(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-521999
(P2025-521999A)
(43)公表日　令和7年7月10日(2025.7.10)

| (51)国際特許分類 | | | FI | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ｇ０１Ｃ* | *3/06* | *(2006.01)* | Ｇ０１Ｃ | 3/06 | １２０Ｐ | ２Ｆ０６５ |
| *Ｇ０１Ｂ* | *11/02* | *(2006.01)* | Ｇ０１Ｃ | 3/06 | １４０ | ２Ｆ１１２ |
| | | | Ｇ０１Ｂ | 11/02 | Ｈ | |

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全21頁）

(21)出願番号　特願2025-500905(P2025-500905)
(86)(22)出願日　令和5年6月28日(2023.6.28)
(85)翻訳文提出日　令和7年1月9日(2025.1.9)
(86)国際出願番号　PCT/EP2023/067657
(87)国際公開番号　WO2024/012878
(87)国際公開日　令和6年1月18日(2024.1.18)
(31)優先権主張番号　102022117536.7
(32)優先日　令和4年7月13日(2022.7.13)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV
最終頁に続く

(71)出願人　507119836
プレシテク オプトロニク ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング
ドイツ連邦共和国，６３２６３ ノイーイーゼンブルク， シュロイスナーシュトラーセ ５４
(74)代理人　110000109
弁理士法人特許事務所サイクス
(72)発明者　フィーツェ ラウラ
ドイツ連邦共和国 ６４２８９ ダルムシュタット クラニッヒシュタイナー シュトラーセ ３
(72)発明者　ディーツ クリストフ
ドイツ連邦共和国 ６３１７９ オーバーツハウゼン アントン ブルックナー シ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　クロマティック共焦点測距装置

(57)【要約】
本発明は、物体（４０）の反射する表面（３８）における複数の点までの距離をクロマティック共焦点測定するための装置に関する。前記装置は、複数色の測定光（ＭＬ）を生成する光源（１２）と、前記測定光により光パターンを生成する光パターン生成装置（１８）と、軸方向位置が縦色収差により波長依存性を有する像平面（Ｂ１、Ｂ２、Ｂ３）内で前記光パターンの画像を生成し、色収差が補正されていない対物レンズ（３６）とを備える。前記装置は、静的空間フィルタ（４４）と、キューブ型ビームスプリッタ（３３）と、前記表面（３８）により反射された測定光に対してスペクトル分析を行う分光計（４６）とをさらに備える。本発明によれば、前記装置は、複数の画素（２８）を有し、前記光パターン生成装置（１８）を形成するか、又は前記静的空間フィルタ（４４）と光学的に共役な平面（Ｅ２）内に配置された画素ごとに切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’、２６”）をさらに備える。各画素（２８）は、いずれも前記画素（２８）が測定光（ＭＬ）を遮断する第１切り替え状態と、前記画素（２８）が測定光（ＭＬ）を

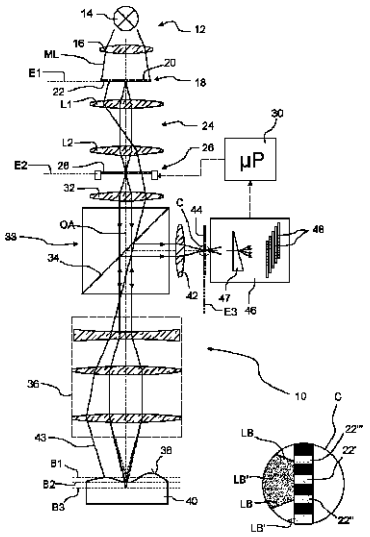


Fig. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
入射した測定光（ＭＬ）を少なくとも部分的に物体（４０）の反射する表面（３８）における複数の点までの距離をクロマティック共焦点測定することに用いられ、
ａ）複数色の測定光（ＭＬ）を生成するように配置された光源（１２）と、
ｂ）第１平面（Ｅ１）内で１次元又は２次元に沿って延びる光パターンを前記測定光から生成するように配置された光パターン生成装置（１８）と、
ｃ）軸方向位置が縦色収差により波長依存性を有する像平面（Ｂ１、Ｂ２、Ｂ３）内で前記光パターンの画像を生成するように配置されており、色収差が補正されていない対物レンズ（３６）と、
ｄ）前記第１平面（Ｅ１）と光学的に共役な第２平面（Ｅ３）内に配置され、前記光パターンに対応するフィルタリング機能を有する静的空間フィルタ（４４）と、
ｅ）前記光パターン生成装置（１８）と前記対物レンズ（３６）との間の光路に配置され、前記表面（３８）で反射されて前記対物レンズ（３６）を通過した測定光（ＭＬ）を前記静的空間フィルタ（４４）に案内するキューブ型ビームスプリッタ（３３）と、
ｆ）複数の入力チャネルを有し、前記複数の入力チャネルが、前記複数の入力チャネルのそれぞれに対応する前記静的空間フィルタ（４４）の点を通過した、反射された測定光に対してスペクトル分析を行うようにそれぞれ配置されている分光計（４６）と、
ｇ）前記分光計（４６）により測定された波長により、前記表面（３８）上の点から前記装置（１０、１０’）までの距離を算出するように配置された分析装置（３０）と、を備える装置であって、
画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’、２６”）は、複数の画素（２８）を有し、前記光パターン生成装置（１８）を形成するか、又は前記第１平面（Ｅ１）及び第２平面（Ｅ３）と光学的に共役な第３平面（Ｅ２）内に配置され、各画素（２８）は、いずれも前記画素（２８）が測定光（ＭＬ）を遮断する第１切り替え状態と、前記画素（２８）が測定光（ＭＬ）を遮断しない第２切り替え状態とに切り替え可能であることを特徴とする、装置。
【請求項２】
測定中に、前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’、２６”）は、第１切り替え配置と第２切り替え配置との間で切り替えられ、前記第１切り替え配置において、２つの隣接する画素（２８）は同じ切り替え状態にならず、前記第２切り替え配置は前記第１切り替え配置と相補的であることを特徴とする、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６”）は、前記光パターン生成装置（１８）を形成し、前記測定光（ＭＬ）は、前記光源（１４）と前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６”）との間で自由ビームとして伝播することを特徴とする、請求項１又は請求項２のいずれか１項に記載の装置。
【請求項４】
前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’）は、前記光パターン生成装置（１８）とは独立して前記第３平面（Ｅ２）内に配置されていることを特徴とする、請求項１又は請求項２のいずれか１項に記載の装置。
【請求項５】
前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’）は、前記光パターン生成装置（１８）と前記キューブ型ビームスプリッタ（３３）との間の光路に配置されていることを特徴とする、請求項４に記載の装置。
【請求項６】
前記装置（１０、１０’）は、前記第１平面（Ｅ１）を前記第３平面（Ｅ２）に結像する結像光学系（２４）を有することを特徴とする、請求項４又は請求項５のいずれか１項に記載の装置。

【請求項７】
前記光パターンは、複数の２次元的に分布した光点（２２、２２”）、又は少なくとも１つの連続したあるいは光点からなる光線（２０、２２’）を含むことを特徴とする、請求項４から請求項６のいずれか１項に記載の装置。
【請求項８】
前記光パターン生成装置（１８）は、光ファイバー（５６）の端部の配列を含むことを特徴とする、請求項４から請求項７のいずれか１項に記載の装置。
【請求項９】
前記光パターン生成装置（１８）は、少なくとも１つの開口（２２、２２’、２２”）を有する遮光板（２０、２０’、２０”）を含むことを特徴とする、請求項４から請求項７のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１０】
前記光パターン生成装置（１８）は、マイクロ集束レンズ（７０）の平面配列を含むことを特徴とする、請求項４から請求項７のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１１】
前記光パターン生成装置（１８）と前記キューブ型ビームスプリッタ（３３）との間の光路には、前記キューブ型ビームスプリッタ（３３）に入射した測定光（ＭＬ）をコリメートするコリメータ（３２）が配置されていることを特徴とする、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１２】
前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６’）は、マイクロミラーアレイであることを特徴とする、請求項１から請求項１１のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１３】
前記複数色の光源（１２）は、発光体（５２）を含むことを特徴とする、請求項１から請求項１２のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１４】
前記分光計（４６）は、前記第２切り替え状態の画素（２８）に対応する入力チャネルが非アクティブになるように、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’、２６”）と同期されることを特徴とする、請求項１から請求項１３のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１５】
前記画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（２６、２６’、２６”）は、前記光源（１４）と前記キューブ型ビームスプリッタ（３３）との間の光路に配置されており、
別の画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（７４）は、前記キューブ型ビームスプリッタ（３３）と前記分光計（４６）との間の光路における第４平面（Ｅ４）内に配置されており、前記第４平面は前記第１平面（Ｅ１）及び前記第２平面（Ｅ２）と光学的に共役であり、
前記別の画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（７４）の各画素は、前記画素が測定光（ＭＬ）を遮断する第１切り替え状態と、前記画素が測定光（ＭＬ）を遮断しない第２切り替え状態とに切り換え可能であることを特徴とする、請求項１から請求項１４のいずれか１項に記載の装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ワーク及び他の物体の表面における、好ましくは直線上に配置された複数の点でクロマティック共焦点測距を行うための装置に関する。
【背景技術】
【０００２】

ワークや他の物体までの距離を非接触で高精度に測定する必要がある場合に、クロマティック共焦点測距装置は、工業測定技術に長年にわたって使用されている。透明な物体では、通常、光学的界面ごとに距離を測定でき、且つ測定された距離の差から厚さを求めるため、このような装置は壁厚や他の厚さを測定することもできる。

【０００３】

従来のクロマティック共焦点測距装置は、複数色の測定光を生成し、且つ非常に小さい開口部を有するピンホール板に位置合わせられる光源を含む。開口部は結像光学系により測定対象の表面に結像される。結像光学系の少なくとも一部に明らかな縦色収差が存在する。したがって、異なる色の開口部画像が結像光学系の光軸上に順次配置される。開口部画像がちょうど測定対象の表面上にある測定光のスペクトル部分のみが該表面により反射され、それにより、該部分は同じ開口部又はそれと光学的に共役な開口部に進入することができる。該スペクトル部分の波長は分光計により検出される。ここで、各波長は結像光学系との特定の距離に対応する。

【０００４】

他のスペクトル部分は、同様に物体の表面で部分的に反射されるが、同じ開口部又はそれと光学的に共役な開口部に結像光学系によりフォーカスすることができないため、分光計によるスペクトル分析が行われる測定光の部分に対して重大な影響を与えない。

【０００５】

ＵＳ　２０１８／００３８６８０　Ａ１によれば、クロマティック共焦点測定装置が知られており、該測定装置を利用して複数の点で距離又は厚さを同時に測定することができる。また、ここで、一般的なピンホール板は、光ファイバーの端部の線形又は平面配列で置き換えられる。複数の位置で距離又は厚さを同時に測定すれば、測定時間が大幅に短縮される。この場合に、大きい表面であっても、短時間で完全な表面形状を作成することができる。

【０００６】

このような多点式測定装置の横方向分解能、即ち、物体の表面上の測定点の密度は、物体から反射されて１つの光学的共役光ファイバーの端部に入射した測定光が、隣接する光ファイバーに同時に入射してはならないように制限されている。このような光クロストークが発生すると、各測定点は単一の距離値に対応することができなくなる。光クロストークは、主に、結像光学系を最適に校正しても、物理的理由により、光ファイバーの端部の画像が完全に鮮明になることができず、回折現象に基づいて平面状に延びる回折ディスクの形状を有することに繋がり、該回折ディスクは明確に識別できる複数の二次最大値を有する。

【０００７】

したがって、既知のクロマティック共焦点測距装置では、光ファイバーの端部の距離が比較的大きいため、高密度の測定点を実現することができない。

【発明の概要】

【０００８】

本発明の目的は、高い横方向分解能を有する、物体の表面における複数の点までの距離をクロマティック共焦点測定するための装置を提供することである。

【０００９】

本発明の上記目的を達成するための解決手段は、物体の表面における複数の点までの距離をクロマティック共焦点測定することに用いられ、複数色の測定光を生成するように配置された光源と、第１平面内で１次元又は２次元に沿って延びる光パターンを測定光から生成するように配置された光パターン生成装置と、軸方向位置が縦色収差により波長依存性を有する像平面内で光パターンの画像を生成するように配置されており、、色収差が補正されていない対物レンズと、第１平面と光学的に共役な第２平面内に配置され、光パターンに対応する（ただし、必ずしも同じであるわけではない）フィルタリング機能を有する静的空間フィルタと、光パターン生成装置と対物レンズとの間の光路に配置され、表面で反射されて対物レンズを通過した測定光を空間フィルタに案内する、好ましくは無偏光

のキューブ型ビームスプリッタと、複数の入力チャネルを有し、これらの入力チャネルが、入力チャネルのそれぞれに対応する静的空間フィルタの点を通過した、反射された測定光に対してスペクトル分析を行うようにそれぞれ配置されている分光計と、分光計により測定された波長により、表面上の点から測定装置までの距離を算出するように配置された分析装置と、を備える装置である。本発明によれば、前記装置は、複数の画素を有し、光パターン生成装置を形成するか、又は第１平面及び第２平面と光学的に共役な第３平面内に配置された画素ごとに切り替え可能な空間フィルタをさらに備え、各画素は、いずれも画素が測定光を遮断する第１切り替え状態と、画素が測定光を遮断しない第２切り替え状態とに切り替え可能である。

【００１０】

画素ごとに切り替え可能な空間フィルタは、分光計に到達できないように、光クロストークを引き起こす測定光の部分を測定中の特定の時点で遮蔽し又は偏向させることができる。別の時点で測定光の別の部分が抑制される。このように、連続した複数の測定を組み合わせることで極めて高い横方向分解能を実現することができる。

【００１１】

最も簡単な場面で、測定中に第１切り替え配置と第２切り替え配置との間で切り替えるように該画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタを制御し、第１切り替え配置において、２つの隣接する画素は同じ切り替え状態にならず、第２切り替え配置は第１切り替え配置と相補的である。それにより、２回の個別の測定のみが必要である。

【００１２】

より高い横方向分解能を実現するために、各切り替え配置において、２つのアクティブ画素の間に少なくともｎ＝２、３、……個の画素が非アクティブ切り替え位置にあるように、アクティブ画素間の距離をより大きくする必要がある可能性がある。この場合に、全ての画素がアクティブ切り替え位置にあるようになるまで、それに応じてｎ＋１個の異なる切り替え配置が順次存在する必要がある。

【００１３】

異なる切り替え配置の制御は、必要な横方向分解能だけでなく、測定対象の物体の表面の特性にも依存する。信号対雑音比が良好な表面では、必要に応じてより多いクロストークを許容でき、それにより、特定の時点で、空間フィルタの画素の半分さらに全てがアクティブな第２切り替え状態にあり得る。クロストークの妨害が大きいほど、所定時点でアクティブな第２切り替え状態にある画素間の距離を大きくすべきである。

【００１４】

画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタが配置された第３平面と、光パターン生成ユニットが配置された第１平面との光学的共役により、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタの画素が各測定点に一対一で対応できることを保証する。光学的結像により相互に切り替え可能な平面を光学的共役と称する。したがって、２つの光学的に共役な平面間に、通常、１つ又は複数のレンズ又はミラーを備える対物レンズが設けられており、該対物レンズは光学的結像を実現する。しかしながら、対物レンズの代わりに、特殊な状況では、他の光学系により光学的共役を実現することもできる。例として、光ファイバーの対向する端部が挙げられ、この２つの端部は、点状光分布が同じであるため、光学的共役と見なすことができる。したがって、例えば、既知の内視鏡のように、光ファイバー束により光学画像を生成することもできる。２つの隣接する平面も、広い意味で光学的共役と見なすことができる。

【００１５】

画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタが光パターン生成装置と独立して第３平面内に配置された場合に、該空間フィルタは、光パターン生成装置とキューブ型ビームスプリッタとの間の光路にあってもよい。このような配置の利点は、光パターンの画像が対物レンズにより再結像された画像よりも鮮明であることである。

【００１６】

この場合に、前記装置は第１平面を第３平面に結像する結像光学系を有することが好ま

しい。このような結像光学系の主な利点は、光パターン生成装置は、光ファイバーの端部の配列を含むか、又は少なくとも１つの開口を有する遮光板を含むことである。測定光は、一般的に、強く発散するように光ファイバー又は開口から射出される。画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタを光ファイバーの端部又は遮光板の開口の前方に直接配置すると、広い意味での光学的共役が発生する。しかしながら、多くの特に適切な画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ（例えば、マイクロミラーアレイ）は、依然として光学的共役と呼べる程度まで光パターン生成装置に接近して配置することができない。結像光学系は、大きい開口数を利用できる一方で、マイクロミラーアレイ及び他の切り替え可能な空間フィルタを使用でき、これらのフィルタは、光ビームの折り畳み又は必要な取り付け空間により、光パターン生成装置から離れた位置にのみ配置することができる。

【００１７】

光パターンは、２次元的に分布した複数の光点、又は少なくとも１つの連続したあるいは光点からなる光線を含んでもよい。切り替え可能な空間フィルタの画素により、連続した光線を各測定点に分割する。

【００１８】

一実施例において、光パターン生成装置はマイクロ集束レンズの平面配列を含む。集束レンズは、測定光を切り替え可能な空間フィルタの対応する画素にフォーカスすることによって、広い意味での光学的共役を形成する。

【００１９】

別の実施例において、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタは光パターン生成装置を形成する。このような構造は、非常に簡単であり、追加の結像光学系を必要とせずにマイクロミラーアレイ式の空間フィルタを使用できる。

【００２０】

この場合に、空間フィルタは、色収差が補正されていない対物レンズの開口数に一致する角度分布を有する光で照明されるべきである。光源と画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタとの間で測定光が自由ビームとして伝播する場合に特に効果的である。

【００２１】

光損失を回避するために、光パターン生成装置として用いられる空間フィルタは、できるだけ多くの光を空間フィルタに入射させるように、光源を利用して照明すべきである。光源の具体的な種類に応じて、１つの簡単な集光システムだけで、光源の光出射面からの光を集束させて、低ロスで空間フィルタに入射させるのに十分である。空間フィルタにより生成された光パターンが複数の光点からなる光線を含む場合に、該集光システムはシリンドリカルレンズとして構築するか、又は他の方法でアナモフィックレンズとして構築することができる。

【００２２】

一実施例において、光パターン生成装置とキューブ型ビームスプリッタとの間の光路には、キューブ型ビームスプリッタに入射した測定光をコリメートするコリメータが配置されている。この場合に、共焦点結像に基づいて、物体から反射された測定光は同様に、コリメートされてキューブ型ビームスプリッタを通過する。コリメートされて通過することは、キューブ型ビームスプリッタに球面収差を発生させない利点がある。

【００２３】

画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタはマイクロミラーアレイが好ましい。代わりに、ＵＳ　８，０５４，５２７　Ｂ２に記載の透過型ＭＥＭＳコンポーネントを指してもよい。ＬＣＤパネルを画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタとして用いることも検討できるが、該ＬＣＤパネルは偏光特性により欠点がある。

【００２４】

同じ理由で、キューブ型ビームスプリッタは無偏光であることが有利である。この場合に、キューブ型ビームスプリッタの分割比は、偏光状態に依存しないため、物体の表面の

特性にも依存しない。
【００２５】
一実施例において、複数色光源はＥＰ　３７６４０５６　Ａ１（ＵＳ　１０，７３１，９６５　Ｂ１に対応する）から知られるような発光体を含む。このような光源は長尺状の光出射面を有することが好ましい。光ファイバーにより導光する場合に、その端部は、矩形又は円形配列を形成し、発光体の隣接する矩形又は円形の光出射面から発された光を受け取ることができる。
【００２６】
発光体に基づく光源では、ポンプ源（通常、レーザー又はＬＥＤを指す）により発光体と呼ばれる発光物質が励起され、該発光物質は物理的プロセス（特に、燐光、蛍光又はシンチレーション）により発光する。このような光源の利点は、共焦点開口全体を照明でき、高効率、高光出力を有することである。
【００２７】
散乱光等による光クロストークを低減させるために、第１、第２及び第３平面と光学的に共役な位置に他の空間フィルタを配置してもよい。
【００２８】
分光計は、第２切り替え状態の画素に対応する入力チャネルが論理的又は物理的に非アクティブになるように、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタと同期することができる。それにより、クロストークにより隣接する入力チャネルに入射した測定光が分析時に考慮されることを防止する。最も簡単な場面で、関連する入力チャネルの非アクティブ化は、該箇所で測定されたこれらの強度が読み取られないように、実施される。
【００２９】
画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタが光源とキューブ型ビームスプリッタとの間の光路に配置された場合に、別の画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタはキューブ型ビームスプリッタと分光計との間の光路における第４平面内に配置されてもよく、該第４平面は第１平面及び第２平面と光学的に共役である。該別の画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタの各画素は、画素が測定光を遮断する第１切り替え状態と、画素が測定光を遮断しない第２切り替え状態とに切り替え可能である。
【００３０】
この解決手段の背景は、光パターンの画像が光学的結像を行う度に鮮明さを損失することである。例えば、２つの隣接する回折ディスクが物体の表面上に無視できる程度だけで重複する場合に、分光計の高さで対物レンズにより再結像されると、該重複は既に明らかである可能性がある。ここで、該別の画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタは、具体的に、該空間フィルタが、再結像後にも、分光計でクロストークが発生しないように、関連する光ビームを再遮断する、というような改善を提供できる。
【図面の簡単な説明】
【００３１】
以下において、図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。
【図１】本発明の第１実施例に係る測距装置の模式的子午線断面である。
【図２】図１に示す装置において光パターン生成装置として用いられるピンホール板の上面図である。
【図３ａ】図１に示す装置に含まれる透過型ＭＥＭＳ空間フィルタの異なる切り替え配置の模式的拡大断面である。
【図３ｂ】図１に示す装置に含まれる透過型ＭＥＭＳ空間フィルタの異なる切り替え配置の模式的拡大断面である。
【図４】図１に示す装置において光パターン生成装置として用いられ得るピンホール板の別の実施例の上面図である。
【図５】図１に示す装置において光パターン生成装置として用いられ得るピンホール板のまた別の実施例の上面図である。
【図６】本発明の第２実施例に係る測距装置の模式的子午線断面である。

【図７ａ】図６に示す装置に含まれる反射型ＭＥＭＳ空間フィルタの異なる切り替え配置の模式的拡大断面である。
【図７ｂ】図６に示す装置に含まれる反射型ＭＥＭＳ空間フィルタの異なる切り替え配置の模式的拡大断面である。
【図８】光パターン生成装置がマイクロレンズの線形配列から形成される実施例の模式図である。
【図９ａ】図３ａ及び図３ｂに基づく可能な切り替え配置の他の形態の模式図である。
【図９ｂ】図３ａ及び図３ｂに基づく可能な切り替え配置の他の形態の模式図である。
【図１０】２つの透過型ＭＥＭＳ空間フィルタを備える別の技術的変形例の局所である。
【図１１】本発明の第３実施例に係る測距装置の模式的子午線断面であり、ここで画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタは光パターン生成装置を形成する。
【発明を実施するための形態】
【００３２】
１．測定装置の構造
図１は１０で全体を表す本発明の第１実施例に係る測距装置の模式的子午線断面を示す。
【００３３】
装置１０は複数色の測定光ＭＬを生成する光源１２を有する。ここで、測定光ＭＬは連続スペクトルを有することが好ましい。ただし、原則として、波長ピークが十分に近ければ、　歯型スペクトル又は他の離散スペクトルの使用も同様に検討できる。
【００３４】
図示の実施例において、光源１２は、スーパールミネセントダイオード１４と、光伝播方向に沿ってその後方に配置された集束レンズ１６とを含む。
【００３５】
光源１２から生成された測定光ＭＬは光パターン生成装置１８に入射し、該光パターン生成装置は入射した測定光ＭＬにより光パターンを生成する。図示の実施例において、光パターン生成装置１８はピンホール板２０を含み、図２は該ピンホール板の上面図を示す。ピンホール板２０は直線上に配置された複数の開口部２２を有する。測定光ＭＬが照射されると、開口部２２は点光源になり、測定光ＭＬはこれらの点光源から発散される。
【００３６】
開口部２２は、結像光学系２４の物体面と重なり合う第１平面Ｅ１内に配置されている。図示の実施例において、結像光学系２４は４ｆ光学系として構築される。このような４ｆ光学系の特徴は、２つの対物レンズ又はレンズＬ１、Ｌ２が、レンズＬ１の後焦平面とレンズＬ２の前焦平面とが重なり合うように配置されることである。これにより、両側にテレセントリック光路が形成され、その結果、開口部２２での角度分布が傾くことなく結像光学系２４の像平面Ｅ２に伝達される。実施例に示すように、レンズＬ１、Ｌ２の焦点距離が等しい場合に、結像スケールβ＝－１である。
【００３７】
結像光学系２４の像平面Ｅ２内に透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６が配置されており、ここでＭＥＭＳは微小電気機械システムの略語である。このようなフィルタ２６は大量の規則的に配置される要素又は画素２８を含み、これらの要素又は画素は、光路を選択的に開放又は遮断するように、別個に機械的に移動することができる。このようなＭＥＭＳフィルタの適切な例は知られており、例えば、ＵＳ　２００６／００１２７８１　Ａ１に記載されている。代替的な方法として、ＬＣＤパネルを用いてもよいが、偏光作用を有するため、一部の測定作業に対して不利になる可能性がある。
【００３８】
図３ａ及び図３ｂは透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の模式的拡大断面を示す。図示の実施例において、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の画素２８は、それぞれが光パターン生成装置１８の開口部２２の１つに正確に対応するように、直線上に配置されている。このような対応関係は、結像光学系２４による画素２８における開口部２２の結像により発

生する。
【００３９】
各画素２８の独立切替可能性は図３ａにおいて明色と暗色の背景で示される。暗色背景の画素２８は第１切り替え状態にあり、該状態下で、画素２８は測定光ＭＬを遮断する。明色背景の画素２８は第２切り替え状態にあり、該状態下で、画素２８は測定光ＭＬに対して透明になる。画素２８の切り替え状態は制御・分析装置３０により予め設定される。図３ａと図３ｂの比較から明らかに見出される異なる切り替え状態間の切り替えは、通常数マイクロ秒以内に実施される。
【００４０】
図３ａの最左端に示す第２切り替え状態にある画素２８については、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６を通過する際に、測定光ＭＬの角度分布が不変であることを他のビームで示す。したがって、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６は地点空間のみでフィルタリングし、角度空間でフィルタリングしない。したがって、測定光ＭＬは、画素２８の出力端にて結像系２４の開口数ＮＡで射出される。
【００４１】
したがって、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の画素２８は同様に点光源であるが、光パターン生成装置１８の開口部２２と異なり、これらの点光源は別個に開放及び遮断することができる。
【００４２】
図３ａ及び図３ｂは２つの異なる切り替え配置を示し、該実施例では、この２つの切り替え配置の間で切り替えることができる。図３ａに示す第１切り替え配置では、２つの隣接する画素２８はいずれも同じ切り替え状態にならない。それにより、切り替え状態は画素間で交互に切り替わる。図３ｂに示す第２切り替え配置は図３ａの第１切り替え配置と相補的である。したがって、ここでの２つの隣接する画素２８は同様に同じ切り替え状態にならず、該切り替え状態は同様に画素間で交互に切り替わる。しかし、切り替えモードが１画素オフセットすると、図３ａと図３ｂに示す２つの切り替え配置の間で切り替えることができ、具体的には、各画素２８を別の切り替え状態に切り替える。下記の２．において、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６及び切り替え配置の切り替えに関する利点を説明する。
【００４３】
透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の後方の光路に、平面Ｅ２と重なり合う前焦平面を有するコリメートレンズ３２が配置されている。したがって、画素２８から射出されるビームは、コリメートレンズ３２を通過するとコリメートされる。
【００４４】
コリメートされたビームは無偏光キューブ型ビームスプリッタ３３に入射し、該キューブ型分光器は光軸に対して４５°傾いて配置された分光面３４を有する。射出される光の所定部分、例えば５０％が分光面で反射され、測定中に損失される。残りの測定光ＭＬは、コリメートされた光路に基づいて偏向せずにキューブ型ビームスプリッタを通過し、色収差が補正されていない対物レンズ３６に入射し、該対物レンズは無限遠の物体面を有する。対物レンズ３６は、結像光学系２４及びコリメートレンズ３２とともに、縦色収差に基づいて、平面Ｅ１内に配置された開口部２２を像平面Ｂ１からＢ３内に結像し、これらの像平面の軸方向位置は波長に依存する。これは図２において異なる破線で示される。ここで、各波長はいずれも１つの像平面に正確に対応する。（本実施例のように）光源１２から生成されるスペクトルが連続した場合に、連続した一連の像平面が生じる。
【００４５】
開口部２２の画像が１つの像平面内にあり、該像平面の高さで物体４０の少なくとも一部の反射面３８が設けられている場合に、射出される光ビームはここで反射されて自体に戻り、同じ経路で対物レンズ３６を通過し、キューブ型ビームスプリッタ３３の分光面３４に戻る。ここで示す配置について、例えば、開口部２２の画像が像平面Ｂ２にある波長で、装置１０の光軸ＯＡ上の開口部２２は上記前提条件を満たす。別の開口部２２を通過

する光ビーム４３について、関連する開口部２２の画像が像平面Ｂ１にある別の波長で、ここで最下の物体４０は上記前提条件を満たす。当然ながら、単一波長の光のみが表面３８で反射されるわけではない。しかし、測定光ビームが自体により反射される波長は１つのみであり、これは、該波長のみの焦点が表面３８上に正確に位置するからである。

【００４６】

反射された測定光ＭＬの所定部分は、分光面３４で９０°反射されて、集束レンズ４２により静的空間フィルタ４４にフォーカスされ、該空間フィルタは第３平面Ｅ３内に配置され、且つ光パターンに対応するフィルタリング機能を有する。静的空間フィルタ４４は、一部の位置で測定光ＭＬの透過を許容するが（又は反射型空間フィルタを採用する場合に反射を許容する）、残りの位置で測定光ＭＬを遮断する。最も簡単な場面で、静的空間フィルタ４４とは、光パターン生成装置１８の開口部に用いられる同一のピンホール板を指し、場合により、その間の光学系の画像スケールに従って縮小又は拡大する。つまり、光パターン生成装置１８と静的空間フィルタ４４との間の光路にある光学系全体、即ち結像光学系２４、コリメートレンズ３２、対物レンズ３６及びフォーカスレンズ４２により、光パターン生成装置１８は静的空間フィルタ４４に結像する。したがって、平面Ｅ１、Ｅ２及びＥ３は光学的に共役である。透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の高さで、物体４０の表面３８上の像平面Ｂ１からＢ３内に中間画像が生じる。

【００４７】

静的空間フィルタ４４は、特定の波長で表面３８において自体により反射された測定光ビームのみをさらに分析できることを保証する。この条件を満たさない測定光ＭＬは、クロマティック共焦点測定原理に基づいて静的空間フィルタ４４により遮蔽される。

【００４８】

静的空間フィルタ４４の後方の光路に複数の入力チャネルを有する分光計４６が配置されており、前記複数の入力チャネルは、入力チャネルのそれぞれに対応する静的空間フィルタ４４の点を通過した、反射された測定光ＭＬに対してスペクトル分析を行う。分光計４６は、図１に模式的に示すように、一般的に回折格子又はプリズム４７のような分散光学素子を含み、且つ入力チャネルごとに列状配置４８の感光室を含む。このような分光計４６は既知であるため、さらに説明する必要がない。

【００４９】

２．機能

クロマティック共焦点測定装置について知られているように、測定中に、制御・分析装置３０は、分光計４６により測定された波長により、表面３８における点から測定装置１０までの距離を算出する。これらの点は、点光源、即ち開口部２２の画像である。ここで、各点光源は、原則的に測距を全ての点光源に対して同時に実施できるように、１つの入力チャネルにそれぞれ対応する。

【００５０】

しかしながら、全ての点光源に対して測距を同時に行う場合に、点光源間の距離が近ければ、光クロストークを引き起こす可能性がある。その理由として、最適に光学的結像した場合であっても、点光源の画像は回折によりぼやけるため、重複する可能性がある。これは、静的空間フィルタ４４の拡大部分Ｃにおいて模式的に示される。部分Ｃから、平面Ｅ３における灰色の背景の光ビームＬＢは、単一の開口部２２’にフォーカスされるのではなく、２つの隣接する開口部２２”、２２”’に部分的に跨っていることが分かる。誤った開口部２２”、２２”’に入射した測定光ＭＬは、分光計４６の対応する入力チャネルにより検出されて測距を歪ませる。例えば、破線で示される光ビームＬＢ’が開口部２２”’に入射するだけでなく、光ビームＬＢも開口部に部分的に入射する。

【００５１】

点光源（ここで開口部２２）間の距離を大きくすることによって光クロストークを防止してもよい。しかしながら、この解決手段は装置１０の横方向分解能を犠牲にして行われる。

【００５２】

したがって、本発明によれば、制御・分析装置３０は、測定を２回の部分測定に分けるように透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６を制御する。第１の部分測定では、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の画素２８は図３ａ及び図３ｂに示す２つの切り替え配置にある。第２の部分測定では、画素２８は別の切り替え配置にある。図１中の部分Ｃにおける破線で示される隣接する光ビームＬＢ’にとって、これは、該光ビームの伝播が透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６により遮断されて、この光ビームＬＢ’に対応しない分光計４６の入力チャネルに入射することができないことを意味し、それに応じて、部分Ｃに示されていない他方側で光ビームＬＢに隣接する他の光ビームにも当てはまる。

【００５３】

同時に、分光計４６は、隣接する開口部２２”に対応する２つの入力チャネルが非アクティブになるように、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ２６と同期される。したがって、この２つの入力チャネルの感光室に入射した光ビームＬＢの部分を分析しない。

【００５４】

したがって、測定を２回の個別の測定に分けて、この２回の個別の測定の間に、図３ａ及び図３ｂに示す切り替え配置の間で切り替えることによって、光クロストークを最も効果的に防止する。これにより、測定時間が大体２倍になる場合に高い横方向分解能を実現できる。ここで、制御・分析装置３０は、高い横方向分解能を必要とし、物体の表面に光クロストークが非常に発生しやすい場合での測定にのみ該モードが適用されるように、プログラミングしてもよい。横方向分解能の要件が低い場合に、図３ａ及び図３ｂに示す切り替え配置のうちのいずれかで１回の測定を実施する。

【００５５】

３．他の実施例

図４は図２の視点からのスリット状開口部２２’を有するスリット板２０’を示し、前記スリット板２０’は、図２に示すピンホール板２０の代わりに光パターン生成装置１８として用いられ得る。光クロストークを引き起こし得る測定光ＭＬの伝播は、ここで同様に透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６により遮断される。

【００５６】

図５は図２及び図３の視点からの２Ｄピンホール板２０”を示し、前記２Ｄピンホール板２０”は、同様に、図２に示すピンホール板２０の代わりに光パターン生成装置１８として用いられ得る。２Ｄピンホール板２０”において、開口部２２”は規則的な２次元格子に分割される。

【００５７】

この場合に、透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６は、各開口部２２”がいずれも１つの切り替え可能な画素に対応するように、それに応じて２次元的に配置された画素２８を有する必要がある。従来技術で知られているように、静的空間フィルタ４４と分光計４６は同様に、それに応じて２次元に拡張される。

【００５８】

図６は１０’で全体を表す測定装置の第２実施例を示す。該実施例と図１に示す装置１０との相違点は主に以下のとおりである。

【００５９】

一方、スーパールミネセントダイオードではなく、発光体５２を光源１２として使用し、該発光体は、図示の実施例において長尺状の光出射面を有し、且つポンプ源５４により照明され、該ポンプ源は、例えばレーザーを指してもよい。図示の実施例において、発光体５２の光出射面から射出される複数色の測定光は、コリメートされてから、シリンドリカルレンズ５５により平行光ファイバー５６の端部の線形配列に入力されて結合される。発光体５２を利用して非常に高い光強度を実現できる。一技術的変形例において、発光体５２は円形又は矩形の光出射面を有する。この場合に、光ファイバー５６の端部は、線形配列ではなく、円形又は矩形配列を形成し、該技術的変形例において、シリンドリカルレンズ５５を必要としない。

【００６０】
光ファイバー５６に導入された測定光ＭＬは光ファイバー５６の対向する端部で射出される。これらの端部は、紙面に対して垂直に延びる線に沿って配置され、同時に光パターン生成装置１８を表す。結像光学系２４は、平面偏光ミラー５８により光ファイバーの端部を切り替え可能な空間フィルタ２６’に結像し、該空間フィルタは、図示の実施例において１次元デジタルマイクロミラーアレイ（ＤＭＤ，ｄｉｇｉｔａｌ　ｍｉｃｒｏｍｉｒｒｏｒ　ｄｅｖｉｃｅ）として構築される。ここで、マイクロミラーアレイは図６の紙面に対して垂直に延びる。
【００６１】
該実施例において、静的空間フィルタ４４は同様に光ファイバー６０の端部の線形配列により形成され、ここで、該線は同様に紙面に対して垂直に延びる。光ファイバー６０は測定光を分光計４６に案内する。
【００６２】
光ファイバー５６、６０に光ファイバープラグ６２、６２’、６４、６４’が統合されていてもよい。これにより、装置１０’の破線で輪郭を描かれた部分を別個のハウジングに取り付けることができ、これらの部分は可動測定ヘッド６６と固定制御機器６８を形成する。
【００６３】
図７ａ及び図７ｂは、図３ａ及び図３ｂの視点から、反射型切り替え可能な空間フィルタ２６’の２つの切り替え配置を示す。各画素２８はいずれも２つの安定的な切り替え状態を呈するマイクロミラーから構成される。灰色の背景の画素２８は、第２切り替え状態にあり、吸収体に当たるように、入射した測定光ＭＬを反射する。白色の背景の画素２８は、キューブ型ビームスプリッタ３３を通過して対物レンズ３６に入射することができるように、入射した測定光ＭＬを反射する。
【００６４】
図８は一実施例を模式図で示し、図中、光パターン生成装置１８はマイクロレンズ７０の線形配列により形成される。光源は、測定光をコリメートしてマイクロレンズ７０に位置合わせるコリメートレンズ７２を含む。これらのマイクロレンズは、測定光ＭＬを透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の対応する画素２８にフォーカスする。したがって、該実施例において、結像光学系２４を必要としない。マイクロレンズ７０が透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の前方に直接配置されているため、マイクロレンズ７０の平面Ｅ１と平面Ｅ２はある程度重なり合っており、光学的共役に相当する。ここで、マイクロレンズ７０の開口数ＮＡは対物レンズ３６の開口数ＮＡと一致する。
【００６５】
図９ａ及び図９ｂは、図３ａ及び図３ｂによる模式図で、可能な切り替え配置の他の形態を示す。静的空間フィルタ４４の高さでの点光源の画像が非常に大きい場合に、これらの画像が、隣接する開口部２２’の上方まで延びるだけでなく、２つ、さらに３つの隣接する開口部２２’の上方まで延びる可能性がある。この場合に、光クロストークを防止するために、測定を２回だけでなく、３回以上の個別の測定に分割すべきである。
【００６６】
図９ａ及び９ｂにおいて、個別の測定が合計４回あると仮定する。したがって、各切り替え配置において、１方向における隣接する４つの画素２８のうち、常に、１つのみが第２切り替え状態にあり、残りの３つが第１切り替え状態にあり、且つ入射した測定光を遮断する。図９ａ及び図９ｂは順次設定する必要がある４つの切り替え状態のうちの２つを示す。
【００６７】
図１０は別の技術的変形例の局所を示し、図１０に示されていない装置１０の部分は図１中の部分に対応する。
【００６８】
該技術的変形例において、キューブ型ビームスプリッタ３３と分光写真器４６との間の

光路には、別の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４は、第１平面Ｅ１及び第２平面Ｅ２と光学的に共役な第４平面Ｅ４内に配置されている。別の結像光学系７５は、平面Ｅ４内の該透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４を平面Ｅ３内の静的空間フィルタ４４上に結像する。別の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４の画素は、同様に、画素が測定光ＭＬを遮断する第１切り替え状態と、画素が測定光ＭＬを遮断しない第２切り替え状態とに切り替え可能である特性を有する。一技術的変形例において、静的空間フィルタ４４を必要とせず、この場合に、平面Ｅ３内に分光写真器４６の入力スリットが設けられている。

【００６９】

このような別の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４は、分光写真器における入力チャネルを別個に非アクティブ化することができず、対物レンズ３４の後方の光路中の前方にＭＥＭＳ空間フィルタ２６が配置されているにもかかわらず、点光源の画像が依然として静的空間フィルタ４４上に部分的に重複する場合に有利である。該別の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４は、光分布を「クリーンアップ」することによって、点光源の画像が静的空間フィルタ４４上に重複しないことを保証する。ここで、該別の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４の切り替え配置は、常に前方の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ２６の切り替え配置に一致する。

【００７０】

分光写真器が別個に非アクティブ化可能な入力チャネルを有する場合に、該別の透過型ＭＥＭＳ空間フィルタ７４を設けなくてもよい。

【００７１】

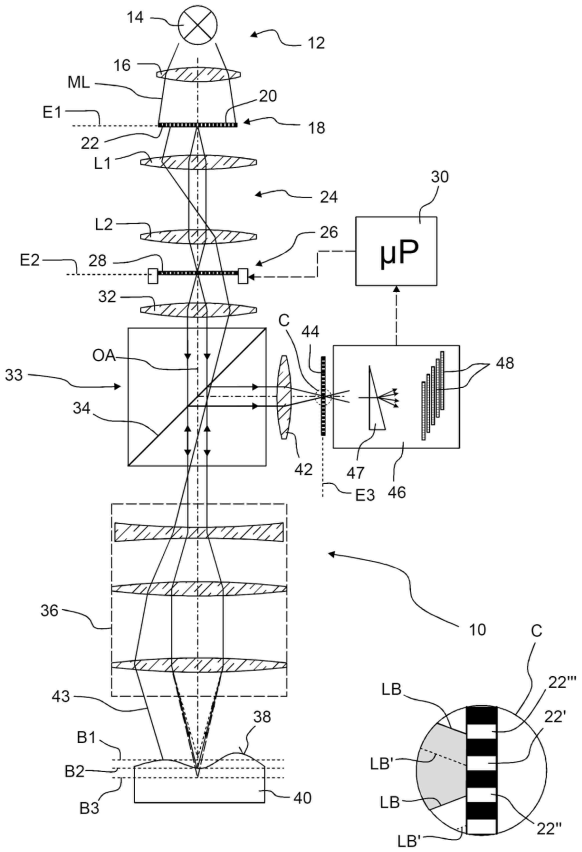
図１１は図１の視点からの１０”で全体を表す測定装置の第２実施例を示す。上記実施例において、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ２６、２６’は光パターン生成装置１８と独立したアセンブリであり、また、装置１０”では、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ２６”は光パターン生成装置１８を形成する。それにより、別個の光パターン生成装置を必要としないため、光パターン生成装置を画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ２６”に結像する結像光学系を必要としない。

【００７２】

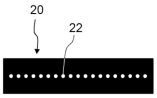
図示の実施例において、装置１０”では、光源１４により生成される測定光ＭＬはまず、集束レンズ１６によりコリメートされる。別の集束レンズ１６’は、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ２６”を完全に照明するように測定光ＭＬを集束させる。図１１において、該画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタ２６”が矩形であり、測定光ＭＬが円形に囲まれた領域を照明すると仮定する。１方向のみに沿って延びる線形の画素ごとにデジタル的に切り替え可能な空間フィルタでは、集束レンズ１６’はシリンドリカルレンズ又は他の変形光学素子として構築されてもよく、該素子は直交方向において異なる屈折力を有する。それにより、線形空間フィルタに対するストリップ状の照明が可能になり、光損失を最小限に抑えることができる。代替的に、長尺状の光出射面を有する光源を使用でき、該光源は、画素ごとにデジタル的に切り替え可能な線形空間フィルタに結像され、それに応じて該空間フィルタを照明する。

【図面】

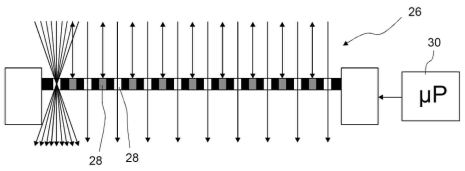
【図１】



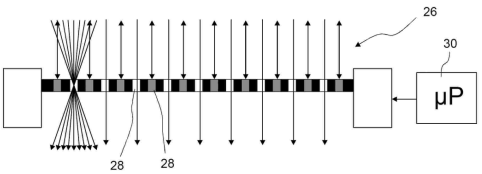

【図２】



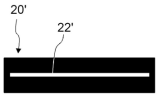

【図３ａ】



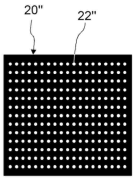

【図３ｂ】



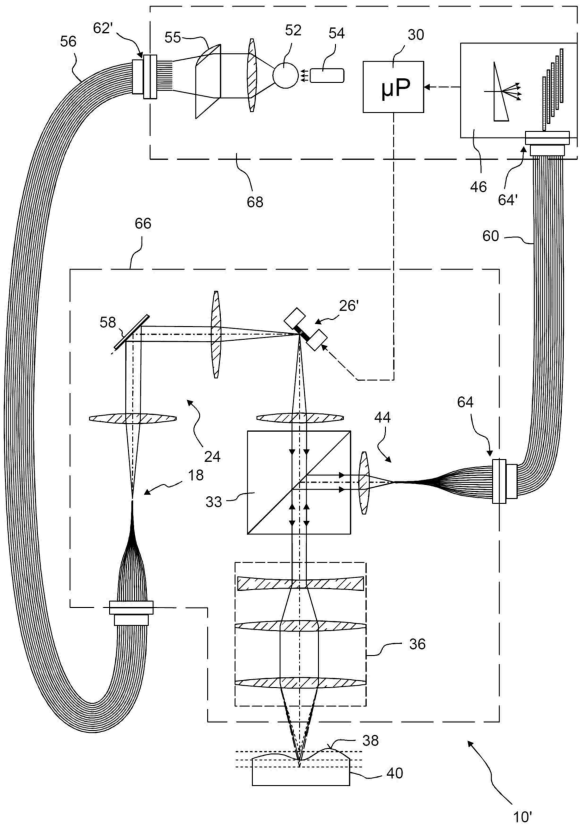
【図４】



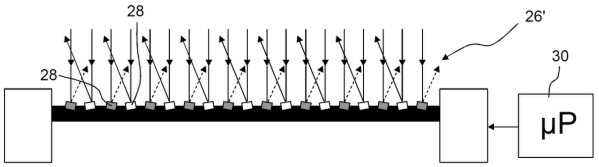

【図５】



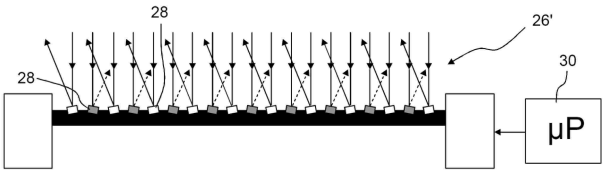

【図６】



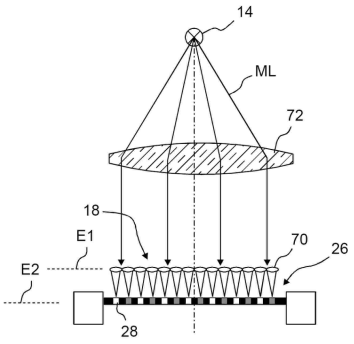

【図７ａ】



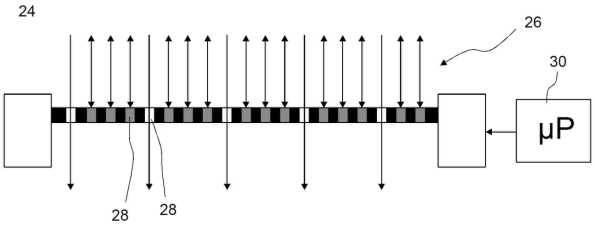

【図７ｂ】



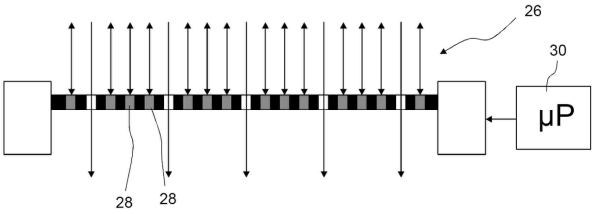

【図８】



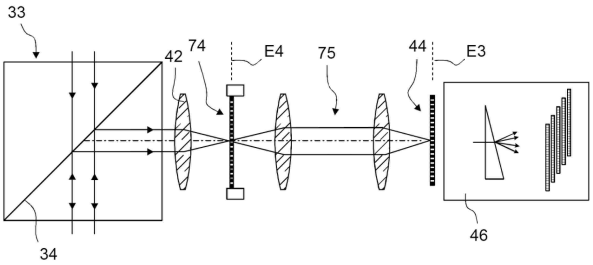
【図９ａ】



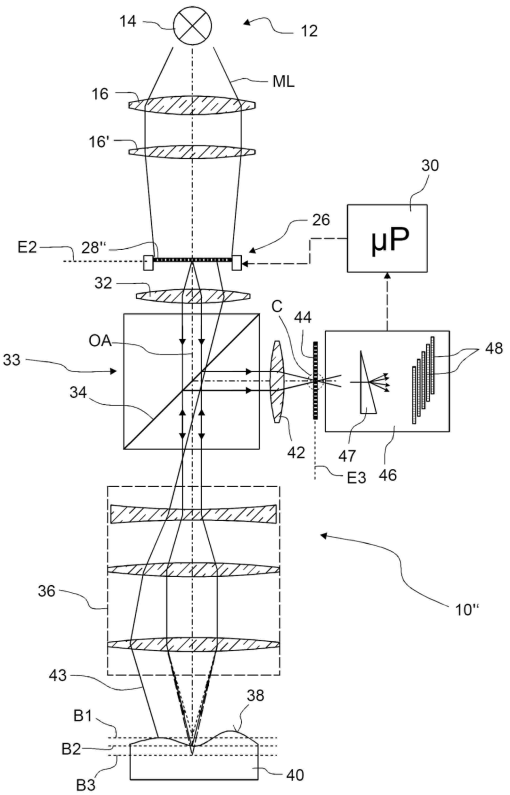

【図９ｂ】




【図１０】




【図１１】



【国際調査報告】

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
**PCT/EP2023/067657**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

***G01B 11/24***(2006.01)i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | US 2006012781 A1 (FRADKIN KEREN [IL] ET AL) 19 January 2006 (2006-01-19) | 1,3-15 |
| A | paragraphs [0020] - [0033]; figures 1-2 | 2 |
| Y | DE 102019001498 A1 (PRECITEC OPTRONIK GMBH [DE]) 10 September 2020 (2020-09-10) | 1,3-15 |
| A | paragraphs [0054] - [0082]; figures 1-4 | 2 |
| Y | US 2020363619 A1 (NIKITIN VLADISLAV [HK] ET AL) 19 November 2020 (2020-11-19) cited in the application | 1,3-15 |
| A | claim 1; figure 1 | 2 |

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

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

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **13 September 2023** | **22 September 2023** |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br>**European Patent Office**<br>**p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk**<br>**Netherlands**<br>Telephone No. **(+31-70)340-2040**<br>Facsimile No. **(+31-70)340-3016** | Authorized officer<br>**Trique, Michael**<br>Telephone No. |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/EP2023/067657**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| US 2006012781 A1 | 19 January 2006 | NONE | |
| DE 102019001498 A1 | 10 September 2020 | NONE | |
| US 2020363619 A1 | 19 November 2020 | US 2020363619 A1 | 19 November 2020 |
| | | WO 2020232739 A1 | 26 November 2020 |

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/067657

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**
INV. G01B11/24
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
G01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| X | US 2006/012781 A1 (FRADKIN KEREN [IL] ET AL) 19. Januar 2006 (2006-01-19) | 1,3-15 |
| A | Absätze [0020] - [0033]; Abbildungen 1-2 | 2 |
| Y | DE 10 2019 001498 A1 (PRECITEC OPTRONIK GMBH [DE]) 10. September 2020 (2020-09-10) | 1,3-15 |
| A | Absätze [0054] - [0082]; Abbildungen 1-4 | 2 |
| Y | US 2020/363619 A1 (NIKITIN VLADISLAV [HK] ET AL) 19. November 2020 (2020-11-19) in der Anmeldung erwähnt | 1,3-15 |
| A | Anspruch 1; Abbildung 1 | 2 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 13. September 2023 | 22/09/2023 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Trique, Michael |

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/067657

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| US 2006012781 A1 | 19-01-2006 | KEINE | |
| DE 102019001498 A1 | 10-09-2020 | KEINE | |
| US 2020363619 A1 | 19-11-2020 | US 2020363619 A1 | 19-11-2020 |
| | | WO 2020232739 A1 | 26-11-2020 |

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ュトラーセ １１

(72)発明者　ローリングホフ フラウケ

ドイツ連邦共和国 ６０５９６ フランクフルト ケネディーアレ ５４

Ｆターム（参考）　2F065　AA22 DD11 FF01 GG23 HH05 LL46

2F112　AB07 BA05 BA06 CA08 CA12 DA19 DA21 DA24 DA32 EA01 FA12 FA21 FA45

【要約の続き】

遮断しない第２切り替え状態とに切り替え可能である。

【選択図】 図１