

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5479682号

(P5479682)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014.4.23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014.2.21)

(51) Int. Cl.		F I	
GO 1 J	3/26	(2006.01)	GO 1 J 3/26
GO 1 J	3/45	(2006.01)	GO 1 J 3/45

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-546117 (P2007-546117)  
 (86) (22) 出願日 平成17年12月15日(2005.12.15)  
 (65) 公表番号 特表2008-524569 (P2008-524569A)  
 (43) 公表日 平成20年7月10日(2008.7.10)  
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2005/003147  
 (87) 国際公開番号 W02006/064134  
 (87) 国際公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)  
 審査請求日 平成20年12月8日(2008.12.8)  
 (31) 優先権主張番号 0452992  
 (32) 優先日 平成16年12月15日(2004.12.15)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

前置審査

(73) 特許権者 507118035  
 ユニヴェルシテ ジョゼフ フォーリエル  
 UNIVERSITE JOSEPH F  
 OURIER  
 フランス国 F-38041 グルノーブ  
 ル セデックス アブニュー サントラル  
 621 ドメヌ ユニヴェルシテール  
 ドゥ サン マルタン デール  
 (73) 特許権者 506079836  
 アンステイテュー ポリテクニーク ドゥ  
 グルノーブル  
 フランス国 38031 グルノーブル,  
 アヴェニュー フェリクス ヴィアレ 4  
 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 干渉分光検出器およびカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導波路であって、前記導波路は、入力側と、前記導波路の入力側と反対側のミラーとを有し、前記ミラーは、前記導波路内において、定常電磁波を生成する、前記導波路と、電磁波の局所的強度の関数として電気信号を伝える電磁線の検出手段とを備える干渉分光器において、前記電磁線の検出手段による検出は、入力側とミラーとの間で行なわれ、

前記干渉分光器は、

前記検出手段が、前記導波路から電磁波の少なくとも一部を取り出すのに好適な少なくとも一つの光学素子を備え、

前記検出手段が、入力側とミラーとの間に分配された複数の局所検出器を備え、

前記局所検出器が、対象とするスペクトルの低い方の値に対応する波長の4分の1よりも小さいことを特徴とする干渉分光器。

【請求項 2】

前記局所検出器は実質的に等間隔であることを特徴とする請求項 1 に記載の干渉分光器。

【請求項 3】

連続する局所検出器が、対象とするスペクトルの低い方の値に対応する波長の4分の1に実質的に等しい距離だけ離間して配置されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の干渉分光器。

【請求項 4】

10

20

前記局所検出器から送出される信号をサンプリングするとともにサンプル値信号の関数としてスペクトルを決定するコンピュータをさらに備え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干渉分光器。

【請求項 5】

前記局所検出器から送出される信号の関数としてスペクトルを伝えるアナログ・コンピュータをさらに備える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干渉分光器。

【請求項 6】

導波路はシングル・モード・タイプであることを特徴とする請求項 1 に記載の干渉分光器。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の干渉分光器の複数によって構成される分光結像システムであって、複数の干渉分光器はマトリックス構成で配置され、前記複数の干渉分光器の入力側は入力光学システムの焦点面内に配置されることを特徴とする分光結像システム。

【請求項 8】

前記複数の干渉分光器は、前記マトリックス構成で一様に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の分光結像システム。

【請求項 9】

前記複数の干渉分光器は、前記マトリックス構成で非一様に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の分光結像システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電子検出器の分野に関する。

本発明は、より詳細には、電磁界についてのスペクトル情報を伝えることができる電子検出器に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、検出器には、入射光子の波長を測定する能力はない。せいぜい、超伝導トンネル機能 (S T A) タイプの超伝導技術である。この技術は、使用方法が非常に複雑であるとともに、得られるスペクトル分解能が限られている。

30

【0003】

また従来技術では、光子の波長を記憶して保持することができる光化学分子も知られている。しかしこのような分子は、非常に狭いスペクトル・ドメインに限られており、また費用のかかるスキャナを用いて変換する必要がある。

【0004】

さらに一般的に、フィールド分光が、大量の分光器を用いて 2 次元の検出器上に光を分配することによって、行なわれている。

このような現在の検出器だけでなく、すでに 1891 年にガブリエル・リップマン (G a b r i e l L i p p m a n n) が提案した検出器についても述べておく必要がある。この検出器は、ゼラチンの厚み中に存在する銀ハロゲン化物の増感作用に基づくものであり、ミラーを反射して定常波を形成する光によってもたらされる効果を用いている。

40

【0005】

それに関連して、従来技術において、米国特許第 6044102 号明細書 (ラベリ) では、光ファイバを介して情報を送信するための方法およびシステムが説明されている。光信号が、逆リップマン効果を用いて情報を多重化しているレーザに基づいたシステムによって放出される。その特許の、信号のデコーディングを扱う部分において、リップマン効果に基づいた多重化システムが開示されている。さらに、そのレーザ放射システムのように配置されている感光性媒体について説明されている。しかし効果的で実用的な実施形態

50

は示されていない。

【0006】

この文献では、リップマン効果を利用することが開示されている。しかしそれは、レーザのバンド幅と同じオーダーの狭いスペクトル・ドメインに限られている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって本発明の目的は、導波路のバンド幅と同じオーダーの幅に対する従来技術の欠点を打開することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、従来技術の欠点を緩和するために導波路内でリップマン効果を用いることを目的とし、またこうするために、本発明では、入力側と反対側のミラーとを有する導波路と、電磁波の局所的強度の関数として電気信号を伝える電磁線の検出手段とを備え、前記検出は入力側とミラーとの間で行なわれることを特徴とする干渉分光検出器を提供する。

【0009】

好ましくは、導波路はシングル・モード・タイプである。ある程度の解像度制限が緩和されるならば、導波路はマルチ・モードであっても良い。

好ましくは、前記検出手段には、入力側とミラーとの間に分配された複数の局所検出器が備わっている。

【0010】

好ましくは、前記検出手段には、少なくとも1つの移動型の局所検出器が備わっており、この検出器は、入力側とミラーとの間で移動するように載置されている。

この場合、検出器はさらに、移動型の局所検出器の位置を決定するための手段を備えていて、前記局所検出器の位置と電磁波の局所的強度との関数として信号を伝えるようになっている。

【0011】

加えて、前記局所検出器は、実質的に等間隔であるか、または定常波の外乱を最小にするために非周期関係に従って分配される。

好ましくは、連続する局所検出器が、対象とするスペクトルの低い方の値に対応する波長の4分の1に実質的に等しい距離だけ離間に配置される。

【0012】

好ましくは、検出器はさらに、前記局所検出器から送出される信号をサンプリングするとともにサンプル値信号の関数としてスペクトルを決定するコンピュータを備えている。

好ましくは、検出器はさらに、局所検出器から送出される前記信号の関数としてスペクトルを伝えるアナログ・コンピュータを備えている。

【0013】

また本発明は、本発明の複数の検出器によって構成される分光結像システムであって、検出器は、マトリックス構成で配置され、検出器の入力側は入力光学システムの焦点面に配置されることを特徴とする分光結像システムを提供する。

【0014】

マトリックスは一様であるかまたは非一様である。

本発明は、本発明の実施形態の説明として単に与えられた以下の説明から、また添付の図を参照して、より良く理解される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の検出器には、光導波路または「ライト・ガイド」1が備わっている。本発明の目的上、用語「導波路」は、一般的に以下のものを指定するために使用される。中空でない導波路たとえば光ファイバ、または中空の導波路、またはアンテナが先に来るライン、たとえば同軸の導波路である。導波路は、好ましくはシングル・モードまたは「モノモー

10

20

30

40

50

ド」であることに注意されたい。こうしてシステムの寸法は、分析される数波長分に匹敵し、したがって分光に対して用いられる従来技術のすべてのシステムと比べて非常に小さい。

【0016】

導波路1では、入力側1aと出口側における反対側1bとが規定される。そしてミラー2が、導波路の反対側1bに配置されている。

その結果、定常波3が、導波路1内にリップマン効果によって生成される。

【0017】

前記定常波の強度は、 $I(x) = I - \cos(4\pi x / \lambda)$ の形式の正弦波空間分布に適合する。ここで、 $I$ は強度、 $x$ はミラーまでの距離、 $n$ は波が伝搬する媒体の屈折率、 $\lambda$ は波長である。

10

【0018】

本発明の一般的な原理は、光強度の検出が可能な感光性の局所検出器を用いること、および光のスペクトルを取り出すことである。

第1の実施形態では、固定された複数の局所検出器5が導波路1の外側に配置されている。前記局所検出器を作製する際には、たとえば材料として、導波路1から出てくるエバネッセント波に敏感であるものを用いることができる。そして検出器5は、エバネッセント波の強度をサンプリングする。

【0019】

当業者であれば容易に理解できるように、波長の検出が求められる場合には、検出器を、 $\lambda/4$ に実質的に等しい距離だけ離間に配置して、対応する信号を再構成する。

20

より広いスペクトルを検出するためには、この距離は、対象とするスペクトルの低い方の値に対応する波長の4分の1でなければならない。その結果、低い方の波長は、それほど効果的には検出されないか、または実際には干渉システムにはまったく寄与しなくなる。

【0020】

スペクトルが、より狭いスペクトル・ドメインに限られている場合には、局所検出器を離間に配置することを、狭帯域においてシャノンの定理に適合しながら干渉図形をサブサンプリングするための方法などによって、行なうことができる。この場合、検出器のサイズは、最短波長の4分の1未満に維持されなければならない。

30

【0021】

こうして検出器層5には、たとえば互いに等間隔の複数の局所検出器が備わっている。しかし一様に分配されていると、波の送信がブラッグ効果によって乱される可能性があるということに注意しなければならない。

【0022】

この問題を解決するために、次のことが任意的に可能である。すなわち連続的な感光性媒体を、導波路と、一様に離間配置された局所検出器との間に配置するか、あるいは局所検出器を非周期的に、たとえば素数の列によって規定される間隔の組を用いて、配置することである。

【0023】

前記検出器は、本発明の範囲を限定することなく、種々のタイプとすることができることに注意されたい。

40

たとえば、検出器は、薄く形成された半導体基板上に形成された光伝導性のp-n接合であって、基板にはフォトダイオードと電極とが設けられており、フォトダイオードの端子において電流を集めるようになっている。基板は、導波路1に隣接して分子付着または粘着結合によって配置されている。

【0024】

また検出器は、超伝導体ワイヤを用いたマイクロボロメータのアレイを、導波路1の入力側とミラー2との間に分配したものとすることができる。

マイクロアンテナ、セレン・タイプの光導電体、またはジョセフソン効果タイプの光検

50

出器も使用できる。

【0025】

特定の実施形態では、システムによって分析される最短波長の4分の1よりも小さい光学素子を導波路の付近または導波路内に配置することで、波の一部を測定してそれをシステムの付近に配置された検出器（たとえば電荷結合素子（CCD）画素など）に伝えることもできる。このような光学素子は、拡散点、ファセット、または波のエネルギーの迂回路を生成する任意の材料またはシステムとすることができる。いったん波が導波路から取り出されたら、前記波をリモート・センサへ送信することで、導波路内部の波の状態を表わす遠隔検出を入力側とミラーとの間で行なうことができる。

【0026】

このようにして、本発明により導波路の入力側とミラーとの間で電磁線を検出することが、前述したように波の一部を光学素子を介して出させることによって、可能となる。したがって、波の一部を導波路から出させるために用いる光学素子は、本発明の検出手段の一部である。この場合、検出は、いったんある程度の量のエネルギーが導波路から取り出されたら、導波路から離れて行なうことができる。

【0027】

図3に、マイクロ波の分野での実施形態を示す。アンテナ10が配置され、そこからライン11が延びている。ライン11は超伝導とすることができる。ライン11の端部はミラーのように作用する。要素12はN個のマイクロポロメータであり、それぞれ信号の1/N部分を請け負う。ポロメータ間の間隔は、一様であるか、あるいはブラッグ反射を避けるために非一様である。

【0028】

図4に、本原理の実施形態を、光ファイバ20の端部上に示す。ミラー21が、ファイバのコアの終わりに配置されている。局所検出器22たとえば超伝導体ワイヤでは、ホット・エレクトロン・ポロメータ（HEB）効果が用いられている。この効果については、たとえば、ローマシュタイン（Romes t a i n）らによる刊行物「ニュー・ジャーナル・オブ・フィジックス（New Journal Of Physics）第6巻、2004年」に説明されている。ワイヤ23によって、エレクトロニクスとの接続が形成されている。

【0029】

本構成は、平面導波路に対して用いられる。

第2の実施形態（図示せず）では、検出は、入力側とミラーとの間で移動するように載置された1つまたは複数の移動型の検出器によって行なわれる。この場合、装置には、検出器の位置を決定するための手段が含まれている。

【0030】

そして、使用する移動型の検出器は、前述したタイプのものですることができる。

次のことが理解できる。すなわち、前述した実施形態の両方において、検出器を導波路の外側に配置して、検出器によってエバネッセント波の強度が測定される。しかし検出器を導波路自体の内部に配置して、定常波自体についての測定を行なうこともできる。しかしこの場合、検出器が存在するために光の反射が生じ、この反射は補正する必要があり得る。

【0031】

両方の実施形態において、検出器により検出が行なわれた後で、送出された信号をサンプリングする。装置はさらに、局所検出器からの情報を多重化するための多重化システム、アナログまたはデジタル処理用のコンピュータを備える。コンピュータは、プロセッサ、マイクロプロセッサ、またはデジタル・シグナル・プロセッサ（DSP）とすることができる。

【0032】

次に波のスペクトルが、検出器から送出される信号をフーリエ変換することによって得られる。

10

20

30

40

50

変形では、波のスペクトルを、固定値の表に対する回帰によって得ることもできる。

【 0 0 3 3 】

次に図 2 に、単色波に対して本発明の検出器によって得られる干渉図形の例を示す。

また本発明は、前述したような複数の検出器をマトリックス構成で配置したものを含む分光結像システムに関する。図 5 および 6 に、前記複数の検出器を検出器マトリックスのサポートの表面に配置したものからなる構成要素の 2 つの実施形態を示す。マイクロレンズまたはホーンを設けることによって、波をシングル・モード導波路にマッチングさせることが可能となるとともに、サポート上のスペースが解放されて、検出器の動作に必要なエレクトロニクスを組み込むことが可能となる。

【 0 0 3 4 】

図 5 および 6 において、前述した検出器のメイン要素とともに、ミラー 5 4 および 6 4、導波路およびミラーをサポートするサポート 5 3 および 6 6、検出器の組 5 2 および 6 2 を認識することができる。

【 0 0 3 5 】

また前記マトリックスにおいて波についての測定を行なうために、光学システムとして、その焦点面内に本発明の検出器のマトリックスが存在するように配置された光学システムも使用される。

【 0 0 3 6 】

マトリックスのすべての検出器からの信号が取り出される。そして、前述したように、スペクトルがすべての点に対してコンピュータによって再構成される。その結果、スペクトル画像が得られる。

【 0 0 3 7 】

検出マトリックスを形成する多数の検出器に対する算出時間を最小にするために、処理を並列化できることを理解されたい。

前述において、本発明を一例として説明した。当業者であれば、特許の範囲を超えることなく、本発明の種々の変形を実施できることを理解されたい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】 単純な導波路を用いた本発明の検出器を示す図である。

【 図 2 】 本発明の検出器によって得られる干渉図形の例を示す図である。

【 図 3 】 無線の分野におけるマイクロ波周波数ラインを用いた本発明の検出器を示す図である。

【 図 4 】 局所検出器（ホット・エレクトロン・ボロメータ（HEB）超伝導体ワイヤなどが配置されるコアまで研磨された光ファイバを用いた本発明の検出器を示す図である。

【 図 5 】 シングル・モード導波路にマッチするためにマイクロレンズが設けられた要素を用いた本発明の検出器を示す図であり、要素は、集積回路タイプの基板の表面に垂直に配置されてマトリックスを形成している。

【 図 6 】 図 5 の検出器においてマイクロレンズの代わりにホーンを用いたものと、環状の局所検出器の例とを示す図である。

10

20

30



【 図 6 】

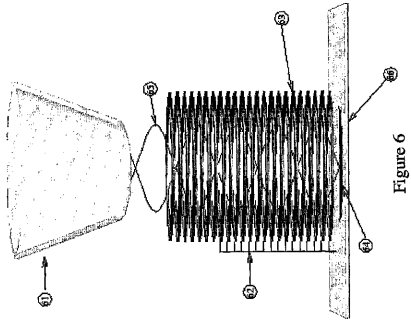


Figure 6

## フロントページの続き

(74)代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74)代理人 100142907

弁理士 本田 淳

(72)発明者 ル コアレ、エティエンヌ

フランス国 F - 3 8 1 0 0 グルノーブル リュ シディ ブラヒム 5 0

(72)発明者 ベネク、ピエール

フランス国 F - 3 8 1 0 0 グルノーブル アブニュ ライン エ ダヌーブ 4 1

審査官 高 場 正光

(56)参考文献 特公平01 - 030092 (JP, B2)

特開2001 - 215371 (JP, A)

信吉輝己 他, “光ファイバインタコネクションにおけるSNOMによるSWR測定”, 電子情報通信学会技術研究報告 OCS[光通信システム], 2004年10月28日, Vol.104, No.410, pp.23-26

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J3/00 - 3/52

G01J9/00 - 9/04

G01N21/00 - 21/61