(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-226399
(P2004-226399A)
(43)公開日　平成16年8月12日(2004.8.12)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
G01J 3/18	G01J 3/18	2G020

審査請求 未請求　請求項の数 10　OL　（全 13 頁）

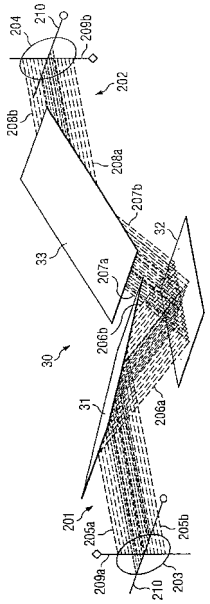
(21)出願番号　特願2004-5179(P2004-5179)
(22)出願日　平成16年1月13日(2004.1.13)
(31)優先権主張番号　10/349898
(32)優先日　平成15年1月23日(2003.1.23)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　10/361304
(32)優先日　平成15年2月10日(2003.2.10)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
ＡＧＩＬＥＮＴ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ，　ＩＮＣ．
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ページ・ミル・ロード　３９５
３９５　Ｐａｇｅ　Ｍｉｌｌ　Ｒｏａｄ　Ｐａｌｏ　Ａｌｔｏ，Ｃａｌｉｆｏｒｎｉａ　Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　100087642
弁理士　古谷　聡
(74)代理人　100076680
弁理士　溝部　孝彦
(74)代理人　100121061
弁理士　西山　清春

最終頁に続く

(54)【発明の名称】加算及び減算モードの間で多重経路モノクロメータの動作を変更するための動的な方法

(57)【要約】
【課題】加算モードと減算モードとに切り換えて動作可能なモノクロメータを提供する。
【解決手段】反転光学系20,30は、分散性媒体17を通る１つ以上の経路を形成するビーム201を用いて、モノクロメータ10の波面203を分散面209a、209bに対して反転させるために使用される。さらに、この反転機能をオンまたはオフすることができ、これにより、加算型モノクロメータアーキテクチャと減算型モノクロメータアーキテクチャとの間で可逆的(401a,401b)に変換することができる。反転は、ビームと同軸をなす軸の周りに直交するように、前後にまたは単調に反転光学系を向け直すことにより、または、反転光学系41a,41bの一部または全てをビーム内及びビーム外に移動させる(401a,401b)ことにより達成される。反転光学系の例には、ドーブプリズム20及び等価な複数の全反射性表面30が含まれる。
【選択図】図３Ａ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
分散性媒体（１７）を通る光ビームの１つより多くの経路を利用してモノクロメータ（１０）内における光ビーム（２０１）の波面（２０３）を分散方向に対して反転するシステムにおいて、前記システムが、
少なくとも１つの反射表面（３１，３２，３３）を有する少なくとも１つの光学部品（３０，４０）を備え、
前記少なくとも１つの光学部品は、前記光ビームを第１の光路（２０１）から偏向させ、この偏向された光ビームを前記第１の光路と同軸の第２の光路（２０２）に沿って向け直すために、前記分散性媒体を通る前記光ビームの連続的な経路間において前記光ビーム内に配置されたときに、前記第２の光経路内における波面（２０４）が、前記第１の光路内における前記波面から分散方向（２０９ａ，２０９ｂ）に対して反転されるように動作可能であり、
前記反転が、前記少なくとも１つの光学部品の位置に依存して、可逆的（４０１ａ，４０１ｂ）に動作可能であることからなる、システム。
【請求項２】
前記反転が、前記第１の光経路と同軸をなす軸のまわりに直角に、前記少なくとも１つの光学部品を向け直すことによって可逆的に動作可能である、請求項１に記載のシステム。
【請求項３】
前記少なくとも１つの光学部品が、ドーブプリズム（２０）から構成される、請求項１に記載のシステム。
【請求項４】
前記少なくとも１つの光学部品が、複数の光学的な全反射表面（３０）を含む、請求項１に記載のシステム。
【請求項５】
分散性媒体（１７）を通る２つ以上の経路を形成する光ビーム（２０１）を利用して、モノクロメータ（１０）の加算モード動作と減算モード動作とを切り換えるための方法において、
前記分散性媒体を通る前記光ビームの連続する経路の間において前記光ビーム内に少なくとも１つの光学部品（３０，４０）を配置するステップと、
前記少なくとも１つの光学部品を通して前記光ビームを伝送するステップと、
前記分散性媒体の分散方向（２０９ａ，２０９ｂ）に関して前記伝送された光ビームの波面（２０４）を反転するステップ
とを含み、
前記反転するステップが、前記配置に依存して可逆的である（４０１ａ，４０１ｂ）ことからなる、方法。
【請求項６】
前記反転するステップが、光路のセグメントから前記光ビームを偏向させ、この偏向された光ビームを、前記第１のセグメントと同軸をなす前記光路の第２のセグメントに向け直し、これにより、前記第２のセグメントにおける前記波面が、前記第１のセグメントにおける前記波面から反転されるようにするステップを含むことからなる、請求項５に記載の方法。
【請求項７】
前記反転するステップが、前記光路の前記第１のセグメントと同軸をなす軸のまわりに直角に、前記少なくとも１つの光学部品を向け直すことによって逆の動作をする、請求項６に記載の方法。
【請求項８】
前記反転するステップが、前記光路（２０１）の前記第１のセグメント内（４０１ａ）及び外（４０１ｂ）に交互に、前記少なくとも１つの光学部品のコンポーネント（４１ａ

，４１ｂ）を移動させることによって逆の動作をする、請求項６に記載の方法。
【請求項９】
前記モノクロメータが、直列デュアルモノクロメータである、請求項５に記載の方法。
【請求項１０】
前記モノクロメータが、前記分散性媒体を通る前記光ビームの２つの経路を利用する、請求項５に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光スペクトル解析に関し、より詳しくは、加算及び減算モードの間で、複数経路（multiple-pass。または多重経路）モノクロメータの動作を変更するための動的なシステム及び方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
光ビームが、分散性媒体に関して複数の分散経路を形成するようにすることが可能であるが、簡単化のため、２経路の場合について、関連する原理を説明する。
【０００３】
図１に、分散性要素として回折格子１７を有する２経路（double-pass）モノクロメータ１０を組込んだ既存の光スペクトル解析器（ＯＳＡ）（非特許文献１参照）を概略的に示す。一般的には、入力開口として機能することができる入力ファイバ１１を通して入る入力ビーム１２ａは、第１のミラー１３ａ及び第２のミラー１３ｂによって、コリメート（平行化）要素１６を通して２つの経路１２ａ及び１２ｃにおいて回折格子１７に向けられる。２つの経路の間で、ビームは、開口寸法の範囲を与えるために、通常、スリットホイール１４内に組込まれている中間分解能画定開口を通して送られる。コリメート要素１６、例えばレンズは、それぞれの経路１２ｂ及び１２ｄにおいて格子１７の表面からの回折された光を、スリットホイール１４の光学平面に戻すように再集束させる。出力ビーム１２ｅは、出力ミラー１３ｃによって出力ファイバ１８の方に向けられる。この出力ファイバは、モノクロメータ１０の出力開口として動作することができ、これにより、システムにおける拡散光を減少し、かつ回折及び結合効果により、単一経路モノクロメータと比較して分解能帯域幅を改善する。
【０００４】
図１における座標軸では、格子分散方向は、ｙ軸に対して平行であり、このｙ軸は、図の面に対して垂直である。一方、非分散方向は、図の面に対して平行に上方を指し示すｘ軸に対して平行である。ｘ及びｙ軸共、ｚ軸に対して互いに直交しており、このｚ軸は、光ビーム経路１２ａ、１２ｂ、１２ｃ及び１２ｄの実効的な伝搬方向に対して本質的に平行である。２つの種類の２経路モノクロメータが存在するが、それらは、加算型すなわち２分散（double-dispersive）モノクロメータ、及び減算型すなわち再集光モノクロメータである。これらのアーキテクチャのそれぞれは、用途に依存して特定の利点を提供する。加算型モノクロメータ（additive monochromator）において、分散性部品１７に衝突する光の波面の配向は、第１の経路と第２の経路の両方において同じであり、例えば＋ｙ（方向）である。光ビームは、中間スリット又は開口システム１４を通して２つの経路１２ａ及び１２ｃの間において集束されるので（ここで、分散の平面内にあり、かつこの平面に垂直な波面は、－ｙ、－ｘに反転される）、加算型アーキテクチャは、分散性要素１７の第１の接触部と第２の接触部との間で分散の平面において波面の追加的な頂部対底部の反転（－ｙを＋ｙにする）を導入する必要がある。既存の計器では、部品（コンポーネント）１５は、典型的に第１の経路１２ｂと第２の経路１２ｃとの間において９０度だけ光ビームの偏光を回転させる半波長板である。代替的（又は追加的）に、部品１５は、波面の頂部対底部の反転器（－ｙを＋ｙにする）を例示的に表わし、この反転器を、第２のミラー１３ｂからの反射の直後において第２の経路１２ｃ内に挿入した場合、モノクロメータ１０を減算型アーキテクチャから加算型のものに変換する。その結果、第２の経路１２

ｃにおける分散は、第１の経路１２ａにおける分散に加算され（両方とも＋ｙ又は－ｙ）、単一経路モノクロメータのものと比較して、２経路モノクロメータのシステム分解能は明確に狭くなる。

【０００５】

減算型モノクロメータ（subtractive monochromator）１０を用いる従来の技術において、スリットホイール１４における中間スリットを通して光を単に集束することによって、波面は、分散性要素１７において第１の経路の波面配向（＋ｙ）の配向に対して相対的に頂部から底部（－ｙ）に反転される。一般に、要求される波面の反転は、すでに達成されているので、波面のそれ以上の反転は必要なく、このため、部品１５によって例示的に表わした個別の波面反転部品は必要ではない。第１の経路１２ｂからの（スリットホイール１４における中間スリットにより）スペクトル的に分散されかつフィルタ処理された光は、第２の経路１２ｃにおける分散性要素１７によってスペクトル的に再結合される。その結果、モノクロメータ出口開口又はスリット１８におけるスペクトル的に均一かつ非常にコンパクトな焦点が生じる。光は、すでにスペクトル的に分散されており、かつ第１の経路における中間スリット１４において予めフィルタ処理されているので、２経路減算型モノクロメータのシステム分解能は、対応する単一経路モノクロメータのシステム分解能と実質的に同じである。

【０００６】

さらに減算型モノクロメータを通って伝送される光の全経路長は、波面の頂部対底部を反転したことによって等しくされている。例えば、反射性回折格子の実施において、回折格子１７は、中間スリット１４に対して所望の波長を整列するために傾斜させられ、それにより波長に依存する経路長を導入する。例えば格子表面に衝突する光のビームの経路長は、分散の平面における格子の長さに沿った位置によって単調に変化し、その結果、経路長の範囲は、出力スリット１８を通って伝送される波長の範囲に対応する。経路間での波面の反転により、この経路長の相違がキャンセルされ（なくなり）、したがって、経路長の相違の結果として生じる時間的分散がキャンセルされる。加算型モノクロメータアーキテクチャは、この経路長の変化をキャンセルせず、これを第２の経路において事実上２倍にする。

【０００７】

光学エンジンとしてモノクロメータを利用する光スペクトル解析器（ＯＳＡ）において、従来の動作手順は、種々の光の波長のスペクトルを得るために、角度をなして反射性回折格子（又はその他の分散性部品）を掃引することである。スペクトル的に分散された光は、可変幅の出力スリット上を伝搬し、かつ単一の有限の面積のフォトダイオード（光検出器）又は類似の検出器によってアナログ的に検出される。ＯＳＡが光検出器信号から得られたスペクトル情報を判定することができる速度は、フォトダイオードの物理的な寸法（活性面積）を含む多くの要因に依存する。小さな面積のフォトダイオードは、一般により高速であり、かつＯＳＡ速度に直接の影響を及ぼす。減算型モノクロメータエンジンは、小さな検出器の活性面積内に集束させることができるフィルタ処理されかつ再結合されたスペクトルの出力スポットを提供する。加算型モノクロメータは、出力スリットに大きく広がった又は分散したポイントを生じる。このことは、出て行く光を集めるために大きな面積の検出器を必要とする。低速であることに加えて、検出器の大きな面積は、不所望な又は“拡散”光を集める傾向を有する。このことは、光雑音を最小にするために、例えばチョッピング・システムのようなある種の雑音抑圧を必要とする。このような付属物により、コスト及び複雑さが追加される。他方、加算型モノクロメータは、所定の用途において望ましい非常に良好な（波長の広がりがより狭い）分解能を有する。

【０００８】

一般に、複数経路モノクロメータにおける一層狭い分解能は、スリット（内部及び出口の両方）が、それらの狭いセッティング近辺に配置されたときにだけ有用である。このような状況では、加算型モノクロメータでさえ、小さな面積のフォトダイオードでもって良好に動作するであろう。小さな面積の検出器が、加算型モノクロメータからの出力光の入

射円すい全体を捕捉しないのは、スリットが拡大された場合である。これらのことを考慮すると、モノクロメータアーキテクチャを加算型と減算型とで可逆的に切換えることができるようにする部品をモノクロメータアーキテクチャに加えると、その機能を、加算型とすることができ、かつ最も小さなスリットにおいて、最も狭い分解能帯域幅を達成することができ、かつ速度を増すために、それより広いすべてのスリットに対して減算型構成に戻すことができる。このことは、すべてのスリット幅においてＯＳＡ測定速度を最大にし、一方、最も小さなスリットにおいて最も狭い分解能帯域幅を与える機会を提供するが、その機会とは、分解能帯域幅における改善が大きな価値をもたらす唯一のフィルタセッティングである。

【０００９】

【非特許文献１】Ａｇｉｌｅｎｔ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｉｅｓ ｄａｔａ ｓｈｅｅｔ ８６１４ｘＢ Ｏｐｔｉｃａｌ Ｓｐｅｃｔｒｕｍ Ａｎａｌｙｅｒ Ｆａｍｉｌｙ Ｔｅｃｈｎｉｃａｌ Ｓｐｅｃｉｆｉｃａｔｉｏｎｓ）

【非特許文献２】Ｍ．Ｂｏｒｎ及びＥ．Ｗｏｌｆ著、“Ｐｒｉｎｃｉｐｌｅｓ ｏｆ Ｏｐｔｉｃｓ”、第６版、Ｐｅｒｇａｍｏｎ Ｐｒｅｓｓ、１９８０、第２４４頁

【非特許文献３】Ｍ．Ｌｉｔｔｍａｎ及びＨ．Ｍｅｔｃａｌｆ著、“Ｓｐｅｃｔｒａｌｌｙ Ｎａｒｒｏｗ Ｐｕｌｓｅｄ Ｄｙｅ Ｌａｓｅｒ ｗｉｔｈｏｕｔ Ｂｅａｍ Ｅｘｐａｎｄｅｒ”、Ａｐｐｌ．Ｏｐｔ．１７、１９７８、第２２２４－２２２７頁

【非特許文献４】Ｍ．Ｃｚｅｒｎｙ及びＦ．Ｔｕｒｎｅｒ、“Ｕｂｅｒ ｄｅｎ Ａｓｔｉｇｍａｔｉｓｍｕｓ ｂｅｉ Ｓｐｉｅｇｅｌｓｐｅｃｔｒｏｍｅｔｅｒｎ”、Ｚ．Ｐｈｙｓｉｋ、６１、１９３０、第７９２－７９７頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

本発明は、分散性媒体を通る１つより多くの経路を形成するモノクロメータビームの波面を、分散平面に関して反転するために反転光学系を使用するシステム及び方法に関する。さらに、この反転機能を、オン及びオフすることができ、それにより、加算型モノクロメータキテクチャと減算型モノクロメータキテクチャとを可逆的に変換する。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

種々の実施形態において、反転は、前後に又は単調にビームと同軸をなす軸の周りにおいて直交するように反転光学系を再配向することにより、又はビーム内に又はビームから外に反転光学系の一部又は全体を移動することにより達成される。反転光学系の例には、ドーブプリズム（Dove prism）、その他の反転プリズム、及び等価な複数の全反射表面が含まれる。システム及び方法は、回折格子又はその他の分散性要素を利用して、２経路モノクロメータ及びその他の複数経路モノクロメータ、及びデュアル（２つの）直列モノクロメータ構成及びその他の多重直列モノクロメータ構成に適用できる。

【００１２】

以上は、以下の本発明の詳細な説明を一層良く理解できるようにするために、本発明の特徴及び技術的な利点の概要をかなり幅広く述べたものである。本発明の特許請求の範囲の主題を形成する本発明の他の特徴及び利点については後述する。開示した概念及び特定の実施形態を、本発明の共通の目的を達成するために、変形し、または、他の構成を設計するための基礎として容易に利用できることは、当業者には明らかであろう。そのような等価な構成は、特許請求の範囲に記載したような本発明の思想及び範囲から逸脱しないことも、当業者には明らかであろう。本発明の構成及び動作方法の両方に関して、本発明の特徴と考えられる新規な特徴は、その他の目的及び利点とともに、添付の図面を参照することにより、以下の説明から一層良く理解されるであろう。しかしながら、それぞれの図は、例示及び説明の目的のために提供されているだけであり、本発明の限界を画定しようとするものでない。

【００１３】

本発明をさらに十分に理解できるようにするために、添付図面を参照して以下に説明する。

【実施例】

【００１４】

本発明の実施形態によれば、モノクロメータアーキテクチャに追加されたドーブ屈折プリズム（例えばＭ．Ｂｏｒｎ及びＥ．Ｗｏｌｆ、“Ｐｒｉｎｃｉｐｌｅｓ ｏｆ Ｏｐｔｉｃｓ”、第６版、Ｐｅｒｇａｍｏｎ Ｐｒｅｓｓ、１９８０、第２４４頁参照）、又は等価なミラーシステムは、そのアーキテクチャを加算型と減算型の間で可逆的に切換えることを可能にし、その機能は、例えば加算的であることができ、かつ最も狭いスリットによって最も狭い分解能帯域幅を達成することができ、かつ減算機能に戻すことができ、かつ、より広いすべてのスリットに対して増加した速度を達成することができる。図２Ａ－図２Ｂは、ドーブ屈折プリズム２０の周知の波面反転特性を図示している。ドーブプリズム２０が、ｚ軸に沿って伝搬する入力光ビーム２０１内に、図２Ａに示すように配向されているとき、それぞれの水平及び垂直のｘ及びｙ軸２１０及び２０９ａに整列された入力波面２０３は、ドーブプリズム２０を通過するときに、出力光ビーム２０２において、反転された垂直ｙ軸２０９ｂに整列した出力波面２０４を生じるように、ｙ軸に関して１８０度反転される。入力ビーム２０１がドーブプリズム２０を通過するとき、水平ｘ軸２１０に関して波面の反転は起こらない。ドーブプリズム２０の波面反転特性の理解を容易にするために、頂部及び底部のｙ軸位置における入力ビーム２０１の末端部の光線は、それぞれ頂部光線２０５ａ及び底部光線２０５ｂと表示されている。ドーブプリズム２０の入力面２１において、頂部光線２０５ａ及び底部光線２０５ｂの両方は、それぞれの光線２０６ａ及び２０６ｂにおいて下方に屈折され、それから反射面２２（図２Ａにおけるドーブプリズム２０内から見て）において反射され、それぞれの光線２０７ａ及び２０７ｂを生じる。このとき、図２Ａに示すように、光線２０７ｂが頂部光線であり、光線２０７ａが底部光線である。それから光線２０７ａ、２０７ｂは、ドーブプリズム２０の出力面２３において屈折され、出力ビーム２０２内のそれぞれの出力光線２０８ａ、２０８ｂとして、当初の入力ビーム２０１と同じｚ軸方向に伝搬し、図２Ａにおいて垂直波面軸上の菱形の記号によって示すように、垂直ｙ軸に関して反転された波面２０４を形成する。

【００１５】

図２Ｂは、図２Ａに示された配向に対して入力ビーム２０１のｚ軸伝搬方向の周りで直交するように再配向されたドーブプリズム２０を示している。図２Ａに関連して説明したものと同じプロセスにより、この構成において、出力波面２０４は、ｘ軸に対して反転され、これにより、入力波面２０３の水平軸２１０ａは、出力波面２０４の水平軸２１０ｂになるよう反転される。図２Ｂにおける水平波面軸上に円形の記号によって示すように、波面の反転は水平だけであり、波面の垂直軸の配向２０９は不変である。

【００１６】

例えば、ドーブプリズム２０が、２経路モノクロメータを通って伝搬するビーム内に配置されている場合で、かつ、回折格子又はその他の分散性部品の分散方向が、垂直ｙ軸に対して平行である場合は、図２Ａに示された構成は、分散の垂直平面に対して波面の配向を反転する。モノクロメータが、ドーブプリズム２０を持たない減算型構成の場合は、ドーブプリズム２０が、回折格子又はその他の分散性部品とビームとの第１の衝突と第２の衝突の間に配置されているならば、モノクロメータは、加算状態に変換される。切り換え効果を無効にするために、ドーブプリズム２０は、さらに、図２Ａにおける配向に対してｚ軸伝搬方向の周りで直交するように再配向され、分散の平面に対して直交する方向に波面配向を反転し、それにより減算型モノクロメータに実効的な変化を与えない。ドーブプリズム２０はモノリシック部品なので、製造及び整列が容易であるが、表面２１及び２３における屈折に伴う分散によって引起こされると当該技術分野において認められている収差の問題のため、これは、コリメートされたビーム環境においてのみ実行できる解決策である。図３Ａ及び図３Ｂは、ドーブプリズムと機能的に等価なミラーアセンブリ３０を概略的に示している。このような全反射構造は、不所望な分散を導入しないが、一般により

高価であり、かつ構築、整列及び回転することが困難である。

【００１７】

図３Ａ及び図３Ｂにおいて、反射入力及び出力表面３１及び３３は、それぞれドーブプリズム２０の屈折入力及び出力面２１、２３と同様に、ミラーアセンブリ３０におけるビーム偏向機能を実行し、ミラーアセンブリ３０の反射面３２は、ドーブプリズム２０の反射面２２と同様な機能を実行する。図３Ａにおいて、入力波面２０３は、垂直ｙ軸に対して反転され、入力波面の垂直軸２０９ａの方向が出力波面の垂直軸２０９ｂになるように反転され、水平波面軸２１０が変化しないように出力波面２０４を生成する。これとは逆に、ミラーアセンブリ３０が図３Ａにおけるその配向に対してｚ軸伝搬方向の周りで直交するように再配向された図３Ｂにおいて、入力波面２０３の水平軸２１０ａが出力波面２０４における水平軸２１０ｂになるように反転されるように、出力波面２０４は、ｘ軸に対して反転される。波面の反転は水平であり、波面垂直軸の配向２０９は不変である。図２Ａに関連して説明したもの同様にして、入力ビーム２０１の外側の光線２０５ａ、２０５ｂ、２２５ａ、２２５ｂを、それぞれの波面反転を得るために、ミラーアセンブリ３０を通して追跡することができる。

【００１８】

可逆的な切換えを達成するために、図２Ａ－図３Ｂに示したもののような構造を、必ずしもｚ軸伝搬方向の周りにおいて前後に再配向する必要はない。それらを、加算型アーキテクチャと減算型アーキテクチャとの間でそれぞれ遷移させるために、同じ単調な方向において直交するように、単純に回転させて再配向させることができる。それらを、ビーム内に挿入して、その後、ビームから引き出すことができる。本明細書で用いられている“直交するように”とは、ほぼ直角の配向状態にすることを表わしている。本実施形態において、９０度の角度が、機能的に理想的であるが、ほぼ８０度からほぼ１００度までの角度範囲は、満足な性能を提供する。同様に“同軸（をなす）”とは、理想的な整列状態を表わしているが、本明細書では、この用語を、ほぼ±５度の誤整列の公差範囲まで拡張されるものとする。

【００１９】

図４Ａ及び図４Ｂは、垂直軸２０９ａ及び水平軸２１０を有するビーム波面２０３の可逆的な反転を達成するための別の実施形態を示し、反射コーティングされたくさび状表面４２及び４３を有するピックオフプリズム（pick-off prism）４１ａを、例えば水平方向４０１ａに沿った入力ビーム２０１内に挿入した状態及びそのビームから引き出した状態が図示されている。これらのくさび状表面は、入力ビーム２０１を、しっかりと固定された反射部品４４に向けて偏向させ、その後反射されて波面が反転されたビーム２０２をその当初のｚ軸方向に沿って再整列させる。図４Ａを参照すると、ピックオフプリズム４１ａを引き出したとき、入力ビーム２０１に何の作用も及ばない。ピックオフプリズム４１ａの代わりに、ピックオフプリズム４１ｂを、垂直方向４０１ｂに沿って入力ビーム２０１内に挿入し、かつ、そのビームから引き出すことができる。図４Ｂを参照すると、ピックオフプリズム４１ａ（又は等価的に４１ｂ）が、図示した配向で入力ビーム２０１内に挿入されるとき、入力波面２０３を垂直ｙ軸に対して反転して、反転された垂直波面軸２０９ｂを有する出力波面２０４を生じるようにするために、入力ビームは、ピックオフプリズム４１ａ及び固定された（静止した）反射部品４４を組込んだアセンブリによって処理される。出力波面２０４は、水平波面軸２１０に関して入力波面２０３に対して変化しない。入力ビーム２０１は、反射性くさび状表面４２によって反射性固定表面４５に向かって先ず偏向され、その表面４５において再び反射性固定表面４６に向かって反射される。次に、反射性固定表面４６から反射されたビームは、反射性固定表面４７から反射性くさび状表面４３に反射され、その表面から、当初のｚ軸方向に伝搬する出力ビーム２０２を形成するように偏向される。この場合も、図２Ａに関連して説明したものと同様にして、入力ビーム２０１の頂部及び底部の個々の光線４０５ａ－４１０ａ及び４０５ｂ－４１０ｂを、頂部の出力光線が光線４１０ｂとなり、底部の出力光線が光線４１０ａとなるように、出力ビーム２０２における上記波面反転を達成するために、ピックオフプリズム４

１ａ及び固定された反射性部品４４のアセンブリを通して追跡することができる。

【００２０】

上記の実施形態によれば、ドーブプリズム又は等価なミラーアセンブリを、光が４経路モノクロメータ、例えばリットマン－メトカルフ（Littman-Metcalf）モノクロメータ（Ｍ．Ｌｉｔｔｍａｎ及びＨ．Ｍｅｔｃａｌｆ、“Ｓｐｅｃｔｒａｌｌｙ Ｎａｒｒｏｗ Ｐｕｌｓｅｄ Ｄｙｅ Ｌａｓｅｒ ｗｉｔｈｏｕｔ Ｂｅａｍ Ｅｘｐａｎｄｅｒ”、Ａｐｐｌ．Ｏｐｔ．１７、１９７８、第２２２４－２２２７頁）の内部スリットによってフィルタ処理された後に、コリメートされたビームにおける波面を反転するように実施することができる。プリズム又は等価なミラーアセンブリは、回折格子（図示せず）からの第３及び第４の経路に対する波面を第１及び第２の経路に対して相対的に反転するように配置されており、それにより、加算型アーキテクチャを生じる。プリズムが、ビームと同軸をなす軸の周りで直交するように再配向されると、アーキテクチャは、減算型に戻され、この場合、波面の反転は、水平軸と垂直軸の両方においてスリットのみによって生じる。

【００２１】

図５Ａ－図５Ｃは、直列デュアルモノクロメータ（serial dual monochromator）５０における２つのチェルニーターナ・モノクロメータシステム（Czerny-Turner monochromator）５１ａ、５１ｂ（Ｍ．Ｃｚｅｒｎｙ及びＦ．Ｔｕｒｎｅｒ、“Ｕｂｅｒ ｄｅｎ Ａｓｔｉｇｍａｔｉｓｍｕｓ ｂｅｉ Ｓｐｉｅｇｅｌｓｐｅｃｔｒｏｍｅｔｅｒｎ”、Ｚ．Ｐｈｙｓｉｋ、６１、１９３０、第７９２－７９７頁参照）の間の別の反射性ドーブアセンブリの実施を示す略図である。入力光ビームは、入口スリット５０１ａを通って第１のモノクロメータ５１ａ内に集束され、第１の放物面ミラー（放物面鏡）５０２ａによりコリメートされ、ｙ軸に対して平行に配向された格子線５０４ａを有する第１の回折格子５０３ａによりスペクトル的に分散され、かつ、第２の放物面ミラー５０２ｂにより、デュアルモノクロメータ５０の第１のモノクロメータ５１ａと第２のモノクロメータ５１ｂとの間の内部スリットスペクトルフィルタ５０１ｂ上に再集束される。ドーブ反射性反転アセンブリ５２は、第１のモノクロメータ５１ａの出力焦点５０１ｂの直後において発散するビーム内に配置される。第２のモノクロメータ５１ｂにおいて、内部フォーカススリット（internal focus slit）５０１ｂから発散する分散され、フィルタ処理されたビームは、第３の放物面ミラー５０２ｃにおいて再コリメートされ、さらに格子線５０４ａに対して平行な格子線５０４ｂを有する第２の回折格子５０３ｂにおいて分散され、第４の放物面ミラー５０２ｄによって出口スリット５０１ｃ上に再集束される。オプションの折返しミラー（fold mirror）５０５ａ、５０５ｂは、デュアルモノクロメータ５０の全体構成をコンパクトにするのを容易にするために配置されている。図５Ａにおけるドーブ反転アセンブリ５２の発散ビーム位置に示されたもののようなコリメート（平行化）しないアーキテクチャは、全反射性ドーブ実施形態の使用を必要とする。

【００２２】

デュアルモノクロメータ５０において、回折格子５０３ａ及び５０３ｂの格子線５０４ａ及び５０４ｂは、ｙ軸に対して平行に配向されているので、分散方向５１０は、回折格子の理論及び当該技術分野において周知のプラクティスに従って、ｘ軸に対して平行である。図５Ｂは、ドーブ反転アセンブリ５２を含む図５Ａの一部をさらに詳細に示す略図である。折返しミラー５０５ａからのビームは、内部フォーカススリット５０１ｂ上に集束する。折返しミラー５０５ａからの集束ビーム内における垂直波面軸５３１及び水平波面軸５３２を有する波面５１１は、内部フォーカススリット５０１ｂを通過した後及び反射表面５２１－５２３を組込んだドーブ反転アセンブリ５２に衝突する前に、発散ビーム内の波面５１２における矢印方向で示すように、両方の横向き軸において反転される。ドーブ反転アセンブリ５２は、分散方向５１０に直交するｙ軸方向だけに波面５１２を反転するように配向されている。折返しミラー５０５ｂにおいて、この結果、波面５１３は、波面５１２に対して、反転されたｙ軸５３３及び反転されないｘ軸５３４を有する。第１の回折格子５０３ａと第２の回折格子５０３ｂの間における集合的波面反転は、ビームが内

部フォーカススリット５０１ｂ及びドーブ反転アセンブリ５２の組合せを通過することによって生じる。内部フォーカススリット５０１ｂは、分散軸及び非分散（分散しない）軸の両方の軸において波面の反転を生じるが、ドーブ反転アセンブリ５２は、非分散（分散しない）方向においてのみ波面の反転を生じる。分散方向における単一の波面反転しか存在しないので、デュアルモノクロメータ５０のアーキテクチャは減算型である。

【００２３】

図５Ｃは、ドーブ反転アセンブリ５２のすべての反射表面５２１－５２３がビーム伝搬軸の周りで直交するように再配向されていることを除いて、図５Ｂにおけるものと同じコンポーネントを示す略図である。この場合、ドーブ反転アセンブリ５２は、分散方向５１０に対して平行なｘ軸方向だけに波面５１２を反転するように配向されている。折返しミラー５０５ｂにおいて、その結果、波面５１３は、波面５１２に対して、反転されたｘ軸５３６及び反転されないｙ軸５３５を有する。第１の回折格子５０３ａと第２の回折格子５０３ｂの間における集合的波面反転は、この場合、内部フォーカススリット５０１ｂが、分散軸と非分散軸の両方の軸において波面の反転を生じ、ドーブ反転アセンブリ５２が、分散方向においてのみ波面の反転を生じることによって生じる。この場合、分散方向において連続する２つの波面反転が存在するので、デュアルモノクロメータ５０のアーキテクチャは加算型である。本実施形態の教示によれば、デュアルモノクロメータ５０のアーキテクチャは、ビームの伝搬軸の周りにおいて直交するようにドーブアセンブリ５２を再配向することによって、減算型と加算型の間で可逆的に変換可能である。

【００２４】

反転光学系20,30は、分散性媒体17を通る１つ以上の経路を形成するビーム201を用いて、モノクロメータ10の波面203を分散面209a、209bに対して反転させるために使用される。さらに、この反転機能をオンまたはオフすることができ、これにより、加算型モノクロメータアーキテクチャと減算型モノクロメータアーキテクチャとの間で可逆的(401a,401b)に変換することができる。反転は、ビームと同軸をなす軸の周りに直交するように、前後にまたは単調に反転光学系を向け直すことにより、または、反転光学系41a,41bの一部または全てをビーム内及びビーム外に移動させる(401a,401b)ことにより達成される。反転光学系の例には、ドーブプリズム20及び等価な複数の全反射性表面30が含まれる。このシステム及び方法は、回折格子または他の分散性要素を用いて、２経路モノクロメータ及び他の複数経路モノクロメータ、デュアル直列モノクロメータ構成及び他の多重直列モノクロメータ構成に適用することができる。

【００２５】

本発明及びその利点を詳細に説明したが、特許請求の範囲において定義された本発明の思想及び範囲から逸脱することなく、種々の変形、置換及び代替を行なうことができることは明らかであろう。さらに、本出願の範囲は、明細書に記載したプロセス、機械、製造、物質の組成、手段、方法及びステップの特定の実施形態に限定されるものではない。本発明の開示内容から当業者には容易に理解されることであるが、本明細書及び図面に記載し図示した対応する実施形態と実質的に同じ機能を実行し又は実質的に同じ結果を達成する既存の又は今後開発されるプロセス、機械、製造、物質の組成、手段、方法又はステップを、本発明に従って利用することができる。従って、特許請求の範囲には、そのようなプロセス、機械、製造、物質の組成、手段、方法又はステップが含まれる。

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【図１】２経路モノクロメータを組込んだ既存の光スペクトル解析器（ＯＳＡ）の略図である。

【図２Ａ】ドーブ屈折プリズムの波面反転特性を示す図である。

【図２Ｂ】ドーブ屈折プリズムの波面反転特性を示す図である。

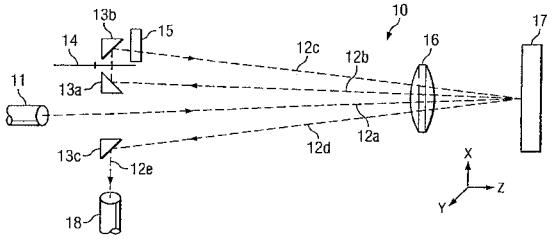
【図３Ａ】ドーブプリズムと機能的に等価なミラーアセンブリの略図である。

【図３Ｂ】ドーブプリズムと機能的に等価なミラーアセンブリの略図である。

【図４Ａ】ビーム波面の可逆的な反転を達成するための別の実施形態を示す図であり、ピ

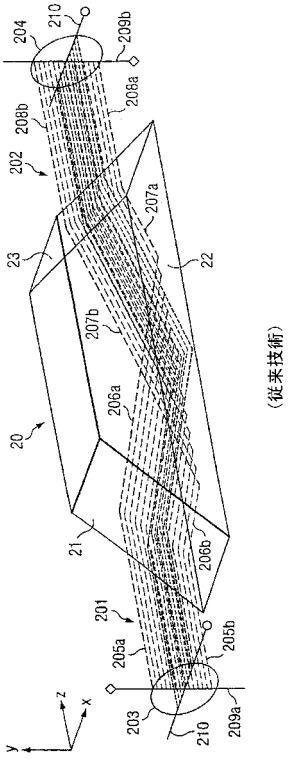
ックオフプリズムの入力ビームからほぼ直線的に引き出した状態を示している。
【図４Ｂ】図４Ａの実施形態について、ピックオフプリズムの入力ビーム内にほぼ直線的に挿入した状態を示す図である。
【図５Ａ】直列デュアルモノクロメータにおける２つのチェルニーターナ・モノクロメータシステムの間における別の反射型ドーブアセンブリの実施を示す略図である。
【図５Ｂ】直列デュアルモノクロメータにおける２つのチェルニーチューナモノクロメータシステムの間における別の反射型ドーブアセンブリの実施を示す略図である。
【図５Ｃ】直列デュアルモノクロメータにおける２つのチェルニーチューナモノクロメータシステムの間における別の反射型ドーブアセンブリの実施を示す略図である。
【符号の説明】
【００２７】
１０　モノクロメータ
１７　分散性媒体
２０　ドーブプリズム
３０、４０　光学部品
２０１、２０２　光ビーム
２０３　入力波面
２０４　出力波面

【図１】



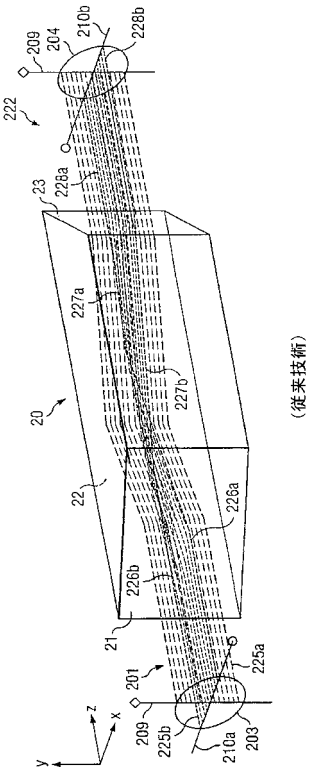
（従来技術）

【図２Ａ】



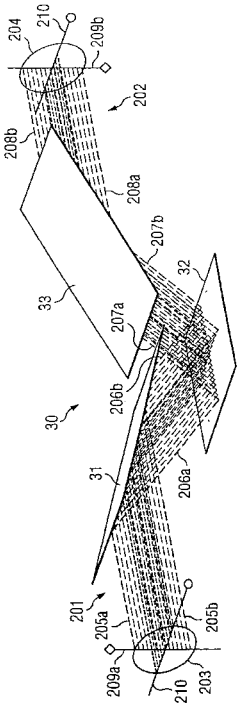
（従来技術）

【図２Ｂ】

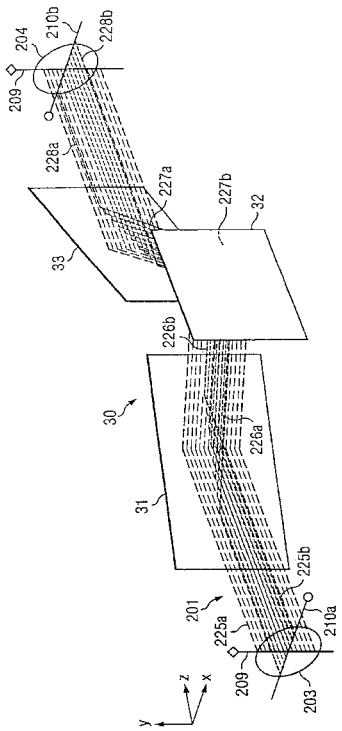


（従来技術）

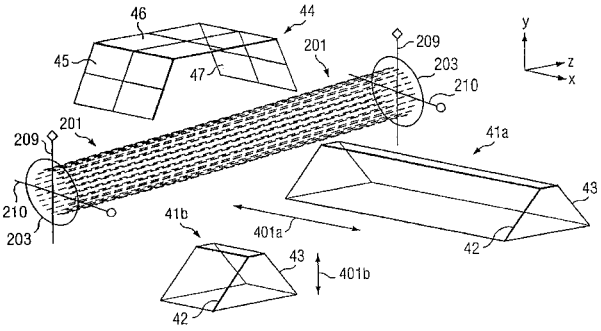
【図３Ａ】



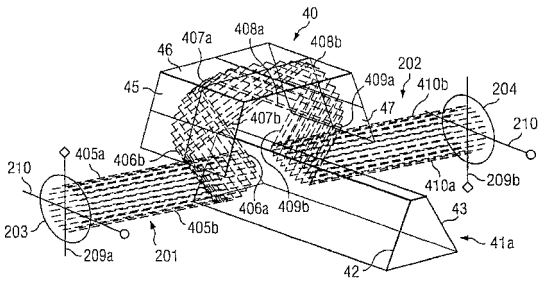
【図３Ｂ】



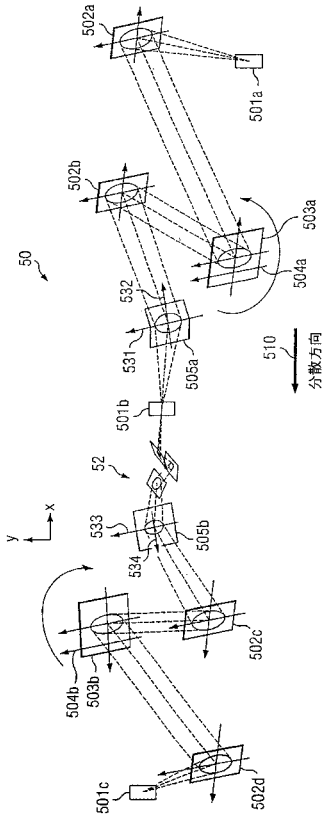
【図４Ａ】



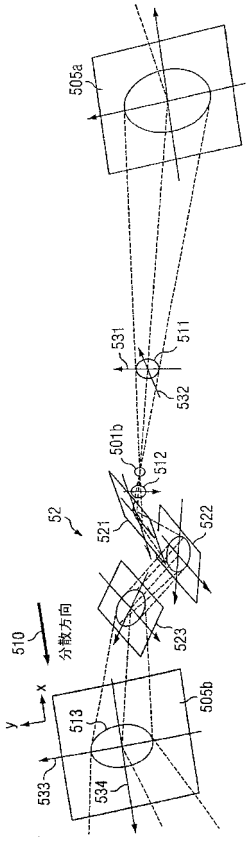
【図４Ｂ】



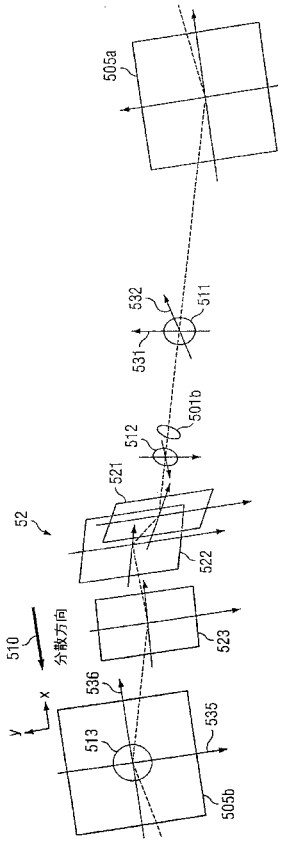
【図５Ａ】


502a
501a
502b
503a
504a
50
532
531
505a
510
分散方向
501b
52
533
505b
534
y
x
502c
504b
503b
501c
502d

【図５Ｂ】


505a
531
511
532
501b
512
52
521
522
510
分散方向
523
y
x
513
505b
533
534

【図５Ｃ】


505a
532
511
531
501b
512
521
52
522
510
分散方向
523
536
x
y
513
535
505b

フロントページの続き

(72)発明者 マーク・ディー・ホプラー
アメリカ合衆国カリフォルニア州９５４９２，ウインザー，クリケット・コート・１２０
(72)発明者 ロン・リウ
アメリカ合衆国カリフォルニア州９５４０９，サンタローザ，ヒデン・クリーク・プレイス・ナンバーエイ・１２２９

Ｆターム(参考) 2G020 CC02 CC07 CC55