数のセンサを備える、検出器と、

複数のレンズを備えるレンズアレイであって、前記レンズアレイの各レンズが、前記複数の領域の領域に対応する、レンズアレイと、

前記レンズアレイに対応するフィルタアレイであって、複数のフィルタを備える、フィルタアレイと、

を備え、前記複数のフィルタの各フィルタは、前記複数のフィルタのうちの他のフィルタとは異なる波長の範囲を透過するように構成される、分光器。

【請求項 4】

前記波長の範囲は、前記複数のフィルタのうちの前記他のフィルタの範囲と重複し、前記各フィルタは、前記複数のフィルタのうちの前記他のフィルタとは異なる中心波長を含む、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 5】

前記複数のフィルタは、複数の干渉フィルタを含み、前記複数の領域のそれぞれのスペクトルを決定するために、前記複数の干渉フィルタが、前記干渉フィルタのそれぞれを通る光路長を変化させるように前記複数のレンズとともに配置される、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 6】

前記フィルタアレイは、厚さならびに第 1 の側面および第 2 の側面を有する基板を備え、前記第 1 の側面は、前記拡散板に向かって配向され、前記第 2 の側面は、前記レンズアレイおよび検出器に向かって配向され、前記フィルタアレイは、前記アレイのレンズ間のクロストークを抑制するように前記レンズアレイに向かって配向された前記第 2 の側面上に複数のコーティングを備える、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 7】

前記第 2 の側面上の前記複数のコーティングは、複数の干渉フィルタを備え、前記第 2 の側面上の前記複数の干渉フィルタの前記それぞれは、前記複数のレンズのうちの 1 つのレンズに光の中心波長を透過するように構成される、請求項 6 に記載の分光器。

【請求項 8】

前記フィルタアレイは、前記フィルタアレイの前記第 1 の側面上に 1 つまたはそれを上回るコーティングを備える、請求項 7 に記載の分光器。

【請求項 9】

前記アレイの前記第 1 の側面上の前記 1 つまたはそれを上回るコーティングは、機械応力を均衡させるためのコーティングを備える、請求項 8 に記載の分光器。

【請求項 10】

前記フィルタアレイの前記第 1 の側面上の前記 1 つまたはそれを上回るコーティングは、光学フィルタを備える、請求項 8 に記載の分光器。

【請求項 1 1】

前記フィルタアレイの前記第 1 の側面上の前記光学フィルタは、赤外線を選択的に通過させるための I R パスフィルタを備える、請求項 1 0 に記載の分光器。

【請求項 1 2】

前記基板の前記第 1 の側面は、コーティングを備えない、請求項 6 に記載の分光器。

【請求項 1 3】

前記検出器と前記レンズアレイとの間に延在する支持体をさらに備え、前記支持体は、前記レンズアレイを支持し、かつ前記検出器からの焦点距離に前記レンズアレイを位置付けるために成形およびサイズ決定され、前記支持体は、前記アレイの前記複数のレンズから前記検出器の前記複数の領域まで光を通過させるための複数のチャンネルを備える、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 1 4】

前記支持体は、前記複数のチャンネル間のクロストークを抑制するために、前記複数のチャンネルの前記それぞれの壁に位置する光吸収材料を含む、請求項 1 3 に記載の分光器。

【請求項 1 5】

支持体は、前記検出器の上面から前記レンズアレイの下面までの距離に延在する軸を備え、前記支持体は、前記上面から前記下面までの前記距離を前記焦点距離に固定するために剛性を有する、請求項 1 3 に記載の分光器。

【請求項 1 6】

画像センサは、前記複数のレンズのそれぞれをベアダイ面からの焦点距離に位置付けるように前記支持体と接触するベアダイ面を備える、請求項 1 3 に記載の分光器。

【請求項 1 7】

前記複数の領域は、複数の活性領域を備え、前記複数のチャンネルは、前記複数の活性領域に対応し、前記支持体は、前記複数の活性領域から離れた複数の接触位置で前記ベアダイ面と接触するようにサイズ決定および成形された端部構造を備える、請求項 1 6 に記載の分光器。

【請求項 1 8】

光不透過性材料に形成される複数の開口部を備える開口部アレイをさらに備え、前記複数の開口部は、前記アレイの各レンズの透明なレンズ開口部を画定するような寸法であり、各レンズの前記透明なレンズ開口部は、前記アレイの 1 つのフィルタに限定される、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 1 9】

各レンズの前記透明なレンズ開口部は、前記アレイの 1 つのフィルタに限定される、請求項 1 8 に記載の分光器。

【請求項 2 0】

前記複数のフィルタのフィルタを前記拡散板と前記複数のレンズとの間の定位置に保持するためのフィルタ支持体をさらに備える、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 2 1】

前記複数のフィルタを密閉するように前記複数のフィルタの上に配置される光透過性プレートにさらに備える、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 2 2】

前記拡散板は、分析される試料の材料からの入射光を受光し、かつ拡散光を透過するように構成され、前記透過された拡散光の角度プロファイルは、実質的に固定され、かつ前記試料からの前記光の入射角とは実質的に無関係である、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 2 3】

前記拡散板は、ランバート配光を形成するためのコサイン拡散板を備える、請求項 3 に記載の分光器。

【請求項 2 4】

I R透過性材料から成るI Rパスフィルタをさらに備え、前記拡散板は、前記I R透過性材料の表面に形成される、請求項3に記載の分光器。

【請求項25】

前記表面の反対側の前記I R透過性材料の第2の表面に形成される第2の拡散板をさらに備え、前記第2の拡散板は、前記拡散板にわたって入光を分布させる、請求項24に記載の分光器。

【請求項26】

第2のI Rパスフィルタおよび筐体をさらに備え、前記筐体は、前記拡散板、前記フィルタアレイ、および前記レンズアレイを覆い、前記筐体は、前記第2のI Rパスフィルタおよび複数の開口部を備える支持体に連結され、前記支持体、前記フィルタアレイ、および前記レンズアレイを前記検出器のベア面に連結するために、前記拡散板、前記フィルタアレイ、および前記レンズアレイが、前記第2のI Rパスフィルタと前記複数の開口部を備える前記支持体との間に順次配置される、請求項25に記載の分光器。

10

【請求項27】

前記検出器からの信号に応じてスペクトルを決定するための命令を具現化する有形媒体を備えるプロセッサをさらに備える、請求項3に記載の分光器。

【請求項28】

前記プロセッサは、材料の標的部位のスペクトルを決定するために、前記領域のそれれからのスペクトルを合わせるための命令を含む、請求項27に記載の分光器。

【請求項29】

a) 第1の波長範囲内の一次放射線を放出するための一次放射線エミッタと、
b) 前記第1の波長範囲とは異なる第2の波長範囲内の二次放射線を放出するための二次放射線エミッタと、
を備える、照明器をさらに備える、請求項3に記載の分光器。

20

【請求項30】

前記一次放射線エミッタは、発光ダイオードまたはレーザダイオードのうちの1つまたはそれを上回るものを備え、前記二次エミッタは、燐光性プレート、燐光体プレート、燐光体粉末、ナノ結晶、またはナノ結晶粉末のうちの1つまたはそれを上回るものを備える、請求項29に記載の分光器。

【請求項31】

前記二次放射線エミッタは、前記二次エミッタの加熱を抑制するように前記一次放射線エミッタのパッケージに接触し、前記パッケージは、前記二次放射線エミッタから熱を逃がすためのヒートシンクを備える、請求項29に記載の分光器。

30

【請求項32】

前記二次エミッタの加熱を抑制するために、前記二次放射線エミッタと前記一次放射線エミッタのパッケージとの間に隙間が延在する、請求項29に記載の分光器。

【請求項33】

前記検出器の視野および照明器の視野と重複するように配向された視野を有する、温度センサをさらに備える、請求項29に記載の分光器。

【請求項34】

前記照明器は、前記二次放射線エミッタから前記検出器の視野に向けて光を誘導するように配置された光学部品を備える、請求項29に記載の分光器。

40

【請求項35】

筐体と、
光透過性カバープレートと、
拡散板と、
複数のフィルタを備えるフィルタアレイと、
複数のレンズを備えるレンズアレイと、
複数のチャンネルを備える支持体と、
を備え、前記筐体は、スペクトルを測定するための検出器に前記支持体を配置するため

50

に、前記アセンブリの第 1 の端部、および前記アセンブリの第 2 の端部の支持体上で前記拡散板、前記フィルタアレイ、および前記レンズアレイを前記透過性カバープレートで覆う、分光器アセンブリ。

【請求項 36】

光経路を備える分光器であって、前記光経路は、拡散板、フィルタマトリクス、およびレンズアレイを順次通過し、

前記光経路は、検出器で終端し、

前記検出器は、複数のセンサを備え、

前記拡散板から前記検出器までの前記光経路は、9 mm未満であり、

前記分光器の分解能は、10 nm未満である、

分光器。

10

【請求項 37】

前記拡散板で始まり前記検出器で終わる前記光経路は、6 mm未満である、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 38】

前記拡散板で始まり前記検出器で終わる前記光経路は、4.5 mm未満である、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 39】

前記分光器の前記分解能は、8 nm未満である、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 40】

前記分光器の前記分解能は、5 nm未満である、請求項 36 に記載の分光器。

20

【請求項 41】

100 nmを超える検出可能な波長範囲を有する、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 42】

200 nmを超える検出可能な波長範囲を有する、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 43】

300 nmを超える検出可能な波長範囲を有する、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 44】

前記分光器は、分散性光学素子を備えない、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 45】

光を受光するための検出器を備える分光器であって、前記検出器によって受光される前記光は不連続スペクトルである、分光器。

30

【請求項 46】

フィルタマトリクスをさらに備え、前記フィルタマトリクスは、複数のサブフィルタを備える、請求項 45 に記載の分光器。

【請求項 47】

前記検出器上の 1 点が複数のサブフィルタから光を受光する、請求項 46 に記載の分光器。

【請求項 48】

前記光経路内の前記フィルタマトリクスの前にプレフィルタをさらに備える、請求項 36 または 45 に記載の分光器。

40

【請求項 49】

前記プレフィルタは、(a) 吸収ガラスおよび (b) 干渉フィルタから成る群から選択される、請求項 48 に記載の分光器。

【請求項 50】

前記拡散板は、コサイン拡散板である、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 51】

前記拡散板と前記フィルタマトリクスとの間に二次拡散板が追加される、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 52】

50

前記拡散板と前記二次拡散板との間の距離は、少なくとも 0.5 mm である、請求項 51 に記載の分光器。

【請求項 53】

前記フィルタマトリクス内の前記フィルタの透過スペクトルは、入射角によって変化する、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 54】

前記フィルタマトリクスは、干渉フィルタから成る、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 55】

前記干渉フィルタは、2 mm より薄い基板上に配置される、請求項 54 に記載の分光器。

10

【請求項 56】

前記干渉フィルタは、基板の片側のみに配置される、請求項 54 に記載の分光器。

【請求項 57】

前記干渉フィルタの前記配置された側は、前記レンズアレイに向けられている、請求項 56 に記載の分光器。

【請求項 58】

前記フィルタマトリクス内の前記フィルタは、異なるフィルタから出現する光の検出器上のクロストークを最小限に抑えるために特定の順序で配置される、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 59】

20

前記フィルタマトリクスと前記レンズアレイとの間に少なくとも 1 つの不透明な開口部アレイをさらに備える、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 60】

前記フィルタマトリクスと前記検出器との間に不透明な吸収性開口部アレイをさらに備える、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 61】

前記レンズアレイ内の前記レンズの光学面は、非球面である、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 62】

前記レンズアレイの個々のレンズは、2 つの光学面を有し、両方の光学面が実質的に凸状である、請求項 61 に記載の分光器。

30

【請求項 63】

前記マトリクス内の各フィルタの前記スペクトルは、前記マトリクス内の別のフィルタと重複する、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 64】

重複は、2 つの異なるフィルタによって生成されたスペクトルを合わせることができる、請求項 63 に記載の分光器。

【請求項 65】

照明システムをさらに備える、請求項 36 に記載の分光器。

【請求項 66】

40

前記照明システムは、LED を備える、請求項 65 に記載の分光器。

【請求項 67】

前記 LED は、少なくとも 2 つの群に分割され、それぞれが異なる時間に操作される、請求項 66 に記載の分光器。

【請求項 68】

熱制御のための少なくとも 1 つの電力抵抗器をさらに備える、請求項 65 に記載の分光器。

【請求項 69】

前記 LED の前に燐光体プレートをさらに備える、請求項 66 に記載の分光器。

【請求項 70】

50

前記燐光体は、近赤外線燐光体である、請求項 6 9 に記載の分光器。

【請求項 7 1】

試料採取された材料の温度を測定することができる熱センサをさらに備える、請求項 3 6 に記載の分光器。

【請求項 7 2】

前記分光器の前に参照素子をさらに備える、請求項 3 6 に記載の分光器。

【請求項 7 3】

前記参照素子は、取り外し可能である、請求項 7 2 に記載の分光器。

【請求項 7 4】

前記参照素子は、移動可能である、請求項 7 2 に記載の分光器。

10

【請求項 7 5】

前記検出器は、2 D C M O S センサである、請求項 3 6 に記載の分光器。

【請求項 7 6】

前記複数のセンサは、C C D 上のピクセルである、請求項 3 6 に記載の分光器。

【請求項 7 7】

前記複数のセンサは、それぞれ、1 つより多くの狭い波長域からの光を受光する、請求項 3 6 に記載の分光器。

【請求項 7 8】

前記複数のセンサは、それぞれ、前記フィルタマトリクス of 1 つより多くのフィルタから光を受光する、請求項 3 6 に記載の分光器。

20

【請求項 7 9】

スペクトルを測定する方法であって、スペクトルを測定するために、フィルタアレイからセンサアレイまで延在する複数の分離された光路に沿って光を透過するステップを含む、方法。

【請求項 8 0】

前記スペクトルは、複数のスペクトルを含む、請求項 7 9 に記載の方法。

【請求項 8 1】

請求項 1 ～ 7 8 のいずれか 1 項に記載の分光器を提供するステップを含む、方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

(関連出願)

本願は、“Spectrometer System”と題され、2013 年 8 月 2 日に出願された、米国仮出願第 6 1 / 8 6 1 , 8 9 3 号 (代理人管理番号 4 5 1 5 1 - 7 0 2 . 1 0 1) ; “Spectroscopic Devices and Systems”と題され、2014 年 1 月 3 日に出願された、米国仮出願第 6 1 / 9 2 3 , 4 2 2 号 (代理人管理番号 4 5 1 5 1 - 7 0 2 . 1 0 2) ; “Spectroscopic Devices and Systems”と題され、2014 年 4 月 2 8 日に出願された、米国仮出願第 6 1 / 9 8 5 , 4 4 7 号 (代理人管理番号 4 5 1 5 1 - 7 0 2 . 1 0 3) に対する優先権を主張するものであり、これらのそれぞれの全内容は、参照により本明細書中に援用される。

40

【0 0 0 2】

本明細書に記載される全ての刊行物、特許、および特許出願は、個々の刊行物、特許、または特許出願が参照により組み込まれることが具体的かつ個々に示された場合と同程度に、本明細書に参照により組み込まれる。

【0 0 0 3】

本発明は、小型で低コストの分光器システムに関する。例えば、本発明は、物質 (複雑な混合物、例えば、食糧を含む) の分光分析を行うための十分な感度および分解能を有す

50

る手持型システムに関する。

【背景技術】

【0004】

分光器は、多くの目的に使用される。例えば、分光器は、産業プロセス、衛星画像、実験研究において欠陥の検出に使用される。しかしながら、これらの機器は、典型的には、消費者市場には大きくすぎ、かつ高価すぎた。

【0005】

分光器は、試料からの放射を検出し、得られた信号を処理して、その試料に関するスペクトル情報、物理的情報、および化学的情報を含む試料に関する情報を取得して提示する。これらの機器は、概して、試料から受けた放射の波長を分離するためのある種のスペクトル選択素子と、画像アレイ上に放射を集束または集中させるためのレンズ等の一次光学部品とを含む。

10

【0006】

従来の分光器は、少なくともいくつかの点で決して理想的とは言えない。高い分解能を有する従来の分光器は、多くの携帯用途に使用するには理想よりも大きい場合がある。また、従来の分光器の費用は、理想的であろうよりも大きい場合がある。従来の分光器は、ややかさばり、移動が困難であり、光学部品が、少なくともいくつかの場合において理想的であろうよりも多くの位置合わせを必要とする場合がある。

【0007】

縮小されたサイズの従来の分光器が、提案されてはいる。サイズおよび光路長を縮小した従来の分光器は、理想的とは言えない分解能、感度、および理想的であろうよりも低い精度を有し得る。

20

【0008】

以上を考慮すると、上で述べた従来の分光器の欠陥の少なくともいくつかを克服する改良された分光器が有益であろう。理想的には、そのような分光器は、小型で、携帯電話等の消費者向けデバイスと一体化されており、エンドユーザによる物品の分光学的測定に実用的であるように十分に頑丈かつ費用が低く、便利で使用しやすいであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の実施形態は、消費者向けデバイスとクラウドコンピューティングとの組み合わせに好適な低費用で頑丈な分光器等の改良された分光器を提供する。多くの実施形態では、分光器は、複数の分離された光路を備える、複数の分離された光チャネルを備える。分離された光路は、光路間のクロストークを低減し、分光器が分解能の増加に伴って短縮された長さを有することができるという利点を有する。多くの実施形態では、分離された光路は、デバイスの長さを実質的に短縮することを可能にする分離された平行な光路を備える。多くの実施形態では、分離された各光路は、フィルタアレイのフィルタから、レンズアレイのレンズを通り、支持体アレイのチャネルを通り、センサアレイの領域まで延在する。センサアレイの各領域は、複数のセンサ素子を備え、センサ素子の位置は、その位置で受光される光の角度に基づいて受光される光の波長、レンズの焦点距離、およびフィルタの中心波長に対応する。多くの実施形態では、アレイのフィルタ間に少なくとも一定の角度分布の光エネルギーを提供するために、拡散板が、フィルタアレイの前に光路に沿って位置する。多くの実施形態では、光をさらに均質化し、かつフィルタアレイに透過した光エネルギーの一定な角度分布を提供するために、第2の拡散板にわたって実質的に均一な分布の光エネルギーを受けるために、第2の拡散板が、拡散板とフィルタの間で拡散板から十分な距離を置いて光路に沿って位置する。

30

40

【0010】

多くの実施形態では、分光器システムは、実質的に直線的な光軸および短い光経路を提供する。直線的な光軸および短い光経路は、携帯電話等のデバイス内に収まるように十分に小さくかつ十分に安価でありながら、複雑な混合物の有用なスペクトルを得るために十

50

分な感度および分解能（例えば、 $< 10 \text{ nm}$ ）を有する分光器の製造を可能にする。

【0011】

多くの実施形態では、試料のスペクトルを得るための小型分光器システムは、（a）該試料から発生する光を検出するための光学検出器と、（b）該試料と該検出器との間に位置する光学フィルタと、（c）第1のフーリエ変換集束素子とを備え、該小型分光器システムは、いずれの分散性光学素子も含まない。

【0012】

一側面では、分光器が本明細書に提供され、分光器は、フィルタアレイからセンサアレイまで延在する複数の分離された光路を備える。多くの実施形態では、分光器は、センサアレイの複数の領域と、フィルタアレイの複数のフィルタと、レンズアレイの複数のレンズと、センサアレイの複数の領域とレンズアレイの複数のレンズとの間に延在する支持体アレイであって、光不透過性材料で画定される複数の光透過チャンネルを備える支持体アレイとをさらに備え、複数の分離された光路は、複数のチャンネルを分離するために、複数のレンズから複数のチャンネルを通して複数の領域まで延在する。

10

【0013】

別の側面では、拡散板と、複数の領域を備える検出器であって、該複数の領域の各領域が複数のセンサを備える検出器と、複数のレンズを備えるレンズアレイであって、レンズアレイの各レンズが該複数の領域の領域に対応するレンズアレイと、レンズアレイに対応するフィルタアレイであって、複数のフィルタを備えるフィルタアレイとを備え、複数のフィルタの各フィルタは、複数のフィルタのうちの他のフィルタとは異なる波長の範囲を透過するように構成される、分光器が本明細書に提供される。

20

【0014】

多くの実施形態では、波長の範囲は、複数のフィルタのうちの該他のフィルタの範囲と重複し、該各フィルタは、複数のフィルタのうちの該他のフィルタとは異なる中心波長を含む。

【0015】

多くの実施形態では、複数のフィルタは、複数の干渉フィルタを含み、複数の干渉フィルタは、複数の領域のそれぞれのスペクトルを決定するために、干渉フィルタのそれぞれを通る光路長を変化させるように複数のレンズとともに配置される。

【0016】

フィルタアレイは、厚さならびに第1の側面および第2の側面を有する基板を備えることができ、第1の側面は、拡散板に向かって配向され、第2の側面は、レンズアレイおよび検出器に向かって配向され、フィルタアレイは、アレイのレンズ間のクロストークを抑制するようにレンズアレイに向かって配向された第2の側面上に複数のコーティングを備える。

30

【0017】

多くの実施形態では、第2の側面上の複数のコーティングは、複数の干渉フィルタを備え、第2の側面上の複数の干渉フィルタの該それぞれは、複数のレンズのうちの1つのレンズに光の中心波長を透過するように構成される。

【0018】

フィルタアレイは、フィルタアレイの第1の側面上に1つまたはそれを上回るコーティングを備えることができ、例えば、アレイの第1の側面は、機械応力を均衡させるためのコーティングを備える。代替として、または組み合わせて、フィルタアレイの第1の側面上の1つまたはそれを上回るコーティングは、光学フィルタを備える。例えば、フィルタアレイの第1の側面上の光学フィルタは、赤外線を選択的に通過させるためのIRパスフィルタを備える。

40

【0019】

多くの実施形態では、基板の第1の側面は、コーティングを備えない。

【0020】

分光器は、検出器とレンズアレイとの間に延在する支持体をさらに備えることができ、

50

支持体は、レンズアレイを支持し、かつ検出器からの焦点距離にレンズアレイを位置付けるために成形およびサイズ決定され、支持体は、アレイの複数のレンズから検出器の複数の領域まで光を通過させるための複数のチャンネルを備える。

【0021】

多くの実施形態では、支持体は、複数のチャンネル間のクロストークを抑制するために、複数のチャンネルの該それぞれの壁に位置する光吸収材料を含む。

【0022】

支持体は、検出器の上面からレンズアレイの下面までの距離に延在する軸を備えることができ、支持体は、上面から下面までの距離を焦点距離に固定するために剛性を有する。

【0023】

画像センサは、複数のレンズのそれぞれをベアダイ面からの焦点距離に位置付けるように支持体と接触するベアダイ面を備えることができる。

【0024】

複数の領域は、複数の活性領域を備えることができ、複数のチャンネルは、複数の活性領域に対応し、支持体は、複数の活性領域から離れた複数の接触位置でベアダイ面と接触するようにサイズ決定および成形された端部構造を備える。

【0025】

本明細書に記載される分光器は、光不透過性材料に形成される複数の開口部を備える開口部アレイを備えることができ、複数の開口部は、アレイの各レンズの透明なレンズ開口部を画定するような寸法であり、各レンズの透明なレンズ開口部は、アレイの1つのフィルタに限定される。

【0026】

例えば、各レンズの透明なレンズ開口部は、アレイの1つのフィルタに限定されてもよい。

【0027】

多くの実施形態では、分光器は、複数のフィルタのフィルタを拡散板と複数のレンズとの間の定位置に保持するためのフィルタ支持体をさらに備える。

【0028】

本明細書に記載される分光器は、複数のフィルタを密閉するように複数のフィルタの上に配置される光透過性プレートを備えることができる。

【0029】

多くの実施形態では、拡散板は、分析される試料の材料からの入射光を受光し、かつ拡散光を透過するように構成され、透過された拡散光の角度プロファイルは、実質的に固定され、かつ試料からの前記光の入射角とは実質的に無関係である。拡散板は、ランバート配光を形成するためのコサイン拡散板を備えることができる。

【0030】

分光器は、I R透過性材料から成るI Rパスフィルタをさらに備えることができ、拡散板は、I R透過性材料の表面に形成される。

【0031】

多くの実施形態では、分光器は、表面の反対側のI R透過性材料の第2の表面に形成される第2の拡散板をさらに備え、第2の拡散板は、拡散板にわたって入光を分布させる。

【0032】

分光器は、第2のI Rパスフィルタおよび筐体を備えることができ、筐体は、拡散板、フィルタアレイ、およびレンズアレイを覆い、筐体は、第2のI Rパスフィルタおよび複数の開口部を備える支持体に連結され、支持体、フィルタアレイ、およびレンズアレイを検出器のベア面に連結するために、拡散板、フィルタアレイ、およびレンズアレイが、第2のI Rパスフィルタと複数の開口部を備える支持体との間に順次配置される。

【0033】

本明細書に記載される分光器の多くの実施形態では、分光器は、検出器からの信号に応じてスペクトルを決定するための命令を具現化する有形媒体を備えるプロセッサをさらに

10

20

30

40

50

備える。

【0034】

プロセッサは、材料の標的部位のスペクトルを決定するために、領域のそれぞれからのスペクトルを合わせるための命令を含むことができる。

【0035】

分光器は、照明器をさらに備えることができ、照明器は、a) 第1の波長範囲内の一次放射線を放出するための一次放射線エミッタと、b) 第1の波長範囲とは異なる第2の波長範囲内の二次放射線を放出するための二次放射線エミッタとを備える。

【0036】

一次放射線エミッタは、発光ダイオードまたはレーザダイオードのうちの1つまたはそれを上回るものを備えることができ、二次エミッタは、燐光性プレート、燐光体プレート、燐光体粉末、ナノ結晶、またはナノ結晶粉末のうちの1つまたはそれを上回るものを備える。

10

【0037】

二次放射線エミッタは、二次エミッタの加熱を抑制するように一次放射線エミッタのパッケージに接触することができ、パッケージは、二次放射線エミッタから熱を逃がすためのヒートシンクを備える。

【0038】

多くの実施形態では、二次エミッタの加熱を抑制するために、二次放射線エミッタと一次放射線エミッタのパッケージとの間に隙間が延在する。

20

【0039】

分光器は、検出器の視野および照明器の視野と重複するように配向された視野を有する温度センサを備えることができる。

【0040】

照明器は、二次放射線エミッタから検出器の視野に向けて光を誘導するように配置された光学部品を備えることができる。

【0041】

別の側面では、筐体と、光透過性カバープレートと、拡散板と、複数のフィルタを備えるフィルタアレイと、複数のレンズを備えるレンズアレイと、複数のチャネルを備える支持体とを備える分光器アセンブリが本明細書に提供され、筐体は、スペクトルを測定するための検出器に支持体を配置するために、アセンブリの第1の端部およびアセンブリの第2の端部の支持体上で拡散板、フィルタアレイ、およびレンズアレイを透過性カバープレートで覆う。

30

【0042】

さらに別の側面では、光経路を備える分光器が本明細書に提供され、光経路は、拡散板、フィルタマトリクス、およびレンズアレイを順次通過し、光経路は検出器で終端し、検出器は複数のセンサを備え、拡散板から前記検出器までの光経路は9 mm未満であり、分光器の分解能は20 nm未満である。

【0043】

光経路を備える分光器であって、光経路は、拡散板、フィルタマトリクス、およびレンズアレイを順次通過し、光経路は、検出器で終端し、検出器は複数のセンサを備え、拡散板から検出器までの光経路は9 mm未満であり、分光器の分解能は10 nm未満である、分光器。分解能は、25、24、23、22、21、20、19、18、17、16、15、14、13、12、10、9、または8 nm未満であってもよい。

40

【0044】

拡散板で始まり検出器で終わる光経路は、6 mm未満または4.5 mm未満であってもよい。

【0045】

分光器の分解能は、8 nm未満であってもよい。分光器の分解能は、5 nm未満であってもよい。

50

【0046】

検出可能な波長範囲は、100nmより大きくてもよい。検出可能な波長範囲は、200nmより大きくてもよい。検出可能な波長範囲は、300nmより大きくてもよい。

【0047】

多くの実施形態では、分光器は、分散性光学素子を備えない。

【0048】

また、光を受光するための検出器を備える分光器であって、検出器によって受光される光は不連続スペクトルである分光器も、本明細書に提供される。

【0049】

分光器は、フィルタマトリクスを備えることができ、フィルタマトリクスは、複数のサブフィルタを備える。

10

【0050】

多くの実施形態では、検出器上の1点が複数のサブフィルタから光を受光する。

【0051】

本明細書に提供される分光器は、経路内のフィルタマトリクスの前にプレフィルタをさらに備えることができる。

【0052】

プレフィルタは、(a) 吸収ガラスおよび(b) 干渉フィルタから成る群から選択から選択することができる。

【0053】

多くの実施形態では、拡散板は、コサイン拡散板であってもよい。

20

【0054】

拡散板とフィルタマトリクスとの間に二次拡散板が追加されてもよい。

【0055】

拡散板と二次拡散板との間の距離は、少なくとも0.5mmであってもよい。

【0056】

多くの実施形態では、フィルタマトリクス内のフィルタの透過スペクトルは、入射角によって変化する。

【0057】

フィルタマトリクスは、干渉フィルタから成ってもよい。

30

【0058】

干渉フィルタは、2mmより薄い基板上に配置することができる。

【0059】

多くの実施形態では、干渉フィルタは、基板の片側のみに配置される。

【0060】

干渉フィルタの配置された側は、レンズアレイに向けられていてもよい。

【0061】

フィルタマトリクス内のフィルタは、異なるフィルタから出現する光の検出器上のクロストークを最小限に抑えるために特定の順序で配置することができる。

【0062】

多くの実施形態では、分光器は、フィルタマトリクスとレンズアレイとの間に少なくとも1つの不透明な開口部アレイをさらに備えることができる。

40

【0063】

分光器は、フィルタマトリクスと検出器との間に不透明な吸収性開口部アレイを備えることができる。

【0064】

レンズアレイ内のレンズの光学面は、非球面であってもよい。

【0065】

レンズアレイの個々のレンズは、2つの光学面を有することができ、両方の光学面が実質的に凸状であってもよい。

50

【0066】

マトリクス内の各フィルタのスペクトルは、マトリクス内の別のフィルタと重複してもよい。

【0067】

マトリクスの多くの実施形態では、重複は、2つの異なるフィルタによって生成されたスペクトルを合わせることができる。

【0068】

分光器は、照明システムをさらに備えることができる。

【0069】

照明システムは、LEDを備えることができる。

10

【0070】

LEDは、少なくとも2つの群に分割することができ、それぞれが異なる時間に操作される。

【0071】

分光器は、熱制御のための少なくとも1つの電力抵抗器を備えることができる。

【0072】

分光器は、LEDの前に燐光体プレートをさらに備えることができる。

【0073】

燐光体は、近赤外線燐光体であってもよい。

【0074】

分光器は、試料採取された材料の温度を測定することができる熱センサを備えることができる。

20

【0075】

多くの実施形態では、分光器は、分光器の前に参照素子をさらに備える。

【0076】

参照素子は、取外し可能であってもよい。

【0077】

参照素子は、移動可能であってもよい。

【0078】

検出器は、2D CMOSセンサであってもよい。

30

【0079】

複数のセンサは、CCD上のピクセルであってもよい。

【0080】

複数のセンサは、それぞれ、1つより多くの狭波長域からの光を受光することができる。

【0081】

分光器の多くの実施形態では、複数のセンサは、それぞれ、フィルタマトリクスの1つより多くのフィルタから光を受光する。

【0082】

別の側面では、スペクトルを測定する方法が本明細書においてさらに提供され、本方法はスペクトルを測定するために、フィルタアレイからセンサアレイまで延在する複数の分離された光路に沿って光を透過するステップを含む。

40

【0083】

方法の多くの実施形態では、スペクトルは複数のスペクトルを含む。

【0084】

方法が本明細書においてさらに提供され、本方法は、本明細書に記載される分光器を提供するステップを含む。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】図1は、実施形態による光学レイアウトの略図を示す。

50

【図 2】図 2 は、実施形態による分光器システムの略図を示す。

【図 3】図 3 は、実施形態による分光器ヘッドの略図を示す。

【図 4】図 4 は、実施形態による図 3 の分光器ヘッドの断面 A の略図を示す。

【図 5】図 5 は、実施形態による図 3 の分光器ヘッドの断面 B の略図を示す。

【図 6】図 6 は、実施形態による分光器モジュールの略図を示す。

【図 7】図 7 は、実施形態による不透過性材料に形成された開口部およびレンズアレイの略図を示す。

【図 8】図 8 は、実施形態による分光器の略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0086】

以下の説明では、本発明の種々の側面が説明されることになる。説明の目的で、具体的な詳細が本発明の十分な理解を提供するために記載される。当業者には、本発明の本質的な性質に影響を及ぼすことなく、詳細が異なる本発明の他の実施形態が存在することは明白であろう。したがって、本発明は、図に例示されるものおよび明細書に記載されるものによってではなく、添付の特許請求の範囲に示されるようにのみ限定され、適切な範囲は、該特許請求の範囲の最も広義の解釈によってのみ決定される。

【0087】

本開示の実施形態の原理が用いられる例証的实施形態を記載する以下の詳細な説明、ならびに添付の図面を参照することによって、本開示の特徴および利点のより深い理解が得られるであろう。

【0088】

本明細書に開示される実施形態は、改良された分光器の方法および装置を提供するための多くの方法のうちの 1 つまたはそれを上回るものにおいて組み合わせることができる。

【0089】

本明細書で使用される場合、同様の符号は同様の要素を指す。

【0090】

本明細書で使用される場合、「光」は、電磁スペクトルの紫外、可視、または赤外部分のうちの 1 つまたはそれを上回るものにおいて波長を有する電磁放射を包含する。

【0091】

本明細書で使用される場合、用語「分散性」は、多色光線の異なる波長成分を空間的に分離するように設計された構成要素を説明するために、光成分に関して用いられる。この定義による「分散性」光学素子の非限定的実施例は、回折格子およびプリズムを含む。この用語は、色収差等の非理想性のために光を分散させるレンズ等の素子を、または入射放射の角度によって異なる透過プロファイルを有する干渉フィルタ等の素子を特に除外する。この用語はまた、本明細書に記載されるフィルタおよびフィルタマトリクスも除外する。

【0092】

次に、本明細書に開示される小型分光器システム 100 の非限定的実施形態を例示する図 1 を参照する。例示されるように、システムは、拡散板 164、フィルタマトリクス 170、レンズアレイ 174、および検出器 190 を備える。

【0093】

多くの実施形態では、分光器システムは、フィルタマトリクス 170 の複数の光学フィルタを備える。光学フィルタは、当該技術分野で既知のいずれの種類のものであってもよい。好適な光学フィルタの非限定的実施例として、ファブリー・ペロー (FP) 共振器、カスケード式 FP 共振器、および干渉フィルタが挙げられる。例えば、透過域 (少なくとも 200 nm) の外に広い遮光範囲を有する狭帯域フィルタ (≤ 10 nm) を使用することができる。フィルタの中心波長 (CWL) は、その上に衝突する光の入射角によって変化し得る。

【0094】

多くの実施形態では、フィルタを用いて通過させられる有効な波長の範囲がフィルタの

10

20

30

40

50

帯域幅よりも大きくなるように、中心帯域の中心波長は、10 nmまたはそれを上回るだけ変化することができる。多くの実施形態では、中心波長は、フィルタの帯域幅を超える量だけ変化する。例えば、バンドパスフィルタは、10 nmを超えない帯域幅を有することができ、中心帯域の波長は、センサの視野を横切って10 nm超変化することができる。

【0095】

多くの実施形態では、分光器システムは、センサのアレイを備え得る検出器190を備える。多くの実施形態では、検出器は、該当する波長範囲内の光を検出することが可能である。本明細書に開示される小型分光器システムは、得られるスペクトルの性質および検査される試料の特定のスペクトル特性に応じてUVからIRまで使用することができる。いくつかの実施形態では、強度を位置の関数として測定することが可能な検出器（例えば、アレイ検出器または二次元画像センサ）が使用される。

10

【0096】

いくつかの実施形態では、分光器は、円筒形ビーム体積ホログラム（CVBH）を備えない。

【0097】

多くの実施形態では、分光器システムは、拡散板を備える。試料から発生する光が十分に拡散しない実施形態では、拡散板を分光器の他の素子の前に配置することができる。視準された（または部分的に視準された光）は、拡散板に衝突することができ、次いで、拡散光を生成し、次いで、分光器の他の側面、例えば、光学フィルタに衝突する。

20

【0098】

多くの実施形態では、分光器システムは、フィルタマトリクスを備える。フィルタマトリクスは、1つまたはそれを上回るフィルタ、例えば、複数のフィルタを備えることができる。フィルタマトリクスは、2、10、50、または100個を超えるフィルタ（サブフィルタとも称される）を備えることができる。単一フィルタの使用は、分光器に利用可能なスペクトルの範囲を制限し得る。例えば、光の入射角が30度よりも大きい場合、システムは、レンズ収差と、大きな角度における検出器の効率の低下のために、十分な強度の信号を生成することができない場合がある。30度の角度範囲および約850 nmの光学フィルタCWLの場合、分光器に利用可能なスペクトルの範囲は、例えば、約35 nmであり得る。この範囲は、分光法に基づく特定の用途には不十分な場合があるため、より大きなスペクトルの範囲を有する実施形態は、複数のサブフィルタから成る光学フィルタマトリクスを備えてもよい。各サブフィルタは、異なるCWLを有することができ、それによって光スペクトルの異なる部分を覆う。サブフィルタは、多くの方式のうちの1つまたはそれを上回るものにおいて構成されてもよく、例えば、二次元に並べられてもよい。

30

【0099】

サブフィルタの数に応じて、分光器に到達可能な波長範囲は、数百ナノメートルに達する場合がある。複数のサブフィルタを備える実施形態では、画像面（すなわち、サブフィルタあたり1つ）に形成される略フーリエ変換が重複し、検出器のいずれか特定のピクセルで得られる信号は、異なるフーリエ変換の混合物から生じ得る。

【0100】

いくつかの実施形態では、フィルタマトリクスは、異なるフィルタから出現する光の検出器のクロストークを抑制するため、また迷光の影響を最小限に抑えるために特定の順序で配置される。例えば、マトリクスが3×4フィルタから成る場合、マトリクスの内側に位置する2個のフィルタと、マトリクスの周縁部の10個のフィルタとが存在する。内側の2個のフィルタは、波長範囲の端部にあるフィルタとして選択することができる。特定の理論に拘束されるものではないが、選択された内部フィルタは、空間的に最も広範囲のクロストークを経験し得るが、スペクトル的にはクロストークに対して最も感度が低くなり得る。

40

【0101】

多くの実施形態では、分光器システムは、検出器190を備える。検出器は、光の紫外

50

波長、光の可視波長、または光の赤外波長のうちの1つまたはそれを上回るものに対して感受性が高い場合がある。

【0102】

検出器は、所定の面に位置することができる。所定の面は、レンズアレイの焦点面であってもよい。異なる波長の光（X1、X2、X3、X4等）は、波長に比例する異なる半径の実質的に一連の同心円として検出器に到達することができる。波長と対応する円の半径との関係は、直線的でなくてもよい。

【0103】

検出器は、いくつかの実施形態では、不連続スペクトル、例えば、分散性素子が形成するであろうものとは異なり得るスペクトルを受光する。不連続スペクトルは、スペクトルの部分を欠いている場合がある。不連続スペクトルは、例えば、少なくとも部分的に不連続なスペクトルの波長を有することができる。いくつかの実施形態では、第1の短い波長が、より長い波長付近の検出器に接触し、第2の短い波長が、より長い波長よりも第1の短い波長からさらに離れた距離にある検出器に接触する。

【0104】

検出器は、例えばピクセル等の複数の検出器素子を備えてもよい。各検出器素子は、広いスペクトルの範囲の信号を受信するように構成されてもよい。第1および第2の複数の検出器素子で受光されるスペクトルの範囲は、少なくとも約10nm～約400nm延在し得る。多くの実施形態では、第1および第2の複数の検出器素子で受光されるスペクトルの範囲は、少なくとも約10nm～約700nm延在し得る。多くの実施形態では、第1および第2の複数の検出器素子で受光されるスペクトルの範囲は、少なくとも約10nm～約1600nm延在し得る。多くの実施形態では、第1および第2の複数の検出器素子で受光されるスペクトルの範囲は、少なくとも約400nm～約1600nm延在し得る。多くの実施形態では、第1および第2の複数の検出器素子で受光されるスペクトルの範囲は、少なくとも約700nm～約1600nm延在し得る。

【0105】

多くの実施形態では、レンズアレイ、フィルタマトリクス、および検出器は、同じ光軸上に集中していない。多くの実施形態では、レンズアレイ、フィルタマトリクス、および検出器は、同じ光軸上に位置合わせされる。

【0106】

多くの実施形態では、小型分光器の動作原理は、以下の属性のうちの1つまたはそれを上回るものを含む。光が、拡散板に衝突する。次いで、光は、様々な伝搬角度でフィルタマトリクスに衝突し、サブフィルタを通過する光のスペクトルが角度的に符号化される。角度的に符号化された光は、次いで、角度によって符号化された光の空間的フーリエ変換を（近似的に）行い、それを空間符号化スペクトルに変換するレンズアレイ（例えば、フーリエ変換集束素子）を通過する。最後に、光は検出器に到達する。アレイのレンズの光軸に対する検出器素子の位置は、光の波長に対応し、ピクセル位置の光の波長は、アレイのレンズの光軸に対するピクセルの位置に基づいて決定することができる。センサ上の位置の関数としてのピクセル（例えば、ピクセル数または座標参照位置）等の検出器素子によって記録される光の強度は、その位置に対する光の分解波長に対応する。

【0107】

いくつかの実施形態では、該当するスペクトルの範囲外の光をブロックするために（すなわち、望ましくない光が検出器に到達するのを防ぐために）、小型分光器システムの前にさらなるフィルタが配置される。

【0108】

光学フィルタによって覆われるスペクトルの範囲が不十分である実施形態では、異なるCWLを有するさらなるサブフィルタを使用することができる。

【0109】

いくつかの実施形態では、シャッターが、システムの一部から光を包含または排除することを可能にする。例えば、特定のサブフィルタを排除するためにシャッターを使用する

10

20

30

40

50

ことができる。また、シャッターは、個々のレンズを排除するためにも使用され得る。

【0110】

いくつかの実施形態では、試料の測定は、散乱する環境光を使用して行われる。

【0111】

多くの実施形態では、分光器システムは光源を備える。光源は、行われるスペクトルの測定に適切な、当該技術分野で既知のいずれの種類のものであってもよい（例えば、レーザまたは発光ダイオード）。いくつかの実施形態では、光源は、350nm～1100nmを放出する。光源の波長および強度は、分光器が使用される特定の使用方法に依存する。いくつかの実施形態では、光源は、0.1mW～500mWを放出する。

【0112】

本明細書に開示される小型分光器システムは、サイズが小さく、低複雑性であることから、携帯電話等の携帯通信デバイス内に統合することができる。システムは、デバイス自体の中に収納されてもよい、またはデバイスに装着して、電力およびデータリンクを提供するための有線もしくは無線手段によってそれに接続されてもよい。分光器システムを携帯デバイスに組み込むことにより、得られたスペクトルを遠隔地にアップロードすることができ、そこで分析を行うことができ、ユーザは、分析結果を通知される。分光器システムはまた、GPSデバイスおよび／または高度計を装備してもよく、それによって、測定中の試料の位置が報告され得る。そのような構成要素のさらなる非限定的実施例として、試料の視覚的印象を記録するためのカメラ、ならびに温度および湿度のような環境変数を測定するためのセンサが挙げられる。

【0113】

本明細書に開示される分光器システムはまた、サイズが小さく、低費用であることから、オープン（例えば、電子レンジ）、フードプロセッサ、トイレ、冷蔵庫等の台所用電化製品内に統合することもできる。ユーザは、次いで、食品の貯蔵および調理の過程において、リアルタイムで食材の安全性についての決定を行うことができる。

【0114】

多くの実施形態では、分光器はまた、動力源（例えば、電池または電源）も含む。いくつかの実施形態では、分光器は、消費者向け手持型デバイス（例えば、携帯電話）からの電源を原動力とする。いくつかの実施形態では、分光器は、独立した電源を有する。いくつかの実施形態では、分光器からの電源は、消費者向け手持型デバイスに電力を供給することができる。

【0115】

多くの実施形態では、分光器は、処理および制御ユニットを備える。いくつかの実施形態では、分光器は、収集されたデータを分析せず、分光器は、バックエンドサーバ等の遠隔処理および制御ユニットにデータを中継する。代替として、または組み合わせて、分光器は、遠隔処理および制御ユニットに送信する前にデータを部分的に分析してもよい。遠隔処理および制御ユニットは、消費者向け手持型デバイス（例えば、携帯電話）を用いて分光器に連結することができる。遠隔処理および制御ユニットは、分析されたデータまたは結果をユーザに送信することができるクラウドベースのシステムであってもよい。いくつかの実施形態では、手持型デバイスは、分析されたデータを受信するように構成され、分光器と関連付けられてもよい。関連は、例えば、物理的接続または無線通信を介してもよい。

【0116】

本明細書に記載される分光器は、光源、検出器、および関連光学部品の適切な選択によって、様々な分光学的技術を用いた使用に適合させることができる。非限定的実施例として、ラマン、蛍光、ならびにIRまたはUV-VIS反射率および吸収分光法が挙げられる。前述されたように、小型分光器システムは、蛍光信号からラマン信号を分離することができるため、本発明のいくつかの実施形態では、同じ分光器が両方の分光法に使用される。

【0117】

いくつかの実施形態では、分光器システムは、その中にスペクトルデータのデータベースが格納されたメモリと、命令を用いて分析ソフトウェアがプログラムされたマイクロプロセッサとを装備している。いくつかの実施形態では、分光器システムは、その中に格納されたスペクトルデータのデータベースを有するコンピュータメモリ、および分析ソフトウェアがプログラムされたマイクロプロセッサと通信する。メモリは、ユーザ自身の測定値をメモリに格納するために揮発性または不揮発性であってもよい。データベースおよび／または分析ソフトウェアの全部もしくは一部は、遠隔的に格納されてもよく、分光器システムは、適切な方法によってネットワーク（例えば、無線ネットワーク）を介して遠隔メモリと通信することができる。代替として、スペクトルデータのデータベースは、分光器の付近に位置するコンピュータ、例えば、同じ部屋にあるコンピュータとともに提供されてもよい。

10

【0118】

データベースが遠隔に位置するいくつかの実施形態では、多くの場合、定期的な間隔で、例えば、連続的に、データベースを更新することができる。これらの実施形態において、分光器のユーザによって行われる各測定は、任意のユーザによって行われる将来的な測定の品質および信頼性を増加させる。

【0119】

いったんスペクトルが得られると、それを分析することができる。いくつかの実施形態では、分析は、同時に行われない。いくつかの実施形態では、分析は、リアルタイムである。スペクトルは、任意の適切な分析方法を用いて分析することができる。使用することができるスペクトル分析技術の非限定的実施例として、Principal Components Analysis、Partial Least Squares 分析、およびスペクトル成分を決定するためのニューラルネットワークアルゴリズムの使用が挙げられる。

20

【0120】

分析されたスペクトルは、調査中の複雑な混合物が成分に関連するスペクトルを含むかどうかを決定することができる。成分は、例えば、物質、物質の混合物、または微生物であり得る。

【0121】

スペクトル中のこれらの成分の強度は、成分が特定の濃度であるかどうか、例えば、望ましくない成分のこれらの濃度が懸念されるほど十分に高いかどうかを決定するために使用することができる。そのような物質の非限定的実施例として、毒素、分解生成物、または有害微生物が挙げられる。本発明のいくつかの実施形態では、試料が摂取に適さない可能性が高いと認められた場合、ユーザに警告が提供される。

30

【0122】

いくつかの実施形態では、分光器は、ユーザが特定の測定において得られた情報を共有することを可能にする通信ネットワークに接続される。「クラウド」（すなわち、分散型ネットワーク）内に位置する更新可能なデータベースは、個々のユーザによって行われる測定の結果を絶えず受信し、それ自体をリアルタイムで更新し、それによって各連続的測定がより高い精度および信頼度で行われることを可能にすると同時に、スペクトルシグネチャを利用することができる物質の数を拡張する。

40

【0123】

本発明の種々の実施形態では、強度の生データのスペクトルへの変換は、局所的に（分光器システムとともに供給されるプロセッサおよびソフトウェアを用いて）または遠隔的に行われてもよい。例えば、より複雑な分析のための負荷のより高い計算は、遠隔的に行うことができる。

【0124】

遠隔データ分析を組み込む実施形態では、遠隔システムに転送されたデータは、生の検出器データ、処理が局所的に行われた前処理した検出器データもしくは後処理した検出器データ、または生の検出器データから得られたスペクトルのうちの1つまたはそれを上回

50

るものを含み得る。

【0125】

いくつかの実施形態では、分光器は、モノクロメータを備えない。

【0126】

本発明のいくつかの実施形態では、以下の信号処理スキームが用いられる。最初に、上述の分光器内の画像センサによって画像または一連の画像がキャプチャされる。画像が、局所的処理ユニットによって分析される。この分析段階は、画像平均化、光学ユニットの収差の補正、ノイズ低減アルゴリズムの使用による検出器ノイズの低減、または画像の生スペクトルへの変換のうちのいずれかまたは全てを含み得る。生スペクトルは、次いで、遠隔処理ユニットに送信され、好ましい実施形態では、送信は無線通信を使用して行われる。

10

【0127】

生スペクトルは、遠隔的に分析することができる。ノイズ低減は、遠隔的に行うことができる。

【0128】

ラマンスペクトルが得られる実施形態では、任意の蛍光信号からラマン信号を分離することができる。ラマンおよび蛍光スペクトルの両方を、既存の較正スペクトルと比較することができる。較正が行われた後、スペクトル分解のための任意の適切なアルゴリズムを使用してスペクトルを分析することができる。そのようなアルゴリズムの非限定的実施例として、Principal Components Analysis、Partial Least-Squares分析、およびニューラルネットワークアルゴリズムを使用したスペクトル分析が挙げられる。この分析は、分光器を使用して検査された試料を特徴付けるために必要な情報を提供する。分析の結果は、次いで、ユーザに提示される。

20

【0129】

図2は、実施形態による分光器システムの略図を示す。多くの実施形態では、分光器システム100は、分光器102と、クラウドベースの記憶システム118と無線通信116する消費者向け手持型デバイス110とを備える。分光器102は、本明細書に記載されるようにデータを取得することができる。手持型分光器102は、本明細書に記載されるような分光器構成要素を有する分光器ヘッド120に連結されたプロセッサ106および通信回路104を備えてもよい。分光器は、無線シリアル通信リンク、例えば、Bluetooth（登録商標）等の通信リンクを用いて、通信回路104によって手持型デバイス110にデータを送信することができる。手持型デバイスは、分光器102からデータを受信し、クラウドベースの記憶システム118のバックエンドサーバにデータを送信することができる。

30

【0130】

手持型デバイス110は、表示部112、インターフェース114、プロセッサ、コンピュータ可読メモリ、および通信回路等の、スマートフォンの1つまたはそれを上回る構成要素を備えてもよい。デバイス110は、使用される場合、例えば、無線通信ゲートウェイ等の実質的に固定されたデバイスを備えてもよい。

【0131】

プロセッサ106は、コンピュータプログラムの命令を具現化するコンピュータ可読メモリ等の命令を具現化する有形媒体を備えてもよい。代替として、または組み合わせて、プロセッサは、1つまたはそれを上回るロジックステップを実行するために、ゲートアレイロジック等のロジックを備えてもよい。

40

【0132】

図3は、実施形態による分光器ヘッドの略図を示す。多くの実施形態では、分光器102は、分光器ヘッド120を備える。分光器ヘッドは、分光器モジュール160、温度センサモジュール130、および照明モジュール140のうちの1つまたはそれを上回るものを備える。各モジュールは、存在する場合、モジュール窓で覆われていてもよい。例えば、分光器モジュール160は、分光器窓162を備えることができ、温度センサモジュ

50

ール 130 は、温度センサ窓 132 を備えることができ、照明モジュール 140 は、照明窓 142 を備えることができる。

【0133】

多くの実施形態では、照明モジュールおよび分光器モジュールは、試料に重複する視野を有するように構成される。重複する視野は、多くの方式のうちの 1 つまたはそれを上回るものにおいて提供され得る。例えば、照明源の光軸、温度センサ、およびマトリクスアレイは、実質的に平行な構成で延在することができる。代替として、光軸のうちの 1 つまたはそれを上回るものが、別のモジュールの別の光軸に向かって配向されてもよい。

【0134】

図 4 は、実施形態による図 3 の分光器ヘッドの断面 A の略図を示す。ノイズおよび／または温度の変動からもたらされるスペクトルシフトを低減するために、温度センサモジュール 130 を備える分光器ヘッド 102 を使用して、測定のために温度を測定および記録することができる。いくつかの実施形態では、温度センサ素子は、試料から放出された赤外線放射に応じて試料の温度を測定し、プロセッサに温度測定値を送信することができる。正確かつ／または精密な温度測定は、生成されるスペクトルを標準化または修正するために使用することができる。例えば、所与の試料の異なるスペクトルは、スペクトルが得られた温度に基づいて測定することができる。いくつかの実施形態では、スペクトルは、スペクトルが測定された温度に関連するメタデータを用いて格納することができる。多くの実施形態では、温度センサモジュール 130 は、温度センサ窓 132 を備える。温度センサ窓は、センサモジュールを密封することができる。温度センサ窓 132 は、可視光に対して実質的に不透過性であり、かつ赤外スペクトルの光を透過する材料でできていてもよい。いくつかの実施形態では、温度センサ窓 132 は、例えば、ゲルマニウムを含む。いくつかの実施形態では、温度センサ窓は、約 0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、または 1.0 mm の厚さである。

【0135】

温度センサは、視野（以降、「Fov」）リミッタを備えることができる。多くの実施形態では、温度センサは、検出器の視野および照明器の視野と重複するように配向された視野を有する。例えば、視野は、温度センサモジュールの窓 132 を支持する材料に形成される開口部と、温度センサ 134 の寸法とによって制限され得る。いくつかの実施形態では、温度センサモジュールは、制限された視野を有し、フレキシブルプリント回路基板（PCB）136 上に配置された熱伝導性の金属ケージを備える。PCB 136 は、センサヘッド上の他のモジュールに対する移動を抑制するために、補強材 138 上に装着されてもよい。いくつかの実施形態では、フレキシブル回路基板は、金属を含む補強材 138 によって支持される。温度センサ 134 は、遠隔温度センサであってもよい。いくつかの実施形態では、温度センサは、試料の周囲温度の約 5、4、3、2、1、0.7、0.4、0.3、0.2、または 0.1 °C 以内までの正確な温度を提供することができる。いくつかの実施形態では、温度センサは、3、2、1、0.5、または 0.1 °C の正確性を伴って周囲温度を測定する。

【0136】

多くの実施形態では、分光器ヘッドは、照明モジュール 140 を備える。照明モジュールは、光で試料を照射することができる。いくつかの実施形態では、照明モジュールは、照明窓 142 を備える。照明窓は、照明モジュールを密封することができる。照明窓は、照明モジュールで生成される光に対して実質的に透過性であってもよい。例えば、照明窓は、ガラスを備えることができる。照明モジュールは、光源 148 を備えることができる。いくつかの実施形態では、光源は、1 つまたはそれを上回る発光ダイオード（LED）を備えることができる。いくつかの実施形態では、光源は、青色 LED を備える。いくつかの実施形態では、光源は、赤色もしくは緑色 LED または赤外線 LED を備える。

【0137】

光源 148 は、装着具 150 の上に装着することができる。いくつかの実施形態では、装着具は、セラミックパッケージを備える。例えば、照明器具は、セラミックパッケージ

10

20

30

40

50

上に装着されたフリップチップLEDダイであってもよい。装着具150は、照明モジュールの移動を軽減するために補強材154に随意に装着することができるフレキシブルプリント回路基板(PCB)152に取り付けることができる。照明モジュールのフレキシブルPCBおよび温度センサモジュールのPCTは、同様に分光器PCBの部分を含み得る、同じフレキシブルPCBの異なる部分を備えてもよい。

【0138】

光源148によって生成される光の波長は、プレート146によってシフトさせることができる。プレート146は、波長シフトプレートであってもよい。いくつかの実施形態では、プレート146は、ガラスに埋め込まれた燐光体を含む。代替として、または組み合わせで、プレート146は、ナノ結晶、量子ドット、またはそれらの組み合わせを含むことができる。プレートは、光源からの光を吸収し、吸収された光の周波数よりも低い周波数を有する光を放出することができる。いくつかの実施形態では、光源は、可視光を生成し、プレート146は、光を吸収して近赤外線を放出する。いくつかの実施形態では、光源は、プレート146に近接するか、または直接接触する。いくつかの実施形態では、光源および関連するパッケージは、熱伝達を制限するために、隙間によってプレートから隔てられる。例えば、光源とプレートとの隙間は、少なくとも0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0、または10.0mmであり得る。多くの代替の実施形態では、光源パッケージがヒートシンクを備えるようにプレートから熱を伝導するために、光源パッケージがプレート146に接触する。

【0139】

照明モジュールは、光を集中させるために、放物面集光器144または集光レンズ等の集光器をさらに備えることができる。いくつかの実施形態では、放物面集光器144は、反射器である。いくつかの実施形態では、放物面集光器144は、ステンレススチールを含む。いくつかの実施形態では、放物面集光器144は、金メッキステンレススチールを含む。いくつかの実施形態では、集光器は、光を円錐形に集中させることができる。例えば、光は、約30~45、25~50、または20~55度の視野を有する円錐形に集中させることができる。

【0140】

いくつかの実施形態では、照明モジュールは、光を透過するように構成され、分光器モジュールは、分光器ヘッドの入射面に対して実質的に垂直に延在する光路に沿って光を受光するように構成される。いくつかの実施形態では、モジュールは、光が、1つのモジュールから物体(試料108等)へと透過することができ、光を受光する別のモジュールに反射または散乱することができるように構成することができる。

【0141】

いくつかの実施形態では、分光器モジュールを表す光軸が照明モジュールの光軸に対してオフセット角になるように、照明モジュールおよび分光器モジュールの光軸が非平行となるように構成される。この非平行構成は、多くの方式のうちの1つまたはそれを上回るものにおいて提供され得る。例えば、1つまたはそれを上回る光軸を互いに向かって配向するために、1つまたはそれを上回る構成要素が、同じ支持体上で支持され、レンズ等の光学部品に対してオフセットしてもよい。代替として、または組み合わせで、モジュールは、別のモジュールに対して角度傾斜してもよい。いくつかの実施形態では、各モジュールの光軸は、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、12、14、16、18、20、25、30、35、40、45、または50度より大きなオフセット角で位置合わせされる。いくつかの実施形態では、照明モジュールおよび分光器モジュールは、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、12、14、16、18、20、25、30、35、40、45、または50度よりも小さなオフセット角で位置合わせされるように構成される。いくつかの実施形態では、照明モジュールおよび分光器モジュールは、1~10、11~20、21~30、31~40、または41~50度のオフセット角で位置合わせされるように構成される。いくつかの実施形態では、モジュールのオフセット角は厳密に

設定され、調整不可能である。いくつかの実施形態では、モジュールのオフセット角は調整可能である。いくつかの実施形態では、モジュールのオフセット角は、試料からの分光器ヘッドの距離に基づいて自動的に選択される。いくつかの実施形態では、2つのモジュールが並行する2本の光軸を有する。いくつかの実施形態では、2つまたはそれを上回るモジュールがオフセットした光軸を有する。いくつかの実施形態では、モジュールは、光軸が試料上に集中するように光軸をオフセットさせることができる。モジュールは、光軸が所定の距離で集中するように光軸をオフセットさせることができる。例えば、モジュールは、光軸が約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、150、200、250、300、350、400、または500mm離れた距離で集中するように光軸をオフセットさせることができる。

10

【0142】

図5は、実施形態による図3および4の分光器ヘッドの断面Bの略図を示す。多くの実施形態では、分光器ヘッド102は、分光器モジュール160を備える。分光器モジュールは、分光器窓162によって密封されてもよい。いくつかの実施形態では、分光器窓162は、スペクトル試料を分析するために、波長に関して光に対して選択的に透過性である。例えば、分光器窓162は、IRパスフィルタであってもよい。いくつかの実施形態では、窓162は、ガラスであってもよい。分光器モジュールは、1つまたはそれを上回る拡散板を備えることができる。例えば、分光器モジュールは、分光器窓162の下に配置された第1の拡散板164を備えることができる。第1の拡散板164は、入光を分布させることができる。例えば、第1の拡散板は、コサイン拡散板であってもよい。随意に、分光器モジュールは、光フィルタ188を備える。光フィルタ188は、厚いIRパスフィルタであってもよい。例えば、フィルタ188は、閾値波長より低い光を吸収することができる。いくつかの実施形態では、フィルタ188は、約1000、950、900、850、800、750、700、650、または600nmより低い波長を有する光を吸収する。いくつかの実施形態では、分光器モジュールは、第2の拡散板166を備える。第2の拡散板は、フィルタマトリクス170の入力部でランバート配光を形成することができる。フィルタアセンブリは、ガラスプレート168によって密封されてもよい。代替として、または組み合わせで、フィルタアセンブリは、フィルタアセンブリを分光器筐体180に取り付けることができるフィルタフレーム182によってさらに支持されてもよい。分光器筐体180は、分光器窓162を定位置に保持することができ、モジュールに機械的安定性をさらに提供することができる。

20

30

【0143】

第1のフィルタおよび第2のフィルタは、実質的に均一な配光をフィルタに提供するための多くの方式のうちの1つまたはそれを上回るものにおいて配置されてもよい。実質的に均一な配光は、約25%以内まで、例えば、約10%以内までの平均エネルギーに関して均一であり得る。多くの実施形態では、第1の拡散板は、実質的に均一なエネルギー分布プロファイルを伴って、入射光エネルギーを第2の拡散板上で空間的に分布させる。いくつかの実施形態では、第1の拡散板は、光を角度分布に関して実質的に均質にする。各フィルタに透過された光が、各フィルタ上の光エネルギー入射の空間分布プロファイルおよび角度分布プロファイルの両方に関して実質的に均質となり得るように、第2の拡散板は、実質的に均一なエネルギー分布プロファイルの光エネルギーを実質的に均一な角度分布プロファイルの光エネルギーまでさらに拡散する。例えば、各フィルタ上の光エネルギーの角度分布プロファイルは、約+/-25%以内まで、例えば、約+/-10%以内までで実質的に均一であり得る。

40

【0144】

多くの実施形態では、分光器モジュールは、フィルタマトリクス170を備える。フィルタマトリクスは、1つまたはそれを上回るフィルタを備えることができる。多くの実施形態では、フィルタマトリクスは、複数のフィルタを備える。例えば、フィルタマトリクスは、正方形、長方形、円、長円形に配置されたフィルタ、または不規則な配置のフィルタを備えることができる。フィルタアレイは、少なくとも1、2、3、4、5、6、7、

50

8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、200個、またはそれを上回るフィルタを備えることができる。いくつかの実施形態では、フィルタマトリクスは、 1×1 、 1×2 、 2×2 、 3×1 、 2×3 、 3×3 、 4×1 、 4×2 、 4×3 、 4×4 、 5×1 、 5×2 、 5×3 、 5×4 、 5×5 、 6×1 、 6×2 、 6×3 、 6×4 、 6×5 、または 6×6 から成る群から選択される、正方形または長方形の構成に配置された1～36個の包括的なフィルタを備える。いくつかの実施形態では、フィルタアレイは、約10～約100個のフィルタを備える。いくつかの実施形態では、フィルタアレイは、約10～約30個のフィルタを備える。いくつかの実施形態では、フィルタアレイは、4列のフィルタを備え、各列は、3個のフィルタを備える。

10

【0145】

いくつかの実施形態では、フィルタマトリクス170の各フィルタは、中心波長の周囲に分布する波長の範囲を透過するように構成される。当業者には理解されるように、波長の範囲は、実質的に正常にフィルタの表面に透過される光線の透過した波長の分布の半値全幅（これ以降は「FWHM」とする）として定義することができる。波長範囲は、中心波長およびスペクトル幅によって定義することができる。中心波長は、フィルタを通して透過される光の平均波長であってもよく、フィルタのバンドスペクトル幅は、フィルタを通して透過される光の最大波長と最小波長の差であってもよい。例えば、フィルタは、300nmの中心波長および20nmの波長範囲を有することができ、290～310nmの波長を有する光を透過し、またフィルタは、290nmを下回るかまたは310nmを上回る光を実質的に透過しない。いくつかの実施形態では、複数のフィルタの各フィルタは、複数のフィルタのうちの他のフィルタとは異なる波長の範囲を透過するように構成される。いくつかの実施形態では、波長の範囲は、複数のフィルタのうちの該他のフィルタの範囲と重複し、該各フィルタは、複数のフィルタのうちの該他のフィルタとは異なる中心波長を含む。いくつかの実施形態では、各フィルタのスペクトル幅は、200、190、180、170、160、150、140、130、120、110、100、90、80、70、60、50、40、30、20、18、16、14、12、10、8、6、4、3、2、または1nm未満である。いくつかの実施形態では、各フィルタのスペクトル幅は、少なくとも1、2、4、6、8、10、12、14、16、18、20、30、40、50、60、70、80、90、または100nmである。いくつかの実施形態では、各フィルタのスペクトル幅は、約1～約60nm、約2～約50nm、約4～約40nm、約8～約30nmである。いくつかの実施形態では、各フィルタの中心波長は、他のフィルタの中心波長から少なくとも1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、14、16、18、20、25、30、35、40、50、60、70、80、90、100、または200nmである。

20

30

【0146】

多くの実施形態では、フィルタアレイは、厚さならびに第1の側面および第2の側面を有する基板を備え、第1の側面は、拡散板に向かって配向され、第2の側面は、レンズアレイに向かって配向される。いくつかの実施形態では、フィルタアレイの各フィルタは、厚さならびに第1の側面および第2の側面を有する基板を備え、第1の側面は、拡散板に向かって配向され、第2の側面は、レンズアレイに向かって配向される。フィルタアレイは、第1の側面上、第2の側面上、またはそれらの組み合わせに、1つまたはそれを上回るコーティングを備えることができる。フィルタアレイの各フィルタは、第1の側面上、第2の側面上、またはそれらの組み合わせに、1つまたはそれを上回るコーティングを備えることができる。いくつかの実施形態では、フィルタアレイの各フィルタは、レンズアレイに向かって配向された第2の側面上に1つまたはそれを上回るコーティングを備える。いくつかの実施形態では、フィルタアレイの各フィルタは、レンズアレイに向かって配向された第2の側面上および拡散板に向かって配向された第1の側面上に1つまたはそれを上回るコーティングを備える。第2の側面上の1つまたはそれを上回るコーティングは

40

50

、光学フィルタであってもよい。例えば、1つまたはそれを上回るコーティングは、波長範囲を選択的にフィルタに通過させることができる。代替として、または組み合わせて、1つまたはそれを上回るコーティングは、アレイのレンズ間のクロストークを抑制するために使用することができる。いくつかの実施形態では、第2の側面上の複数のコーティングは、複数の干渉フィルタを備え、第2の側面上の複数の干渉フィルタの該それぞれは、複数のレンズのうちの1つのレンズに光の中心波長を透過するように構成される。いくつかの実施形態では、フィルタアレイは、フィルタアレイの第1の側面上に1つまたはそれを上回るコーティングを備える。アレイの第1の側面上の1つまたはそれを上回るコーティングは、機械応力を均衡させるためのコーティングを備えることができる。いくつかの実施形態では、フィルタアレイの第1の側面上の1つまたはそれを上回るコーティングは、光学フィルタを備える。例えば、フィルタアレイの第1の側面上の光学フィルタは、赤外線を選択的に通過させるためのIRパスフィルタを備えることができる。多くの実施形態では、第1の側面は、バンドパス干渉フィルタコーティングを備えない。いくつかの実施形態では、第1の側面は、コーティングを備えない。

10

【0147】

多くの実施形態では、フィルタのアレイは、アレイの第2の側面上に複数のバンドパス干渉フィルタを備える。レンズアレイおよび開口部に向かって配向された第2の側面上に微細周波数を分解するフィルタを配置することにより、フィルタ間のクロストークおよびフィルタ間の関連するノイズを抑制することができる。多くの実施形態では、フィルタのアレイは、アレイの第2の側面上に複数のバンドパス干渉フィルタを備え、アレイの第1

20

【0148】

多くの実施形態では、各フィルタは、分光器の光チャネルを画定する。光チャネルは、フィルタから開口部およびアレイのレンズを通して、センサアレイの領域まで延在することができる。複数の平行な光チャネルは、縮小した光路長とともに増加した分解能を提供することができる。

【0149】

分光器モジュールは、開口部アレイ172を備えることができる。開口部アレイは、フィルタ間のクロストークを防止することができる。開口部アレイは、光不透過性材料に形成される複数の開口部を備える。いくつかの実施形態では、複数の開口部は、アレイの各レンズの透明なレンズ開口部を画定するような寸法であり、各レンズの透明なレンズ開口部は、アレイの1つのフィルタに限定される。いくつかの実施形態では、各レンズの透明なレンズ開口部は、アレイの1つのフィルタに限定される。

30

【0150】

多くの実施形態では、分光器モジュールは、レンズアレイ174を備える。レンズアレイは、複数のレンズを備えることができる。レンズ数は、フィルタアレイの各フィルタがレンズアレイのレンズに対応するように決定することができる。代替として、または組み合わせて、レンズの数は、支持体アレイを通る各チャネルがレンズアレイのレンズに対応するように決定することができる。代替として、または組み合わせて、レンズの数は、画像センサの複数の領域の各領域が、光チャネルならびに対応するレンズアレイのレンズおよびフィルタアレイのフィルタに対応するように選択することができる。

40

【0151】

多くの実施形態では、レンズアレイの各レンズが非球面レンズを備えるように、レンズアレイの各レンズは、1つまたはそれを上回る非球面を備える。多くの実施形態では、レンズアレイの各レンズは、2つの非球面を備える。代替として、または組み合わせて、レンズアレイの1つまたはそれを上回る個々のレンズは、2つの湾曲した光学面を有することができる。両方の光学面は、実質的に凸状である。代替として、または組み合わせて、レンズアレイのレンズは、1つまたはそれを上回る回折光学面を備えてもよい。

【0152】

多くの実施形態では、分光器モジュールは、支持体アレイ176を備える。支持体アレ

50

イ 176 は、相互接続するアニュラス等の複数の支持構造 179 で画定される複数のチャネル 177 を備える。複数のチャネル 177 は、分光器の光チャネルを画定してもよい。支持構造 179 は、支持体アレイ 176 に硬直性を加えるための剛性を備えることができる。支持体アレイは、動きを制限し、かつセンサアレイに対するレンズアレイの位置を固定するための止め具を備えてもよい。支持体アレイ 176 は、レンズアレイからセンサアレイまでの距離をレンズアレイのレンズの焦点距離に固定するために、レンズアレイ 174 を支持し、かつレンズアレイからセンサアレイまでの距離を固定するように構成されてもよい。多くの実施形態では、レンズアレイおよびセンサアレイが実質的に平行な構成に配置されるように、アレイのレンズは、実質的に同じ焦点距離を備える。

【0153】

支持体アレイ 176 は、レンズアレイ 174 と止め具装着部 178 との間に延在することができる。支持体アレイ 176 は、例えば、1) レンズアレイ 170 の各レンズと画像センサ 190 の複数の領域の各領域との間に正しい分離距離を提供すること、および／または 2) 迷光が各チャネルから入射または出射するのを防止すること等の 1 つまたはそれを上回る目的を果たすことができる。いくつかの実施形態では、支持体アレイ 176 の各支持体の高さは、それが支持するレンズアレイ 174 内のレンズの焦点距離に対して較正される。いくつかの実施形態では、支持体アレイ 176 は、実質的に不透明なプラスチック等の光の通過を許容しない材料から構築される。いくつかの実施形態では、支持体アレイ 176 は、チャネル間のクロストークをさらに減少させるように、黒色であるか、または黒色のコーティングを備える。分光器モジュールは、支持体アレイを支持するための止め具装着部 178 をさらに備えることができる。多くの実施形態では、支持体アレイは、例えば、迷光を減少させるための吸収性および／または拡散性の材料を備える。

【0154】

多くの実施形態では、支持体アレイ 176 は、フィルタの光チャネルを有する複数のチャネルと、そこを通して延在するレンズとを有する。いくつかの実施形態では、支持体アレイは、レンズアレイから検出器（すなわち、CCD または CMOS アレイ）まで延在する 1 片の材料を備える。

【0155】

レンズアレイは、開口部アレイ 172 に直接取り付けられてもよい、または少なくとも 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、12、14、16、18、20、30、40、もしくは 50 マイクロメートルの空隙によって隔てられてもよい。レンズアレイは、支持体アレイ 178 の上に直接存在してもよい。代替として、または組み合わせて、光チャネルを分離してクロストークを抑制するために、レンズアレイは、各レンズが単一の支持体止め具または単一の光アイソレータと実質的に位置合わせされるように位置付けられてもよい。いくつかの実施形態では、各レンズから入る光が画像センサ上で実質的に集束されるように、レンズアレイは、画像センサから離れたレンズの焦点距離と略等しい距離に位置付けられる。

【0156】

いくつかの実施形態では、分光器モジュールは、画像センサ 190 を備える。画像センサは、光検出器であってもよい。例えば、画像センサは、例えば、CCD もしくは 2D CMOS または他のセンサであってもよい。検出器は、複数の領域を備えることができ、該複数の領域の各領域は、複数のセンサを備える。例えば、検出器は、複数の領域から成ってもよく、各領域は、2D CMOS の一連のピクセルである。検出器、または画像センサ 190 は、複数の領域の各領域が支持体アレイ 176 の異なるチャネルの直下になるように位置付けられてもよい。多くの実施形態では、分離された光経路は、フィルタアレイ 170 の単一フィルタから、開口部アレイ 172 の単一開口部、レンズアレイ 174 の単一レンズ、支持体アレイ 176 の単一止め具チャネル、画像センサ 190 の複数の領域の単一領域まで確立される。同様に、フィルタアレイ 170 にフィルタが存在するのと同様に、等しい数の平行な（交差しない）光経路が存在するように、フィルタアレイ 170 の各フィルタについて平行な光経路が確立されてもよい。

【0157】

画像センサ190は、フレキシブルプリント回路基板（PCB）184上に装着することができる。PCB184は、補強材186に取り付けられてもよい。いくつかの実施形態では、分光器ヘッド120に対する分光器モジュールの運動を防止するために、補強材は、金属補強材を含む。

【0158】

図6は、実施形態による分光器モジュール160の等角図を示す。分光器モジュール160は、本明細書に記載されるような多くの構成要素を備える。多くの実施形態では、支持体アレイ176は、センサの上のパッケージ上に位置付けられてもよい。多くの実施形態では、支持体アレイは、空隙が存在するように、センサアレイのベアダイの上部を覆って位置付けられてもよい。空隙は、10、9、8、7、6、5、4、3、2、または1マイクロメートル未満であってもよい。

10

【0159】

図7は、実施形態による分光器モジュール160内のレンズアレイ174を示す。この等角図は、実施形態による開口部アレイ172の不透過性材料に形成された開口部194を示す。多くの実施形態では、クロストークが抑制された複数の光経路を形成するために、支持体アレイ176の各チャネルが、フィルタアレイ170のフィルタ、レンズアレイ174のレンズ、および開口部アレイの開口部194と位置合わせされる。

【0160】

図8は、実施形態による分光器102を示す。分光器は、分光器モジュール160を備えることができる光学ヘッドを備えることができる。分光器は、温度センサモジュールをさらに備えることができる。多くの実施形態では、分光器は、照明モジュールを備える。多くの実施形態では、分光器は、照明モジュールとは異なる発光ダイオード196を備える。分光器はまた、別のデバイスにデータを通信するためのBluetooth（登録商標）モジュール、分光器プロセッサ106、電源、またはそれらの組み合わせ等のさらなる構成要素も備えることができる。

20

【0161】

詳細な説明は多くの詳細を含むが、これらは、本開示の範囲を限定するものと解釈されるべきではなく、本開示の異なる実施例および側面を例示しているに過ぎない。本開示の範囲は、上に詳述されていない他の実施形態を含むことを認識されたい。当業者には明白であろう種々の他の修正例、変更例、および変形例は、本明細書に記載されるような本発明の主旨および範囲から逸脱することなく、本明細書に提供される本開示の方法および装置の配置、動作、および詳細において行われてもよい。

30

【0162】

本明細書において使用される場合、同様の符号は同様の要素を特定する。

【0163】

本開示の好ましい実施形態が、本明細書に示され、かつ説明されてきたが、当業者には、そのような実施形態が例としてのみ提供されることは明白であろう。多数の変形例、変更例、および代替例は、本開示の範囲から逸脱することなく当業者に明白となるであろう。本明細書に記載される本開示の実施形態に対する種々の代替例は、本開示の範囲から逸脱することなく用いられ得ることを理解されたい。したがって、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲の範囲およびその均等物によってのみ定義されるものとする。

40

【図 1】

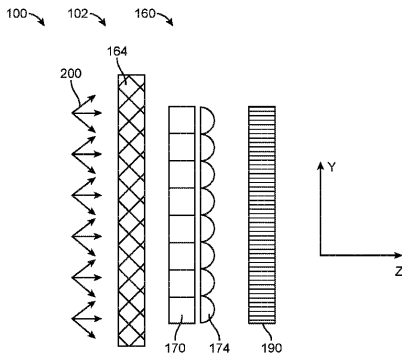


FIG. 1

【図 2】

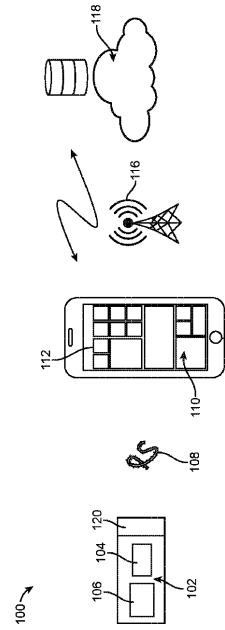


FIG. 2

【図 3】

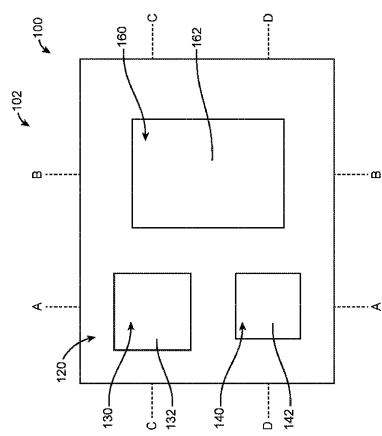


FIG. 3

【図 4】

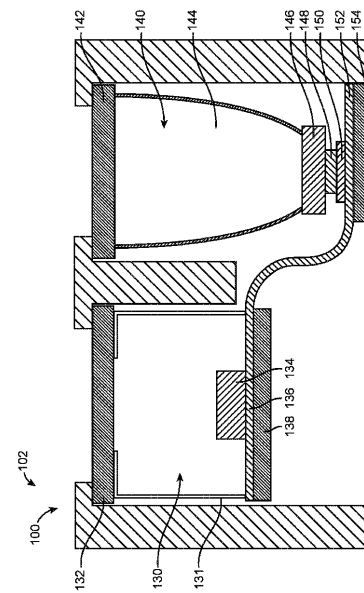


FIG. 4

【図 5】

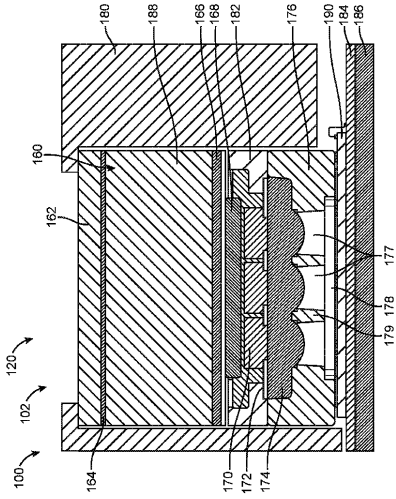


FIG. 5

【図 6】

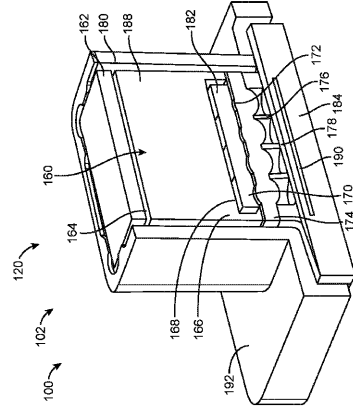


FIG. 6

【図 7】

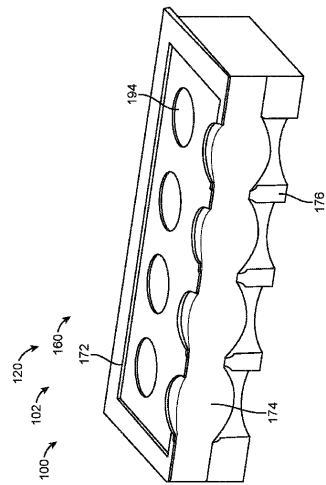


FIG. 7

【図 8】

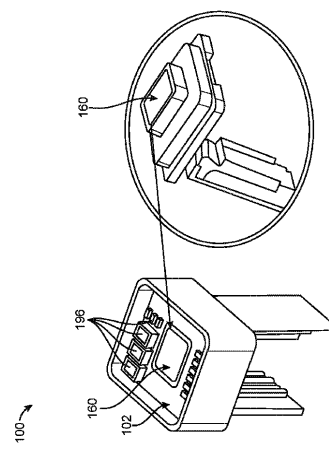


FIG. 8

【手続補正書】

【提出日】平成28年3月30日(2016.3.30)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光経路を備える分光器であって、前記光経路は、拡散板、フィルタマトリクス、およびレンズアレイを順次通過し、

前記光経路は、検出器で終端し、

前記検出器は、複数のセンサを備え、

前記拡散板から前記検出器までの前記光経路は、9 mm未満であり、

前記分光器の分解能は、10 nm未満である、
分光器。

【請求項 2】

前記拡散板で始まり前記検出器で終わる前記光経路は、4.5 mm未満である、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 3】

前記分光器の前記分解能は、5 nm未満である、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 4】

300 nmを超える検出可能な波長範囲を有する、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 5】

前記分光器は、分散性光学素子を備えない、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 6】

前記フィルタマトリクス内の前記フィルタの透過スペクトルは、入射角によって変化し、前記フィルタを用いて通過させられる有効な波長の範囲が光学フィルタの帯域幅よりも大きい、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 7】

前記フィルタマトリクスは、干渉フィルタから成る、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 8】

前記フィルタマトリクス内の前記フィルタは、異なるフィルタから出現する光の検出器上のクロストークを最小限に抑えるために特定の順序で配置される、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 9】

前記フィルタマトリクスと前記レンズアレイとの間に少なくとも1つの不透明な開口部アレイをさらに備える、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 10】

前記フィルタマトリクスと前記検出器との間に不透明な吸収性開口部アレイをさらに備える、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 11】

前記マトリクス内の複数のフィルタの各々のスペクトルは、前記マトリクス内の複数のフィルタの別のフィルタと重複し、前記重複は、2つの異なるフィルタによって生成されたスペクトルを合わせることができる、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 12】

照明システムをさらに備え、前記照明システムは、LEDを備える、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 13】

試料採取された材料の温度を測定することができる熱センサをさらに備える、請求項 1

に記載の分光器。

【請求項 14】

前記分光器の前に参照素子をさらに備える、請求項 1 に記載の分光器。

【請求項 15】

前記検出器は、2 D CMOS センサまたは 2 D CCD センサのうちの 1 つ以上を含み、前記複数のセンサは、2 D CMOS センサまたは 2 D CCD センサのうちの 1 つ以上の上のピクセルを含む、請求項 1 に記載の分光器。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0084

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0084】

方法が本明細書においてさらに提供され、本方法は、本明細書に記載される分光器を提供するステップを含む。

本明細書は、例えば、以下を提供する。

(項目 1)

フィルタアレイからセンサアレイまで延在する複数の分離された光路を備える、分光器

。

(項目 2)

上記センサアレイの複数の領域と、

上記フィルタアレイの複数のフィルタと、

レンズアレイの複数のレンズと、

上記センサアレイの上記複数の領域と上記レンズアレイの上記複数のレンズとの間に延在する支持体アレイであって、光不透過性材料で画定される複数の光透過チャンネルを備える、支持体アレイと、

をさらに備え、上記複数の分離された光路は、上記複数のチャンネルを分離するために、上記複数のレンズから上記複数のチャンネルを通して上記複数の領域まで延在する、項目 1 に記載の分光器。

(項目 3)

拡散板と、

複数の領域を備える検出器であって、上記複数の領域の各領域が複数のセンサを備える、検出器と、

複数のレンズを備えるレンズアレイであって、上記レンズアレイの各レンズが、上記複数の領域の領域に対応する、レンズアレイと、

上記レンズアレイに対応するフィルタアレイであって、複数のフィルタを備える、フィルタアレイと、

を備え、上記複数のフィルタの各フィルタは、上記複数のフィルタのうちの他のフィルタとは異なる波長の範囲を透過するように構成される、分光器。

(項目 4)

上記波長の範囲は、上記複数のフィルタのうちの上記他のフィルタの範囲と重複し、上記各フィルタは、上記複数のフィルタのうちの上記他のフィルタとは異なる中心波長を含む、項目 3 に記載の分光器。

(項目 5)

上記複数のフィルタは、複数の干渉フィルタを含み、上記複数の領域のそれぞれのスペクトルを決定するために、上記複数の干渉フィルタが、上記干渉フィルタのそれぞれを通る光路長を変化させるように上記複数のレンズとともに配置される、項目 3 に記載の分光器。

(項目 6)

上記フィルタアレイは、厚さならびに第 1 の側面および第 2 の側面を有する基板を備え、上記第 1 の側面は、上記拡散板に向かって配向され、上記第 2 の側面は、上記レンズアレイおよび検出器に向かって配向され、上記フィルタアレイは、上記アレイのレンズ間のクロストークを抑制するように上記レンズアレイに向かって配向された上記第 2 の側面上に複数のコーティングを備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 7)

上記第 2 の側面上の上記複数のコーティングは、複数の干渉フィルタを備え、上記第 2 の側面上の上記複数の干渉フィルタの上記それぞれは、上記複数のレンズのうちの 1 つのレンズに光の中心波長を透過するように構成される、項目 6 に記載の分光器。

(項目 8)

上記フィルタアレイは、上記フィルタアレイの上記第 1 の側面上に 1 つまたはそれを上回るコーティングを備える、項目 7 に記載の分光器。

(項目 9)

上記アレイの上記第 1 の側面上の上記 1 つまたはそれを上回るコーティングは、機械応力を均衡させるためのコーティングを備える、項目 8 に記載の分光器。

(項目 10)

上記フィルタアレイの上記第 1 の側面上の上記 1 つまたはそれを上回るコーティングは、光学フィルタを備える、項目 8 に記載の分光器。

(項目 11)

上記フィルタアレイの上記第 1 の側面上の上記光学フィルタは、赤外線を選択的に通過させるための IR パスフィルタを備える、項目 10 に記載の分光器。

(項目 12)

上記基板の上記第 1 の側面は、コーティングを備えない、項目 6 に記載の分光器。

(項目 13)

上記検出器と上記レンズアレイとの間に延在する支持体をさらに備え、上記支持体は、上記レンズアレイを支持し、かつ上記検出器からの焦点距離に上記レンズアレイを位置付けるために成形およびサイズ決定され、上記支持体は、上記アレイの上記複数のレンズから上記検出器の上記複数の領域まで光を通過させるための複数のチャネルを備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 14)

上記支持体は、上記複数のチャネル間のクロストークを抑制するために、上記複数のチャネルの上記それぞれの壁に位置する光吸収材料を含む、項目 13 に記載の分光器。

(項目 15)

支持体は、上記検出器の上面から上記レンズアレイの下面までの距離に延在する軸を備え、上記支持体は、上記上面から上記下面までの上記距離を上記焦点距離に固定するために剛性を有する、項目 13 に記載の分光器。

(項目 16)

画像センサは、上記複数のレンズのそれぞれをベアダイ面からの焦点距離に位置付けるように上記支持体と接触するベアダイ面を備える、項目 13 に記載の分光器。

(項目 17)

上記複数の領域は、複数の活性領域を備え、上記複数のチャネルは、上記複数の活性領域に対応し、上記支持体は、上記複数の活性領域から離れた複数の接触位置で上記ベアダイ面と接触するようにサイズ決定および成形された端部構造を備える、項目 16 に記載の分光器。

(項目 18)

光不透過性材料に形成される複数の開口部を備える開口部アレイをさらに備え、上記複数の開口部は、上記アレイの各レンズの透明なレンズ開口部を画定するような寸法であり、各レンズの上記透明なレンズ開口部は、上記アレイの 1 つのフィルタに限定される、項目 3 に記載の分光器。

(項目 1 9)

各レンズの上記透明なレンズ開口部は、上記アレイの1つのフィルタに限定される、項目 1 8 に記載の分光器。

(項目 2 0)

上記複数のフィルタのフィルタを上記拡散板と上記複数のレンズとの間の定位置に保持するためのフィルタ支持体をさらに備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 2 1)

上記複数のフィルタを密閉するように上記複数のフィルタの上に配置される光透過性プレートを上記複数のフィルタを密閉するように上記複数のフィルタの上に配置される光透過性プレートをさらに備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 2 2)

上記拡散板は、分析される試料の材料からの入射光を受光し、かつ拡散光を透過するように構成され、上記透過された拡散光の角度プロファイルは、実質的に固定され、かつ上記試料からの上記光の入射角とは実質的に無関係である、項目 3 に記載の分光器。

(項目 2 3)

上記拡散板は、ランバート配光を形成するためのコサイン拡散板を備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 2 4)

I R 透過性材料から成る I R パスフィルタを上記拡散板にさらに備え、上記拡散板は、上記 I R 透過性材料の表面に形成される、項目 3 に記載の分光器。

(項目 2 5)

上記表面の反対側の上記 I R 透過性材料の第 2 の表面に形成される第 2 の拡散板を上記拡散板にさらに備え、上記第 2 の拡散板は、上記拡散板にわたって入光を分布させる、項目 2 4 に記載の分光器。

(項目 2 6)

第 2 の I R パスフィルタおよび筐体をさらに備え、上記筐体は、上記拡散板、上記フィルタアレイ、および上記レンズアレイを覆い、上記筐体は、上記第 2 の I R パスフィルタおよび複数の開口部を備える支持体に連結され、上記支持体、上記フィルタアレイ、および上記レンズアレイを上記検出器のベア面に連結するために、上記拡散板、上記フィルタアレイ、および上記レンズアレイが、上記第 2 の I R パスフィルタと上記複数の開口部を備える上記支持体との間に順次配置される、項目 2 5 に記載の分光器。

(項目 2 7)

上記検出器からの信号に応じてスペクトルを決定するための命令を具現化する有形媒体を備えるプロセッサを上記検出器にさらに備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 2 8)

上記プロセッサは、材料の標的部位のスペクトルを決定するために、上記領域のそれぞれからのスペクトルを合わせるための命令を含む、項目 2 7 に記載の分光器。

(項目 2 9)

a) 第 1 の波長範囲内の一次放射線を放出するための一次放射線エミッタと、

b) 上記第 1 の波長範囲とは異なる第 2 の波長範囲内の二次放射線を放出するための二次放射線エミッタと、

を備える、照明器を上記拡散板にさらに備える、項目 3 に記載の分光器。

(項目 3 0)

上記一次放射線エミッタは、発光ダイオードまたはレーザダイオードのうちの 1 つまたはそれを上回るものを備え、上記二次エミッタは、燐光性プレート、燐光体プレート、燐光体粉末、ナノ結晶、またはナノ結晶粉末のうちの 1 つまたはそれを上回るものを備える、項目 2 9 に記載の分光器。

(項目 3 1)

上記二次放射線エミッタは、上記二次エミッタの加熱を抑制するように上記一次放射線エミッタのパッケージに接触し、上記パッケージは、上記二次放射線エミッタから熱を逃がすためのヒートシンクを備える、項目 2 9 に記載の分光器。

(項目 3 2)

上記二次エミッタの加熱を抑制するために、上記二次放射線エミッタと上記一次放射線エミッタのパッケージとの間に隙間が延在する、項目 2 9 に記載の分光器。

(項目 3 3)

上記検出器の視野および照明器の視野と重複するように配向された視野を有する、温度センサをさらに備える、項目 2 9 に記載の分光器。

(項目 3 4)

上記照明器は、上記二次放射線エミッタから上記検出器の視野に向けて光を誘導するように配置された光学部品を備える、項目 2 9 に記載の分光器。

(項目 3 5)

筐体と、

光透過性カバープレートと、

拡散板と、

複数のフィルタを備えるフィルタアレイと、

複数のレンズを備えるレンズアレイと、

複数のチャンネルを備える支持体と、

を備え、上記筐体は、スペクトルを測定するための検出器に上記支持体を配置するために、上記アセンブリの第 1 の端部、および上記アセンブリの第 2 の端部の支持体上で上記拡散板、上記フィルタアレイ、および上記レンズアレイを上記透過性カバープレートで覆う、分光器アセンブリ。

(項目 3 6)

光経路を備える分光器であって、上記光経路は、拡散板、フィルタマトリクス、およびレンズアレイを順次通過し、

上記光経路は、検出器で終端し、

上記検出器は、複数のセンサを備え、

上記拡散板から上記検出器までの上記光経路は、9 mm 未満であり、

上記分光器の分解能は、10 nm 未満である、

分光器。

(項目 3 7)

上記拡散板で始まり上記検出器で終わる上記光経路は、6 mm 未満である、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 3 8)

上記拡散板で始まり上記検出器で終わる上記光経路は、4.5 mm 未満である、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 3 9)

上記分光器の上記分解能は、8 nm 未満である、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 4 0)

上記分光器の上記分解能は、5 nm 未満である、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 4 1)

100 nm を超える検出可能な波長範囲を有する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 4 2)

200 nm を超える検出可能な波長範囲を有する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 4 3)

300 nm を超える検出可能な波長範囲を有する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 4 4)

上記分光器は、分散性光学素子を備えない、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 4 5)

光を受光するための検出器を備える分光器であって、上記検出器によって受光される上記光は不連続スペクトルである、分光器。

(項目 4 6)

フィルタマトリクスをさらに備え、上記フィルタマトリクスは、複数のサブフィルタを備える、項目 4 5 に記載の分光器。

(項目 4 7)

上記検出器上の 1 点が複数のサブフィルタから光を受光する、項目 4 6 に記載の分光器。

(項目 4 8)

上記光経路内の上記フィルタマトリクスの前にプレフィルタをさらに備える、項目 3 6 または 4 5 に記載の分光器。

(項目 4 9)

上記プレフィルタは、(a) 吸収ガラスおよび (b) 干渉フィルタから成る群から選択される、項目 4 8 に記載の分光器。

(項目 5 0)

上記拡散板は、コサイン拡散板である、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 5 1)

上記拡散板と上記フィルタマトリクスとの間に二次拡散板が追加される、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 5 2)

上記拡散板と上記二次拡散板との間の距離は、少なくとも 0.5 mm である、項目 5 1 に記載の分光器。

(項目 5 3)

上記フィルタマトリクス内の上記フィルタの透過スペクトルは、入射角によって変化する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 5 4)

上記フィルタマトリクスは、干渉フィルタから成る、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 5 5)

上記干渉フィルタは、2 mm より薄い基板上に配置される、項目 5 4 に記載の分光器。

(項目 5 6)

上記干渉フィルタは、基板の片側のみに配置される、項目 5 4 に記載の分光器。

(項目 5 7)

上記干渉フィルタの上記配置された側は、上記レンズアレイに向けられている、項目 5 6 に記載の分光器。

(項目 5 8)

上記フィルタマトリクス内の上記フィルタは、異なるフィルタから出現する光の検出器上のクロストークを最小限に抑えるために特定の順序で配置される、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 5 9)

上記フィルタマトリクスと上記レンズアレイとの間に少なくとも 1 つの不透明な開口部アレイをさらに備える、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 6 0)

上記フィルタマトリクスと上記検出器との間に不透明な吸収性開口部アレイをさらに備える、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 6 1)

上記レンズアレイ内の上記レンズの光学面は、非球面である、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 6 2)

上記レンズアレイの個々のレンズは、2 つの光学面を有し、両方の光学面が実質的に凸状である、項目 6 1 に記載の分光器。

(項目 6 3)

上記マトリクス内の各フィルタの上記スペクトルは、上記マトリクス内の別のフィルタと重複する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 6 4)

重複は、2つの異なるフィルタによって生成されたスペクトルを合わせることができる、項目 6 3 に記載の分光器。

(項目 6 5)

照明システムをさらに備える、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 6 6)

上記照明システムは、L E Dを備える、項目 6 5 に記載の分光器。

(項目 6 7)

上記 L E Dは、少なくとも2つの群に分割され、それぞれが異なる時間に操作される、項目 6 6 に記載の分光器。

(項目 6 8)

熱制御のための少なくとも1つの電力抵抗器をさらに備える、項目 6 5 に記載の分光器。

(項目 6 9)

上記 L E Dの前に燐光体プレートをさらに備える、項目 6 6 に記載の分光器。

(項目 7 0)

上記燐光体は、近赤外線燐光体である、項目 6 9 に記載の分光器。

(項目 7 1)

試料採取された材料の温度を測定することができる熱センサをさらに備える、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 7 2)

上記分光器の前に参照素子をさらに備える、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 7 3)

上記参照素子は、取り外し可能である、項目 7 2 に記載の分光器。

(項目 7 4)

上記参照素子は、移動可能である、項目 7 2 に記載の分光器。

(項目 7 5)

上記検出器は、2 D C M O Sセンサである、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 7 6)

上記複数のセンサは、C C D上のピクセルである、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 7 7)

上記複数のセンサは、それぞれ、1つより多くの狭い波長域からの光を受光する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 7 8)

上記複数のセンサは、それぞれ、上記フィルタマトリクス of 1つより多くのフィルタから光を受光する、項目 3 6 に記載の分光器。

(項目 7 9)

スペクトルを測定する方法であって、スペクトルを測定するために、フィルタアレイからセンサアレイまで延在する複数の分離された光路に沿って光を透過するステップを含む、方法。

(項目 8 0)

上記スペクトルは、複数のスペクトルを含む、項目 7 9 に記載の方法。

(項目 8 1)

項目 1 ～ 7 8 のいずれか 1 項に記載の分光器を提供するステップを含む、方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IL2014/050688

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G01J 3/51 (2014.01) CPC - G01J 3/513 (2014.11) 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) IPC(8) - G01J 3/00, 46, 50, 51 (2014.01) USPC - 356/402, 408, 416 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - G01J 3/00, 46, 50, 51, 513 (2014.11) (keyword delimited) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google Patents, Google Search terms used: spectrometer, isolated path, filter array, sensor array		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/0163641 A1 (SHRODER) 07 November 2002 (07.11.2002) entire document	1-2, 79-80
A	US 2010/0284005 A1 (MALINEN et al.) 11 November 2010 (11.11.2010) entire document	1-2, 79-80
A	US 7,286,233 B2 (PIZZI) 23 October 2007 (23.10.2007) entire document	1-2, 79-80
A	US 2002/0131047 A1 (ZARRABIAN et al.) 19 September 2002 (19.09.2002) entire document	1-2, 79-80
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.		
* 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 14 January 2015		Date of mailing of the international search report 26 JAN 2015
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IL2014/050688

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☒ Claims Nos.: 81
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1, 2, 79, 80

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IL2014/050688

Continuation of Box III: Lack of unity

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claims 1-2,79-80, drawn to a spectrometer comprising: a plurality of isolated optical paths.

Group II, claims 3-44,46-78, drawn to the spectrometer comprising: a diffuser

Group III, claims 45-47, drawn to a spectrometer comprising a detector for receiving light wherein the light received by the detector is a noncontiguous spectrum.

The inventions listed as Groups I, II and III do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: the special technical feature of the Group I invention: a plurality of isolated optical paths extending from a filter array to a sensor array as claimed therein is not present in the invention of Groups II and III. The special technical feature of the Group II invention: a diffuser as claimed therein is not present in the invention of Groups I or III. The special technical feature of the Group III invention: wherein the light received by the detector is a noncontiguous spectrum as claimed therein is not present in the invention of Groups I or II.

Groups I, II and III lack unity of invention because even though the inventions of these groups require the technical feature of the spectrometer comprising: optical paths; a detector comprising multiple sensors; a filter, this technical feature is not a special technical feature as it does not make a contribution over the prior art.

Specifically, US 2002/0163641 A1 (SHRODER) 07 November 2002 (07.11.2002) teaches the spectrometer comprising (a spectrometer device, Para. 26); optical paths (a plurality of fibers in a coherent fiber faceplate coupling the optical filter and the optical detector array, Para. 26); a detector comprising multiple sensors and a filter (the sensor assembly generally includes an optical filter, an optical detector array, Para. 26).

Since none of the special technical features of the Group I, II or III inventions are found in more than one of the inventions, unity of invention is lacking.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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

(74)代理人 100181674

弁理士 飯田 貴敏

(74)代理人 100181641

弁理士 石川 大輔

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 ゴールドリング, ダミアン

イスラエル国 6912704 テル アビブ, アブラハム ボイアー ストリート 4

(72)発明者 シャロン, ドロアー

イスラエル国 6099100 ベネイ アタロット, ベネイ アタロット

(72)発明者 プロデツキー, ガイ

イスラエル国 7628024 レホボト, ウェイズマン ストリート 11

(72)発明者 ラフ, アミット

イスラエル国 4537204 ホド ハシャロン, ザルマン シャザル ストリート 7

(72)発明者 カプラン, メナヘム

イスラエル国 6935897 テル アビブ, トルコフスキー ストリート 15

(72)発明者 ローゼン, セイジー

イスラエル国 7039500 ネットツェル シレニ, ネットツェル シレニ

(72)発明者 ケイラフ, オメル

イスラエル 4464508 ケフェア サバ, エフッド マナー ストリート 23

(72)発明者 キンロット, ウリ

イスラエル国 4526894 ホド ハシャロン, ハドロアー ストリート 25

(72)発明者 エンゲルハート, カイ

ドイツ国 デー91054 ブッケンホーフ, フォルストゥーベ 14

(72)発明者 ニル, イッター

イスラエル国 6200906 テル アビブ, ルイス マーシャル ストリート 46

Fターム(参考) 2G020 AA03 AA04 AA05 CA01 CA02 CA04 CB06 CB36 CB43 CB54

CC23 CC28 CC63 CD06