

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6223460号
(P6223460)

(45) 発行日 平成29年11月1日 (2017. 11. 1)

(24) 登録日 平成29年10月13日 (2017. 10. 13)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 N 21/65 (2006. 01)	GO 1 N 21/65	
GO 1 N 21/64 (2006. 01)	GO 1 N 21/64	Z
GO 1 N 21/21 (2006. 01)	GO 1 N 21/21	

請求項の数 34 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2015-537405 (P2015-537405)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成25年10月17日 (2013. 10. 17)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2015-532432 (P2015-532432A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成27年11月9日 (2015. 11. 9)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2013/059419		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02014/060983		
(87) 国際公開日	平成26年4月24日 (2014. 4. 24)	(74) 代理人	110001690
審査請求日	平成28年10月13日 (2016. 10. 13)		特許業務法人M&Sパートナーズ
(31) 優先権主張番号	61/715, 538		
(32) 優先日	平成24年10月18日 (2012. 10. 18)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
早期審査対象出願			
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 分析システムのための装置、該装置を有する分析システム及び該装置を使用する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

媒体の空間オフセット分析を実行する場合に使用する装置であって、該装置は、
複屈折材料を含む複屈折要素を有し、前記複屈折要素は、検出器に隣接する第 1 の側及び前記媒体に隣接する第 2 の側を有し、前記複屈折要素は、前記第 1 の側に入射する第 1 偏光の一次放射のビームに第 1 の操作をし、前記第 1 の操作は、前記一次放射のビームを前記媒体の第 1 位置に向けさせ、前記複屈折要素は更に、前記媒体の第 2 位置から前記第 2 の側に入射する第 2 偏光の二次放射のビームの少なくとも一部に第 2 の操作をし、前記二次放射は、前記一次放射による前記媒体の照射に基づき、前記第 2 の操作は、前記二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向けさせ、前記第 2 位置は、前記第 1 位置とは少なくとも部分的に異なり、前記第 1 の操作の効果は、前記第 1 偏光が前記第 2 偏光とは異なることにより前記第 2 の操作の効果とは異なる、
 装置。

【請求項 2】

前記複屈折材料は通常屈折率及び異常屈折率を有し、他の材料は前記通常屈折率及び前記異常屈折率の少なくとも一方とは異なる他の屈折率を有し、前記複屈折材料及び前記他の材料が、前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせをもたらし複屈折面を画定する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記他の材料は前記複屈折要素の一部であり、前記他の屈折率が前記通常屈折率及び前

記異常屈折率の一方に等しい、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記複屈折要素が前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせの調整のために制御可能である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記複屈折要素が、液晶材料と、前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせの調整を制御するために前記液晶材料の少なくとも一部に電場を印加するための少なくとも 1 つの電極とを有する、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

当該装置が、前記一次放射のビームの偏光を該一次放射が前記複屈折要素に入射する前に調整し、これにより前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせの調整を制御するための偏光調整要素を有する、請求項 4 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記複屈折材料は通常屈折率及び異常屈折率を有し、他の材料は前記通常屈折率及び前記異常屈折率の少なくとも一方とは異なる他の屈折率を有し、前記複屈折材料及び前記他の材料は前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせをもたらし複屈折面を画定し、前記他の材料は前記複屈折面の形状を画定するための固体材料を有し、前記複屈折材料は液晶材料を有し、当該装置が前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせの調整を制御するために前記液晶材料の少なくとも一部に電場を印加するための少なくとも 1 つの電極を有する、請求項 4 に記載の装置。

20

【請求項 8】

前記複屈折材料は通常屈折率及び異常屈折率を有し、他の材料は前記通常屈折率及び前記異常屈折率の少なくとも一方とは異なる他の屈折率を有し、前記複屈折材料及び前記他の材料は前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせをもたらし複屈折面を画定し、前記複屈折材料は前記複屈折面の形状を画定するための固体材料を有し、前記他の材料は前記複屈折面により形成される境界を持つ隔壁内に含まれる流体材料を有し、該流体材料が前記複屈折材料に接触するようにし、前記複屈折材料と接触する前記流体材料の組成が調整可能である、請求項 4 に記載の装置。

30

【請求項 9】

当該装置は、前記複屈折要素が、一次放射のビームに第 3 の操作をし、前記第 3 の操作は、前記一次放射のビームを前記第 1 位置に向けさせ、前記複屈折要素が更に、前記第 2 位置からの前記二次放射のビームの少なくとも一部に第 4 の操作をし、前記第 1 位置及び前記第 2 位置が同一であり、前記複屈折要素が、前記第 3 の操作及び前記第 4 の操作が同一となるように制御される動作モードを有する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 10】

前記複屈折面が、前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせが放射ビームの偏向又は平行度の変更のうちの任意の 1 つ又は組み合わせを有するような形状を有する、請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 11】

前記複屈折面が、前記放射ビームの前記偏向をもたらし複屈折プリズム面又は平行度の変更をもたらし複屈折レンズ面のうちの任意の 1 つ又は組み合わせを有する、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記複屈折面が複数の複屈折副面を有し、当該複屈折副面の各々は、仮想面に対して垂直に向けられた軸から放射方向に延びる仮想放射方向線を含み、

当該複屈折副面の各々は、前記仮想面に対して、前記仮想放射方向線に対して垂直な仮想線と該仮想線の前記仮想面上への垂直投影により構成される線との間に形成される傾斜

50

角だけ傾斜される、
ことが成り立つ、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 1 3】

当該装置は他の複屈折要素を有し、前記他の複屈折要素は、前記一次放射のビームを追加的に操作し、前記他の複屈折要素は更に、前記二次放射のビームの少なくとも一部を追加的に操作し、前記一次放射のビームの追加的な前記操作の効果は、前記第 1 偏光が前記第 2 偏光とは異なることにより前記二次放射のビームの少なくとも一部の追加的な前記操作の効果とは異なる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記二次放射のビームの少なくとも一部を通過させるためのピンホールを備えたピンホール要素を更に有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記二次放射のビームの少なくとも一部を収束させる収集要素を更に有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記複屈折要素と前記検出器との間に配置されたビームスプリッタを更に有し、該ビームスプリッタは、前記二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向かって通過させると共に、前記複屈折要素により該ビームスプリッタに向けられる如何なる一次放射も前記検出器から実質的に離れる方向に向ける、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 7】

当該装置が、前記複屈折要素と前記検出器との間に配置されて、該検出器に入射する前記二次放射の強度を制御する偏光選択性フィルタを更に有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記複屈折要素が当該装置から取り外し可能である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記複屈折要素を保持するためのホルダを更に有し、該ホルダが当該装置から取り外し可能である、請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 2 0】

前記第 1 の操作、前記第 2 の操作、又は前記第 1 の操作及び前記第 2 の操作の組み合わせをいつでも行うために 1 以上の複屈折要素が配置され得るように、前記ホルダが当該装置に対して移動可能である、請求項 1 9 に記載の装置。

【請求項 2 1】

当該装置が、分析システムから着脱可能である該分析システムのための付属品である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 2 2】

第 1 偏光の一次放射のビームを供給する放射源と、
検出器と、

複屈折材料を含む複屈折要素を有する装置であって、前記複屈折要素は、前記一次放射のビームに第 1 の操作をし、前記第 1 の操作は、前記一次放射のビームを第 1 位置において媒体に向けさせ、前記複屈折要素は更に、前記媒体の第 2 位置から収集される第 2 偏光の二次放射のビームの少なくとも一部に第 2 の操作をし、前記二次放射は、前記一次放射による前記媒体の照射に基づき、前記第 2 の操作は、前記二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向けさせ、前記第 2 位置は、前記第 1 位置とは少なくとも部分的に異なり、前記第 1 の操作の効果は、前記第 1 偏光が前記第 2 偏光とは異なることにより前記第 2 の操作の効果とは異なる、装置と、
を有する、分析システム。

【請求項 2 3】

前記装置が当該分析システムの付属品であり、該付属品は、当該分析システムから着脱可能である、請求項 2 2 に記載の分析システム。

【請求項 2 4】

当該分析システムが、顕微鏡、後方散乱顕微鏡、蛍光検出システム、燐光検出システム、ラマン分光計、近赤外及び／又は赤外分光計、紫外分光計、並びにマイクロ波検出システムのうちの何れかの1つ又は組み合わせであり、前記顕微鏡又は前記後方散乱顕微鏡が、検出システム又は分光計の一部であり得る、請求項22に記載の分析システム。

【請求項25】

当該分析システムは、

前記複屈折要素と前記検出器との間に配置されるビームスプリッタであって、前記二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向かって通過させると共に、前記複屈折要素により該ビームスプリッタに向けられる如何なる一次放射も前記検出器から実質的に離れる方向に向け、且つ、前記放射源からの前記一次放射を前記複屈折要素に向けるビームスプリッタと、

前記一次放射の偏光を該一次放射が前記複屈折要素に入射する前に調整する偏光調整要素と、

前記複屈折要素と前記検出器との間に配置されて、該検出器に入射する前記二次放射の強度を制御する偏光選択性フィルタと、

を更に有する、請求項22に記載の分析システム。

【請求項26】

空間オフセット検出測定のためのデータ分析のためのユニットを更に有する、請求項22に記載の分析システム。

【請求項27】

空間オフセット検出を実行する方法であって、

複屈折要素において、前記複屈折要素の複屈折材料を通過する一次放射のビームを操作するステップであって、該操作は、前記一次放射のビームを第1位置において媒体に向け、前記一次放射は第1偏光を有し、前記複屈折要素が前記複屈折材料を有するステップと

、前記複屈折要素において、前記媒体の第2位置から放出される第2偏光を有する二次放射のビームの少なくとも一部を操作するステップであって、該放出は、前記一次放射による前記媒体の照射に基づき、前記二次放射のビームの少なくとも一部の前記操作は、前記二次放射のビームの少なくとも一部を検出器に向け、前記第2位置が前記第1位置とは少なくとも部分的に異なるステップと、

を有し、

前記一次放射のビームの操作の効果が、前記第1偏光が前記第2偏光とは異なることにより前記二次放射のビームの少なくとも一部の操作の効果とは異なる、方法。

【請求項28】

二次放射の連続する検出の間において前記検出器に入射する前記第1偏光の二次放射及び前記第2偏光の二次放射の相対貢献度を調整するステップを更に有する、請求項27に記載の方法。

【請求項29】

前記第2位置からの前記第2偏光を持つ前記二次放射を検出するステップと、

前記第1位置を一定に維持しながら、前記第2位置をずらすように前記複屈折要素を制御するステップと、

前記ずらされた第2位置からの前記第2偏光を持つ二次放射を検出するステップと、を更に有する、請求項28に記載の方法。

【請求項30】

前記複屈折要素を保持するためのホルダを更に有し、該ホルダが前記装置から取り外し可能である、請求項22に記載の分析システム。

【請求項31】

前記複屈折要素が前記装置から取り外し可能であり、前記第1の操作、前記第2の操作、又は前記第1の操作及び前記第2の操作の組み合わせをいつでも行うために1以上の複屈折要素が配置され得るように、前記ホルダが当該装置に対して移動可能である、請求項

10

20

30

40

50

30に記載の分析システム。

【請求項32】

前記一次放射のビームの偏光を該一次放射が前記複屈折要素に入射する前に調整するステップを更に有する、請求項27に記載の方法。

【請求項33】

前記複屈折材料の少なくとも一部に電場を印加するステップを更に有する、請求項27に記載の方法。

【請求項34】

前記二次放射のビームの少なくとも一部の収束を引き起こすステップを更に有する、請求項27に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空間オフセット測定に使用するための装置、該装置を有する分析システム及び該装置を使用して空間オフセット検出を行う方法に関する。特に、本発明は励起ビームによるサンプルの励起及び該サンプルに関する情報を伝達する該サンプルからの可能性のある結果的放出信号の検出を含む装置、分析システム並びに方法に関するものである。このように、本発明は発光分光法 (emission spectroscopy) 又は非弾性散乱分光法 (inelastic scattering spectroscopy) に特に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光信号の放出及び検出に基づく分光ツールは、現場でのサンプルの成分の特性を明らかにし、測定し及び／又は検出するための広く使用されている。これらの光信号の限定するものでない例は、蛍光、燐光、レイリー散乱、ラマン散乱及び原子発光信号である。これらのツールは、非接触的に、定められたスポット上で直接測定する能力を提供する。

【0003】

ラマン分析は、サンプルの特徴を示す散乱光のスペクトルを生成する、該サンプルによる励起光の非弾性散乱に基づくものである。当該スペクトル線は、サンプル成分における振動運動及び散乱の確率に依存する。成分の混合物からなるサンプルは、結果として、成分スペクトルの一次結合であるスペクトルを生じる。従って、相対的化学物質含有量は、分光測定において当該スペクトルの適切な分析を用いて決定することができる。ラマン分光法の性質についての更なる情報に関しては、ラマン分光法に関する標準的参考書を参照されたい。

【0004】

従来のラマン分光法は後方散乱モードで実行され、該モードにおいてサンプルスポットは励起光により照射され、後方散乱放射が当該励起スポットの直近において検出される。後方散乱モードにおいて、励起ビーム及び結果としての散乱光信号は同一の光学系を経て進行し、放出された光信号ビームを上記励起信号ビームから分離するために (例えば、これらビームの異なる周波数に基づいて) 光分離光学系が使用される。透明又は半透明材料は、z方向に測定を実行することにより、サンプルがサンプル表面下で (即ち、当該サンプルの材料の深さ方向に) 特性を明らかにされることを可能にする。しかしながら、この種のサンプルの深さ分析は、関心材料が例えば紙又はプラスチックコップ等の半透明又は不透明材料の下に埋まっている場合にも望ましいものであるが、従来の後方散乱測定は斯様な拡散的に散乱する被検体の表面近くに限定される。例えば、組織の場合、表面物質の最初の数百マイクロメートルの深さに限定される。従って、深さ測定は非透明サンプルに対しては遮蔽され、実質的に不可能である。この制限の原因は、励起信号強度が励起領域では高く、収集される散乱放射信号を支配するということである。

【0005】

空間オフセットラマン分光法 (Spatially Offset Raman Spectroscopy: SORS) は、上記制限を、例えば組織、被覆及びボトル等のパッケージ材料を含む不明瞭化表面下の

10

20

30

40

50

対象の高度に正確な化学分析を可能にすることにより解決する測定変形例である。この S O R S 法を使用する分野の例は、皮膚下の骨、品質又は配合の管理のためのプラスチックボトル内の内容物の分析、容器内の爆発物の検出によるセキュリティ測定、及びブリスタ包装内の錠剤に対する等の偽造品対策を含む。

【0006】

基本的 S O R S 法は、殆どのサンプル材料が光に対して完全に透明でないか、又は完全に光を阻止するものでもないという事実を利用している。代わりに、斯かるサンプル材料は、赤のレーザポイントが指の端を照明する際に光は該指の組織の大部分を介して散乱するのと殆ど同様に、励起光を散乱させる傾向がある。励起光がサンプルに到達する際には、該サンプル内にラマン活性材料が存在する場合、ラマン効果により幾らかの非弾性散乱が発生する。従って、励起スポットにより直接的に励起されなくてもサンプルの殆どの部分は、当該サンプルの表面でなくても、ラマン信号を発生する。S O R S 測定は、支配的な励起領域における散乱放射の検出を回避するように構成される。このように、もっと詳細には、S O R S 法は当該サンプル表面上の励起点から離れた領域からの（即ち、この励起領域に対して空間的にオフセットされた領域からの）ラマンスペクトルの収集に基づいている。横方向にオフセットされた領域に関するスペクトルは、当該サンプル材料において異なる深さ（z 方向）に位置するサンプル層からは異なる相対寄与分を含む。この差は、当該サンプルの一層大きな深さから現れる光子の一層広い横方向拡散により引き起こされる。

10

【0007】

このように、一方が表面における、もう一方が典型的に数ミリメートル離れたオフセット位置における、少なくとも2つのラマン測定を行うと共に、これらのスペクトルをスケールリングされた減算を用いて減算することにより、一方が表面下（当該サンプルの内部）を表し、他方が表面を表す2つのスペクトルを生成することができる。プラスチックボトル内の粉体等の、簡単な2層系の場合、該粉体のスペクトルは、ボトルの材料又は該材料の相対信号寄与度を知ることなしに測定することができる。これをオフセット測定を用いないで実行することは、表面層から生じるラマン及び蛍光信号によって発生される光子ショットノイズにより厳しく制限される。

20

【0008】

生体内組織の分析等の特定の測定を改善する S O R S の他の有効な準変形例は、逆 S O R S（Inverse SORS）である。一定のオフセットは、スポット状収集幾何学構造及び照明のための円形スポットを使用するというより、収集領域に中心を合わされた光のリングによりサンプルを励起することにより維持される。

30

【0009】

スペクトルのスケールリングされた減算は2層サンプルに対しては良好に動作するが、例えば生きている組織におけるように覆っている材料が下側層に含まれる成分を含む場合のような、もっと複雑な組成を持つサンプルは、多変量分析（例えば、主成分分析）を必要とし得る。しかしながら、このことは、幾つかのスペクトルを異なるオフセット距離で取り込むことが必要であることを意味する。斯かる異なるスペクトルにおいて、空間オフセットが増加するにつれて、表面下／表面のスペクトル寄与分の比も増加し、ここでも多変量分析を用いる成分の分離が条件となる。これに対する限界は、全体の検出信号もオフセットの増加に伴い減少するので、実際の測定においては最大値が信号対雑音比に対してオフセットされねばならないという事実により与えられる。

40

【0010】

S O R S スペクトルを測定することができる装置は、しばしば種々のオフセットにおいてスペクトルを測定するための可動試料台と組み合わされる、複雑な励起検出装置に依存している。このような装置は、現場で測定が実行される応用分野で使用することは困難である。

【0011】

従来のラマン分光計において、励起及び検出の位置は光学系により固定されており、殆

50

どのシステムにおいて、これらの位置は正確に重なる（後方散乱構成）。従って、従来のラマンシステムにおいて、高価で広範囲の再設計を行わないで、S O R Sを実施化することは困難である。かくして、ロバストであって、それでいて、種々のオフセットにおいてオフセット測定を実行する柔軟性を備える単純化された装置に対する需要が存在する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、空間オフセット検出又は分析を、余り複雑でない形態で、且つ、上述した困難さの何れか1以上を少なくとも低減して提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

【0013】

上記目的は、独立請求項に記載された発明により達成される。従属請求項は、有利な実施態様を提供する。

【0014】

本発明は、空間オフセット検出及び／又は分析に使用する装置、該装置（統合された又は付属品としての）を含む分析システム、並びに該装置を空間オフセット検出及び／又は分析を実行するために使用する方法を定めるものである。本明細書で以下に説明される定義及び利点は、特に指定しない限り、本発明の3つの全ての態様に関するものである。

【0015】

空間オフセット検出又は分析は、サンプル又は媒体上の第1位置における、媒体に潜在的に二次放射を放出させるのに適した一次放射による該サンプル又は媒体の励起、及び上記第1位置とは少なくとも部分的に異なる該サンプル又は媒体上の第2位置からの二次放射の続いての収集として定義することができる。本発明は、このような検出及び測定を、第1位置において第1偏光の一次放射による励起を実行することを可能にする一方、他の位置において第1偏光とは異なる第2偏光の二次放射の収集を可能にするような複屈折要素（複屈折部品）を用いることにより簡単な態様で実施することができるというアイデアに基づいている。

20

【0016】

これは、複屈折部品は、放射の伝搬方向が異方性の軸（光軸）に対して平行又は直角の何れにも向けられていない場合、放射との相互作用の異方性特性により、異なる偏光の放射を異なるように操作するからである。このような場合、複屈折部品はランダムに偏光された放射のビームを、直交して偏光された放射の2つのビームに分割することができる。かくして、一方の斯様にして分割されたビーム経路を、励起放射を操作するために使用することができると同時に、他方の経路を放出された放射（放出放射）を操作するために使用することができる。

30

【0017】

このことは、空間オフセット能力を提供するために、並びに当該複屈折部品を交換又は調整することができる場合には複雑な機械式試料台等を設けることを要せずに互いに異なるビームを移動及び／又は整形する能力を提供するために簡単な装置を用いることができることを可能にする。

40

【0018】

前記第1及び第2偏光は、円、楕円から直線にわたる任意のタイプの偏光とすることもできる。好ましくは、上記偏光は直線及び／又は互いに直交するものとする。円偏光の場合、上記第1及び第2偏光の回転方向は反対であり得る。これと合致して、当該装置に入射する放射はランダムに偏光された／偏光されていない性質のものとするところことができることに注意されたい。というのは、該装置は上記放射を望み通りに扱われるように第1及び第2偏光に分割するからである。

【0019】

媒体（サンプルとも呼ばれる）は、分析されるべき任意の物質（材料）とすることもできる。本発明は、一次放射及び／又は二次放射に対して低い透明度を有するか又は不透明

50

な（例えば混濁した）媒体の内部（ボリューム的）分析に特に適している。このような媒体はガス状又は気相状態とすることができるが、好ましくは、液体又は固体である。該媒体は均一である必要はない。このことは、本発明の説明において更に解説する。

【0020】

当該媒体上の前記第1位置及び／又は第2位置は、該媒体の表面上とすることができるが、該媒体が広がるボリューム内とすることもできる。当該媒体が相対的に透明でない場合、これらの位置は好ましくは該媒体の表面上の領域を参照することができる。これらの位置は当該媒体内のボリュームを参照することもできる。上記領域及びボリュームは如何なる形状を有することもできる。第1及び第2位置の斯かる特徴は、何れかの請求項において指定される場合、当該媒体上の第3位置等の他の位置に対しても成り立つ。これら位置が少なくとも部分的に異なるという言い回しは、斯かる位置は重なることができるが、これら位置の少なくとも一方が他方の外側に位置する部分を有する程度までに過ぎないことを意味する。これら位置は全く重ならなくてもよい。

10

【0021】

本発明の実施態様の何れかにおいて、一次放射のビームを向けるステップ、二次放射のビームの一部を向けるステップ、並びに／又は第1の操作及び／又は第2の操作は、異なるタイプのビーム整形を有し又は斯かるビーム整形からなることができる。このようなタイプのビーム整形は、放射ビームの平行度を変更する（例えば、発散、収束又は焦点を合わせる等）、当該ビームの断面に関するビーム整形（例えば、円形からリング状、正方形若しくは円形から線状、閉じた円から開いた円、又はその逆等）、及び／又はビームステアリング（ビーム伝搬方向の偏向、反射又は屈折等）を含む。本発明の実施態様の何れかにおいて、上記パラメータの各々は、ビームが当該装置及び／又は複屈折部品により実効的に変化されないで通過されることを意味し得る。このように、放射ビームは、該ビームが形状、断面及び／又は伝搬方向を変えないように前記装置により向けられ得、及び／又は前記複屈折部品により操作され得る。

20

【0022】

前記複屈折部品に入射する放射がランダムに偏光されている場合、第1偏光の放射の分割ビームが生じ、これらビームは実際には2つの分割された副位置を有する第1位置に達するように操作される。しかしながら、このことは問題とならない。というのは、第2偏光を持つ結果的放射ビームが、対応する副位置から生じ、前記複屈折部品に再入射した後、再び正しく操作されるからである。

30

【0023】

前記放射は好ましくは光放射であり、該光放射は紫外放射（UV）、人に見える光のスペクトル（VIS）、近赤外放射（NIR）及び赤外放射（IR）を含むと理解される。光放射は、約1000nm～1mmの波長の間にまたがる。このようなタイプの放射は、発生するために、本発明を配備するために大きな非実用的な装置が必要とされるような大きな設備は必要としない。前記二次放射は、一次放射による励起の間における媒体との相互作用により、該一次放射の波長範囲に対してずらされた波長範囲を有し得る。このずれ（シフト）は、周波数逡倍又は2光子蛍光に起因して一層高い波長に向かうものであり得るが、一般的には、IR、ラマン、UV又は燐光によるもののよう一層低い波長に向かうものである。上記範囲は異なる幅を有することができる。好ましくは、前記一次放射は、スペクトルを形成する波長範囲を持つ二次放射を発生するのに適した光である。このことは、当該媒体の指紋分析機会を与える分光法の形の分析を可能にする。幾つかの例は、媒体組成を決定するための便利な方法を提供するIR又はラマン分光法である。他の例として、前記一次放射は、二次放射として蛍光及び／又は燐光放射を発生するための適切な波長の光である。

40

【0024】

当該装置は、放射操作のための唯一の部品としての複屈折部品からなることができる。その場合、前記一次放射のビームを向けるステップ及び前記二次放射のビームを向けるステップは、各々、前記第1操作及び第2操作によりもたらされる。この実施態様は、前記

50

複屈折部品及び、とりわけ、以下に定義された複屈折部品を更に定めるものを保持又は操作するために、当該装置を分析システムに取り付けるためのフィーチャを有することができる。

【0025】

当該複屈折部品は、複屈折材料の屈折率の少なくとも一方と他の材料との間の差が存在する複屈折の屈折面を有することができる。

【0026】

複屈折材料は通常屈折率及び異常屈折率を有することができ、これにより、これら通常屈折率及び異常屈折率の少なくとも一方とは異なる他の屈折率を有する他の材料に対して複屈折面を画定し、該複屈折面は前記第1操作及び／又は第2操作をもたらすためのものである。上記他の材料は当該装置の一部である必要はない。該材料は、空気、窒素又は何らかのガス状媒体等の、当該装置の環境とすることができる。上記複屈折面の形状により、前記第1及び／又は第2操作を、例えば収束又は発散等はミラー又はレンズの形態の湾曲面により定めることができ、偏向等はプリズム状の面によるミラー又は屈折により定めることができる。これらの組み合わせも可能である。前記他の材料は、複屈折材料とすることもできる。該材料は、両複屈折材料の光軸が平行に向けられない限り、同一の複屈折材料とすることさえできる。

【0027】

上記他の材料は、当該複屈折部品の一部とすることができる。該他の材料が、前記複屈折面を画定する如くに該複屈折部品の一部である場合、その光学特性は該他の材料に対する向き及び／又は組成により制御することができる。好ましいオプションにおいて、上記他の材料は、上記複屈折材料の通常屈折率及び異常屈折率の少なくとも一方と等しい屈折率を有する。この構成は、偏光の一方に関して、放射ビームが当該複屈折部品を操作を受けないで通過することを可能にする（該放射ビームは複屈折面において屈折率の差を受けないからである）。従って、当該装置は、分析の間において一方の位置が一定に維持され得ると同時に他方の位置が変化され得ることを可能にする。当該部品の複屈折性を変化させることにより（後述参照）、及び／又は異なる操作の効果が望まれる当該放射ビームの伝搬方向に対して上記複屈折材料の光軸の向きを変化させることにより、変形を行うことができる。

【0028】

当該装置による放射ビームの方向付けを、第1及び第2位置を相対的に変化させることができるように制御するために、好ましくは、当該複屈折部品は前記第1の操作及び／又は前記第2の操作の調整に関して制御可能とする。該制御は、第1及び／又は第2操作の調整、異なるタイプのビーム整形の間での変更若しくは調整、及び／又は特定のタイプのビーム整形が実行される程度の変更若しくは調整を有することができる。このような調整は、本発明における多数のビーム制御オプションのうちの何れか1つを用いて得ることができる。

【0029】

第1のビーム制御オプションによれば、当該複屈折部品（複屈折材料）は、液晶材料と、前記第1の操作及び／又は第2の操作の調整を制御するために上記液晶材料の少なくとも一部に電場を印加するための少なくとも1つの電極とを有する。実際には、上記複屈折材料に電場を印加するために、通常、2以上の電極が使用される。液晶材料は、光軸の向きを、自身に印加される電場の影響の下で変化させることができる複屈折材料である。従って、複屈折面において異なるビームが受ける複屈折は、該供給される電圧を調整することにより変化させることができる。

【0030】

一例において、当該複屈折部品は液晶を基とする分布屈折率（GRIN）デバイスを有する。このようなデバイスには、複数の電極が存在し、これら電極は、該電極に対する特定の電圧パターンの印加により当該液晶材料中の電場が、液晶材料分子の一部は電気力線に平行に向く一方、他の液晶材料分子は平行に向かない又は少ない程度にしか向かないよ

10

20

30

40

50

うな電場を有するように配置され、これにより、上記の配向された部分と実質的に配向されない部分との間で複屈折面として機能する等級付けられた（段階的な）屈折率を備える層（又は分布屈折率差を備える層）を形成する。このようにして、調整可能なレンズ強度及び／又はレンズ形状を持つ液晶ベースの可調整複屈折GRINレンズを都合良く作製することができる。

【0031】

他のビーム制御オプションによれば、当該複屈折部品は、一次放射ビームの一次放射の偏光を該一次放射が該複屈折部品に入射する前に調整するための偏光調整部品との組み合わせで使用することができる。当該複屈折部品の光軸に対する偏光方向の変更（例えば、一次放射の偏光の回転）は、前記第1の操作を変化させることができる。従って、前記第1位置を、第1偏光を変化させることにより変化させることができる。二次放射が当該複屈折部品による収集の後に該偏光調整部品を通過しない場合、該二次放射の偏光は変化されないままにすることができる。しかしながら、二次放射は該偏光調整部品を通過することもできる。何故なら、該二次放射は上記複屈折部品により既に操作されており、従って、当該偏光調整部品による該二次放射の調整は、いずれにしても、第1位置に影響することはないからである。該偏光調整部品は半波長板とすることができる。好ましくは、該偏光調整部品は、例えばパターン化されていない又はピクセル化されていない液晶表示モジュール（バックライトを備えない）のもの等の平面液晶デバイスに基づく部品とする。この例は、余分な部品の犠牲の下で、当該複屈折部品自体はビーム制御オプションを実施化するために液晶材料又は何らかの他の交換可能な材料を含むための一層複雑な構成を有する必要がない故に有利である。

【0032】

他のビーム制御オプションにおいて、前記複屈折材料は通常屈折率及び異常屈折率を有し、前記複屈折部品は前記通常屈折率及び前記異常屈折率の少なくとも一方とは異なる他の屈折率を持つ他の材料を有し、前記複屈折材料及び前記他の材料は前記第1の操作及び／又は前記第2の操作をもたらす複屈折面を画定し、前記他の材料は前記複屈折面の形状を画定するための固体材料を有し、前記複屈折材料は液晶材料を有し、当該装置は前記第1の操作及び／又は前記第2の操作の調整を制御するために前記液晶材料の少なくとも一部に電場を印加するための少なくとも1つの電極を有する。この場合、上記複屈折部品は、製造を容易にする前記複屈折面の形状を画定する複製材料（replica material）を有する。実際には、複屈折材料に電場を印加するために通常は2以上の電極が使用される。このことは、前記複屈折面における液晶材料の配向を実施することができ、制御を行うことを可能にする。

【0033】

更に他のビーム制御オプションにおいて、前記複屈折材料は通常屈折率及び異常屈折率を有し、前記複屈折部品は前記通常屈折率及び前記異常屈折率の少なくとも一方とは異なる他の屈折率を持つ他の材料を有し、前記複屈折材料及び前記他の材料は前記第1の操作及び／又は前記第2の操作をもたらすための複屈折面を画定し、前記複屈折材料は該複屈折面の形状を画定するための固体材料を有し、前記他の材料は前記複屈折面により形成される境界を持つ隔壁内に含まれる流体材料を有し、該流体材料が前記複屈折材料に接触するようにし、前記複屈折材料と接触する該流体材料の組成は調整可能である。この実施態様においては、ビーム制御を行うために、所謂、電気湿潤（エレクトロウェットティング）レンズを用いることができる。上記他の材料は、変更前には、変更後のものとは異なる屈折率を有する。

【0034】

本発明において、前記複屈折面は、前記第1の操作及び／又は前記第2の操作が放射ビームの偏向及び／又は平行度の変更を有するような形状を有することができる。好ましくは、該複屈折面は、上記偏向をもたらす複屈折プリズム面及び／又は上記放射ビームの平行度の変更をもたらす複屈折レンズ面を有する。この後者の例は、例えばミラー型のデバイスの代わりに、透明な複屈折部品の使用を可能にする。上記面の形状により、ある種の

ビーム制御を得ることができる。このように、レンズ形状は、前述したように発散、収束又は焦点合わせを付与することができる。プリズム形状は、ビームの偏向を行うことができる。

【0035】

本発明の特別な実施態様において、前記複屈折面は複数の複屈折副面を有し、これら複屈折副面の各々に関しては、

ー 当該複屈折副面が、仮想面に対して垂直に向けられた軸から放射方向に延びる仮想放射方向線を含み、

ー 当該複屈折副面が、前記仮想面に対して、前記複屈折面に含まれるか又は該複屈折面に対する接線であり、且つ、前記仮想放射方向線に対して垂直な仮想線と、該仮想線の前記仮想面上への垂直投影により構成される線との間に形成される傾斜角だけ傾斜される、ことが成り立つ。当該面は、軸の周りの螺旋階段の段（ステップ）に類似した副面を持つ螺旋プレートの面であり得る。これら副プリズムは、好ましくは、原点から測定して前記軸に沿って異なる距離に配置される。このようにして、螺旋状のプリズムが形成される。上記軸の周りの当該螺旋の1回転に関する距離は、異なる螺旋プレートに対して変えることができる。このようなデバイスによれば、第2偏光を有すると共に詰まった断面を有するビームは中空断面のビームに転換することができる一方、第1偏光を有するビームは該中空円の内側に位置する詰まった断面を有するままとする。従って、媒体を中央のスポットで励起する一方、励起を該スポットの周囲で集めることができる。この構成は、当該デバイスの感度を増加させることができる。

【0036】

本発明によれば、他の複屈折部品を用いることができ、前記一次放射のビームを向けるステップは該他の複屈折部品による他の第1の操作を有し、前記収集された二次放射のビームの少なくとも一部を向けるステップは該他の複屈折部品による他の第2の操作を有し、上記他の第1の操作の効果は、前記第1偏光が前記第2偏光とは異なることにより上記他の第2の操作の効果とは異なる。ここでは、レンズ及び／又はプリズムが存在し得る。前記複屈折部品及び該他の複屈折部品は、複合レンズ等のように複合部品に統合されるようにして作製することができる。当該装置は、必ずしも単一の複屈折部品から作製されていない複屈折部品を有することができる。もっとも、このことは、製造及び配備の容易さのために好ましい。当該装置は、恐らくは別個の操作を付与するために別個に制御することができる複数の別個の複屈折部品を有することができる。これら別個の複屈折部品は、共に一次及び二次放射のビームの少なくとも一方を伝達するように配置することができる。他の例として、これら複屈折部品は、一方が一次放射のビームを伝達すると同時に他方が二次放射のビームを伝達するように配置することもできる。

【0037】

当該複屈折部品は、前記二次放射のビームの少なくとも一部を通過させるためのピンホールを備えたピンホール部品との組み合わせで使用することができる。前記検出器に到達する二次放射のビームの断面を制限することは、二次放射が収集される前記第2位置に関してコントラストを増加させるために使用することができる。一次放射のビームに対してもピンホールが存在することができる。代わりに又は加えて、該部品のピンホールは、一次放射及び／又は二次放射のビームの形状（断面）を画定するために使用することもできる。更に、上記ピンホールは、当該複屈折部品が二次放射のビームを前記検出器に向けることができる位置の領域を固定し又は制限するために使用することもできる。

【0038】

当該複屈折部品は、前記二次放射のビームの少なくとも一部を収束させる収集部品との組み合わせで使用することができる。この構成は、ここでも前記第2位置に関するコントラストを改善すると共に、当該測定の感度も増加させる。当該部品は、好ましくは、対物レンズとして動作するレンズとする。好ましくは、上記対物レンズは、当該複屈折部品の前記媒体が配置される側に配置される。当該部品は、該複屈折部品がレンズである場合に該複屈折部品に統合される。従って、追加のレンズは必要とされない。

【0039】

当該複屈折部品は、該複屈折部品と前記検出器との間に配置されるビームスプリッタとの組み合わせで 사용할 ことができ、該ビームスプリッタは、前記二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向かって通過させると共に、該複屈折部品により該ビームスプリッタに向けられる如何なる一次放射も前記検出器から離れる方向に向けるよう構成される。該ビームスプリッタは、ノッチフィルタ（反射器）又はエッジフィルタ（反射器）等の波長依存性ビームスプリッタとすることができる。該ビームスプリッタは半透明プリズム等とすることもできる。当該複屈折部品により拾われ、且つ、前記検出器の方向に向けられる如何なる一次放射も該ビームスプリッタにより分割除去されるが、該ビームスプリッタは一次放射を当該複屈折部品に供給するために使用することもできる。例えば後方散乱顕微鏡等の顕微鏡は、しばしば、当該複屈折部品と組み合わせて有利に使用することができるス様なビームスプリッタを既に含んでいる。

10

【0040】

当該複屈折部品は、該複屈折部品と前記検出器との間に配置されて、該検出器に入射する二次放射の強度を制御する偏光選択性フィルタと組み合わせて使用することができる。本発明の装置が、更に、前記第1位置から収集された第1偏光の二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向けることができるなら、該偏光選択性フィルタを、相互に異なる組成を持つ二次放射信号の連続する検出を前記第1位置から発する二次放射の相対組成及び前記第2位置から発するものに関して記録するために使用することができる（これら2つは異なる偏光を有するので）。斯かる2つの記録は、当該媒体の表面層の背後の層の性質を決定するために、該媒体（サンプル）の表面信号の参照データが必要とされないようにすることを可能にする。他の例として、上記偏光選択性フィルタは省略することができる一方、前記第1位置の二次放射を検出するための他の検出器を設けることができ、前記第2位置の二次放射が前記検出器に向けられると同時に、第1位置の二次放射が該他の検出器に向けられるようにする。ここでは、他の検出器を代償にして、同時測定を実行することができる。

20

【0041】

当該装置は、前記複屈折部品を該装置から取り外しことができ、且つ、該装置に取り付け又は挿入することができるように構成することができる。好ましくは、当該装置は前記複屈折部品を保持するためのホルダを有し、該ホルダは当該装置から取り外し可能とする。この構成は、当該装置を分析システムに取り付けたままとする又は該分析システムの一部とすることができると同時に、前記複屈折部品を取り外し又は他のものと交換することができることを可能にする。従って、空間オフセット検出モードを、当該複屈折部品に関連する放射ビームから取り除くことによりオフすることができ、当該装置全体から取り除くことができる。また、空間オフセット検出モードを、複屈折部品の交換により又は1以上の複屈折部品の追加によってさえ、空間オフセット検出の他のモードを提供するように調整することができる。

30

【0042】

上記ホルダは複数の複屈折部品を保持するように構成することができる。該ホルダは、各々が少なくとも1つの複屈折部品を保持するための幾つかの副ホルダを有することができる。好ましくは、ホルダ又は上記副ホルダは、当該装置に対し、前記第1の操作及び／又は前記第2の操作を何れかの1時点で行うために1以上の複屈折部品を前記一次及び／又は二次放射のビーム内に配置することができるように移動可能である。上記ホルダ及び／又は副ホルダは、何れかの1時点において必要とされる空間オフセット検出に対する当該複屈折部品の全ての有利な適応化を備えた、スライドするホルダ又はカルーセルホルダとすることができる。上記ホルダは、手動で操作可能なものとすることができ、又は電気サーボモータ及び伝動装置が存在する場合は電氣的に操作可能なものとすることができ

40

【0043】

当該装置は、分析システムに着脱可能に取り付けることが可能な該分析システムのため

50

の付属品の形態を有することができる。取付手段はネジ山を有する部品、恐らくは対物レンズを顕微鏡の対物ホルダカーセルにねじ込むために使用されるような斯様なネジ山の付属品に基づくものとすることができる。他の例として、取付手段はパイオネット接続又は磁氣的接続等に基づくこともできる。付属品タイプの取付により、顕微鏡、後方散乱顕微鏡、分光計及び他の装置等の通常の分析システムに、相対的に簡単に空間オフセット検出能力を設けることができる。このように、斯様な通常の装置の利用分野は、斯様な通常の装置に複雑な可動部品を追加することを要せずに、空間オフセット検出の分野に都合良く拡張することができる。

【0044】

当該装置は、前記第1位置と前記第2位置とが同一である動作モードを有することができる。このようにして、当該装置の空間オフセット機能は、他の測定（顕微鏡等）を行うことができる分析システムが、これらの他の分析を実行するために復帰することができるように、オフすることができる。上記動作モードは、前記複屈折部品を前記第1及び／又は第2操作を行うことができる位置から除去する；及び／又は前記複屈折部品を前記第1操作が前記第2操作と同一となる状態へと制御するための構成を有する装置により実施することができる。

10

【0045】

後者の場合、本明細書で定義されるような液晶材料を有する複屈折部品が有利である。というのは、これらは液晶層をディレクタが一次放射のビーム及び二次放射のビーム（これらが平行である場合）の伝搬方向と平行となるように切り換えることを可能にするからである。例えば、液晶層を有する当該複屈折部品は液晶材料の何れの側にも透明な電極を有することができ、電場の印加に際して液晶分子の向きが一次及び二次放射のビームの伝搬方向に対して平行となるようにする。

20

【0046】

本発明の装置は、空間オフセット分析を実行するために有利に使用することができる。特に、当該装置は分析システムと共に使用することができる。好ましくは、斯かる使用が、当該装置無しでは有さないであろう、空間オフセット測定能力を持つ分析システムを提供するようにする。該分析システムは、好ましくは、顕微鏡、後方散乱顕微鏡、蛍光検出システム、燐光検出システム、ラマン分光計、近赤外（near-IR）及び／又は赤外（IR）分光計、紫外（UV）分光計、並びにマイクロ波検出システムのうちの何れかの1つ若しくは組み合わせを有し、又はこれらの何れかの1つ若しくは組み合わせからなる。このような豊富に利用可能なシステムの使用分野は、都合良く且つ相対的に低コストで、空間オフセット分析のための能力を備えることができる。該使用は、包装後の製品品質検査のため又は税関検査目的のためであり得る。

30

【0047】

本発明の装置は、好ましくは、前記一次放射のビームが前記複屈折部品に入射する際には第1ビーム伝搬方向を有し、前記二次放射のビームの少なくとも一部が前記複屈折部品から出射する際には第2ビーム伝搬方向を有することを可能にするように構成され、上記第1伝搬方向及び第2伝搬方向は平行であって互いに反対である。このような装置は、後方散乱顕微鏡において都合良く使用することができる。

40

【0048】

当該装置は、分析システム、特に例えば顕微鏡、後方散乱顕微鏡、蛍光検出システム、燐光検出システム、ラマン分光計、近赤外及び／又は赤外分光計、紫外分光計、並びにマイクロ波検出システム等の光学分析システムにおいて非常に効果的に使用することができる。上記顕微鏡又は後方散乱顕微鏡は、上記検出システム又は分光計の一部であり得る。好ましくは、当該装置は、このような分析システムの付属品を形成するものとする。というのは、その場合、該分析システムの使用分野は、該装置が提供する空間オフセット検出機能により拡張することができるからである。

【0049】

上記分析システムは、本明細書で定義された装置の固有の部分を既に有し得る。特に、

50

分析システムは、

－ 前記複屈折部品と前記検出器との間に配置されるビームスプリッタであって、前記二次放射のビームの少なくとも一部を前記検出器に向かって通過させると共に、前記複屈折部品により該ビームスプリッタに向けられる如何なる一次放射も前記検出器から実質的に離れる方向に向け、且つ、放射源からの前記一次放射を前記複屈折部品に向けるように構成されたビームスプリッタと、

－ 前記一次放射の偏光を該一次放射が前記複屈折部品に入射する前に調整する偏光調整部品と、

－ 前記複屈折部品と前記検出器との間に配置されて、該検出器に入射する前記二次放射の強度を制御する偏光選択性フィルタと、

を既に有し得る。この場合、上記分析システムは、該分析システムの付属品であるが、前記ビームスプリッタ、前記偏光調整部品及び前記偏光選択性フィルタを有さない（これらは上記分析システムに既に存在するから）本発明の装置と都合良く組み合わせる。一般的に、顕微鏡及び後方散乱顕微鏡が斯様な分析システムである。

【0050】

例えば顕微鏡対物レンズの形態の前記収集部品は、上記分析システムの一部であり得、当該装置に取り付けるために再び使用することができる。従って、当該装置は対物レンズ、即ち収集部品上のネジ山に合致するネジ溝を有することができる。

【0051】

上記分析システムは、更に、空間オフセット検出測定値のデータ分析のためのユニットを有することができる。かくして、前記二次放射の検出データを、媒体の組成を明らかにするために使用することができる。

【0052】

本発明は、空間オフセット検出を実行する方法も提供し、該方法は、

－ 請求項1ないし21の何れか一項に記載の装置を準備するステップと、

－ 第1偏光を有する一次放射を供給するステップであって、該一次放射により照射された場合に前記媒体に二次放射を放出させるステップと、

－ 前記媒体上の第1位置に向かって、前記第1偏光の前記一次放射のビームを向けるステップと、

－ 二次照射を検出するための検出器に向かって、前記媒体の第2位置から収集された第2偏光の前記二次放射のビームの少なくとも一部を向けるステップであって、前記第2位置が前記第1位置とは少なくとも部分的に異なるステップと、

を有し、前記一次放射のビームを向けるステップは前記複屈折部品による第1の操作を有し、前記収集された二次放射のビームの少なくとも一部を向けるステップは前記複屈折部品による第2の操作を有し、前記第1の操作の効果は、前記第1偏光が前記第2偏光とは異なることにより前記第2の操作の効果とは相違する。

【0053】

当該方法は、二次照射を検出するための他の検出器に向かって、前記第1位置から収集された前記第1偏光の二次放射のビームの少なくとも一部を向ける追加のステップを有し、該第1偏光の二次放射のビームの少なくとも一部を向けるステップは前記複屈折部品による第3の操作を有し、該第3の操作の効果は、前記第1偏光が前記第2偏光とは異なることにより前記第2の操作の効果とは相違する。

【0054】

この方法は、二次放射を当該媒体上の2つの位置、即ち前記第2位置及び前記第1位置から、1つの構成の励起のみにより（2つのデータポイントに対して、位置変更は実施する必要はないので）得ることを可能にする。該2つのデータポイントは、一方が表面を表し（第1位置データ）、もう一方が当該媒体の一層内側の部分を表す、2つの深さの層における該媒体の組成の推定を可能にする。上記表面のための参照データは知る必要はない。

【0055】

好ましくは、前記他の検出器は前記検出器と同一であり、前記装置は、二次放射の連続する検出の間において前記検出器に入射する前記第1偏光の二次放射及び前記第2偏光の二次放射の相対貢献度を調整するための偏光選択性フィルタを有する。この構成は、2点測定法を顕微鏡等の通常の分析システム上で余分な検出器を要せずに実行することを可能にする。該方法において、前記複屈折部品により前記二次放射を該二次放射の検出のための検出器に向けた後、同一の光学経路を、第1偏光の二次放射及び第2偏光の二次放射の両方のために利用することができる。余分な検出器は必要とされない。前記第1及び第2位置からの二次放射の相対含有度をフィルタし又は変化させるために、上記偏光選択性フィルタは該二次放射の連続する測定の間において調整されねばならない。ここでも、当該媒体の表面及び一層深い層におけるデータを得るために両データポイントを使用することが

10

【0056】

当該方法において、請求項4に記載された装置を用いることができる。この構成は、当該方法が、

- ー 前記第2位置からの前記第2偏光を持つ二次放射を検出するステップと、
- ー 前記第1位置を一定に維持しながら、前記第2位置をずらすように前記複屈折部品を制御するステップと、
- ー 前記ずらされた第2位置からの前記第2偏光を持つ二次放射を検出するステップと、を更に有することを可能にする。

【0057】

20

一層多くのデータポイントを得ることができるほど、当該媒体の表面の背後の一層良好な深さプロファイルを決定することができる。この場合、このような測定のために移動する部品は必要とされない。というのは、前記複屈折部品を、前記一次放射のビームに対する前記二次放射のビームの相対移動を行うよう制御することができるからである。

【0058】

本明細書における前記データポイントは、好ましくは、紫外、蛍光、ラマン又は赤外スペクトル等の、物質を表すスペクトルである。

【0059】

尚、全ての図は、そうでないと示さない限り、概略図である。

【図面の簡単な説明】

30

【0060】

【図1】図1は、図の面における垂直線としての深さ方向（Z軸）によるサンプルの断面図を示し、媒体上の或る位置における励起放射による媒体の励起が、どの様にして、他の位置における放射の放出を生じさせるかを示すために用いられている。

【図2】図2は、複屈折プリズムを有する本発明による例示的装置を示す。

【図3】図3は、複屈折プリズム及び放射収集レンズを有する本発明による装置を示す。

【図4A】図4Aは、放射ビームスプリッタ及びフィルタを更に有する図3の装置を示す。

【図4B】図4Bは、放射ビームスプリッタ及びフィルタを更に有する図3の装置を示す。

40

【図5A】図5Aは、プリズムの構成の側面図を示す。

【図5B】図5Bは、プリズムの構成の上面図を示す。

【図6】図6は、螺旋プレートにより得られ得る、媒体上の放射励起及び収集パターンの上面図を示す。

【図7】図7は、螺旋プレート、並びに該螺旋プレートが図6の励起及び収集パターンを得るためにどの様に使用することができるかを示す。

【図8A】図8Aは、どの様にして螺旋プレートを作製することができるかを示す。

【図8B】図8Bは、どの様にして螺旋プレートを作製することができるかを示す。

【図8C】図8Cは、どの様にして螺旋プレートを作製することができるかを示す。

【図8D】図8Dは、どの様にして螺旋プレートを作製することができるかを示す。

50

【図 9 A】図 9 A は、励起及び収集パターンを変更するために、どの様にして螺旋プレート
の形状を変化させることができるかを示す。

【図 9 B】図 9 B は、励起及び収集パターンを変更するために、どの様にして螺旋プレート
の形状を変化させることができるかを示す。

【図 1 0】図 1 0 は、複屈折レンズを備えた本発明による例示的装置を示す。

【図 1 1 A】図 1 1 A は、複屈折レンズ及び放射収集レンズ（対物レンズ）を備えた本発
明による例示的装置を示す。

【図 1 1 B】図 1 1 B は、複屈折レンズ及び放射収集レンズ（対物レンズ）を備えた本発
明による例示的装置を示す。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、液晶層に基づく調整可能な複屈折を備えた複屈折プリズム、及
び該プリズムの複屈折がどの様にして異なる動作モードを提供し得るかを示す。

10

【図 1 2 B】図 1 2 B は、液晶層に基づく調整可能な複屈折を備えた複屈折プリズム、及
び該プリズムの複屈折がどの様にして異なる動作モードを提供し得るかを示す。

【図 1 3 A】図 1 3 A は、複製層及び液晶層に基づく調整可能な複屈折を備えた複屈折レ
ンズ、並びに該レンズの複屈折がどの様にして異なる動作モードを提供し得るかを示す。

【図 1 3 B】図 1 3 B は、複製層及び液晶層に基づく調整可能な複屈折を備えた複屈折レ
ンズ、並びに該レンズの複屈折がどの様にして異なる動作モードを提供し得るかを示す。

【図 1 3 C】図 1 3 C は、液晶層に基づく調整可能な複屈折を備えた複屈折液晶型 G R I
N レンズ、及び該レンズの複屈折がどの様にして異なる動作モードを提供し得るかを示す

20

。【図 1 3 D】図 1 3 D は、液晶層に基づく調整可能な複屈折を備えた複屈折液晶型 G R I
N レンズ、及び該レンズの複屈折がどの様にして異なる動作モードを提供し得るかを示す

。【図 1 3 E】図 1 3 E は、固体複屈折レンズ本体及び流体チェンバを備えた例示的装置を
示す。

【図 1 4】図 1 4 は、当該装置がどの様にして後方散乱分析システムの一部となり得るか
を示す。

【図 1 5 A】図 1 5 A は、分析システム（例えば、顕微鏡）のための付属品としての装置
の構成例の側面図を示す。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、分析システム（例えば、顕微鏡）のための付属品としての装置
の構成例の上面図を示す。

30

【図 1 5 C】図 1 5 C は、切り換え可能な複屈折部品が、どの様にして、本発明による装
置又は分析システムから取り外し可能なホルダの一部となり得るかを示す。

【発明を実施するための形態】

【0 0 6 1】

本発明は、S O R S 等の空間オフセット検出を可能にするための、好ましくは可動部品
を用いない、分光システム等の分析システムにおける励起放射ビーム及び放出放射ビーム
の特性の独立した制御の要求に対する一般的解決策を提供する。本発明の前後関係におい
て、空間オフセット測定は、励起位置と放出収集位置との間の制御可能なオフセットに関
するもので、該オフセットは深さの差及び／又は横方向のサンプル表面の差に関するもの
である。本発明の装置は、このような測定を可能にするために、既存の分析システムの容
易な適応化を可能にする。

40

【0 0 6 2】

屈折率なる用語は、全電磁スペクトルに、特に当該スペクトルの光部分に適用するこ
とができる。

【0 0 6 3】

複屈折は、光の伝搬方向及び偏光に依存する屈折率を有する物質の特性である。異方性
物質は複屈折的であると言われる。複屈折は、しばしば、当該物質内で異なる偏光の放射
が受ける屈折率（通常屈折率及び異常屈折率）の最大差により定量化される。

【0 0 6 4】

50

このように、複屈折物質は放射ビームを、各々が異なる角度で屈折又は透過されると共に、各々が他方に対して直角に偏光される2つのビームに分割することができる。方解石及び石英等の特定の結晶は、このような特性を有している。

【0065】

最も単純なタイプの複屈折は、一軸異方性を持つ物質のものである。即ち、該物質の構造は、全ての垂直方向に光学的に等価な対称軸を有するようなものである。この軸は該物質の光軸として知られているもので、該光軸に対して平行及び垂直な直線偏光を持つ光は同一でない屈折率、即ち、異常屈折率及び通常屈折率（各々、 n_e 及び n_o として示される）を有する。これら名称は、非偏光光が当該物質に光軸に対して零でない鋭角で入射した場合、この軸に対して垂直な偏光を持つ成分は標準の反射法則に従って屈折される一方、相補的偏光成分は入射角及び複屈折により決まる非標準の角度で屈折する。従って、当該光は、通常及び異常として知られている2つの直線偏光ビームに分かれる。当該光が光軸に沿って又は直交して伝搬する場合に例外が生じる。第1の場合、両偏光及び光線は通常であり、分割されない。第2の場合も、当該光の2つの別個の方向への分割は存在しないが、通常及び異常成分は異なる速度で進行し、該効果は直線偏光と円又は楕円偏光との間で相互変換するために使用される。

10

【0066】

二軸物質においては、3つの屈折率 α 、 β 及び γ が存在するが、高速光線及び低速光線と呼ばれる2つの光線しか存在しない。低速光線は、当該物質が最高の実効屈折率を有するものである。

20

【0067】

放射ビームは、一般的に、ビーム伝搬方向に伝搬し、従って、放射ビームは、しばしば、伝搬方向に平行なビーム軸を有すると言われる。しかしながら、このような軸を有するビームにおいて、該ビームの或る部分における放射は、それでも、該ビームの他の部分の放射とは異なる方向に伝搬し得る。これは、例えば、収束又は発散ビームの場合である。これは、一般的に、例えば平行ビームにおいては、そのようにならない。

【0068】

光学系の光軸は、該系を介して光が伝搬する経路を定める仮想線である。簡単なレンズ及びミラーからなる系の場合、該軸は各面の曲率中心を通過し、回転対称軸に一致する。光軸は、しばしば、当該系の機械軸に一致するが、軸外れ光学系の場合におけるように、常にそうということではない。

30

【0069】

本発明は、励起位置と当該励起により生じる信号／ビームの検出位置との間に横方向オフセットが必要とされる分析システムに適用することができる。1つの斯様なシステムは、空間オフセットラマン分光（SORS）システムである。

【0070】

ラマン方法は、結果として励起波長とは異なる波長の分析信号を生じさせる、物質中での光子の非弾性散乱に依存する。エネルギー損失は、非常に固有であって、当該物質の指紋を形成する化学結合振動情報を含む。

【0071】

物質の指紋（ラマンスペクトル）を得るためには、ラマン散乱光子が検出系に到達すること、即ち、光子が収集系の開口数内の位置から生じなければならないことが重要である。従って、通常のラマン分光法では、励起及び検出は当該物質の同一位置で生じ、信号は、通常、顕微鏡装置を用いて後方散乱モードで検出される。更なる情報に関しては、ラマン分光法の一般的説明を参照されたい。

40

【0072】

この種の測定は透明な物質に対しては良好に働くが、使用される励起放射（ラマン分光法の場合は光）に対して完全に透明ではない物質に対しては、通常、困難である。これらの目的のためには、空間オフセットラマン分光法（SORS）を用いることができる。

【0073】

50

S O R S 測定又は何らかの他の空間オフセット測定（蛍光、燐光、I R）の一般的原理を、図1を参照して説明する。

【0074】

図1は、互いに上下の2つの異なる物質層102及び103からなるサンプル101を示し、これら層のうちの上側層102は励起放射に対して部分的にのみ透明である。励起放射は、ビーム104により層102の上側表面に位置105（上記上側表面に対して平行に走るX軸上に105xで示されている）において供給される。該サンプルは、ビーム104に対して平行に走るZ軸の周りに回転対称であると仮定され、且つ、円形の励起スポットが仮定される。層102は、例えばプラスチックボルト又はボール紙の箱等から形成された散乱性遮蔽物と見ることができる。

10

【0075】

励起放射は、励起位置105から散乱の結果として下側の物質層を経て進行し、そうするうちに、層102の表面の下側の或るボリュームの物質を励起する。励起放射の侵入包絡線は深さの増加に伴い変化する（侵入112及び113に各々対する包絡線110及び111参照）。励起されたボリューム物質は、検出されるべき放射（ラマン、蛍光、燐光、I R等）を生成し、該放射は全ての種類の散乱過程を経て層102の表面に現れる。該出現する検出放射の包絡線も、深さに伴い変化し、上記包絡線110及び111に類似する。結果として、励起位置105から横方向に一層離れて（X軸に沿って）散乱放射を検出するほど、当該検出信号に対する一層深い層の相対貢献度が大きくなる。従って、例えば、空間オフセット107の位置106において検出される放射は、該空間オフセット107より小さな空間オフセット109の位置108において検出される放射よりも、層103により発生された放射の一層高い相対含有度を有する。この場合、層102の貢献度に関しては反対のことが成り立つ。

20

【0076】

当該サンプルを同一の位置で励起する間の2つの異なる位置における2つのスペクトルの検出及びこれらスペクトルの適切な分析は、物質の成分の分離を可能にする。この場合、2つの層しか存在しないので、斯かる層の一方のスペクトルを決定するには、遮蔽側の部分的に透明な層102の性質が分からなくても、2つの測定で十分である。もっと多くの層が含まれる場合、もっと多くの測定が必要であり得、データは、異なる層を分離するために多変量分析を必要とする。このような測定を、1つの位置における励起及び異なるオフセット位置における測定により、又は異なる位置において励起する一方、単一オフセット検出位置において検出することにより実行することもできることに注意されたい。この分析の結果は従来のラマンデータ分析とは異なることはないので、多変量分析以外に特別なデータ処理は必要とされない。

30

【0077】

図1の場合におけるオフセットは、信号が当該サンプルの励起位置からは横方向に異なる位置において検出されることを意味する。この場合、横方向とは励起ビームの方向に対して実質的に垂直を意味する。前述したように、散乱強度は、励起と検出との間の横方向の位置の差が用いられる場合に急速に減少する。このような減少にも拘わらず、測定される信号は、特定の参照及び補償の後には、当該サンプルの、上記遮蔽物ではなく、内部を大いに反映する。このように、S O 測定は、散乱性表面層からのデータ（スペクトル）が、下側の関心物質のデータ（スペクトル）の殆どを隠蔽する場合に特に有効である。検出経路に空間オフセットを適用することにより、表面の物質により隠蔽される物質からのデータ（スペクトル）の相対寄与度が増加し、普通の視覚では隠れている物質を検出及び識別するための特有のツールを提供する。

40

【0078】

従来のシステムにおいてS O 測定を可能にするためには、一般的に、積分光学系及び／又は載物台等の機械的可動部品を通常有する複雑な励起検出装置が必要とされる。本発明によれば、単一又は可変の空間オフセットが、偏光に基づいた励起信号及び検出信号の異なる処理に基づく簡単な方法で提供される。特に、標準的後方散乱モードシステムの光学

50

的構成を変更することなしに、X Y面（X Z又はY Z面ではなく）における励起経路と検出経路との間の空間的差を形成することができる。このアイデアは、なかでも、散乱過程（ラマン散乱）は、強い配向性（結晶格子、液晶）を有する媒体／物質が分析されるのでない限り、優先的偏光は有さないという認識に基づいている。或る偏光の励起放射を供給し、オフセット位置から検出放射として他の偏光を選択することにより（両偏光は個別に選択又は設定することができる）、空間オフセット動作モードが実現される。

【0079】

複屈折部品が使用される（複屈折がX Y面（例えば放射ビームの透過に対して垂直な）内に存在する）如何なる構成も、サンプルの励起位置と放射放出位置との間に空間的差が生じる。このことは、ランダムに偏光された放射が複屈折部品に入射する場合にさえも成り立つ。前述し、且つ、一般的に知られているように、このような放射は複屈折部品により異なる偏光を持つビームに分割される。従って、偏光のタイプが励起及び放出偏光方向が直交するように選択される限り、如何なる偏光構成を使用することもできる。このことが下記の表に示され、該表は、放射において検出される異なる信号及び選択された偏光方向を励起偏光の関数として示している。

【0080】

【表1】

励起偏光		非オフセットの偏光オリジン		オフセットの偏光オリジン
直線	水平	直線	水平	垂直
	垂直		垂直	水平
円	右回り	円	右回り	左回り
	左回り		左回り	右回り
楕円	右回り	楕円	右回り	左回り
	左回り		左回り	右回り

【0081】

示されるように、非オフセット機能（影響されない放射）は、偏光が励起偏光と同一の場合に当てはまる一方、オフセット機能（放射の屈折又は偏向）は異なる偏光に当てはまる。

【0082】

直線偏光された励起入射及び円偏光された放出の検出のように、励起及び放出偏光の多くの他の組み合わせが可能である。この事例に関しては、混合された信号が得られる。

【0083】

物質の複屈折特性に基づいて、複屈折部品は、該複屈折部品から所望の光学的機能を選択するために偏光の入射面及び放射偏光方向に対して適切に向けられることが好ましい。複屈折物質の場合、この方向は該複屈折物質のディレクタ（director）軸に対して平行又は垂直の何れかに一致されるべきである。というのは、その場合、完全に分解された励起及び検出信号が生じ得るからである。如何なる他の状況においても、信号オリジンの混合状態が生じ、必ずしも適切な（空間オフセット）測定を妨げるものではないが、信号オリジン及び空間オフセット信号対非オフセット信号の比は余り明確にならず、当該データから物質特性を抽出するための追加のデータ処理を必要とする。

【0084】

本発明は、各々が自身の一群の利点を備えた複数の装置で実施化することができる。各装置は、分析システムの一部（永久的な又は該分析システムの付属品として）であり得る。

【0085】

第1の装置は少なくとも1つの複屈折プリズムを有する。図2は、等方性部分202及び複屈折部分204を含む複屈折プリズム200を備えた装置を示す。該プリズムは、分析されるべき材料の表面206（例えば、図1の層102の表面等）上に配置される。

【0086】

複屈折部分 204 の屈折率の一方（通常（ n_o ）又は異常（ n_e ））は等方性部分 202 の屈折率（ n ）と整合される。励起放射のビーム（例えば、210）は、ビーム伝搬軸方向（210）に沿う検出側で当該プリズムに入射し、該プリズムを励起側で出射する。図の面に偏光（この場合は直線であるが、他のものも可能である）212を有するビーム 210 に対して、この例では、等方性部分 202 の屈折率及び複屈折部分 204 の通常屈折率が一致され、従って、このビームの屈折は生じない。該ビーム 210 は位置 214（X 軸上の）において表面 206 に入射する。該励起位置 214 は、例えば図 1 における励起位置 105（第 1 位置）に対応し得る。ここで、上記表面により位置 216（第 2 位置）から特定の角度内で放出される正しい偏光 220（即ち、ビーム 210 のもの 212 とは同一でない偏光）を持つ検出放射 218 は、当該プリズムにより、検出側において該プリズムを励起放射 210 のものとは反対の方向で出射するようにして（該検出放射 218 は該プリズムにより屈折されるからである）収集することができる。1 つの斯様な放射光線が、偏光 212 に対して垂直な（図の面に垂直な）偏光 220 を有する光線 218 により表されている。このビーム 218 に対して、当該プリズムの部分 202 及び 204 の屈折率は、部分 204 の複屈折的性質の結果として一致せず、従って、部分 202 及び 204 の間の界面で（逆）屈折される。部分 202 は、通常、空気のものとは異なる屈折率を有し、その結果、該部分の境界では屈折効果が全ての偏光に対して生じることに注意されたい。しかしながら、このことは当該装置の一般的動作原理を妨げることはない。

10

【0087】

当該ビームが偏向される角度は、2 つの部分 202 及び 204 を分離する複屈折面の三次元方位、並びに異常屈折率と通常屈折率との間の差に依存する。該偏向角は、スネルの法則（ $n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t$ ）及び適切な屈折率に基づき標準の光学理論を用いて計算することができる。

20

【0088】

一例として、ビーム 218 が当該プリズムエレメントを直角 222 で出射すると考える。使用される全ての材料は 1.5 の屈折率（複屈折部分 204 の通常屈折率を含む）を有し、異常屈折率は 1.75 であると仮定する。90° の最大偏向を生成するためには、部分 202 と 204 との間の屈折面の垂線が出射ビーム 218 に対して 41.74° の角度をなすことが必要である。

【0089】

励起放射 212 は偏向されないままである一方、検出放射 218 は偏向されている。励起放射が偏向される一方、検出放射が影響されない逆の状況も、空間オフセットを生成するためにうまく使用することができる。

30

【0090】

このように、当該装置は、図 1 を参照して説明した SO 測定のために必要に応じて空間オフセット 224 を提供することができると共に、当該プリズムに入射する前の励起放射ビーム 210 及び該プリズムを出射した後の屈折ビーム 218 が後方散乱モード顕微鏡又は分光システムにおけるのと全く同様に再び同一軸に沿って進行するようにさせることができる。従って、該装置は通常の後方散乱モード分析システムのための簡単な強化として働き得る。通常のシステムの光学系又は放射操作手段を、ビーム 210 を当該装置に供給すると共に、該装置を出射した後の検出ビーム 218 を該システムの検出器に向かうよう操作するために使用することができる。当該システムの一層完全な説明を以下に示す。

40

【0091】

図 2 の装置を有利に調整することができる。光線 218' は、位置 216 とは空間的に異なるオフセット位置 216' から到来するが、光線 218 と同一方向に向きが変えられ、当該分析システムの開口内に入る際に検出器により記録されることを示している。このことは、当該装置のコントラストの低下を増大させる。即ち、218 及び 218' により定められるビームが 1 つの測定において検出器に到達することを可能にする場合、実効的に、表面 206 上の X 軸に沿う複数の全ての位置から（この場合は、少なくとも位置 216 と位置 216' との間の位置から）放射を検出している。

50

【0092】

コントラストは、プリズム200の検出及び／又は励起側に開口を画定することにより増加させることができる。これは、検出器に到達する検出放射ビームが画定される、所望なら調整可能な直径及び／又は形状を持つ簡単なピンホール装置とすることができる。該開口は、斯様なビーム制限機能を持つ如何なる形状のものとするともできる。図2は、当該プリズムの励起側におけるアパーチャ226を示し、励起放射用の開口及び検出放射用の開口を備えている。該アパーチャは横方向位置に関しても調整可能なものとすることができる。このような調整可能性によれば、空間オフセットをコントラストの損失なしに決定することができる。

【0093】

当該装置の感度も調整することができる。前記アパーチャ226（もし存在するなら）を通過し得る検出放射光線218'から理解されるように、位置216'から収集される光線の量（光子の数及びこれらによるエネルギー）は、表面206から光線218とは異なる方向に放出される放射光線は当該装置により光線方向210とは平行でない方向に向きを変えられ、最終的に、これら光線は検出器に到達しないことになり得る（これら光線は軸外れとなる）ので、限定される。完成した分析システムの開口数（NA）は、このような効果の限界をもたらす。

【0094】

上記効果は、表面206から光線が放出される固有の円錐内の、該表面からの光線を収集する収集デバイスを当該装置又は当該システム内に導入することにより低減することができる。図3は、等方性部分302及び複屈折部分304を備えたプリズム300を示す。該プリズムは、図2のものと同様のプリズムであり、同様に作用する。図の面内の偏光312を備えると共に図示された外側の光線により画定される幅を有する励起ビーム310は、当該プリズムに、直角322に入射し、該プリズムを介して影響を受けないで進行し、次いで、分析されるべき物質の表面306の位置314上にレンズ305により収束される。レンズ305は収集デバイスとして機能する。該レンズは、位置316から放出される全円錐の光線318（実線により表されている）を収集し、次いで該光線は当該プリズムにより励起ビーム310の方向に対して平行に向きを変えられる。

【0095】

レンズの形態の収集デバイスの更なる利点は、図2の状況に対してコントラストも増加されることである。位置316に端を発する円錐318の部分により収集されるX方向における異なる位置からの光線は、プリズムの代わりにレンズの開口（レンズ口径）により規定されて減少される。このように、図2のピンホール部分226は必要とされないが、必要なら、コントラストの更なる改善策として追加することもできる。

【0096】

図4A及び図4Bは、検出システムの一部とすることができると共に、図3の装置を組み込んだ装置400の2つの構成例を示す。この簡単なシステムは、多数の蛍光及び／又はラマン分光計に使用される従来の顕微鏡システムの一部とすることができると共に、通常はそうである。図3の装置に関連して説明したものと同一のフィーチャを表すフィーチャには同一の符号が付されている。

【0097】

当該装置又はシステムには、等方性部分302及び複屈折部分304を備えたプリズム300が存在すると共に、該プリズムの励起側に配置されたレンズ305が存在する。プリズム300及びレンズ305は、図3を参照して説明したように動作する。当該装置にはノッチ又はエッジフィルタ402（ビームスプリッタとしての）が存在し、該フィルタは図の面における偏光方向312を持つ放射源（図示略）からの励起ビーム310を、該ビームが上記プリズムに直角に入射するように該プリズムに向かうように向きを変える。該ビームは、上記プリズムに影響されないで通過し、図3を参照して説明したようにレンズ305により収束された後に位置314においてサンプル表面306に入射する。上記ノッチ又はエッジフィルタは励起ビーム310を実質的に反射する、波長選択性反射器又

10

20

30

40

50

はビームスプリッタとして機能する。

【0098】

偏光320を持つ検出放射は、位置316からレンズにより集光され（偏光312及び320は一緒に集光される）、偏光320を持つ部分は図3を参照して説明したように当該プリズムによりビーム318としてノッチ又はエッジフィルタ402方向に向きを変えられる。このビーム318は、当該サンプルにおける励起作用（ラマン又は蛍光若しくは燐光等の他のもの）に起因して波長がずらされるという事実により、該フィルタを通過する。フィルタ装置404（該フィルタは、例えば、偏光子又は検光子であり得る）は、ビーム318を検出器406へと通過させるように調整される。偏光312を持つ検出放射のうちのレンズ305によって収集された部分は、プリズム300により向きを変えられることはないことに注意されたい。何故なら、該部分は、そのためには不適切な偏光を有し、従って、当該プリズムを収集方向326に（即ち、軸外れで）離脱するからである（このことは、図3にビーム318の偏光312を持つ1つの光線に関してのみ示されている）。従って、該部分は検出器406に届くことはない。

10

【0099】

励起位置314における励起により生じた該励起位置から到来する後方散乱放射ビーム328も、レンズ305により収集される。ノッチ又はエッジフィルタ404に到達する該ビーム内の如何なる励起放射（偏光の如何に拘わらず）も、このノッチ又はエッジフィルタにより、404に至る経路外へと向きが変えられる。更に、位置314から発した、このビーム328の偏光320を有する検出放射部分（従って、波長がずらされている）は、プリズム300により軸が外されて光線330（図3参照）と同じ方向を持つビームとして向きが変えられ、従って検出器に到達することはない。しかしながら、ビーム328の検出放射のうちの偏光312を持つ部分は、プリズム302により検出器の方向に影響を受けずに通過される。該部分は、フィルタ402を通過するが、間違っただけの偏光を有している故に選択デバイス404により検出器に到達することから防止される。

20

【0100】

このように、位置316に係する検出放射を、他のサンプル位置からの放射の妨害なしに、ビーム318から記録することができる。

【0101】

SO法の場合、2層サンプルの一方の層（例えば、非表面層）から固有に由来する放射を推定することができるためには、少なくとも1つの他の位置のデータ（これが、他の参照から未だ分かっていない場合）も必要とし得る（図1を参照したSO測定の一般的動作の説明参照）。当該サンプルが、複数の層を有する等のように、一層複雑な場合は、もっと多くの斯様な異なる位置が必要とされる。読者は、SORS測定原理及び多変量分析を用いるデータ処理に関して記載した更なる背景を参照されたい。

30

【0102】

本発明は、斯様な参照データ（スペクトル）を簡単な方法で収集することができるようにする。というのは、位置314から発しレンズ305により集光される偏光312を持つ後方散乱放射を、この目的のために便利に使用することができるからである。ビーム328を検出器に向かって通過させると共にビーム318を阻止するような選択デバイス404の簡単な再調整（例えば、当該検光子の90°にわたる回転）は、位置314の放射の記録を位置316の放射の妨害無しで可能にする。

40

【0103】

図5A及び図5Bは、図2及び図3のプリズムの代替構成例であるプリズム500を、各々、側部及び上部から示す。該プリズムは図2又は図3のものと同様に動作するが、設計が異なることを可能にする。該プリズムは、互いに並置された小さな副プリズム501から構成されている。これら副プリズム501の各々は、等方性部分502及び異方性複屈折部分504を有している。図2及び図3のプリズムと比較すると、部分502と504との間の屈折面に関して、プリズム全体の幅にわたって同一の角度を持つ一層扁平なプリズムを実現することができる。図5Bは、小さな実線の帯により、各々が複屈折物質分

50

子のディレクタ (director) を表す該複屈折物質分子の向きの平行な配向を示している。

【0104】

以上に説明したプリズムによる構成例において、空間オフセットシステム内での放出信号に対する励起信号の方向制御は、スポット若しくはライン励起及び／又は検出が用いられるようにして使用されている。これらの構成は、常に励起と検出との間のオフセットを使用するための最も効率的な方法であるとは限らない。

【0105】

オフセットを持つ励起及び検出領域の他の形状又は断面も、有利に用いることができる。1つの代替的な好ましい構成は、リング（環状）励起及び／又は検出を設けることに基づくものである。リング励起方法においては、当該信号を収集することができる多数の点
10
が、当該リングの中心から同一の距離で励起される。この構成は、より低い検出限界及び少ない測定時間をもたらす。この構成の更なる利点は、励起面積が増加した場合には励起表面における信号のフラックスが一層小さくなるので、当該物質を損傷する危険性無しに一層高い励起放射パワーを使用することができることである。他の例として、逆モードの構成によれば、励起点の周囲のリングからの放射の収集が可能である。特に、大きなオフセットが用いられる場合（混濁媒体における一層深い測定に対応する）、これらの構成は、点励起及び点収集と比較して効率の改善をもたらす。

【0106】

図6は、上方から見たサンプルの表面600を示す。該表面上には、中心スポット602及び取り囲むリング604の形態の位置が示されている。上記スポットは励起放射が当
20
該表面に供給される位置であり得ると共に上記リングは放出放射が収集される位置であり得るか、又は上記リングが励起信号であり得ると共に上記中心スポットから放出を収集することができる。空間オフセットは距離606により与えられる。

【0107】

図7は、このようなリング状励起／検出を実現することができる装置を示している。部分700は螺旋プレートを示し、該螺旋プレートは当該リングの中心における検出位置
30
に対して空間オフセットを伴うリング状照明を発生するために用いることができる。該螺旋プレートは厚さ702を有し、該厚さは当該プレートの周方向には変化するが、半径方向では一定である。該プレートは、励起及び検出放射に対して実質的に透明な物質から形成される。該螺旋プレートは上記物質により円形プリズムの形態の偏光感知性ビーム偏向子として機能する。結果として、該螺旋プレートは中心ビーム704を、リング状断面を有するビーム706に変換する。

【0108】

位相板エレメント（非複屈折ではあるが）の説明は、文献“Half integral spiral phase plates for optical wavelengths”, J. Opt. A: Pure appl. Opt. 6 (2004) S288-S290に示されている。他の説明は、文献“Production and characterization of spiral phase plates for optical wavelengths”, Appl. Opt. 43, 688-694 (2004) に示されている。これらの螺旋プレートは、等方性であっても、本発明のために使用することができる。この場合、該プレートは複屈折物質から形成されるか、又は等方性物質から形成されて、段状側に複屈折物質を接触させることによりプリズム面を形成するかの何れかである。
40
当該複屈折螺旋プレートが一方の偏光を屈折することができると同時に他方を影響されないままとすることができる限り、該プレートは本発明において励起位置と検出位置との間のオフセットを生成するために用いることができる。

【0109】

複屈折螺旋プレートの可能性のある製造工程の一例を、図8A～図8Dを参照して説明されるステップに従って解説する。図8Aは基板802上の螺旋プレート800（図7のものと同一）を示す。該プレートは、例えば真鍮のダイヤモンド仕上げ鑄型から開始することにより形成することができる。この鑄型から、上述した文献“Production and characterization of spiral phase plates for optical wavelengths”, Appl. Opt. 43, 688-694 (2004) に記載されているように、写真複製により複製が形成される。この写真複製
50

行程の結果は、基板上の螺旋プレート700の形態の上記鋳型の複製である。該螺旋位相板は、等方性透明プラスチック材料から形成することができ、好ましくは等方性透明プラスチック材料から形成されるものとする。

【0110】

次に、上記構造上に、例えば溶液のスピンコーティングにより配向層が設けられる。配向層は、第2基板804上にも設けられる。これら配向層は、方向808及び810に、好ましくは当該螺旋位相板の高さステップ方向と平行に擦られる（ラビングされる）。このことは、分子はステップ境界面にも平行に配向されるので、当該螺旋の最上ステップ境界におけるアーチファクトも最小化する。上記基板は、例えば、ガラス製スライド又は透明なプラスチック基板とすることができる。

10

【0111】

次いで、上記複製螺旋位相板800に対応するのに十分なほど厚い離隔エレメント（スペーサ）812及び814が設けられ、2つの基板及びスペーサは図8Cに示されるように一緒にされる。これらスペーサ及び基板は、例えば、一緒に接着することができる。

【0112】

斯様にして形成された空洞は、次いで、図8Dに液晶分子を表す平行なラインの集合として示されるように、液晶であり得る適切な複屈折材料816により充填される。該液晶材料の分子は、前記基板上の配向層のラビング方向に従って整列する。

【0113】

当該エレメントは、例えばノーランド65UV硬化性接着剤（図8Dには、明瞭化のために図示されていない）等の適切な材料の液滴により前後から閉じられる。他の密閉手段も同様に用いることができる。

20

【0114】

上記液晶は、そのような材料が使用される場合はUV硬化することができる。この目的のために、例えばメルク社により販売されている反応性メソゲンを採用することができる。このようにして、当該螺旋位相板構造を良好に封入した固体複屈折材料を得ることができる。他の例として、当該液晶材料は、例えば切り換え可能な又は調整可能なデバイスを形成する目的のように維持することもできる。

【0115】

上記工程は、以下に説明するようなデバイス（プリズム及びレンズ）構造の偏向又は屈折面を画定する全てのタイプの複製型（固体）材料を製造するために使用することができる。

30

【0116】

プリズム装置の場合と全く同様に、複屈折材料及び螺旋プレート材料は、当該複屈折材料の通常及び異常屈折率の少なくとも一方は当該螺旋プレート材料の屈折率と一致するが、他方は一致しないように選択される。この場合、螺旋プレート構造の材料は単一の屈折率を持つ等方性である。従って、螺旋プレートの表面と複屈折材料との間の界面では、一方の偏光の放射に対しては屈折率の差が存在するが、他方の偏光の放射に対しては斯様な差は存在しない。

【0117】

40

この場合、2つの異なる偏光のビームの間にオフセットを生成するための当該装置の作用は、プリズムのものと大いに匹敵する。このように、一方の直線偏光を持つ光は当該装置の如何なる複屈折の変化によっても影響を受けないが、他方の直線偏光は上記界面における屈折率の差により屈折される。従って、正しい偏光の励起ビームは当該装置を介して真っ直ぐに進行することができるが、当該円から収集されると共に該励起放射とは異なる偏光の放射は、後方散乱モードで動作する分析システムのために再び正しい方向に屈折される。

【0118】

当該例において、螺旋プレートは方位角の周囲で厚さが滑らかで一様に増加する。方位角に対する、この一様な厚みの増加は、円形の照明パターンを付与する。しかしながら、

50

不均一な厚さの増加が用いられた場合、該照明パターンは例えば楕円に変化され得る。このように、固体本体の形状を方位角の関数として変化させることにより、照明パターン形状を変化させることができる。例えば、図9Aは、方位角(α)の関数としての本体厚(t)の線形な増加が、どの様に円形照明パターンを生成するかを示し、ここで、該円形パターンの直径は異なる傾斜を用いることにより変化される。オフセットは、この円の直径に関係し、従って、可変オフセット位置は、各々が同一の形状の異なる円形照明パターンを形成する複数の交換可能な装置を用いることにより提供することができる。代わりに又は加えて、装置の各々に関して形状を変化させることもできる。

【0119】

螺旋位相板の出力パターンの形状は、周に対する線形な厚さの増加を他の関数に変更することにより変更することができる。例えば、図9Bは楕円照明パターンを生成するための角度の関数としての本体厚の増加を示している。

【0120】

リング状ビームを生成する代わりに、他の例は、幾つかの励起点及び単一の検出点を生成する又はその逆を生成するためのものである。複屈折材料(例えば液晶材料等)における構造的特徴を用いることにより、ホログラフ的に幾つかの点及び/又は照明形状を生成する一方、信号は単一のスポットから収集されるようなエレメントを作製することができる。このような構成の利点は、非平坦な表面の高度に固有の照明が可能となることである。同様に、該構成は、多重化の使用、又は当該材料を損傷する危険性のない一層高い励起用レーザパワーの使用を可能にする。このようにして、所望の組の励起点を発生するために回折性光学エレメントを使用することができる。同じ利点を達成するパターンを発生するために円形エレメントを使用することができる。

【0121】

本発明を実施する他の方法は、励起位置と検出位置との間の深さ方向の(サンプルの外側から内側へ走るサンプルの z 方向であり、通常、該サンプルの表面に垂直である)差に関するものである。このことは、励起ビームが収束される深さと放出光が収集される焦点との差をもたらし装置により達成することができる。透明でない媒体が斯様なシステムにより分析される場合、該分析されるべき媒体の表面は、励起放射ビーム及び検出放射ビームに対して異なる断面積を形成する。例えば、励起ビームは表面に収束され得る一方、検出ビームの焦点は、検出放射が当該装置により収集される面積が励起面積の焦点より大きくなるようにして、該媒体の内部(当該表面の背後)であり得る。

【0122】

第1の例示的装置は、図10に示されるような光学エレメントの使用に基づくものである。該装置は、異常屈折率(n_e)とは異なる通常屈折率(n_o)を備えた複屈折部分1002と、単一の等方性屈折率(n)を備えた等方性部分1004とを含む複屈折レンズ1000を有している。部分1002及び1004は、これらの間に湾曲された(レンズ)面1003を画定する。部分1002の通常及び異常屈折率のうちの一方は部分1004の等方性屈折率と一致され、従って、他方のものは一致されない。この場合、これら部分は、一致しない屈折率が収束レンズを形成するように選択される。しかしながら、他の整合も以下に説明するように選択することができる。図10の場合において、各屈折率は、図の面内の直線偏光1008を備えた励起放射ビーム1006が、表面1003において一致された屈折率に応答することにより当該装置によっては影響を受けないようなものである。

【0123】

プリズムの例に関して説明したように、表面1012を持つサンプル内で励起ビーム1006により発生された直線偏光された放出放射1010(例えば、ラマン散乱又は蛍光)は、励起放射1006のものに対して垂直な直線偏光ベクトル1014を持つ放射部分を有し得る。この偏光1014を持つ検出放射は、レンズ面1003に部分1002及び1004の異なる屈折率に基づいて応答し、従って、あたかも焦点1016から発したかのように当該装置により屈折及び収集される。このことは、励起放射1006は上記レン

ズを影響されないで通過して該レンズの背後の相対的に大きな材料ボリュームを励起するが、放出放射は該レンズにより特定の焦点1006のみから収集されることを意味する。

【0124】

上述した励起／収集の状況は図10に示されたのと同じのレンズを用いて逆転することができ、その場合、励起放射1006は放出及び収集放射と入れ替えられ、励起放射が点1016に収束される一方、検出／放出放射1010は影響を受けないようにする。このように、当該装置によれば、偏光に基づく励起及び放出放射の互いに対して独立な方向制御により、励起及び放出放射の実質的な減結合を達成することができる。

【0125】

当該レンズの最終的焦点距離は、屈折面1003の両側から見た屈折率の差及び該レンズ面の曲率に依存する。複屈折レンズの場合、該レンズを通過する光が受ける屈折率は、当該複屈折材料のディレクタ（主配向軸）に対する該光の偏光の向きに依存する。差は通常及び異常屈折率の間に形成される。原理的に、球状レンズの仮定によれば、焦点深度は $f = R / \Delta n$ を用いて計算することができ、ここで、 f は焦点距離であり、 R は当該レンズの曲率半径であり、 Δn は互いに面する材料の間の界面における屈折率の差である。複屈折の定義及び関連する通常に知られた光学用語に関しては標準的光学理論を参照されたい。例えば、Addison Wesley Longman, Inc.により出版されたHecht, Optics 3rd edition 1998を参照されたい。

【0126】

上記複屈折レンズは、複屈折プリズムを複屈折レンズにより置換することにより、図4A及び図4Bを参照して概略説明した装置又はシステムに使用することができる。図4A及び図4Bの装置における例えばフィルタ、収集レンズ等の他のフィーチャの前述した利点は、当該レンズを有する装置に等しく当てはまる。図11A及び図11Bには、当該複屈折レンズ及び収集レンズを含む2つの例示的装置が示され、該装置は図4A及び図4Bの装置又はシステムに使用することができるような検出放射の平行なビームを提供する。図11Aの装置は、当該材料における検出放射の焦点深度は変化されないままとしながら、励起放射に対しては調整可能な焦点深度をもたらす。対照的に、図11Bの装置は、単一の励起焦点深度を提供する一方、検出焦点深度は変更することができる。

【0127】

両図11A及び図11Bにおいて、当該装置は、等方性部分1104及び複屈折部分1102を備えると共に、これらの間に画定された面1103を備えた複屈折レンズ1100を含む。上記部分1100と表面1108を備えたサンプルとの間に配置された等方性材料の集光レンズ1106が存在する。当該サンプルは、励起及び検出放射に対して少なくとも部分的に透明でないものとすることができ、このケースでは透明でない。図11Aの装置において、部分1102及び1104の屈折率は、正しい直線偏光を持つ放射に対しては収束レンズとなる一方、直交する偏光に対してはレンズ機能が発生されないように選択される。図11Bにおいて、部分1102及び1104の屈折率は、正しい直線偏光を持つ放射に対しては発散レンズとなる一方、直交する偏光に対してはレンズ機能が発生されないように選択される。

【0128】

図11Aの装置によれば、直線偏光1112を持つ励起放射1110のビームは複屈折レンズ1100により屈折され、次いでレンズ1106によりサンプル表面1108上の焦点1116に収束される。部分1100のレンズ強度が、焦点の深度（Z軸に沿う）を決定する。

【0129】

上記励起は、境界1114により画定されるボリュームで当該材料内に突出して検出放射を生じさせ、該検出放射は内部散乱の後に最終的に当該部分的に透明なサンプルの表面1108から出射することができる。表面1108を出射する該検出放射の一部は、レンズ1106により収集され、複屈折部分1100に送られる前に平行ビームに収束される。更に具体的には、当該励起の焦点1116と虚焦点1122との間においてZ軸（当該

10

20

30

40

50

材料の深さ方向)上に位置する仮想焦点から発したかのような方向で表面1108を出射する検出放射は、このようにして収集することができる。図11Aにおいて、収集される放射の最大円錐は、上記虚焦点1122と方位角1126とにより画定される。というのは、この場合、この円錐内で表面1108を出射する光は全集光レンズ口径を正確に満たし、平行に収束されたビームとなるからである。合致する円錐の光は、焦点から一層小さなZ値(当該材料における一層小さな深さ1128)で収集される。従って、このようにして収集される放射は、当該材料の点1116より下で、放射の内部散乱により少しではあるが点1122の下までも材料から由来するものとなる。

【0130】

図11Bの装置において、図の面内の偏光1120を持つ励起放射1130は複屈折レンズ1100により影響されないままであり、レンズ1106によりサンプル表面1108上の焦点1116に収束される。このことは、境界1114により仕切られたボリューム内での当該サンプルの励起を生じさせる。

10

【0131】

上記励起により発生された検出放射は、レンズ1106により装置(図11A)によるのと殆ど同一の態様で収集することができる。その違いは、図11Bの装置では、平行ビームに向きが変えられ、検出器に送られるのが、当該検出放射のうちの偏光1112を持つ部分であることだけである。従って、この構成によれば、収集焦点深度1128をレンズ1100の強度により焦点1116に影響を与えないで変化させることができる。ここでも、偏光1120を持つ検出放射1134は部分1100により屈折されず、従って検出器に到達することはないことに注意されたい。上記収集レンズは、スポット状励起及び収集のために円形とすることができ、又はライン状励起及び収集のために円柱状とすることもできる。励起及び/又は検出のためのスポットの形状を調整するために他の形状も用いることができる。

20

【0132】

図1を参照して説明したのと殆ど同様の態様で、点1116(点105に対応する)における当該レンズ装置によるサンプルの励起の結果、当該表面の上記励起点の周囲において、該サンプル内の異なる深さから生じる検出信号の包絡線は上記励起点からの距離に伴い変化する。当該収集デバイス(この例では、レンズ1106)は、上述したプリズム又はレンズの例の放射励起側に配置される。

30

【0133】

ここでも、収集デバイスは、効果を失うことなしに、放射検出側(複屈折部品と検出器との間)に配置することができる。しかしながら、斯かる収集デバイスは励起側に配置することが好ましい。この場合、顕微鏡の通常の対物レンズを、顕微鏡の対物レンズ位置に取り付けられる当該装置の一部として用いることができる。

【0134】

前記プリズム又はレンズ等の複屈折部品には、多数の設計規則が伴う。原理的に、複屈折部品の直径等の典型的な寸法は、しばしば、当該系を通過するビーム直径に一致されるか又は該直径より僅かに大きくされる(従って、例えば顕微鏡に調整される)。

【0135】

前述したように、当該部品を単独で使うことができ、その場合、該複屈折部品は主屈折エレメントとして、及び恐らくは収集エレメントとして(レンズを含む場合)作用する。しかしながら、当該複屈折部品は、収集デバイスとしての通常顕微鏡対物レンズ及び図4A及び4Bを参照して説明したような装置の部分形成する顕微鏡の他の部分と組み合わせることもできる。別個の収光レンズを有することは、当該装置のレンズ強度が当該複屈折部品の倍率(power)のみによっては決定されないという利点を有する。結果として、収差、特に非点収差の影響を大幅に抑圧することができる。

40

【0136】

本発明の複屈折部分のために、固体複屈折材料を使用することができる。当該装置における全ての複屈折エレメントの等方性部分は、原理的に、なくてもよい。この場合、周囲

50

環境が等方性部分として機能し得る。当該等方性屈折率が当該複屈折材料の屈折率の何れにも合致しない場合、両偏光とも屈折される（異なる態様であり、従ってオフセットを生成するには適しているが）。他の例として、周囲環境（空気、窒素等の周囲環境、又は液体さえも選択することができる）に対して適切な複屈折材料を選択することにより、当該複屈折部分の周囲環境が当該複屈折材料の通常及び異常屈折率の一方に実質的に一致する屈折率を既に有しているようにする。このように、等方性部分を備えた又は備えない、特定の光学的形状（ミラー、プリズム、螺旋プレート又はレンズ）に研磨された複屈折結晶又は部品を使用することができる。このような材料の例は、方解石及びニオブ酸リチウムである。例えば、方解石は、非偏光光を2つの別個の直線偏光成分に分離するために使用されるグラン-トムソンプリズムに使用されている。

10

【0137】

複屈折部品は、自然の形（液晶材料としての）又は重合により固定された複屈折を持つ重合された形の何れかの液晶（LC）材料等の有機複屈折材料を用いて作製することもできる。使用することができる典型的な液晶材料は、Merck Darmstadt社から入手可能なB L 0 0 9（ $\Delta n = 0.281$ ， $N_e = 1.810$ ）ネマチック液晶である。この固有の液晶の高複屈折（通常、 n_e と n_o との間の差として定量化される）の場合、複屈折部品の屈折レンズ面の半径又はプリズム面の角度は限られたものなり、当該複屈折部品の小さな高さ及び厚さが得られる。調整可能な部品（後述参照）がスイッチ可能な材料（非固化液晶）から作製される場合、一層薄い液晶層に対して一層高速なスイッチング速度が得られる。

20

【0138】

自然の形で使用される場合、ポリイミド等の液晶配向層が、複屈折表面の形状を持つ複製表面上に、該表面を液晶と接触させる前に設けられる。更なる透明な部品を、上記複製表面と該透明部品の他の表面との間の液晶を含むギャップを封入するために使用することができる。他の例として、グレーデッド・インデックス装置の場合、自然の形の液晶を2つの平行な平らな透明部品の間に含むことができ、これら部品のうちの少なくとも一方は必要な電極を有し、これら部品のうちの少なくとも一方はポリイミド配向層を有する。当業者であれば、液晶層をどの様に配向するかは知っているであろう。複屈折部品の異方性部分（複製部分）は、写真複製を用いて透明な有機ポリマ材料から形成することができる。斯かる複製のために使用することができる材料は、固体液晶、ポリエチレンテレフタレート（PET）及びポリエチレン・ナフタレート（PEN）を含む。1方向に伸張され、次いで屈折性表面を設けるためにエンボス加工された箔を、当該複屈折部品のための複製構造として使用することができる。

30

【0139】

3D TV又は光ディスク等の他の目的のために使用される固体有機ポリマ複屈折レンズ（シート状のものとして記載されている）及び斯かるレンズの製造手順は従来技術において知られている（W02004059629及びW02004059627参照）。

【0140】

本発明の放射処理部品は、使用される電磁放射の周波数に従って設計される。本発明は、光学部品を利用する、レーザ又はダイオード等の可視光源を用いるシステムにとり特に関心のあるものであるが、本発明は電磁スペクトル全般で動作する装置及びシステムに適用することができる（マイクロ波、テラヘルツ、赤外、近赤外、可視及び紫外、X線並びにガンマ分光法を含む）。当該放射源に対して少なくとも部分的に（完全というより）透過性の材料を有する部品が含まれることは、本発明の範囲内である。更に、使用される励起波長において異なる偏光方向に対し異なる屈折特性を有する材料を使用することは、特に関心のあることである。結果として、液晶等の有機材料は、主に、電磁スペクトルの紫外から近赤外領域で使用される。しかしながら、これらの材料はマイクロ波及びテラヘルツ領域内でも使用することができることに注意されたい。これらの領域で使用される液晶の例は、イソチオシアネートである。

40

【0141】

50

通常、液晶は赤外波長領域における非常に小さな帯域内でしか使用することができず、これら材料の、ここでの使用を妨げる。従って、赤外に基づく装置及びシステムに対しては、方解石（炭酸カルシウム）等の無機結晶、もっと明示的には硫化カドミウム及びセレン化カドミウムが一層適している。

【0142】

上述したような複屈折部品は、顕微鏡、ルミネッセンス（蛍光及び／又は燐光）に基づく顕微鏡又はラマン測定装置等の分析装置に使用することができる。

【0143】

複屈折部品は、互いに面する2つの複屈折材料の組み合わせ（等方性材料と組み合わせられるスイッチング可能な複屈折材料というより）に基づくものとすることができる。この構成は、当該部品を軸外れで通過する光線に関して、これらの軸外れ光線に対する屈折率の一層良好な一致により性能を改善し得る。

10

【0144】

当該材料が透明でなくても、励起光は放出位置に到達するまでに大きな距離にわたり輸送されるので、位置依存性組成情報をSO法により得ることができる。言い換えると、当該サンプルから情報が収集される経路は、励起及び放出の個々の位置によるのみならず、励起は全進路に沿ってなされるので、これらの位置の間及び、少ないが、これらの位置を越える前記経路に沿って決定される。

【0145】

このように、異なる空間オフセットにおいて同時に又は順次に容易に検出することができるような構成を含む装置及び分析システムを有することが有利である。サンプル上の異なる位置において励起する一方、放出／検出位置を一定に保つ、又はその逆を行うことにより、当該サンプルの表面が大きく又は完全には透明でない場合でさえ、例えば多変量分析の助けにより、当該材料の組成的データを該サンプル内の位置の関数として提供することができる情報が得られる。

20

【0146】

原理的に、上述した構成の何れによっても可変オフセットは利用可能である。というのは、検出放射に対する偏光の簡単な選択により、放射は、励起点（第1位置）から直接的に、又は空間的にオフセットされた位置（第2位置）からの何れかで検出することができるからである。このような選択は、図4A及び図4Bを参照して説明されており、例えば偏光セクタ404により実行することができる。

30

【0147】

しかしながら、更に一層進んだ可変空間オフセット測定を実施するために、複数の他のオプションが存在する。

【0148】

当該装置は、各々が異なる空間オフセットを提供する少なくとも2つの複屈折部品を含むことができる。該複数の複屈折部品は、例えば、複数のプリズム、複数の螺旋プレート及び／又は複数のレンズであり得る。組み合わせも同様に用いることができる。2以上の複屈折部品（プリズム及び／又はレンズ等の）を、放射経路に直列に配置することができるか、又は並列で順次に使用することができる。この場合、当該装置は、好ましくは、異なる複屈折部品が手動により又は機械的に、及び好ましくはモータ等を用いて電氣的に駆動されて入れ換え可能若しくは置換可能となるように設計される。サンプル材料内において2以上の焦点深度で動作する必要がある分析システムの場合、当該装置は複数の斯様なレンズを有することができる。これらレンズは同一とすることができるか、又はこれらレンズの各々が、関連する異なる光学的強度を有することができる。

40

【0149】

このように、同一のタイプの操作であるが、異なる程度の操作を提供する一連のプリズム、一連のレンズ又は一連の他の部品を利用することができる。かくして、上記一連のプリズムにおいては、偏向面の角度を、空間オフセットが異なるプリズム毎に異なるように変化させることができる。この場合、励起位置に影響を与えないで空間オフセットを増加

50

させるためにプリズムを置換する（又はプリズムを直列に追加する）ことができる。同じことを、異なる強度の複屈折レンズに対しても実施することができる。連続した測定を実施するために、部品に対するサンプルの調整は必要とされるべきではないであろう。

【0150】

この目的のために、当該装置は斯様な一連の複屈折部品を保持するためのホルダを有することができる。当該装置は、複屈折部品を収容すると共に、スライド又は回転動作を用いて当該装置又は分析システムの放射経路における複屈折部品を交換するためにスライド又は回転させることができるスライド又は回転装置を有することができる。2以上の斯様なスライド又は回転装置が並列に存在してもよく、光経路における直列の複屈折部品の個別の選択を可能にする。

10

【0151】

他の例として、好ましくは調整可能な空間オフセット（調整可能な偏向、又は調整可能な収束、発散若しくは焦点深度）を持つ装置及びシステムが用いられ、好ましくは、この調整可能な機能は可動部品を有せずに電氣的に駆動される部分を使用することにより設けられるようにする。この場合、この装置は、該装置内に機械的に動く部品を有することなく、制御される焦点深度又は空間オフセットをもたらす。このような機能を果たす複数のオプションが存在する。

【0152】

第1の好ましいオプションは、電氣的に駆動される液晶に基づいた複屈折部品を利用する。図12A及び図12Bは液晶ベースの複屈折プリズムを示す。図13A及び図13Bは複製層を備えた液晶ベースのレンズを示し、図13C及び図13Dは液晶ベースのグレーデッド・インデックス（分布屈折率：GRIN）レンズを示す。これらデバイスの各々は、電極に印加される電圧信号の供給により調整することができる。

20

【0153】

これらデバイス（液晶ベースの複屈折部品）において、一方の直線偏光のみが電氣的調整により影響を受け、他方の偏光は電氣的調整の間に変化されないままとする。従って、この結果として、全ての斯様なデバイスにおいて励起及び検出位置の間の可変の空間的差が電氣的駆動の関数として生じる。

【0154】

図12の電氣的に調整可能な複屈折プリズムは、シート状電極1208を間に挟んでガラスプレート1206上に配置された等方性固体材料部分1202を含んでいる。この場合、上記のものは透明なインジウム錫酸化物（ITO）電極で被覆されたガラスプレートである。部分1202は、図の面に対して垂直な方向にラビングされた配向層により被覆される。該配向層上には、部分1202と一緒にプリズム面を画定する液晶材料層1204が存在する。該デバイスは、他のITOのシート状電極1208及び該電極と上記液晶材料層1204との間の第2配向層（図の面に垂直な配向を持つ）を有する追加のガラスプレート1206により被覆される。上記配向層は、液晶分子を、これら液晶分子のディレクタ（ダイポールモーメント）が図の面に対して垂直な方向に平行となる（層1204内に点により示されるディレクタ）ように秩序づける。実際には、このデバイスは、当該セル内に液晶を収容するために側部（図示略）にスペーサを有する、液晶で充填されたセルである。上記電極は、調整可能な電圧源1210に配線1212を用いて電氣的に接続される。

30

40

【0155】

上記電極を用いることにより、液晶セルに対する電圧は調整することができる。図12Aにおける零電圧において、液晶分子は図の面に対して垂直に配列されている（そして、図2～図4を参照して前述したように使用することが可能な複屈折プリズムが画定される）。従って、角度1214で収集される偏光1218の放射は屈折（偏向）される一方、偏光1216の収集された放射は当該プリズムによっては影響されない（偏光1216に対しては、1204と1202との間で一致する屈折率が存在する）。

【0156】

50

当該プリズムの強度を調整するために、上記電圧を、液晶分子が或る程度、即ち電気力線と一層平行となるように向きを変えるよう上昇させることができる。最終的な向き変更において、液晶分子は、図 1 2 B に描かれたように、電気力線に完全に平行に向く。上記向きの変更は、当該複屈折液晶材料の実効屈折率を変化させ（該複屈折液晶材料の光軸が入射放射に対して向きを変えたので）、これにより、放射 1 2 1 8 を偏光 1 2 1 6 の放射に対して平行に屈折させるために収集することが可能な角度 1 2 1 4 を決定する該プリズムの屈折力が変化される。従って、上記電圧は当該装置のオフセットを決定する。

【0 1 5 7】

図 1 2 B の最終的な状態において、上記電圧は、全ての液晶分子が電気力線に対して平行に、即ち図の面に対して平行に整列されるようなものとなり、1 2 0 4 と 1 2 0 2 との間の屈折率は全ての屈折率に対して全て消滅する。かくして、当該デバイスは偏光 1 2 1 6 及び 1 2 1 8 を持つ放射に対して透明なプレートとして機能する。このことは、当該調整可能なデバイス及び斯様なデバイスを持つ装置のオフ状態として働く。

10

【0 1 5 8】

液晶セルに基づく部品に対しては、A C 電圧及び D C 電圧の両方の駆動を当該部品の調整又は切り換え（スイッチング）のために適用することができることに注意されたい。しかしながら、液晶セルにおける双極性及び／又はイオン性物質の存在による斯かる液晶セルの分極の効果を低減するために、しばしば、A C 駆動が好まれる。

【0 1 5 9】

同様の液晶調整原理を、液晶螺旋プレート又はレンズにおいて用いることができる。

20

【0 1 6 0】

例えば、図 8 A ～図 8 D に示された螺旋プレートは、液晶複屈折材料により被覆することができる。該液晶材料のディレクタは、好ましくは、当該螺旋プレート上の液晶の整列の不連続性を最少にするために該螺旋プレート 8 0 0 の大きな厚さの側に平行とされる。このようなデバイスを製造するために、基板 8 0 4 及び 8 0 2 は、螺旋位相構造体を基板 8 0 2 上に追加すると共に配向層を基板 8 0 4 上に追加する前に、インジウム錫酸化物（I T O）により被覆された同様の基板（ガラス基板等）により置換することができる。

【0 1 6 1】

上部及び底部電極の間に電圧を印加する目的で駆動電子回路から上記電極への電気配線を設けなければならないが、図 8 には図示されていない。この場合、配線接続は例えば半田付け又はクランプ留めによりなされる。当該製造に複製が含まれ、複製物が基板上に作製される場合、液晶材料の局部的傾斜を可能にするために上記電極は複製に先立ってパターン化される。

30

【0 1 6 2】

当該液晶の状態は、この場合、図 1 2 A 及び図 1 2 B のプリズムに関して説明したのと同様に切り換えることができる。液晶層に一樣な電圧が印加された場合、通常の円形照明パターン（当該螺旋プレートが円形パターンを付与するように構成される場合、前記参照）が生じるが、円の直径（及び、これに伴う中心スポットとリングとの間のオフセット）は上記の一樣な電圧の大きさにより制御することができる。最終的な状態における高い電圧では、該螺旋プレートは再び透明なプレートとして機能する。

40

【0 1 6 3】

当該セルの間にパターン化された電極を用いることにより、照明パターンの一層多くの制御が可能になる。例えば、上部電極を基板の面においてパターン化することができる。液晶層上の電圧パターンを変化させることにより、照明パターンを制御することができる。星状又は楕円等の電圧パターンが供給される場合、対応する照明パターンを生成することができる。パターン化された電極は、円形パターンをもたらしこともできる。

【0 1 6 4】

液晶原理を用いた切り換え可能なレンズは、図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すように作製することができる。該複屈折調整可能レンズは、ここでは等方性部分 1 2 0 2 がプリズム状部分 1 2 0 2 の代わりにレンズ状部分 1 3 0 2 となる点を除き、上記プリズムと同様の構

50

成要素を有する（同様の符号は同様の構成要素を示している）。このように、ITO電極1308を備えるガラスプレート1306、並びに等方性複製物1302及び液晶層1304と接触する電極層1308上の配向層が存在する。

【0165】

ここで、当該レンズの焦点強度を変化させるために電圧の変化を用いることができる。最終的に、印加される十分に大きな電圧により、該レンズは当該デバイスが透明プレートとして機能するようオフに切り換えることができる（図13B）。

【0166】

図13C及び図13Dは液晶に基づく分布屈折率（GRIN）デバイス（この場合は、レンズ）を示す。液晶GRINレンズの構造は既知である。このようなレンズは、例えば、自動立体ディスプレイに使用するよう提案されており、一例はW02008/126049に見られる。他の例は、米国特許第7079203号公報又は本明細書で述べた前記文献に記載されている。この種のデバイスにおいては、セル内の液晶分子の湾曲電気力線（field lines）に沿う部分的な向き変更により“複屈折面”が形成されるようにして、この面を当該液晶材料内に形成する。図13Cにおいて、電極1308間の電気力線は、液晶層分子1304が整列する曲線を形成する。これにより、屈折率は当該デバイスの厚みにわたって等級分けされ、概ね複屈折面を形成する。他の部分は、図13A又は図13Bに関するものと同様の意味を有する。電極1308は図の面に垂直に走る円柱状レンズを形成するように延長させることができるが、円形の口径を備えたレンズを形成するように円状とすることもできることに注意されたい。

【0167】

本発明は、上記例で説明した切り換え可能なレンズを利用するようなタイプの切り換え可能な装置に限定されるものではない。事実、一方の偏光状態は切り換えることができるが、他方のものは異なって処理される（例えば、該他方の偏光は変化されないままにすることにより）如何なる切り換え可能なエレメントも使用することができる。このようなエレメントは、固体レンズの切り換え可能な偏光回転子（通常の切り換え可能な液晶セルプレート等）との組み合わせを含む。

【0168】

この種の切り換え可能なレンズ構造は、自動立体ディスプレイに使用することが提案されており、固体複屈折レンズ及び偏光切換ユニットを有する。上記固体複屈折レンズは、当該レンズ構造体に供給される直線偏光された光の偏光方向に対して45度に向けられる。このようにして、該レンズは入射偏光を2つの偏光成分に分解する。該レンズ構造体の出口には出力偏光子が存在する。この設計において、当該切り換え可能な部品は平らな液晶層であり得る。該平らな液晶層を状態間で切り換えることにより、全体のレンズ装置を、レンズ機能が果たされる第1状態と、レンズ機能が果たされない第2状態との間で切り換えることができる。一例を、W02004/070451で見付けることができる。ここでも、この切り換え原理は、本発明のシステムのための光学構成要素において、レンズに関してのみならず、他の複屈折部品（即ち、プリズム及び螺旋プレート）に関して採用することができる。

【0169】

図13Eは、固体複屈折レンズ本体1336と、入れ換えることが可能な複製部を画定する流体チェンバ1338とを備える例を示す。異なる屈折率を持つ異なる流体を収容した2つの流体貯留部1340及び1342が存在する。一方の流体の他方による置換は、1336と1338との間の複屈折界面を再画定する。流体の移動は、電気湿潤（エレクトロウェットティング）又はポンプ送りにより実行することができる。電気湿潤によれば、流体は印加される電位の結果として形状が変化する。もっと多くの流体貯留部が存在することができ、各流体貯留部は異なる屈折率の流体のために使用される。他の変形例においては、上下両方に流体チェンバを備えた中央固体複屈折レンズ部が存在することができ、2つの制御される内部屈折率境界が存在する。この場合、各流体チェンバは1組の流体のうちの一方により満たすことができる。

【0170】

組み合わせられた可変装置も作製することができる。例えば、図13のレンズ及び図12のプリズムを積み重ねることができ、ガラスプレート的一方を両デバイスの間で共用することができる。この場合、このデバイスは、1つのモードにおいて、図13Aにおけるように動作されるレンズ部及び図12Bにおけるようなプリズム部を備えるレンズとなるように、又は図13Bにおけるように動作されるレンズ及び図12Aにおけるように動作されるプリズムを備えたプリズムとして動作することができる。組み合わせられたプリズム的及びレンズ的機能を用いることができる。この場合、材料の深さ断面をスキャンすることができる。第1のものに対して垂直な方向に偏向させるように動作する第2プリズムが存在する場合、当該材料のボリュームを、空間オフセットを伴って走査することができる。全ての構成部品は複屈折のないモードに切り換えることができ、従ってシステムの他の測定を、当該部品を取り除くことを要せずに行うことができる。

10

【0171】

上述した全ての装置によれば、可変オフセットを、測定されるべきサンプルに対して分析装置を移動させずに、又は当該装置若しくは該装置の部品を置換若しくは移動させることを要せずに使易い方法で設けることができる。異なるオフセット位置による材料のスキャンを、検出及びオフセットの調整を制御するコンピュータ及びソフトウェアを用いて、良好なデータセットが時間にわたり操作者の更なる介入なしで記録されるようにして都合良く自動化することができる。

20

【0172】

上述した例から、本発明は種々の既知のシステムに適用できると共に、例えば既知の対物放射収束／収集デバイスの前又は後のサンプルへの放射経路における追加の可制御エレメントとして実施化することができることが明らかであろう。このように、本発明の装置は、顕微鏡を有するもののような、標準的な高効率な後方散乱分析システムの構成を変更することなしに用いることができる。

【0173】

顕微鏡において、放出される信号は、しばしば、当該顕微鏡内の或る部分に関しては検出放射の信号が励起放射のものと同一の光経路を辿るように、後方散乱モードと呼ばれる180度で検出される。放出経路において、スペクトル情報は当該サンプルにおける異なる空間位置から得られる。この情報は種々の偏光方向で示される。というのは、物質は、高度に秩序づけられた物質でない限り、全ての方向にランダムな偏光で放射を散乱させるからである。

30

【0174】

全ての情報が検出器に到達するというものではない。前記複屈折装置の何れかによれば、該装置内の複屈折部分により異常光線は変位される一方、通常光線は影響を受けないと仮定すると、当該サンプルにおける1つの位置からの放出は1つの放出偏光方向に関してのみ到達することができる。他の偏光方向は、当該複屈折部品を通過させられると、検出器に向けられていない角度を有することになる（当該顕微鏡において軸外れとなる）。これは、例えば図2及び図3の例において、通常偏光放射（光）によりコード化された変位された信号であろう。

40

【0175】

検出器までの経路において、偏光方向はリターデーションプレート及び他の偏光調整部品により変えることができる。

【0176】

図14は、可変焦点レンズ装置が採用された、蛍光検出に基づいてサンプルを分析する顕微鏡システムを示す。該装置は図4Bにおいて説明されたもので、複屈折部品は図11Bを参照して説明したように動作する図13Bのものである。

【0177】

励起レーザ源1416は、偏光方向1417を持つ偏光された放射出力を供給する。該出力ビームはオプションとしてのビーム拡大器1418に進み、該ビーム拡大器はビーム

50

寸法を当該レンズ系に適したものにするために（即ち、当該装置における全口径を上記出力ビームにより満たすために）使用される（必要なら）。当該ビームは、ミラー 1 4 1 9 によりノッチフィルタ又はエッジフィルタ 1 4 2 0（図 4 A 及び図 4 B における 4 0 2 の一例）へと反射され、該フィルタは励起ビームを当該サンプルに向かって反射する。このフィルタ 1 4 2 0 は波長選択性反射器又はビームスプリッタとして機能する。

【0 1 7 8】

上記ビームは偏光感知性レンズ 1 4 2 1 を通過し、次いで対物レンズ 1 4 2 2 によりサンプル 1 4 2 3 上に収束される。

【0 1 7 9】

図 1 1 に関して説明した態様で、上記の収束された励起に起因して当該サンプルにより放出された光の一部は、レンズ 1 4 2 2 により集光され、複屈折レンズ 1 4 2 1 を通過する。集光され且つ前記励起ビームのものとは異なる偏光を有する当該放出光の偏光成分は、ノッチフィルタ 1 4 2 0 を介してミラー 1 4 2 4 へと通過し、該ミラーは該偏光成分を偏光子 1 4 2 6 へと反射する。

10

【0 1 8 0】

偏光子 1 4 2 6 は、偏光選択性フィルタとして機能し、所望の偏光の（従って、レンズ 1 4 2 1 による収束を受けていない）光のみが検出されることを保証する。この偏光子は、図 4 A 及び図 4 B の選択偏光子 4 0 4 に一致するもので、図 4 A 及び図 4 B に関して説明したように動作して励起位置又は空間オフセット位置からの検出放射を選択することができる。このように、この偏光子 1 4 2 6 は、前記励起光に対応する偏光を持つ励起ビーム焦点からの検出光（該検出光も該偏光子 1 4 2 6 に渡る）の収集を防止するために使用することができ、測定されることを目的とする放出光信号の貢献度を増加させる。

20

【0 1 8 1】

当該光は、次いで、分光器格子 1 4 2 7 に進み、検出器 1 4 2 8（通常は、CCD 又はフォトダイオードアレイである）により検出される。これら格子及び検出器は、一緒になって、検出ユニット（分光器又は光増倍器）となる。コンピュータ 1 4 2 9 は信号分析を実行する。

【0 1 8 2】

図 1 4 は、オプションとしての光リターデーションプレート又は切り換え可能液晶セル 1 4 2 5 も示している。これらの一方又は両方は、例えばレーザ偏光が使用されるべき所望の偏光でない場合に、偏光を制御するために使用することができる。例えば、レーザとビーム拡大器との間のものは、偏光の向きを、偏光感知性レンズ 1 4 2 1 の偏光分離機能の点で最適な性能を付与するために要する向きに調整するために使用することができる。これは、偏光調整部品に相当し得る。ミラー 1 4 2 4 と偏光子 1 4 2 6 との間のものは、捕捉される放出光の偏光が検出器 1 4 2 8 による検出にとり最適でない場合の偏光の調整のために使用することができる。

30

【0 1 8 3】

上述した顕微鏡は、SORS等の空間オフセットシステム全般のために使用することができる。図 4 を参照して説明したように、SORSシステムを実施化する場合に、偏光子 1 4 2 6（図 4 A 及び図 4 B における部品 4 0 4）は、オフセットされている（検出スポット）及びオフセットされていない（励起スポット）放出信号の間を区別するために使用される。前述したのと同様の態様で、励起信号に対応する偏光を持つ非オフセット信号も当該偏光子に到達する。このように、該偏光子の簡単な調整は、当該スポットからの異なるスペクトルを記録することを可能にする。これらのスペクトルはデータ分析に直に使用することができる。

40

【0 1 8 4】

多くの分光用途において、レーザは励起のために使用される。大多数の状況において、この光は既に直線偏光されており、励起に際して偏光された放射を供給するための追加の装置を作製する必要はない。この場合、放出される放射はランダムに偏光される。以下に更に説明するように、当該レンズ機能は、放出される放射の特定の偏光のみが検出器に向

50

けられ、従って、実効的に励起光は1つの偏光のものであり、検出される放出光は異なる偏光のものであることを意味する。

【0185】

本発明を組み込んだ分析システムにおいて、該システムで使用される放射原理（光、蛍光、ラマン等）に適した通常の手段を、スペクトルの記録又はスペクトルの分析のために使用することができる。これらは、フォトダイオードアレイ若しくは光増倍器又は例えばCCDカメラ上に励起放射ビームの波長部分を分割するための格子を含むことができる。ラマン及び蛍光分光法等の光学的原理の測定技術に対しては、CCDカメラが好ましいであろう。

【0186】

このような顕微鏡において本発明を実施する1つの方法は、図15A、図15B及び図15Cに示す装置によるものである。装置1500は、先に説明した偏光感知性複屈折部分を含む部品1504を保持するためのスロット1505を備えたホルダ1502を有する。該ホルダは、円形の周部（他のものも可能である）を有し、底部から上部への、当該ホルダを介して光を通過させる円柱状の通路1509が存在する。ホルダ1502は、該ホルダを顕微鏡対物レンズカールセル（ホルダ）内に取り付けるためにフランジ上にネジ山1508を有している。該ホルダは、更に、これもネジ山1510を有する通常の顕微鏡対物レンズ1506を収容するための凹部内にネジ溝1510（図には示されていない）を有している。部品1504がホルダ1502内に挿入された場合、光1514は開口1509の一方を介して当該ホルダに侵入し、該部品の円柱状開口1507を介して進行し、上記対物レンズに侵入し、該対物レンズをサンプルに向かって離脱する。部品1504は、本発明による前記複屈折部分を、開口1507を占有するようにして収容することができる。この場合、部品1504は該ホルダに滑り込み又は該ホルダから滑り出ることができ、かくして、該部品は他のものと交換することができる。他の例として、該集合体は固定的なものとする。

【0187】

部品1504は、本発明の複屈折部分が当該装置の光経路において直列となるような、これら複屈折部分の重ね合わせを有することができるか、又は該部品1504を、各々が本発明の単一の複屈折部分を有する複数の開口1507を有し、これら複屈折部分が簡単なスライド操作により当該ホルダの開口1509と順次直列に配置することができるように拡張することができる。カールセルを有する回転型変形例も使用することができる。ホルダ1502は、各々が部品1504を収容する2つのスロット1505を光経路の方向に直列に有することもできる。該構成は、複屈折部分の選択の独立した制御を提供する。

【0188】

好ましくは、部品1504は、図15Cにおけるように、本明細書で説明したもののような電氣的に駆動されて調整可能な複屈折部分を収容するよう構成される。このように、部品1504は、光経路としての開口1507を有する部品本体1513を含む。該部品1504は、前述したような液晶タイプの複屈折部分1516を含む。部分1516の電極は、該部分1516の底面上の接点パッド1520を用いて接触させることができる。該複屈折部分は光を通過させるための開口1518を有している。該開口1518は前記開口1507に重なる。

【0189】

本体1513は上記接点パッド1520に接続するための電気接点パッド1522を収容している。これら接点パッド1522は、駆動デバイスに電氣的に接続するための電気プラグ1524に接続される。このように、電気接点1524により駆動電圧を当該調整可能な複屈折部分に供給することができる。該駆動電圧は内部顕微鏡電子回路又は外部電子源により供給することができる。これらはコンピュータにより操作されるか又は手動で操作される。

【0190】

電氣的接触の設計の他の態様も使用することができる。

【0191】

ここでも、複数の斯様な部品1504を、ホルダ1502の複数のスロットに収容することができる。

【0192】

図示されていないが、上記ホルダ及び部品は、適切な偏光方向の位置合わせを示すためのマーカを有することができる。

【0193】

要約すると、空間オフセット測定及び分析システムに使用するための複屈折部品を有する装置が提供される。該複屈折光学装置は、放出信号及び励起信号の異なる方向制御を行い、かくして、サンプル上の励起及び放出位置の間のオフセットを、放出信号及び励起信号の両方及び一方のみに対して制御することができる。

【0194】

尚、開示された実施態様に対する他の変形例は、当業者であれば、請求項に記載された本発明を実施するに際して、図面、開示内容及び添付請求項の精査から理解し及び実施することができる。また、請求項において、“有する”なる文言は他の構成要素又はステップを排除するものではなく、単数形は複数を排除するものではない。また、単一のプロセッサ又は他のユニットは、請求項に記載された幾つかの項目の機能を満たすことができる。また、特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせを有利に使用することができないということを示すものではない。また、請求項における如何なる符号も、当該範囲を限定するものとみなしてはならない。

10

20

【図1】

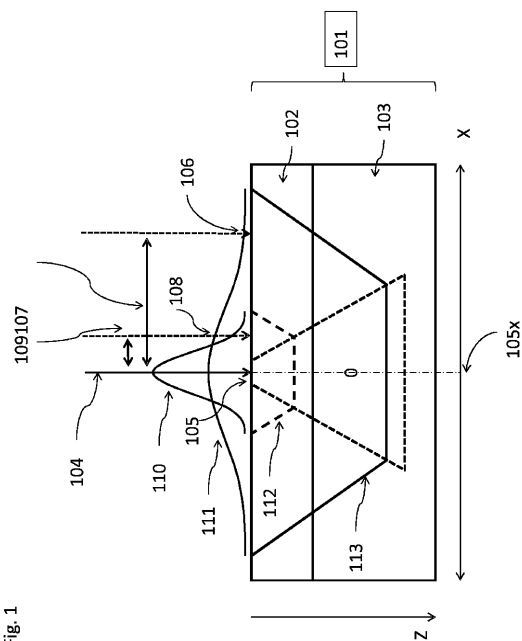


Fig. 1

【図2】

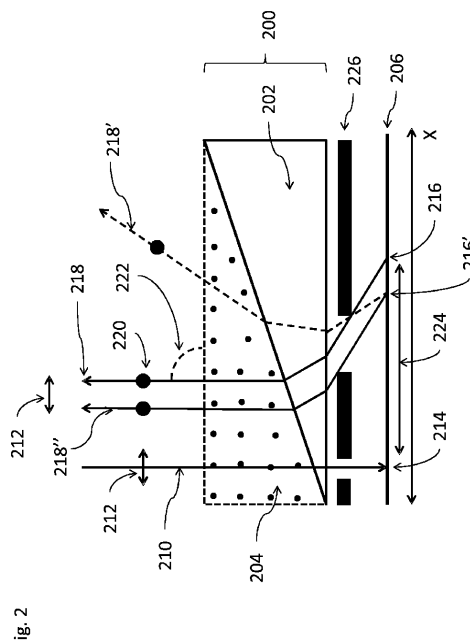
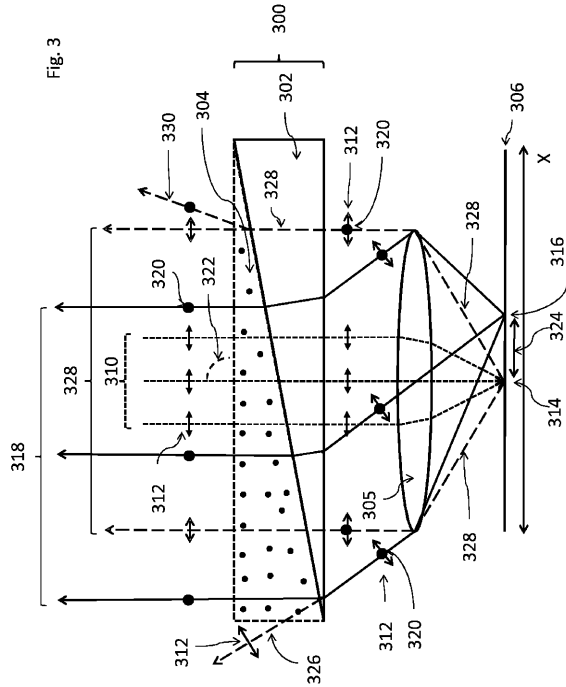
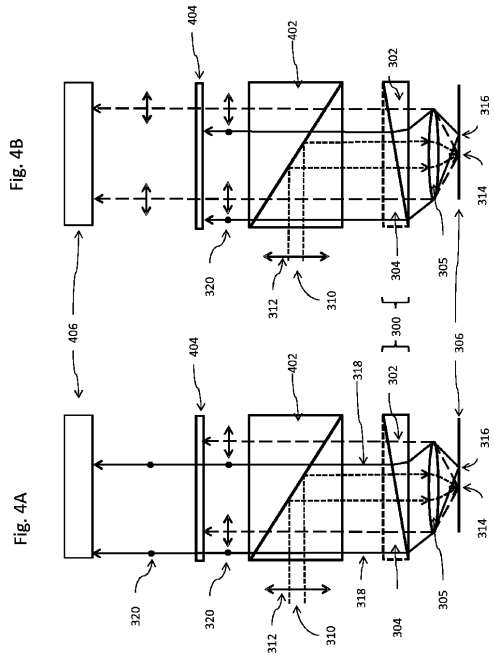


Fig. 2

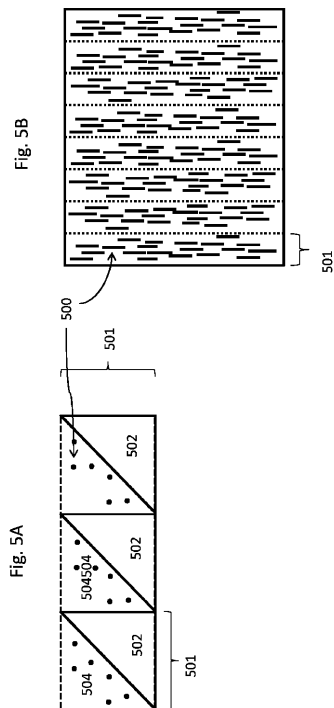
【図 3】



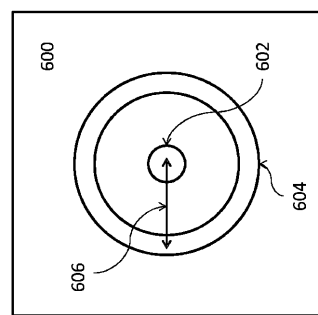
【図 4 A - 4 B】



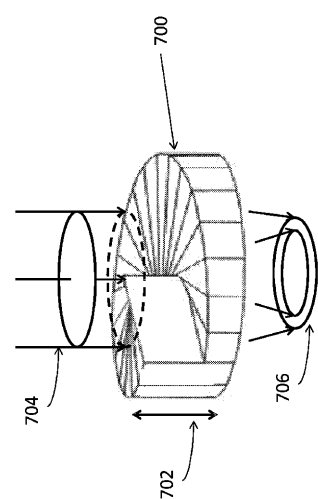
【図 5 A - 5 B】



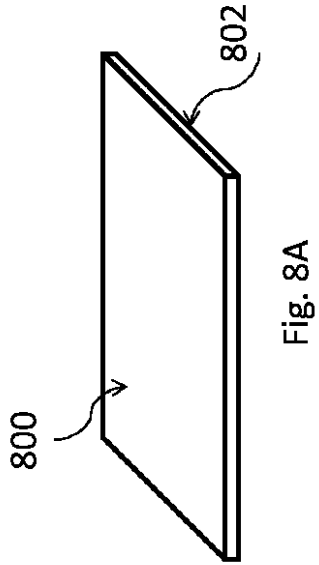
【図 6】



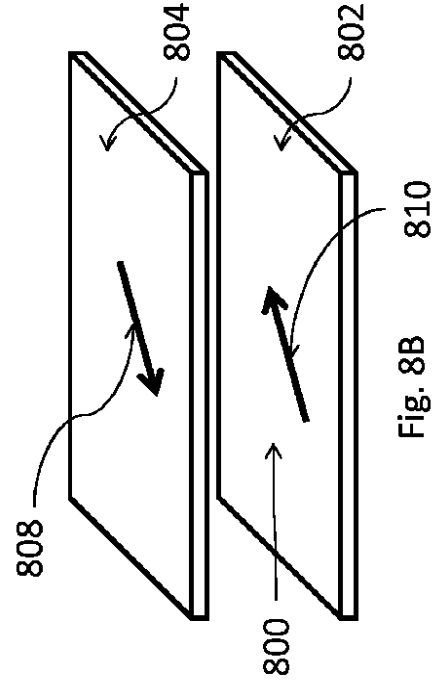
【図 7】



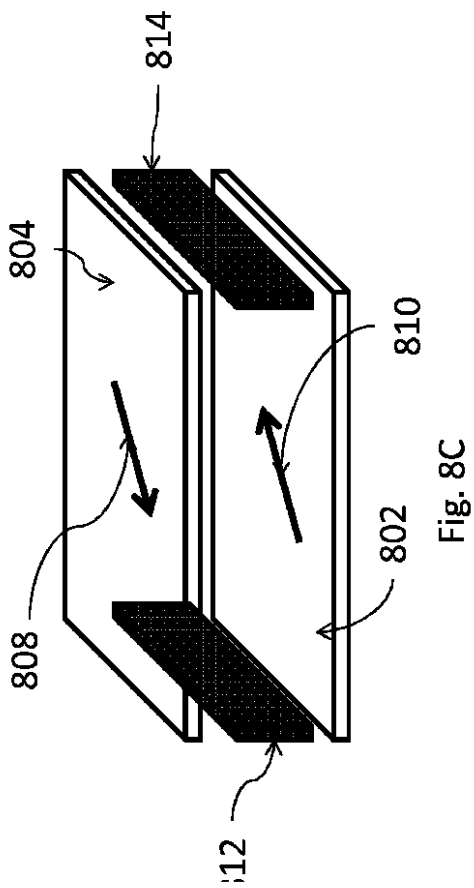
【図 8 A】



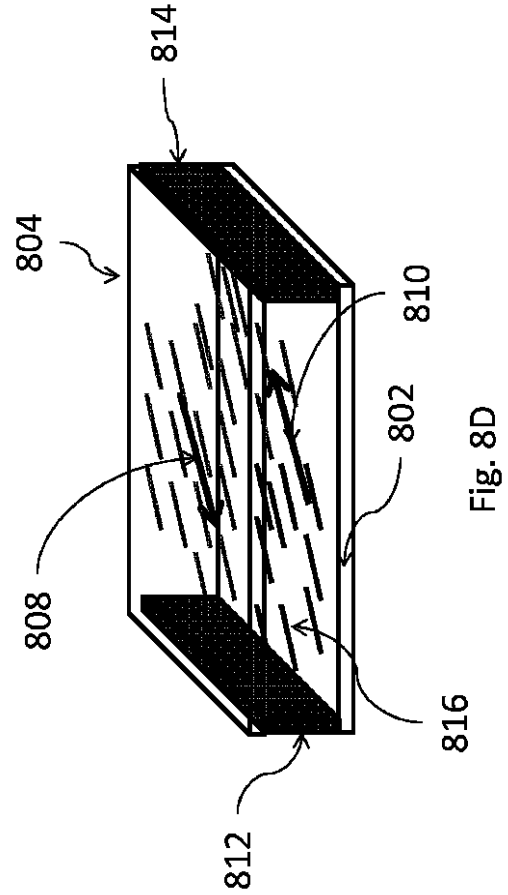
【図 8 B】



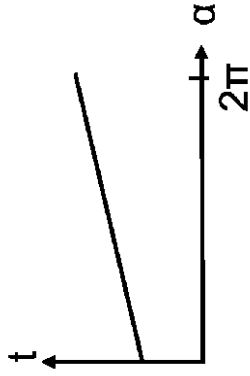
【図 8 C】



【図 8 D】



【図 9 A】



【図 9 B】

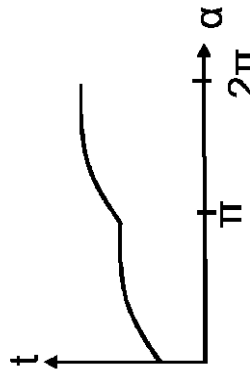


FIG. 9A

FIG. 9B

【図 10】

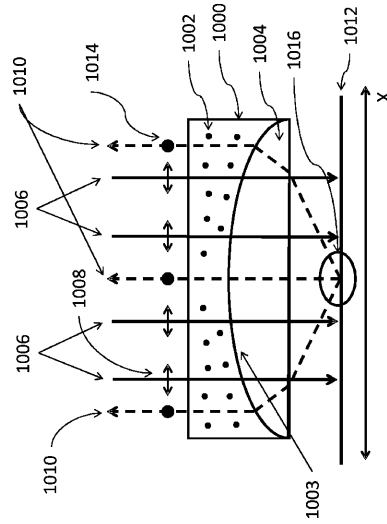


Fig. 10

【図 11 A】

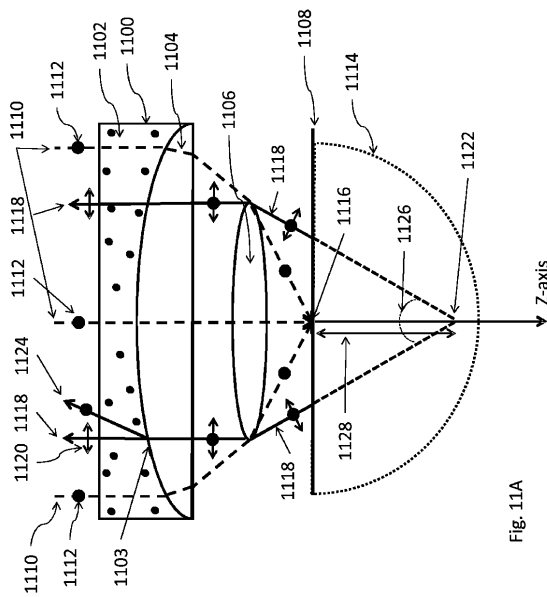


Fig. 11A

【図 11 B】

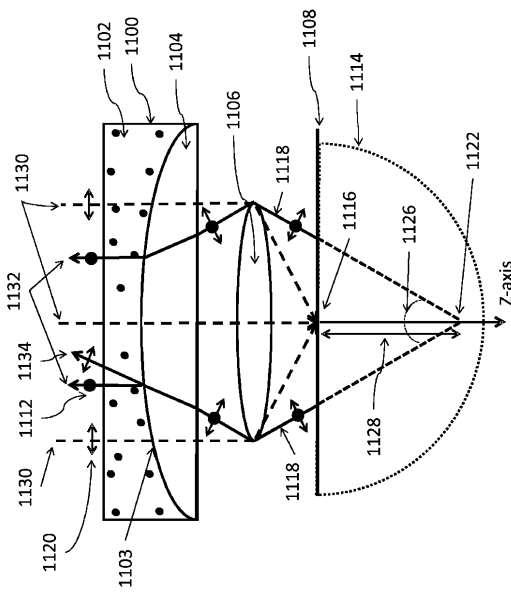


Fig. 11B

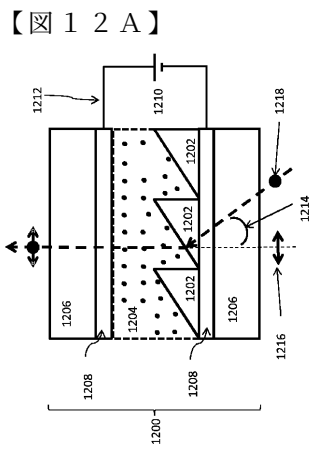


Fig. 12A

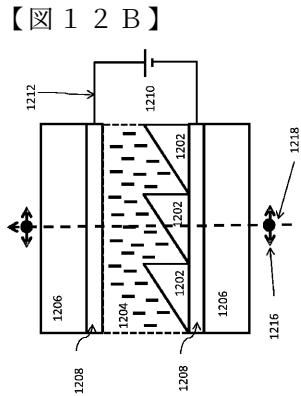


Fig. 12B

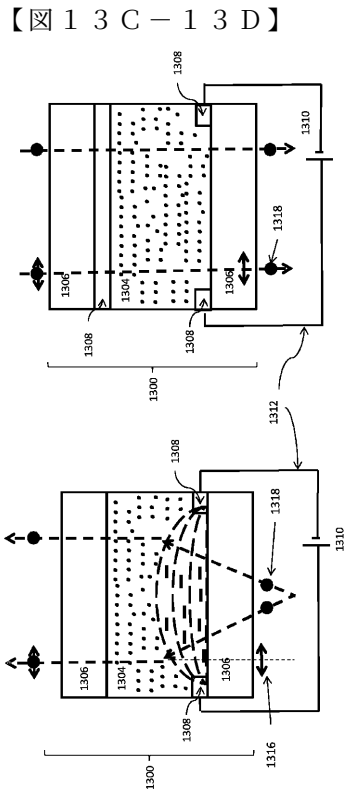


Fig. 13D

Fig. 13C

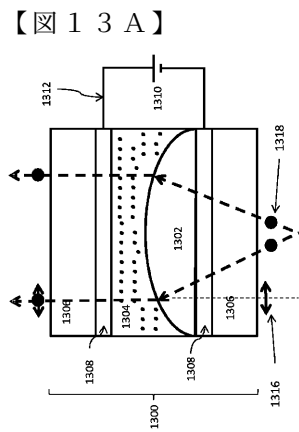


Fig. 13A

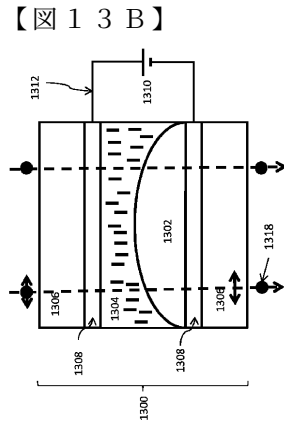


Fig. 13B

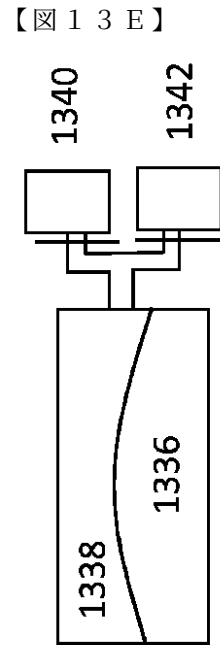


Fig. 13E

【図 1 4】

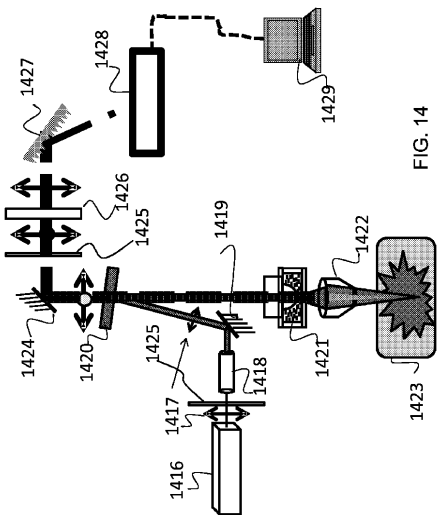


FIG. 14

【図 1 5 A】

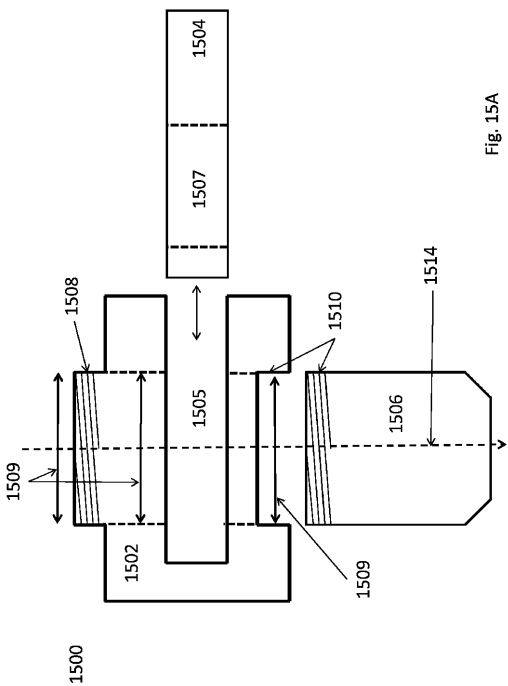


Fig. 15A

【図 1 5 B】

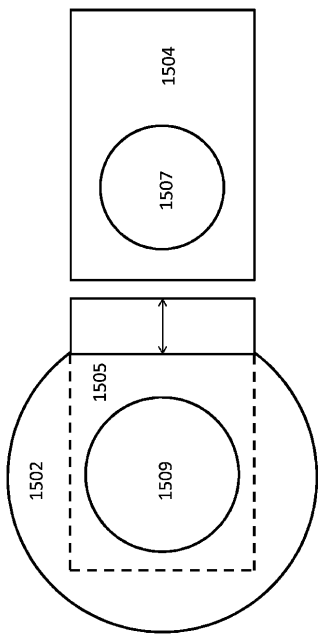


Fig. 15B

【図 1 5 C】

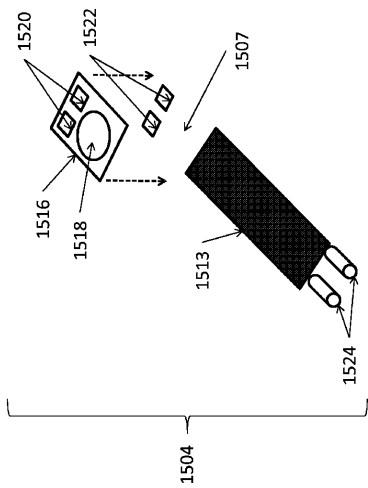


Fig. 15C

フロントページの続き

(72)発明者 フェルステーヘン エミール ヨハネス カレル
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

(72)発明者 マンク アドリアヌス ヨハネス ジェラルダス
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

審査官 吉田 将志

(56)参考文献 特表2007-530997 (JP, A)
特開2007-279747 (JP, A)
米国特許第06134010 (US, A)
特開2008-220977 (JP, A)
特開2002-023111 (JP, A)
特開平09-091738 (JP, A)
特表2008-522697 (JP, A)
特表2009-540350 (JP, A)
特表2000-507005 (JP, A)
特表2006-512708 (JP, A)
特表2008-525838 (JP, A)
特表2013-539061 (JP, A)
特開2003-107407 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0316466 (US, A1)
特表2011-504614 (JP, A)
英国特許出願公開第00958958 (GB, A)
特開2009-015329 (JP, A)
特表2006-520900 (JP, A)
特開2002-277843 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00、01
17-74