

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7532356号
(P7532356)

(45)発行日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(24)登録日 令和6年8月2日(2024.8.2)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 B 11/00 (2006.01) G 0 1 B 11/00 B

請求項の数 11 (全30頁)

(21)出願番号	特願2021-524231(P2021-524231)	(73)特許権者	517267802 トリナミクス 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、67063 ルートヴィヒス ハーフェン アム ライン、インドウスト リーシュトラッセ 35
(86)(22)出願日	令和1年11月4日(2019.11.4)	(74)代理人	100100354 弁理士 江藤 聡明
(65)公表番号	特表2022-506691(P2022-506691 A)	(72)発明者	ファローフ, ゼバステイアン ドイツ、67063 ルートヴィヒス ハーフェン、インドウストリーシュトラ ーセ 35
(43)公表日	令和4年1月17日(2022.1.17)	(72)発明者	オーゲン, セラル モハン ドイツ、67063 ルートヴィヒス ハーフェン、インドウストリーシュトラ ーセ 35 最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/080107		
(87)国際公開番号	WO2020/094572		
(87)国際公開日	令和2年5月14日(2020.5.14)		
審査請求日	令和4年11月2日(2022.11.2)		
(31)優先権主張番号	18204274.7		
(32)優先日	平成30年11月5日(2018.11.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		

(54)【発明の名称】 少なくとも1つの物体の位置を決定する検出器及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの物体(112)の位置を決定する検出器(110)であって、

- 色収差を有する少なくとも1つの転送装置(114)と；
- 少なくとも1つの開口要素(118)であって、前記物体(112)から前記検出器(110)へ伝播し前記転送装置(114)を通過した光ビーム(120)のエッジ成分を遮断するように構成され、前記光ビーム(120)の中心成分(119)を通過させるように構成されている、少なくとも1つの開口要素(118)と；
- 前記光ビーム(120)の伝播方向で前記開口要素(118)の後方に配置された少なくとも1つの第1光センサ(126)であって、前記検出器(110)は、少なくとも1つの共焦点クロマティックセンサを有し、前記共焦点クロマティックセンサは、前記第1光センサ(126)を備え、前記光ビーム(120)の前記中心成分(119)の色情報を決定するように構成され、前記光ビーム(120)の前記中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するように構成されている、少なくとも1つの第1光センサ(126)と；
- 少なくとも1つの第2光センサ(128)であって、前記光ビーム(120)の前記エッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するように構成されている、少なくとも1つの第2光センサ(128)と、を備え、

前記検出器(110)は、前記中心成分(119)の前記第1強度情報及び前記エッジ成分の前記第2強度情報からの結合信号Qを評価することによって、前記物体(112)

10

20

の少なくとも1つの縦方向座標 z DPR を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置 (130) を備え、

前記結合信号 Q は、前記中心成分 (119) の前記第1強度情報と前記エッジ成分の前記第2強度情報の商を形成すること；前記中心成分 (119) の前記第1強度情報と前記エッジ成分の前記第2強度情報の倍数の商を形成すること；前記中心成分 (119) の前記第1強度情報と前記エッジ成分の前記第2強度情報の線形結合の商を形成すること、のうちの1つ以上によって導出され、

前記縦方向座標は、前記転送装置 (114) の光軸 (116) に沿う座標であり、

前記第1光センサ (126) は、測定範囲 (150) を有し、前記評価装置 (130) は、決定された前記縦方向座標 z DPR を考慮して、前記物体 (112) が前記測定範囲 (150) 内に位置しているか、又は前記測定範囲外に位置しているかを決定するように構成され、

前記評価装置 (130) は、前記中心成分 (119) の前記色情報を評価することによって、前記物体 (112) の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、検出器 (110) 。

【請求項2】

前記評価装置 (130) は、前記結合信号 Q と前記物体 (112) の前記縦方向座標 z DPR の間の少なくとも1つの所定の関係を使用して、前記縦方向座標 z DPR を決定するように構成されている、請求項1に記載の検出器 (110) 。

【請求項3】

前記評価装置 (130) が、前記物体 (112) が前記測定範囲 (150) 外にあると決定した場合、前記評価装置 (130) は、前記物体 (112) が前記測定範囲 (150) 外にあるという少なくとも1つの表示、及び/若しくは、前記物体 (112) までの距離を適応させる少なくとも1つの表示、及び/若しくは、前記縦方向座標 z DPR の少なくとも1つの表示を発するように構成されており、及び/又は、前記評価装置 (130) が、前記物体 (112) が前記測定範囲 (150) 内にあると決定した場合、前記評価装置 (130) は、前記縦方向座標 z の少なくとも1つの表示を発するように構成されている、請求項1又は2に記載の検出器 (110) 。

【請求項4】

前記検出器 (110) は、少なくとも1つの照射源 (122) を有し、前記照射源 (122) は、少なくとも1つの照射光ビーム (124) で前記物体 (112) を照射するように適合されており、前記照射源 (122) は、少なくとも1つの多色白色光源を備えている、請求項1～3のいずれか1項に記載の検出器 (110) 。

【請求項5】

前記第2光センサ (128) は、前記物体 (112) から前記検出器 (110) へ伝播する前記光ビーム (120) の伝播方向で前記開口要素 (118) の前方に配置されている、請求項1～4のいずれか1項に記載の検出器 (110) 。

【請求項6】

前記第1光センサ (126) は、前記中心成分の前記色情報を決定するための少なくとも1つのセンサ要素を有している、請求項1～5のいずれか1項に記載の検出器 (110) 。

【請求項7】

前記共焦点クロマティックセンサは、少なくとも1つの第1光ファイバ (132) を含むファイバ光学共焦点クロマティックセンサであり、前記第1光ファイバ (132) は、少なくとも1つの第1ファイバ端 (134) を有し、前記第1ファイバ端 (134) は、前記物体 (112) を照射するための少なくとも1つの光ビーム (124) を放出するように、及び/又は、前記物体 (112) から前記検出器 (110) へ伝播する前記光ビーム (120) の前記中心成分 (119) を少なくとも部分的に受信するように構成され、前記第1光ファイバ (132) は、少なくとも1つの第2ファイバ端 (136) を有し、前記第2ファイバ端 (136) は、前記第1光ファイバ (132) を通過した光を前記第

10

20

30

40

50

1 光センサ (1 2 6) に供給するように構成されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 8】

前記検出器 (1 1 0) は、少なくとも 1 つの第 2 光ファイバ (1 3 8) を有し、前記第 2 光ファイバ (1 3 8) は、前記エッジ成分を少なくとも部分的に受信するように配置され、前記第 2 光ファイバ (1 3 8) は、前記第 2 光ファイバ (1 3 8) を通過した光を前記第 2 光センサ (1 2 8) に供給するように構成されている、請求項 7 に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の検出器 (1 1 0) を使用する、少なくとも 1 つの物体 (1 1 2) の位置を決定する方法であって、前記方法は以下のステップ：

- 前記物体 (1 1 2) から前記検出器 (1 1 0) へ伝播し、色収差を有する少なくとも 1 つの転送装置 (1 1 4) を通過した光ビーム (1 2 0) の伝播方向で少なくとも 1 つの開口要素 (1 1 8) の後方に配置された少なくとも 1 つの第 1 光センサ (1 2 6) を照射するステップであって、前記開口要素 (1 1 8) が、前記物体 (1 1 2) から前記検出器 (1 1 0) へ伝播し前記転送装置 (1 1 4) を通過した前記光ビーム (1 2 0) のエッジ成分を遮断するように構成され、前記開口要素 (1 1 8) が、前記光ビーム (1 2 0) の中心成分 (1 1 9) を通過させるように構成されているステップと；

- 前記第 1 光センサ (1 2 6) を用いて前記光ビーム (1 2 0) の前記中心成分 (1 1 9) の色情報を決定し、前記第 1 光センサ (1 2 6) を用いて前記光ビーム (1 2 0) の前記中心成分 (1 1 9) の少なくとも 1 つの第 1 強度情報を決定するステップと；

- 少なくとも 1 つの第 2 光センサ (1 2 8) を用いて、前記光ビーム (1 2 0) の前記エッジ成分の少なくとも 1 つの第 2 強度情報を決定するステップと；
を含み、

前記方法は、少なくとも 1 つの評価装置 (1 3 0) を用いて、前記中心成分 (1 1 9) の前記第 1 強度情報及び前記エッジ成分の前記第 2 強度情報からの結合信号 Q を評価することによって、前記物体 (1 1 2) の少なくとも 1 つの縦方向座標 z DPR を決定することをさらに含み、前記縦方向座標は、前記転送装置 (1 1 4) の光軸 (1 1 6) に沿う座標であり、

前記第 1 光センサ (1 2 6) は、測定範囲 (1 5 0) を有し、前記評価装置 (1 3 0) は、決定された前記縦方向座標 z DPR を考慮して、前記物体 (1 1 2) が前記測定範囲 (1 5 0) 内に位置しているか、又は前記測定範囲外に位置しているかを決定するように構成される、方法

【請求項 10】

前記評価装置 (1 3 0) を用いて前記中心成分の前記色情報を評価することにより、前記物体 (1 1 2) の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定することをさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記物体 (1 1 2) が前記測定範囲 (1 5 0) 外にあると決定した場合、前記物体 (1 1 2) と前記検出器 (1 1 0) の間の距離を適合させることを含む、
請求項 9 又は 10 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも 1 つの物体の位置を決定する検出器及び方法に関する。本発明による検出器及び方法は、具体的には、例えば、建築、計測、考古学、芸術、医学、工学又は製造の分野において、共焦点クロマティックセンサを用いた距離決定に採用されることができる。しかし、他の用途も可能である。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

物体と光センサの間の距離を決定するための多数の光センサ、例えば、飛行時間検出器、三角測量システム、及び、デフォーカスからの深度技術を使用するセンサなどが知られている。物体からの距離を決定するためのさらなる概念は、光子比からの距離(DPR)と呼ばれ、例えばWO2018/091640A2に提案されており、その全内容が参照により含まれる。WO2018/091640A2は、少なくとも1つの物体の位置を決定する検出器を記載している。該検出器は、少なくとも1つの転送装置であって、物体から検出器に伝播する少なくとも1つの入射光ビームにตอบสนองして、少なくとも1つの焦点距離を有する転送装置と、少なくとも2つの光センサであって、各光センサが少なくとも1つの感光エリアを有し、各光センサが光ビームによるそれぞれの感光エリアの照射にตอบสนองして少なくとも1つのセンサ信号を生成するように設計されている光センサと、前記センサ信号からの商信号Qを評価することによって、物体の少なくとも1つの縦方向座標zを決定するように構成された少なくとも1つの評価装置とを備えている。該検出器は、物体平面内の、物体サイズから独立した少なくとも1つの測定範囲において、物体の縦方向座標zを決定するように適合されている。DPR技術に基づくこれらの装置及び方法は、信頼性が高く正確な距離測定を可能にする。

10

【0003】

10nmオーダーのような非常に高精度の距離測定には、従来、共焦点クロマティックセンサが使用される。例えば、Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG, Koenigbacherstr. 15, 94496 Ortenburgから、型番IFS2403-0, 4又はIFS2405-30として、共焦点クロマティックセンサが入手可能であり、該センサは、光ファイバを介して10nmから数100マイクロメートルのオーダーの精度で距離を測定することができる。これらのシステムの測定範囲は、典型的には、400µmから30mmのオーダーである。しかし、既知の共焦点クロマティックセンサの、スタンドオフ距離とも呼ばれる最小測定距離は、非常に大きい場合がある。例えば、型番がIFS2405-30のセンサの場合、メーカー仕様によると、測定範囲は30mm、精度は180nm、スタンドオフ距離は100mmである。共焦点クロマティックセンサは、物体が測定範囲外にある場合、測定値を提供することができない。このように、共焦点クロマティックセンサによる測定は、測定範囲に制限される。さらに、特に完全に自動化されたプロセスでは、センサの測定範囲を見つけるのが困難な可能性がある。

20

30

【0004】

EP0762143A1は、多数の個別波長成分を含む広帯域で高強度の光エネルギーを生成する照射源を含む3次元センサを記載している。これらの成分は、ターゲット上のスポットに衝突する。ターゲットの衝突前、ターゲットの衝突後、又はその両方のいずれかで、スポットから反射された光に分散が適用され、それによって異なる波長の光が異なる範囲に集束される。最大反射光の波長が検出され、ターゲットの範囲が決定される。

【0005】

US9739600B1は、ウェハなどの物体の表面を検査するための共焦点クロマティック装置であって、複数の測定点でクロマティックレンズを介して物体によって反射される光を収集するように配置された収集開口部(apertures)を有する複数の光測定チャンネルを含み、該複数の光測定チャンネルは、収集された光の総強度を測定するための強度検出器を備えた光測定チャンネルを含む共焦点クロマティック装置を記載している。

40

【0006】

US2008/030743は、大きな開口数を有する非接触型光プローブに基づく、ワークピースの形状、輪郭及び/又は粗さを測定するための測定装置を記載している。このプローブは、少なくとも2つの光受容体に関連付けられた少なくとも2つの異なる焦点を有している。後者は、ワーク表面がプローブの測定範囲内に維持されるように、光プローブを追跡する位置装置を制御するための差動信号を生成する。

【0007】

WO2018/167215A1は、少なくとも1つの物体の位置を決定する検出器を

50

記載している。該検出器は： - 物体から検出器に向かって伝播し、角度依存光学要素を照射する入射光ビームの入射角に応じて、少なくとも1つのビームプロファイルを有する少なくとも1つの光ビームを生成するように適合された少なくとも1つの角度依存光学要素であって、該角度依存光学要素は：少なくとも1つの光ファイバ、特に少なくとも1つの多分岐光ファイバ；少なくとも1つの回折光学要素；少なくとも1つの角度依存性反射要素、少なくとも1つの回折格子要素、特にブレイズ回折格子要素；少なくとも1つの開口絞り(aperture stop)；少なくとも1つのプリズム；少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つのレンズアレイ、特に少なくとも1つのマイクロレンズアレイ；少なくとも1つの光フィルタ；少なくとも1つの偏光フィルタ；少なくとも1つのバンドパスフィルタ；少なくとも1つの液晶フィルタ、特に液晶チューナブルフィルタ；少なくとも1つのショートパスフィルタ；少なくとも1つのロングパスフィルタ；少なくとも1つのノッチフィルタ；少なくとも1つの干渉フィルタ；少なくとも1つの透過格子；少なくとも1つの非線形光学要素、からなる群から選択された少なくとも1つの光学要素を有する、角度依存光学要素と； - 少なくとも2つの光センサであって、各光センサは少なくとも1つの感光エリアを有し、各光センサは、前記角度依存光学要素によって生成された光ビームによるそれぞれの感光エリアの照射に応答して、少なくとも1つのセンサ信号を生成するように設計されている少なくとも2つの光センサと；少なくとも1つの評価装置であって、前記センサ信号からの結合信号Qを評価することによって、前記物体の少なくとも1つの縦方向座標zを決定するように構成されている少なくとも1つの評価装置と、を備えている。

10

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】**【0008】**

したがって、本発明の目的は、既知の装置及び方法の上述の技術的課題に対面する装置及び方法を提供することである。具体的には、本発明の目的は、より広い測定範囲にわたって高い信頼性と精度で、好ましくは低い技術的労力と、技術的資源及びコストの点で低い要求とによって、距離決定を可能にする装置及び方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

この問題は、独立特許請求項の特徴を備えた本発明によって解決される。個別に又は組み合わせで実現することができる本発明の有利な展開は、従属請求項及び/又は以下の明細書及び詳細な実施形態に示されている。

30

【0010】

以下で使用される場合、「有する」、「備える」、又は「含む」という用語、又はそれらの任意の文法上の変形は、非排他的な方法で使用される。したがって、これらの用語は、これらの用語によって導入された特徴の他に、この文脈で説明されている実体にさらなる特徴が存在しない状況と、1つ以上のさらなる特徴が存在する状況の両方を指し得る。一例として、「AはBを有する」、「AはBを備える」、及び「AはBを含む」という表現は、B以外にAに他の要素が存在しない状況（つまり、Aは専らかつ排他的にBを構成する状況）と、Bに加えて、1つ以上の要素、例えば要素C、要素CとD、又はさらに要素などが実体Aに存在する状況の双方を指し得る。

40

【0011】

さらに、「少なくとも1つ」、「1つ以上」という用語、又は、特徴もしくは要素が1回以上存在し得ることを示す同様の表現は、典型的には、それぞれの特徴又は要素を導入するときに1回だけ使用されることに留意されたい。以下では、ほとんどの場合、それぞれの特徴又は要素を参照するときに、「少なくとも1つ」又は「1つ以上」という表現は、それらの特徴又は要素が1回以上現れ得るという事実にもかかわらず、繰り返されないことに留意されたい。

【0012】

さらに、以下で使用される場合、「好ましくは」、「より好ましくは」、「特に」、「さらに特に」、「具体的に」、「より具体的に」という用語、又は、同様の用語は、代替

50

の可能性を制限することなく、任意の特徴に関連して使用される。したがって、これらの用語によって導入される特徴は、任意の特徴であり、如何なる意味でも特許請求の範囲を限定することを意図するものではない。本発明は、当業者であれば認識するように、代替的特徴を用いて実施することができる。同様に、「本発明の一実施形態では」又は同様の表現によって導入される特徴は、本発明の代替実施形態に関するいかなる制限もなく、本発明の範囲に関するいかなる制限もなく、及び、そのような方法で導入される特徴を本発明の他の任意の又は非任意の特徴と組み合わせる可能性に関するいかなる制限もなく、任意の特徴であることが意図されている。

【0013】

本発明の第1の態様では、少なくとも1つの物体の位置を決定する検出器が開示されている。

10

【0014】

本明細書で使用される場合、「物体」という用語は、少なくとも1つの任意の測定対象物、及び/又は、少なくとも任意の測定される物体を指す。物体は、点状の物体、又は、拡張した物体又は領域であってよい。物体は、物体を直接的又は間接的に照射する照射源からの光ビームなどの少なくとも1つの光ビームを放出してよく、そこでは、該光ビームは物体によって反射又は散乱される。本明細書で使用される場合、「位置」という用語は、空間での物体及び/又は物体の少なくとも一部の位置及び/又は方向に関する少なくとも1つの情報項目を指す。したがって、該少なくとも1つの情報項目は、物体の少なくとも1つの点と少なくとも1つの検出器との間の少なくとも1つの距離を指すことができる。以下でさらに詳しく説明するように、距離は、縦方向座標であってもよく、又は物体の点の縦方向座標を決定するのに寄与するものであってもよい。追加的に又は代替的に、物体及び/又は物体の少なくとも一部の位置及び/又は方向に関する1つ以上の他の情報項目が決定されてよい。一例として、さらに、物体及び/又は物体の少なくとも一部の、少なくとも1つの横方向座標が決定されることができ。したがって、物体の位置は、物体及び/又は物体の少なくとも一部の縦方向座標を意味し得る。追加的に又は代替的に、物体の位置は、物体及び/又は物体の少なくとも一部の少なくとも1つの横方向座標を意味し得る。追加的に又は代替的に、物体の位置は、空間における物体の方向付けを示す、物体の少なくとも1つの方向付け情報を意味し得る。

20

【0015】

検出器は、

- 色収差(chromatic aberration)を有する少なくとも1つの転送装置と；
 - 少なくとも1つの開口要素であって、物体から検出器へと伝播し、前記転送装置を通過した光ビームのエッジ成分を遮断し、前記光ビームの中心成分を通過させるように構成されている、少なくとも1つの開口要素と；
 - 前記光ビームの伝播方向で前記開口要素の後方に配置された少なくとも1つの第1光センサであって、前記光ビームの中心成分の色情報を決定し、前記光ビームの前記中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するように構成されている、少なくとも1つの第1光センサと；
 - 少なくとも1つの第2光センサであって、前記光ビームの前記エッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するように構成されている、少なくとも1つの第2光センサと、
- を備えている。

30

40

【0016】

本明細書で使用される場合、「転送システム」とも呼ばれる「転送装置」という用語は、一般に、光ビームのビームパラメータ、光ビームの幅、又は光ビームの方向の1つ以上を変更することによってなど、入射光ビームを変更するように適合された1つ以上の光学要素を指し得る。転送装置は、光ビームを光センサに導くように適合されてよい。転送装置は、色収差を有する少なくとも1つのレンズ又はレンズシステムを含んでいてよい。本明細書で使用される場合、「色収差」とは、光の異なる波長に対して異なる屈折率を有す

50

る転送装置を指す。具体的には、転送装置は、転送装置に入射する光を異なる波長依存の焦点に集束するように構成されていてよい。転送装置は、異なる波長に対して異なる焦点距離を有してよい。本明細書で使用される場合、転送装置の「焦点距離」という用語は、転送装置に衝突する可能性がある入射平行光線が「フォーカルポイント」とも呼ばれる「焦点」に集束される距離を指す。したがって、焦点距離は、衝突する光ビームを集束させる転送装置の能力の尺度を構成する。色収差を有する転送装置の場合、焦点距離は、異なる波長を有する光が異なる波長依存位置に集束されるように、波長依存性の屈折率に依存してよい。波長の焦点距離は、レンズ又はレンズシステムの中心から、この波長の主焦点までの距離として定義されることができる。

【0017】

転送装置は、光軸を有していてよい。特に、検出器と転送装置は、共通の光軸を有する。本明細書で使用される場合、「転送装置の光軸」という用語は、一般に、レンズ又はレンズシステムの鏡面对称又は回転対称の軸を指す。検出器の光軸は、検出器の光学的構成の対称の線であってよい。一例としてレンズシステムなどの転送装置は、少なくとも1つのビーム経路であって、該ビーム経路内の転送装置の要素が光軸に関して回転対称に配置されているビーム経路を含んでよい。それでも、ビーム経路内に配置された1つ以上の光学要素は、光軸に対して中心ズレされているか、又は傾斜していてもよい。この場合、しかし、光軸は、ビーム経路内の光学要素の中心を相互接続することによって、例えば、レンズの中心を相互接続することによって、順次定義されてもよく、この文脈では、光センサは光学要素として考慮されない。光軸は、一般にビーム経路を示してよい。ここでは、検出器は、光ビームがそれに沿って物体から光センサに進む単一のビーム経路を有してもよいし、複数のビーム経路を有してもよい。一例として、単一のビーム経路が与えられてもよいし、又はビーム経路が2つ以上の部分ビーム経路に分割されてもよい。後者の場合、各部分ビーム経路は、それ自身の光軸を有することができ、上述の条件は一般に各ビーム経路に関して個別に参照される。光センサは、1つかつ同一のビーム経路又は部分ビーム経路に配置されてよい。代替的に、しかし、光センサはまた、異なる部分ビーム経路に配置されてよい。

【0018】

転送装置は、縦方向座標 l が光軸に沿った座標であり、 d が光軸からの空間的オフセットである座標系を構成してよい。座標系は、転送装置の光軸が z 軸を形成し、 z 軸からの距離及び極角が追加の座標として使用され得る極座標系であり得る。 z 軸に平行又は反平行な方向は、縦方向とみなすことができ、 z 軸に沿った座標は縦方向座標 l とみなすことができる。 z 軸に垂直な任意な方向は、横方向とみなすことができ、極座標及び θ 又は極角度は横方向座標とみなすことができる。

【0019】

検出器は、さらに：少なくとも1つのレンズ、例えば、少なくとも1つの屈折レンズ、少なくとも1つの焦点調整可能レンズ、少なくとも1つの非球面レンズ、少なくとも1つの球面レンズ、少なくとも1つのフレネルレンズ、少なくとも1つの非球面レンズからなる群から選択される少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つの回折光学要素；少なくとも1つの凹面鏡；少なくとも1つのビーム偏向要素、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つの半透鏡；少なくとも1つのビーム分割要素、好ましくはビーム分割キューブ又はビーム分割ミラーの少なくとも1つ；少なくとも1つのマルチレンズシステム、のうちの1つ以上を含んでよい。さらに、検出器は、少なくとも1つの波長選択要素、例えば少なくとも1つの光フィルタを含むことができる。さらに、検出器は、例えば光センサのセンサ領域の位置で、電磁放射に所定のビームプロファイルを印加するように設計された少なくとも1つの要素を含んでよい。検出器のこれらの任意で選択的な実施形態は、原則として、個別に、又は任意の所望の組み合わせで実現することができる。

【0020】

本明細書で使用される場合、「開口要素」という用語は、光線束を制限するように構成された少なくとも1つの要素を指す。開口要素は、少なくとも1つの開口絞りを含むこと

10

20

30

40

50

ができる。開口要素は、少なくとも1つの孔のような少なくとも1つの開口(opening)を有してよい。開口要素は、物体から検出器に伝播し、転送装置を通過した光ビームのエッジ成分を遮断し、前記光ビームの中心成分を通過させるように構成されている。本明細書で使用される場合、「遮断する」という用語は、開口要素に衝突する光ビームの少なくとも一部及び/又は強度を、少なくとも部分的に停止し、制限し、低減させ、及び減衰させることの1つ以上を指す。本明細書で使用される場合、「通過させる」という用語は、本質的に妨げられずに開口要素を通過させることを指し、光ビームの成分の全強度の10%以下、好ましくは光ビームの成分の全強度の5%以下、より具体的には光ビームの成分の全強度の2%以下の強度損失が可能である。白色光ビームのような多色照射光ビームが転送装置によって物体に集束される場合、異なる波長が転送装置から異なる距離に集束され得る。物体は、物体距離に対応する波長の集束ビーム成分と、残りの波長の非集束ビーム成分とを反射することができる。反射光は、転送装置に入射し、続いて開口要素に入射することができる。開口要素は、反射された非集束ビーム成分が開口要素に非集束の状態に入射するように構成されてよい。開口要素は、反射された非集束ビーム成分を遮断するように構成されてよい。開口要素は、反射された集束ビーム成分が本質的に開口要素に集束した状態に入射するように構成されてよい。開口要素は、反射した集束ビーム成分を通過させるように構成されてよい。具体的には、開口要素は、一定の光平行度を有する光を通過させ、前記光平行度以下の光を遮断するように構成されてよい。例えば、開口要素は、本質的に集束した光のみを通過させ、非集束成分を遮断するように構成されてよい。本明細書で使用される場合、「集束した」という用語は、一般的に、光ビームの錯乱円の最小限の範囲の1つ又は双方を指す。また、本明細書で使用される場合、「錯乱円」という用語は、転送装置によって集束される光ビームの光線の円錐によって引き起こされる光スポットを指す。上で概説したように、転送装置は、波長依存の焦点距離を有し得る。錯乱円は、転送装置の焦点距離、したがって、波長に依存し得る。さらに、錯乱円は、物体から転送装置までの縦方向距離、転送装置の射出瞳の直径、及び転送装置からの縦方向距離に依存し得る。本明細書で使用される場合、「本質的に集束した」という用語は、錯乱円の最小限の範囲を指し、錯乱円の最小限の範囲から10%以下、好ましくは錯乱円の最小限の範囲から5%以下、より具体的には錯乱円の最小限の範囲から2%以下の偏差が可能である。

【0021】

本明細書で使用される場合、「中心成分」とは、例えば反射された集束ビーム成分などの物体から検出器に向かって伝播する光ビームの成分であって、開口要素の開口部に衝突する光ビームの成分を指す。本明細書で使用される場合、「エッジ成分」という用語は、例えば反射された非集束ビーム成分などの物体から検出器に向かって伝播する光ビームの成分であって、開口要素の開口部の外側に衝突する光ビームの成分を指す。さらに、「エッジ成分」及び「中心成分」という用語は、例えば第1エリア及び第2エリアなどの物体から検出器に伝播する光ビームのビームプロファイルの異なるエリアを指す。ビームプロファイルの第1エリアは、本質的にビームプロファイルのエッジ情報を含んでよく、ビームプロファイルの第2エリアは、本質的にビームプロファイルの中心情報を含んでよい。ビームプロファイルは、中心、すなわち、ビームプロファイルの最大値及び/又はビームプロファイルのプラトーの中心点及び/又は光スポットの幾何学的中心と、中心から延びる立下りエッジとを有してよい。第2領域は、断面の内側領域を含んでよく、第1領域は、断面の外側領域を含んでよい。本明細書で使用される場合、「本質的に中心情報」という用語は、一般に、中心情報の割合、すなわち中心に対応する強度分布の割合と比較して、エッジ情報の割合が低いこと、すなわちエッジに対応する強度分布の割合が低いことを指す。好ましくは、中心情報は、10%未満、より好ましくは5%未満、のエッジ情報の割合を有し、最も好ましくは、中心情報はエッジ内容を含まない。本明細書で使用される場合、「本質的にエッジ情報」という用語は、一般に、エッジ情報の割合と比較して、中心情報の割合が低いことを指す。エッジ情報は、ビームプロファイル全体の情報、特に中心領域とエッジ領域の情報を有してよい。エッジ情報は、10%未満、好ましくは5%未

10

20

30

40

50

満の中心情報の割合を有してよく、より好ましくは、エッジ情報は中心コンテンツを含まない。

【0022】

検出器は、少なくとも1つの照射源を含むことができる。本明細書で使用される場合、「照射源」という用語は、少なくとも1つの光ビームを生成するように構成された少なくとも1つの装置を指す。照射源は、少なくとも1つの光源であってもよいし、又はそれを含んでいてもよい。光源は、少なくとも1つのマルチビーム光源であってもよいし、又はそれを含んでいてもよい。照射源は、少なくとも1つの照射光ビームで物体を照射するように適合されてよい。照射源は、多色光ビームで物体を照射するように構成されてよい。照射源は、少なくとも1つの多色白色光源を備えてよい。例えば、光源は、少なくとも1つのレーザ光源、具体的には、少なくとも1つの広帯域レーザ光源を備えてよい。

10

【0023】

本明細書で使用される場合、「光線」という用語は、一般に、エネルギーの流れの方向を指し示す光の波面に垂直な線を指す。本明細書で使用される場合、「ビーム」という用語は、一般に、光線の集まりを指す。以下では、「光線」及び「ビーム」という用語を同義語として使用される。本明細書でさらに使用される場合、「光ビーム」という用語は、一般に光の量を指し、具体的には、本質的に同じ方向に進む光の量であって、光ビームが拡張角又は広がり角を有する可能性を含む。光ビームは空間的広がりを有することができる。具体的には、光ビームは、非ガウスビームプロファイルを有することができる。ビームプロファイルは台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐形ビームプロファイル、からなる群から選択されてよい。台形ビームプロファイルは、プラトー領域と少なくとも1つのエッジ領域とを有することができる。本明細書で使用される場合、「ビームプロファイル」という用語は、一般に、光ビームの横方向強度プロファイルを指す。ビームプロファイルは、特に光ビームの伝播に垂直な少なくとも1つの平面における、光ビームの強度の空間分布であり得る。光ビームは、具体的には、以下でさらに詳細に概説するように、ガウス光ビーム又はガウス光ビームの線形結合であり得る。しかしながら、他の実施形態も可能である。転送装置は、ビームプロファイル、特にビームプロファイルの形状を調整、定義、及び決定することの1つ以上のために構成されている。

20

【0024】

本明細書で使用される場合、「光」という用語は、一般に、可視スペクトル範囲、紫外スペクトル範囲、及び赤外スペクトル範囲のうちの1つ以上における電磁放射を指す。ここでは、可視スペクトル範囲という用語は、一般に、380nm～780nmのスペクトル範囲を指す。赤外スペクトル範囲という用語は、一般に、780nm～1mmの範囲、好ましくは780nm～3.0マイクロメートルの範囲における電磁放射を指す。紫外スペクトル範囲という用語は、一般に、1nm～380nmの範囲、好ましくは100nm～380nmの範囲における電磁放射を指す。好ましくは、本発明内で使用される光は、可視光、すなわち、可視スペクトル範囲の光、又は赤外光である。「光ビーム」という用語は、一般に、特定の方向に放出及び/又は反射される光の量を指すことができる。したがって、光ビームは、光ビームの伝播方向に垂直な方向に所定の広がりを有する光線の束であってもよい。好ましくは、光ビームは、例えばビームウェスト、レイリー長、又は、ビーム径及び/又は空間を伝播するビームの広がりを特徴付けるのに適した任意の他のビームパラメータのうちの1つ以上又はビームパラメータの組み合わせなどの、1つ以上のガウスビームパラメータによって特徴づけられ得るガウス光ビームの線形結合などの1つ以上のガウス光ビームであり得るかそれを含み得る。上述のように、光ビームは、少なくとも2つ、3つ、又はそれ以上の波長など複数の波長を含むことができる。

30

40

【0025】

本明細書で使用される場合、「光センサ」という用語は、一般に、光ビームの検知のための、例えば少なくとも1つの光ビームによって生成される照射及び/又は光スポットの検知のための感光装置を指す。「第1」及び「第2」光センサという用語は、名称として使用されており、順序を示すものではなく、又は、検出器がさらなる光センサを含むかど

50

うかを示すものではない。第1光センサ及び第2光センサのそれぞれは、感光エリアを有してよい。本明細書で使用される場合、「感光エリア」は、一般に、少なくとも1つの光ビームによって外部から照射され、該照射に応答して少なくとも1つのセンサ信号を生成する、それぞれの光センサのエリアを指す。感光エリアは、具体的には、それぞれの光センサの表面に位置し得る。しかしながら、他の実施形態も可能である。

【0026】

第1光センサ及び第2光センサの一方又は両方は、ピクセルのマトリックスを有するセンサ要素を含んでよい。本明細書で使用される場合、「センサ要素」という用語は、一般に、少なくとも1つのパラメータを感知するように構成された装置又は複数の装置の組み合わせを指す。この場合、パラメータは、具体的には光パラメータであってよく、センサ要素は、具体的には光センサ要素であってよい。センサ要素は、一体の単一装置として、又はいくつかの装置の組み合わせとして形成され得る。本明細書でさらに使用される場合、「マトリックス」という用語は、一般に、複数要素の所定の幾何学的順序での配置を指す。マトリックスは、具体的には、1つ以上の行及び1つ以上の列を有する長方形のマトリックスであってもよく、又はそれを含んでいてもよい。行と列は、具体的には長方形方式に配置され得る。しかしながら、非長方形の配置などの他の配置も可能であることが説明される。一例として、円形の配置も可能であり、そこでは要素は中心点のまわりに同心の円又は楕円に配置される。例えば、マトリックスは、ピクセルの単一の行であってもよい。他の配置も可能である。マトリックスのピクセルの感光エリアは、具体的には、大きさ、感度、及び他の光学的、電気的、機械的特性のうちの1つ以上で等しくてよい。マトリックスのすべてのピクセルの感光エリアは、具体的には、共通の平面内に配置されてよく、該共通平面は、好ましくは、物体から検出器に伝播する光ビームが該共通平面上に光スポットを生成するように、物体に面している。

【0027】

第1光センサ及び第2光センサのそれぞれは、その感光エリアの照射に応答して、少なくとも1つの出力信号などの少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成されてよい。第1光センサ及び第2光センサの一方又は両方は、例えば、少なくとも1つのバイセルダイオード、少なくとも1つの象限ダイオード、少なくとも1つのCCDチップ、少なくとも1つのCMOSチップのうちの1つ以上を備えてよい。本明細書で使用される場合、「センサ信号」は、一般に、光ビームによる照射に応答して光センサによって生成される信号を指す。具体的には、センサ信号は、少なくとも1つのアナログ電気信号及び/又は少なくとも1つのデジタル電気信号などの少なくとも1つの電気信号であり得るか、又はそれらを含み得る。より具体的には、センサ信号は、少なくとも1つの電圧信号及び/又は少なくとも1つの電流信号であり得るか、又はそれらを含み得る。より具体的には、センサ信号は、少なくとも1つの光電流を含み得る。さらに、未処理のセンサ信号が使用されてもよく、又は、検出器、光センサ、又はその他の要素が、センサ信号を処理又はフィルタリングなどによる前処理などするように適合され、それによってセンサ信号としても使用できる二次センサ信号を生成するようにしてもよい。

【0028】

第1光センサは、物体から検出器へ伝播する光ビームの伝播方向で開口要素の後方に配置されている。したがって、例えば、物体から検出器に向かって伝播する光ビーム、特に該光ビームの中心成分が、最初に転送装置に衝突し、続いて開口要素に衝突し、その後、第1光センサに衝突し得る。

【0029】

第1光センサは、物体から検出器に伝播する光ビームの中心成分の色情報を決定するように構成されている。検出器は、少なくとも1つの共焦点クロマティックセンサを含むことができる。具体的には、検出器は、共焦点クロマティックセンサを含む少なくとも1つの第1測定チャンネルを有している。共焦点クロマティックセンサは、第1光センサを備えてよい。第1光センサは、少なくとも1つの分光計装置及び/又は少なくとも1つの色分析器であってもよいし、又はそれらを含んでいてもよい。例えば、第1光センサは、少な

10

20

30

40

50

くとも1つの波長依存プリズム及び/又は少なくとも1つの分光フィルタを含んでいてもよい。本明細書で使用される場合、「色情報」という用語は、少なくとも1つの強度分布、及び/又は最大強度を有する波長に関する情報、及び/又は物体の少なくとも1つの縦方向座標などの波長依存の情報を指す。また、「波長依存の情報」とは、波長の関数としての強度分布、具体的にはスペクトルを指す。第1光センサは、中心成分の色情報を決定するための少なくとも1つのセンサ要素を含むことができる。検出器は、色情報を評価して物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置を含むことができる。物体の距離は、縦方向座標 z と波長との間の対応関係によって与えられ得る。強度分布の各波長は、物体の1つの縦方向座標 z に対応することができる。波長と縦方向座標 z との関係は、キャリブレーションの際などに予め決定することができる。強度分布は、開口要素の位置で焦点を有する波長、特に反射された集束ビーム成分の波長に対応する最大値を含んでよい。他の波長は、第1光センサ上で減衰された信号を生成することができる。評価装置は、強度分布の最大値を決定するように構成されることができる。評価装置は、強度分布の最大値における波長を決定し、そこから物体の縦方向座標を決定するように構成されることができる。

10

【0030】

共焦点クロマティックセンサは、少なくとも1つの第1光ファイバを含むファイバ光学共焦点クロマティックセンサであってよい。第1光ファイバは、吸収及び/又は反射されない入射光ビームの少なくとも一部を、第1光ファイバの2つの端部の間で伝送するように適合されることができる。第1光ファイバは、ある長さを有し、ある距離にわたって伝送を可能にするように適合されることができる。第1光ファイバは、シリカ、アルミノケイ酸塩ガラス、ゲルマンケイ酸塩ガラス、フルオロジルコン酸塩、希土類ドープガラス、フッ化物ガラス、カルコゲナイドガラス、サファイア、特に石英ガラスにドープされた変種、リン酸塩ガラス、PMMA、ポリスチレン、ポリ(パーフルオロブテニルビニルエーテル)等のフッ素ポリマー、又は類似物からなる群から選択される少なくとも1つの材料を含んでよい。第1光ファイバは、シングルモードファイバであってもよいし、マルチモードファイバであってもよい。第1光ファイバは、ステップインデックスファイバ、偏光ファイバ、偏光維持ファイバ、プラスチック光ファイバ、ガラス光ファイバ等であってよい。第1光ファイバは、ファイバコアとしてより低い屈折率を有する少なくとも1つのファイバクラッドによって囲まれた少なくとも1つのファイバコアを含んでよい。ファイバクラッドは、二重又は複数のクラッドであってよい。ファイバクラッドは、いわゆるアウトージャケットを含んでよい。ファイバクラッドは、損傷や湿気から光ファイバを保護するように適合された、いわゆるバッファによって被覆されていてよい。バッファは、少なくとも1つのUV硬化ウレタンアクリレート組成物及び/又は少なくとも1つのポリイミド材料を含み得る。一実施形態では、ファイバコアの屈折率は、ファイバクラッド材料の屈折率よりも高くてもよく、光ファイバは、受容角以下で全内部反射によって入射光ビームを導くように適合されてよい。一実施形態では、第1光ファイバは、フォトニックバンドギャップファイバとも呼ばれる少なくとも1つの中空コアファイバを含むことができる。中空コアファイバは、入射光ビームを本質的にいわゆる中空領域内で導くように適合されてよく、そこでは、光ビームのわずかな部分が、ファイバクラッド材料内への伝播によって失われる。

20

30

40

【0031】

第1光ファイバは、少なくとも1つの第1ファイバ端を含むことができる。第1ファイバ端は、物体を照射するための少なくとも1つの光ビームを放出するように、及び/又は、物体から検出器へ伝播する光ビームの中心成分を少なくとも部分的に受信するように構成されてよい。照射源は、少なくとも1つの光ビームを第1光ファイバに結合するように構成されてよい。本実施形態では、光ファイバの開口部は、エッジ成分、特に非集束光を遮断し、中心成分を通過させるように構成された開口要素として設計されてよい。したがって、照射光ビームと物体によって反射された光ビームは結合され、同じファイバを介して伝送されることができる。第1光ファイバは、少なくとも1つの第2ファイバ端を有し

50

ていてもよい。第2ファイバ端は、第1光ファイバを通過した光を第1光センサに供給するように構成されてよい。

【0032】

第1光センサは、物体から検出器に伝播する光ビームの中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するように構成されている。本明細書で使用される場合、「中心成分の第1強度情報」という用語は：中心成分のビームプロファイル、強度値、及び中心成分の強度分布に関する情報のうちの1つ以上を指す。上述したように、第1光センサは、物体から検出器へ伝播する光ビームの伝播方向で開口要素の後方に配置されている。したがって、物体から検出器へ伝播する光ビームのエッジ成分は、開口要素によって遮断され、中心成分のみが開口要素を通過して第1光センサに到達することができる。例えば、第1光センサは開口絞りの後方に配置されてよい。例えば、ファイバ光学共焦点クロマティックセンサの場合、第1光センサは、上述又は以下でより詳細に説明するように、第1光ファイバの第2端部に配置されてよい。上述したように、第1光センサは、照射にตอบสนองして少なくとも1つのセンサ信号を生成する少なくとも1つの感光エリアを含むことができる。センサ信号は、感光エリアに衝突する光ビームによって生成される光スポットの強度に依存し得る。感光エリアに生成される光スポットは、円形又は非円形の形状を有してよい。本明細書で使用される場合、「光スポット」は、一般に、光ビームによる物品、エリア、又は物体の可視又は検出可能な円形又は非円形の照射を指す。

10

【0033】

第2光センサは、物体から検出器に伝播する光ビームのエッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するように構成されている。本明細書で使用される場合、「エッジ成分の第2強度情報」という用語は：エッジ成分のビームプロファイル、強度値、及びエッジ成分の強度分布に関する情報のうちの1つ以上を指す。第2光センサは、物体から検出器へ伝播する光ビームの伝播方向で開口要素の前方に配置されてよい。したがって、第2光センサは、物体から検出器へ伝播する光ビームのエッジ成分が少なくとも部分的に第2光センサに到達できるように配置されてよい。本明細書で使用される場合、「少なくとも部分的に到達する」という用語は、第2光センサ上で測定可能な強度信号を生成するのに十分なエッジ成分の量を指す。例えば、第2光センサは、物体から検出器へ伝播する光ビームの伝播方向で開口要素の前方、及び/又は開口要素上、及び/又は開口要素と一体に配置されてよい。例えば、検出器は、少なくとも1つの第2光ファイバを含んでよい。第2光ファイバは、少なくとも部分的にエッジ成分を受け取るように配置されてよい。例えば、第2光ファイバは、受光端を含んでよい。受光端は、物体から検出器へ伝播する光ビームの伝播方向で開口要素の前方に配置されてよい。第2光ファイバは、第2光ファイバを通過した光を第2光センサに供給するように構成されてよい。第2光センサは、第2光ファイバのさらなる端部に配置されてよい。上述したように、第2光センサは、照射にตอบสนองして少なくとも1つのセンサ信号を生成する少なくとも1つの感光エリアを含むことができる。センサ信号は、感光エリアに衝突する光ビームによって生成される光スポットの強度に依存し得る。

20

30

【0034】

第1光センサと第2光センサは、同一の大きさの感光エリアを有してもよいし、異なる大きさの感光エリアを有してもよい。

40

【0035】

第1及び第2光センサの一方又は両方は、紫外、可視、又は赤外スペクトル範囲の1つ以上で感度を有してよい。具体的には、第1及び第2光センサの一方又は両方は、400 nm ~ 780 nm、最も好ましくは650 nm ~ 750 nmの可視スペクトル範囲で感度を有してよい。具体的には、第1及び第2光センサの一方又は両方は、近赤外領域で感度を有してよい。具体的には、第1及び第2光センサの一方又は両方は、シリコンフォトダイオードが適用可能な特に700 nm ~ 1000 nmの範囲の近赤外領域の部分で感度を有してよい。第1及び第2光センサの一方又は両方は、具体的には、赤外スペクトル範囲、具体的には780 nm ~ 3.0マイクロメートルの範囲で感度を有してよい。例えば、

50

第1及び第2光センサの一方又は両方は、独立に、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトランジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよく、又はそれらを含んでいてもよい。例えば第1及び第2光センサの一方又は両方は、CCDセンサ要素、CMOSセンサ要素、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトランジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよく、又はそれを含んでいてもよい。他の任意のタイプの感光性要素を使用してもよい。感光性要素は、一般に、完全に又は部分的に無機材料で作製されることができ、及び/又は、完全に又は部分的に有機材料で作製されることができる。最も一般的には、以下でさらに詳細に概説するように、市販のフォトダイオード、例えば、無機半導体フォトダイオードなどの1つ以上のフォトダイオードが使用され得る。本明細書でさらに使用される場合、「感光性要素」という用語は、一般に、紫外、可視、又は赤外のスペクトル範囲のうちの1つ以上の照射に対して感度を有する要素を指す。具体的には、感光性要素は、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトランジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよいし、又はそれを含んでいてもよい。他の任意の種類の感光性要素を用いてもよい。

【0036】

第1及び第2光センサの一方又は両方は、具体的には、半導体センサ、好ましくは無機半導体センサ、より好ましくはフォトダイオード、最も好ましくはシリコンフォトダイオードであり得る。具体的には、第1及び第2光センサの一方又は両方は、赤外スペクトル範囲、好ましくは780nm~3.0マイクロメートルの範囲で感度を有し、及び/又は、可視スペクトル範囲、好ましくは380nm~780nmの範囲で感度を有する無機フォトダイオードであってもよいし、又はそれらを含んでいてもよい。具体的には、第1及び第2光センサの一方又は両方は、シリコンフォトダイオードが適用可能な特に700nm~1000nmの範囲の近赤外領域の部分で感度を有することができる。光学系に使用できる赤外光センサは、市販の赤外光センサであってよく、例えば、ドイツのtrinamix GmbH, D-67056 Ludwigshafen am RheinからHertzstueck(登録商標)というブランド名で市販されている赤外光センサであってよい。したがって、一例として、第1及び第2光センサの一方又は両方は、固有の光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくはGeフォトダイオード、InGaAsフォトダイオード、拡張InGaAsフォトダイオード、InAsフォトダイオード、InSbフォトダイオード、HgCdTeフォトダイオード、からなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的又は代替的に、光センサの一方又は両方は、外因性光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくはGe:Auフォトダイオード、Ge:Hgフォトダイオード、Ge:Cuフォトダイオード、Ge:Znフォトダイオード、Si:Gaフォトダイオード、Si:Asフォトダイオードからなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的又は代替的に、第1及び第2光センサの一方又は両方は、少なくとも1つの光伝導性センサ、例えばPbSセンサ又はPbSeセンサ、ポロメータ、好ましくはVOポロメータ及びアモルファスSiポロメータからなる群から選択されるポロメータなどを含み得る。光センサの一方又は両方は、不透明、透明又は半透明であってよい。しかし、簡単のために、これらの不透明センサが一般に広く市販されているため、光ビームに対して透明ではない不透明センサを使用することができる。

【0037】

検出器は、中心成分の第1強度情報及びエッジ成分の第2強度情報からの結合信号Qを評価することによって、物体の少なくとも1つの縦方向座標 Z_{DPR} を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置を備えてよい。本明細書で使用される場合、「評価装置」という用語は、一般に、好ましくは少なくとも1つのデータ処理装置を使用することにより、より好ましくは、少なくとも1つのプロセッサ及び/又は少なくとも1つの特定用途向け集積回路を使用することにより、挙げられた操作を実行するように構成された任意

10

20

30

40

50

の装置を指す。したがって、一例として、少なくとも1つの評価装置は、そこに保存された多数のコンピュータコマンドを含むソフトウェアコードを有する少なくとも1つのデータ処理装置を備えることができる。評価装置は、1つ以上の挙げられた操作を実行するために、1つ以上のハードウェア要素を提供してもよいし、及び/又は、1つ以上の挙げられた操作を実行するために、そこで実行されるソフトウェアを有する1つ以上のプロセッサを提供してもよい。

【0038】

評価装置は、例えば、WO2018/091649A1、WO2018/091638A1及びWO2018/091640A1に記載された光子比(DPR)技術による距離に基づいて出力を生成するように構成されてよく、その内容は参照により含まれる。DPR技術は、物体の縦方向座標を決定するなどの距離測定を可能にする。さらに、DPR技術はまた、監視領域を横断する際の光ビーム幾何学的変化、例えば光ビームの部分的カバーを認識することを可能にする。

10

【0039】

本明細書で使用される場合、「結合信号Q」という用語は、中心成分の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の商を形成すること；中心成分の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の倍数の商を形成すること；中心成分の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の線形結合の商を形成すること；中心成分の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の線形結合の商を形成すること、のうちの1つ以上によって、導出される信号を指す。結合信号Qは、様々な手段を用いて決定されてよい。一例として、結合信号を導出するためのソフトウェア手段、結合信号を導出するためのハードウェア手段、又はその両方が用いられてよく、評価装置に実装されてもよい。したがって、評価装置は、一例として、少なくとも1つのデバイダを含んでもよく、ここで、該デバイダは商信号を導出するように構成される。デバイダは、ソフトウェアデバイダ又はハードウェアデバイダの一方又は両方として完全に又は部分的に具現化されてよい。

20

【0040】

例えば、評価装置は、以下によって結合信号Qを導出するように構成されてよく、

【数1】

$$Q(z_0) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_0) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_0) dx dy}$$

30

式中、x及びyは横方向座標、A₁及びA₂はそれぞれ第1光センサ及び第2光センサの位置における光ビームのビームプロファイルの面積であり、E(x, y, z₀)は物体距離z₀で与えられるビームプロファイルを表す。面積A₁と面積A₂は異なっていてよい。具体的に、A₁とA₂は、一致していない。したがって、A₁及びA₂は、形状又は内容のうちの1つ以上が異なっていてよい。ビームプロファイルは、光ビームの断面であってよい。ビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐ビームプロファイル及びガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてよい。一般に、ビームプロファイルは、輝度L(z₀)及びビーム形状S(x, y; z₀)、

40

【数2】

$$E(x, y; z_0) = L \cdot S$$

50

に依存する。このように、結合信号を導出することにより、輝度から独立した縦方向座標を決定することを可能にすることができる。

【0041】

第1光センサ及び第2光センサのセンサ信号は、それぞれ、光ビームのビームプロファイルの少なくとも1つのエリアの情報を含むことができる。本明細書で使用される場合、「ビームプロファイルのエリア」という用語は、一般に、結合信号Qを決定するために使用される各センサ位置におけるビームプロファイルの任意のエリアを指す。ビームプロファイルの第1エリアとビームプロファイルの第2エリアは、隣接領域又は重複領域のいずれか一方又は両方であってよい。ビームプロファイルの第1エリアとビームプロファイルの第2エリアは、エリアが一致していなくてよい。ビームプロファイルの第1エリアは、ビームプロファイルの本質的にエッジ情報を含んでよく、ビームプロファイルの第2エリアは、ビームプロファイルの本質的に中心情報を含んでよい。ビームプロファイルの第1エリアをエリアA₂、ビームプロファイルの第2エリアをエリアA₁としてよい。エッジ情報は、ビームプロファイルの第1エリアの光子数に関する情報を含むことができ、中心情報は、ビームプロファイルの第2エリアの光子数に関する情報を含むことができる。例えば、評価装置は、第1エリアのビームプロファイルの面積積分を決定することによってエッジ情報を決定するように適合されてよい。評価装置は、第1エリアの積分及び/又は加算によってエッジ情報を決定するように適合されてよい。評価装置は、第2エリアの積分及び/又は加算によって中心情報を決定するように適合されてよい。評価装置は、エッジ情報と中心情報を除算すること、エッジ情報と中心情報の倍数を除算すること、エッジ情報と中心情報の線形結合を除算することのうち1つ以上によって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。したがって、本質的には、本方法の物理的な基礎として、光子比が使用されてよい。

【0042】

一例として、Qは、 $Q = s_1 / s_2$ 又は $Q = s_2 / s_1$ として簡単に決定されてよく、ここでs₁は第1光センサのセンサ信号を示し、s₂は第2光センサのセンサ信号を示す。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = a \cdot s_1 / b \cdot s_2$ 又は $Q = b \cdot s_2 / a \cdot s_1$ として決定されてよく、ここでa及びbは、一例として、予め定められているか、又は決定可能な実数である。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = (a \cdot s_1 + b \cdot s_2) / (c \cdot s_1 + d \cdot s_2)$ として決定されてよく、ここでa、b、c及びdは、一例として、予め定められているか又は決定可能な実数である。後者の簡単な例として、Qは、 $Q = s_1 / (s_1 + s_2)$ として決定されてよい。他の結合信号が可能である。

【0043】

評価装置は、結合信号Qと縦方向座標z_{DPR}の間の少なくとも1つの所定の関係を使用して、縦方向座標z_{DPR}を決定するように構成されてよい。該所定の関係は、経験的關係、半経験的關係、及び分析的に導出された関係のうち1つ以上であってよい。評価装置は、所定の関係を保存するための少なくとも1つのデータ保存装置、例えばルックアップリスト又はルックアップテーブルを備えてよい。少なくとも1つの縦方向座標z_{DPR}の決定は、少なくとも1つの評価装置によって実行されてよい。したがって、一例として、該関係は、例えば1つ以上のルックアップテーブルを実装することによるなど、ソフトウェア及び/又はハードウェアに実装されてよい。このように、一例として、評価装置は、少なくとも1つの縦方向座標z_{DPR}を決定するために、上述の評価を実行するように構成された1つ以上のコンピュータ、特定用途向け集積回路(ASIC)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、又はフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)などの1つ以上のプログラム可能な装置を備えることができる。しかしながら追加的に又は代替的に、評価装置はまた、完全に又は部分的にハードウェアによって具体化されてよい。

【0044】

上で概説したように、評価装置は、中心成分の色情報を評価することによって、物体の少なくとも1つの縦方向座標zを決定するように構成されてよい。さらに、評価装置は、縦方向座標z_{DPR}を決定するように構成されてもよい。検出器は、例えば2つの測定チャ

ネルにおいて、縦方向座標 z_{DPR} 及び縦方向座標 z を同時に決定するように構成されてもよい。

【0045】

第1光センサは、測定範囲を有し得る。測定範囲は、最小測定距離から最大測定距離までの範囲によって定義されることができる。検出器は、物体を照射するための少なくとも1つの光ビームを生成するように構成された、少なくとも1つの照射源を備えていてよい。転送装置は、物体を照射するための光ビームを、波長依存の連続焦点に集束するように構成されてよい。最小測定距離は、検出器の発光エリアから、発光エリアに最も近い波長 λ_{min} の焦点までの距離であってよい。最大測定距離は、発光エリアからの距離が最も大きい波長 λ_{max} の焦点までの距離であってよい。通常、共焦点クロマティックセンサは、物体が測定範囲外にある場合、測定値を伝達することができない。従来の共焦点クロマティックセンサでは、特に完全に自動化されたプロセスでは、センサの測定範囲を見つけることが問題となる場合がある。本発明による検出器は、物体が測定範囲内にあるかどうかを決定することを可能にすることができる。評価装置は、決定された縦方向座標 z_{DPR} を考慮して、物体が測定範囲内に位置しているか、又は測定範囲外に位置しているかを決定するように構成されることができる。評価装置は、決定された縦方向座標 z_{DPR} が測定範囲内にあるかどうかを決定するように構成されることができる。評価装置が、物体が測定範囲外にあると決定した場合、評価装置は、物体が測定範囲外にあるという少なくとも1つの表示、及び/又は、物体までの距離を適応させる少なくとも1つの表示、及び/又は、縦方向座標 z_{DPR} の少なくとも1つの表示を発するように構成されることができる。評価装置が、物体が測定範囲内にあると決定した場合、評価装置は、縦方向座標 z の少なくとも1つの表示を発するように構成されることができる。このように、本発明による検出器は、DPR技術を用いた距離測定と共焦点クロマティックセンシングとを組み合わせることができる。共焦点クロマティックセンシングは、中心成分を使用するかもしれないが、通常は焦点が合っていない部分を廃棄する。DPR技術は、2つ以上のビームプロファイルの積分、例えば、中心成分、特にビームプロファイルの中心エリア、及び、エッジ成分、特にビームプロファイルの外側エリアなどを使用して縦方向座標 z_{DPR} を決定することができる。DPR測定は、共焦点クロマティックセンサの測定範囲を決定するために、共焦点クロマティック測定と比較して精度の低い測定などの、物体までの距離の表示を決定するために使用され得る。さらに、DPR技術は、共焦点クロマティックセンサの測定範囲外でも距離決定を可能にすることができるため、共焦点クロマティックセンサの測定範囲を拡張することを可能にすることができる。

【0046】

検出器は、少なくとも1つの測定ヘッドを備えることができる。測定ヘッドは、第1光ファイバの少なくとも1つの第1ファイバ端及び/又は第2光ファイバの受光端を含むことができる。第1及び第2光ファイバは、信号のみのための伝送媒体として機能することができる。したがって、第1及び第2光ファイバは、真空フィードスルーに接続されることができ、及び/又は、高温及び/若しくは過酷な化学環境のために設計されることができ

【0047】

さらに、物体の縦方向座標の決定に加えて、1つ以上の横方向座標及び/又は回転座標を含む物体の他の座標が、評価装置によって決定されてよい。したがって、一例として、1つ以上の追加の横方向センサが少なくとも1つの横方向座標を決定するために使用されてよい。様々な横方向センサ、例えば、WO2014/097181A1に開示されている横方向センサ、及び/又は、他の位置感知デバイス(PSD)、例えば、象限ダイオード、CCD又はCMOSチップなどが、当技術分野で一般的に知られている。これらの装置も、一般に、検出器に実装することができる。一例として、光ビームの一部は、少なくとも1つのビーム分割要素によって受信器ユニット内で分割されてよい。分割部分は、一例として、CCD又はCMOSチップ又はカメラセンサなどの横方向センサに向かって案内されることができ、そして分割部分によって生成された横方向センサ上の光スポットの

10

20

30

40

50

横方向位置が決定され、それによって少なくとも1つの横方向座標が決定されることができる。

【0048】

さらなる態様において、本発明は、少なくとも1つの物体の位置を決定する方法を開示している。本方法では、上記で開示された、又は以下でさらに詳細に開示される本発明による検出器が使用される。本方法は、以下の方法ステップを含み、ここで、方法ステップは、与えられた順序で実行されてもよいし、異なる順序で実行されてもよい。さらに、挙げられていない1つ以上の追加の方法ステップが存在してもよい。さらに、1つ、1つ以上、又はすべての方法ステップが繰り返し実行されてもよい。

【0049】

本方法は、以下のステップ：

- 物体から検出器へ伝播し、色収差を有する少なくとも1つの転送装置を通過した光ビームの伝播方向で少なくとも1つの開口要素の後方に配置された少なくとも1つの第1光センサを照射するステップであって、該開口要素は、物体から検出器へ伝播し転送装置を通過した光ビームのエッジ成分を遮断するように構成され、該開口要素は前記光ビームの中心成分を通過させるように構成されているステップと；

- 前記第1光センサを用いて前記光ビームの中心成分の色情報を決定し、前記第1光センサを用いて前記光ビームの中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するステップと；

- 少なくとも1つの第2光センサを用いて、前記光ビームのエッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するステップと、

を含む。

【0050】

詳細、選択肢、及び定義については、上記した検出器を参照することができる。

【0051】

本方法は、少なくとも1つの評価装置を用いて、中心成分の第1強度情報及びエッジ成分の第2強度情報からの結合信号Qを評価することによって、物体の少なくとも1つの縦方向座標 z_{DPR} を決定することをさらに含んでもよい。本方法は、さらに、評価装置を用いて中心成分の色情報を評価することにより、物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定することを含んでもよい。縦方向座標 z_{DPR} 及び縦方向座標 z の決定は、同時に行われてよい。第1光センサは、測定範囲を有することがあり、評価装置は、決定された縦方向座標 z_{DPR} を考慮することにより、物体が測定範囲内に位置しているか、又は測定範囲外に位置しているかを決定するように構成されている。物体が測定範囲外にあると決定された場合、本方法は、物体と検出器との間の距離を適合させることを含むことができる。

【0052】

本発明のさらなる態様においては、上記で与えられた、又は以下でさらに詳細に与えられる1つ以上の実施形態によるような本発明による検出器の使用が、計測学、工場自動化、品質検査、プロセス自動化、厚さ測定、共焦点クロマティック顕微鏡法、からなる群から選択される使用目的のために提案される。

【0053】

本発明による装置のさらなる使用に関しては、WO2018/091649A1、WO2018/091638A1、WO2018/091640が参照され、それらの内容は参照により本明細書に含まれる。

【0054】

全体的に、本発明の文脈では、以下の実施形態が好ましいと考えられる。

【0055】

実施形態1：少なくとも1つの物体の位置を決定する検出器であって、前記検出器は

- 色収差を有する少なくとも1つの転送装置と；
- 少なくとも1つの開口要素であって、前記物体から前記検出器へ伝播し前記転送装置を通過した光ビームのエッジ成分を遮断するように構成され、前記光ビームの中心成分を

10

20

30

40

50

通過させるように構成されている、少なくとも1つの開口要素と；

- 前記光ビームの伝播方向で前記開口要素の後方に配置された少なくとも1つの第1光センサであって、前記光ビームの前記中心成分の色情報を決定し、前記光ビームの前記中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するように構成されている、少なくとも1つの第1光センサと；

- 少なくとも1つの第2光センサであって、前記光ビームの前記エッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するように構成されている、少なくとも1つの第2光センサと、

を備えている。

【0056】

実施形態2：前記検出器は、前記中心成分の第1強度情報及び前記エッジ成分の第2強度情報からの結合信号Qを評価することによって、前記物体の少なくとも1つの縦方向座標 z_{DPR} を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置を備えている、先行する実施形態に記載の検出器。

【0057】

実施形態3：前記評価装置は、前記結合信号Qと前記物体の前記縦方向座標 z_{DPR} の間の少なくとも1つの所定の関係を使用して、前記縦方向座標 z_{DPR} を決定するように構成されている、先行する実施形態に記載の検出器。

【0058】

実施形態4：前記結合信号Qは、前記中心成分の第1強度情報と前記エッジ成分の第2強度情報の商を形成すること；前記中心成分の第1強度情報と前記エッジ成分の第2強度情報の倍数の商を形成すること；前記中心成分の第1強度情報と前記エッジ成分の第2強度情報の線形結合の商を形成すること；前記中心成分の第1強度情報と前記エッジ成分の第2強度情報の線形結合の商を形成すること、のうちの1つ以上によって導出される、先行する2つの実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0059】

実施形態5：前記評価装置は、前記中心成分の色情報を評価することによって、前記物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、先行する3つの実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0060】

実施形態6：前記検出器は、前記縦方向座標 z_{DPR} 及び前記縦方向座標 z を同時に決定するように構成されている、先行する実施形態に記載の検出器。

【0061】

実施形態7：前記第1光センサは、測定範囲を有し、前記評価装置は、決定された前記縦方向座標 z_{DPR} を考慮することにより、前記物体が前記測定範囲内に位置しているか、又は前記測定範囲外に位置しているかを決定するように構成されている、先行する5つの実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0062】

実施形態8：前記評価装置が、前記物体が前記測定範囲外にあると決定した場合、前記評価装置は、前記物体が前記測定範囲外にあるという少なくとも1つの表示、及び/若しくは、前記物体までの距離を適応させる少なくとも1つの表示、及び/又は、前記縦方向座標 z_{DPR} の少なくとも1つの表示を発するように構成され、及び/又は、前記評価装置が、前記物体が前記測定範囲内にあると決定した場合、前記評価装置は、前記縦方向座標 z の少なくとも1つの表示を発するように構成されている、先行する実施形態に記載の検出器。

【0063】

実施形態9：前記測定範囲は、最小測定距離から最大測定距離までの範囲によって定義され、前記検出器は、前記物体を照射するための少なくとも1つの前記光ビームを生成するように構成された少なくとも1つの照射源を備え、前記転送装置は、前記物体を照射するための前記光ビームを、波長依存の連続焦点に集束するように構成され、最小測定距離

10

20

30

40

50

は、前記検出器の発光エリアから、前記発光エリアに最も近い波長 $m_{i n}$ の焦点までの距離であり、最大測定距離は、前記発光エリアから、発光エリアからの距離が最も大きい波長 $m_{a x}$ の焦点までの距離である、先行する2つの実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0064】

実施形態10：前記検出器は、前記少なくとも1つの照射源を含み、前記照射源は、少なくとも1つの照射光ビームで前記物体を照射するように適合され、前記照射源は、少なくとも1つの多色白色光源を備えている、先行する実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0065】

実施形態11：前記第2光センサは、前記物体から前記検出器へ伝播する前記光ビームの伝播方向で前記開口要素の前方に配置されている、先行する実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0066】

実施形態12：前記検出器は、少なくとも1つの共焦点クロマティックセンサを含み、前記共焦点クロマティックセンサは、前記第1光センサを備え、前記第1光センサは、前記中心成分の色情報を決定するための少なくとも1つのセンサ要素を有している、先行する実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0067】

実施形態13：前記共焦点クロマティックセンサは、少なくとも1つの第1光ファイバを含むファイバ光学共焦点クロマティックセンサであり、前記第1光ファイバは、少なくとも1つの第1ファイバ端を含み、前記第1ファイバ端は、前記物体を照射するための少なくとも1つの前記光ビームを放出するように、及び/又は、前記物体から前記検出器へ伝播する光ビームの中心成分を少なくとも部分的に受信するように構成されている、先行する実施形態に記載の検出器。

【0068】

実施形態14：前記第1光ファイバは、少なくとも1つの第2ファイバ端を有し、前記第2ファイバ端は、前記第1光ファイバを通過した光を前記第1光センサに供給するように構成されている、先行する実施形態に記載の検出器。

【0069】

実施形態15：前記検出器は、少なくとも1つの第2光ファイバを含み、前記第2光ファイバは、前記エッジ成分を少なくとも部分的に受信するように配置され、前記第2光ファイバは、前記第2光ファイバを通過した光を前記第2光センサに供給するように構成されている、先行する2つの実施形態のいずれか1つに記載の検出器。

【0070】

実施形態16：先行する実施形態のいずれか1つに記載の検出器を使用する、少なくとも1つの物体の位置を決定する方法であって、前記方法は、以下のステップ：

- 前記物体から前記検出器へ伝播し、色収差を有する少なくとも1つの転送装置を通過した光ビームの伝播方向で少なくとも1つの開口要素の後方に配置された少なくとも1つの第1光センサを照射するステップであって、前記開口要素が、前記物体から前記検出器へ伝播し前記転送装置を通過した前記光ビームのエッジ成分を遮断するように構成され、前記開口要素が、前記光ビームの中心成分を通過させるように構成されているステップと；
 - 前記第1光センサを用いて前記光ビームの前記中心成分の色情報を決定し、前記第1光センサを用いて前記光ビームの前記中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するステップと；
 - 少なくとも1つの第2光センサを用いて、前記光ビームの前記エッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するステップと、
- を含む。

【0071】

実施形態17：少なくとも1つの評価装置を用いて、前記中心成分の第1強度情報及び

10

20

30

40

50

前記エッジ成分の第2強度情報からの結合信号Qを評価することによって、前記物体の少なくとも1つの縦方向座標 z_{DPR} を決定することをさらに含む、先行する実施形態に記載の方法。

【0072】

実施形態18：前記評価装置を用いて前記中心成分の色情報を評価することにより、前記物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定することをさらに含む、先行する実施形態に記載の方法。

【0073】

実施形態19：前記縦方向座標 z_{DPR} 及び前記縦方向座標 z の決定は同時に行われる、先行する実施形態に記載の方法。

【0074】

実施形態20：前記第1光センサは、測定範囲を有し、前記評価装置は、決定された前記縦方向座標 z_{DPR} を考慮して、前記物体が前記測定範囲内に位置しているか、又は前記測定範囲外に位置しているかを決定するように構成されている、先行する3つの実施形態のいずれか1つに記載の方法。

【0075】

実施形態21：前記物体が前記測定範囲外にあると決定された場合、前記物体と前記検出器の間の距離を適合させることを含む、先行する実施形態による方法。

【0076】

実施形態22：検出器を参照する先行する前記実施形態のいずれか1つに記載の検出器の使用であって、使用目的が、計測学、工場自動化、品質検査、プロセス自動化、安全用途、製造用途、厚さ測定、共焦点クロマティック顕微鏡法、からなる群から選択される、検出器の使用。

【図面の簡単な説明】

【0077】

本発明のさらなる任意の詳細及び特徴は、従属請求項と関連して続く好ましい例示的な実施形態の説明から明らかである。この文脈では、特定の特徴は、単独で、又は他の特徴と組み合わせて実施されてよい。本発明は、例示的な実施形態に限定されない。例示的な実施形態は、図に模式的に示されている。個々の図における同一の符号は、同一の要素又は同一の機能を有する要素、又はその機能に関して互いに対応する要素を指している。

【0078】

具体的には、以下の図の中で：

【図1】本発明による少なくとも1つの物体の位置を決定する検出器の第1の例示的な実施形態を示す。

【図2】検出器の第2の例示的な実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0079】

図1には、少なくとも1つの物体112の位置を決定する検出器110の第1実施形態の概略図が示されている。物体112は、点のような物体であってもよいし、拡張された物体又は領域であってもよい。検出器110は、色収差を有する少なくとも1つの転送装置114を備える。転送装置114は、色収差を有する少なくとも1つのレンズ又はレンズシステムを含んでいてよい。転送装置114は、異なる光の波長に対して異なる屈折率を有し得る。具体的には、転送装置114は、転送装置に衝突する光を、異なる波長依存の焦点に集束させるように構成されてよい。転送装置114は、異なる波長に対して異なる焦点距離を有してよい。色収差を有する転送装置の場合、焦点距離は、例えば異なる波長を有する光は異なる波長依存位置に集束されるなど、波長依存の屈折率に依存してよい。ある波長の焦点距離は、レンズ又はレンズシステムの中心から、この波長の主焦点までの距離として定義されることができ。

【0080】

転送装置114は、光軸116を有してよい。特に、検出器110と転送装置114は

、共通の光軸を有してよい。

【0081】

検出器110の光軸116は、検出器の光学的構成の対称の線であってよい。転送装置114は、ビーム経路内の転送装置114の要素が光軸116に対して回転対称に配置されている少なくとも1つのビーム経路を含んでよい。それでも、ビーム経路内に配置された1つ以上の光学要素は、光軸に対して中心ズレされているか、又は傾斜していてもよい。転送装置114は、縦方向座標1が光軸116に沿った座標であり、dが光軸116からの空間オフセットである座標系を構成してよい。座標系は、転送装置の光軸がz軸を形成し、z軸からの距離及び極角が追加の座標として使用され得る極座標系であり得る。z軸に平行又は反平行な方向は、縦方向とみなすことができ、z軸に沿った座標は縦方向座標1とみなすことができる。z軸に垂直な任意な方向は、横方向とみなすことができ、極座標及び/又は極角度は横方向座標とみなすことができる。

10

【0082】

検出器110は、さらに：少なくとも1つのレンズ、例えば、少なくとも1つの屈折レンズ、少なくとも1つの焦点調整可能レンズ、少なくとも1つの非球面レンズ、少なくとも1つの球面レンズ、少なくとも1つのフレネルレンズ、少なくとも1つの非球面レンズからなる群から選択される少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つの回折光学要素；少なくとも1つの凹面鏡；少なくとも1つのビーム偏向要素、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つの半透鏡；少なくとも1つのビーム分割要素、好ましくはビーム分割キューブ又はビーム分割ミラーの少なくとも1つ；少なくとも1つのマルチレンズシステム、の1つ以上を含んでいてよい。さらに、検出器110は、少なくとも1つの波長選択要素、例えば少なくとも1つの光フィルタを含むことができる。さらに、検出器110は、例えば光センサのセンサ領域の位置で、電磁放射に所定のビームプロファイルを印加するように設計された少なくとも1つの要素を含んでよい。これらの任意の実施形態は、原則として、個別に、又は任意の所望の組み合わせで実現することができる。

20

【0083】

検出器110は、少なくとも1つの開口要素118を備える。開口要素118は、物体112から検出器110に伝播し、転送装置114を通過した光ビーム120のエッジ成分を遮断するように構成されている。開口要素118は、前記光ビーム120の中心成分119を通過させるように構成されている。

30

【0084】

検出器110は、少なくとも1つの照射源122を備えてよい。照射源122は、少なくとも1つの光ビーム124を生成するように構成されてよい。照射源122は、少なくとも1つの光源であってもよいし、又はそれを含んでいてもよい。光源は、少なくとも1つのマルチビーム光源であってもよいし、又はそれを含んでいてもよい。照射源122は、少なくとも1つの照射光ビームで物体112を照射するように適合されてよい。照射源122は、多色光ビームで物体112を照射するように構成されてよい。照射源122は、少なくとも1つの多色白色光源を備えていてよい。例えば、光源は、少なくとも1つのレーザ光源、具体的には、少なくとも1つの広帯域レーザ光源を備えていてよい。光ビーム124は、少なくとも2つ、3つ、又はそれ以上などの複数の波長を含んでよい。

40

【0085】

白色光ビームなどの多色照射光ビーム124が転送装置114によって物体112に集束される場合、異なる波長は転送装置114から異なる距離に集束され得る。物体112は、物体距離に対応する波長の集束ビーム成分と、残りの波長の非集束ビーム成分とを反射することができる。反射光は、転送装置114に入射し、続いて開口要素118に入射することができる。開口要素118は、反射された非集束ビーム成分が非集束状態で開口要素118に入射するように配置されることができる。開口要素118は、反射された非集束ビーム成分を遮断するように構成されることができる。開口要素118は、反射された集束ビーム成分が本質的に集束の状態で開口要素に入射するように配置されることができる。開口要素118は、反射した集束ビーム成分を通過させるように構成されることが

50

できる。光ビーム 1 2 0 の中心成分 1 1 9 は、反射された集束ビーム成分として開口要素 1 1 8 の開口部で開口要素 1 1 8 に衝突してよい。光ビーム 1 2 0 のエッジ成分は、反射された非集束ビーム成分として開口要素 1 1 8 の開口部の外側で開口要素 1 1 8 に衝突してもよい。具体的には、開口要素 1 1 8 は、一定の光平行度を有する光を通過させ、前記光平行度以下の光を遮断するように構成されてよい。例えば、開口要素 1 1 8 は、本質的に集束した光のみを通過させ、非集束成分を遮断するように構成されてよい。転送装置 1 1 4 は、波長依存の焦点距離を有してよい。錯乱円は、転送装置 1 1 4 の焦点距離、したがって、波長に依存してよい。さらに、錯乱円は、物体 1 1 2 から転送装置 1 1 4 までの縦方向距離、転送装置 1 1 4 の射出瞳の直径、及び転送装置 1 1 4 からの縦方向距離に依存してよい。

10

【 0 0 8 6 】

検出器 1 1 0 は、光ビーム 1 2 0 の伝播方向で開口要素 1 1 8 の後方に配置された少なくとも 1 つの第 1 光センサ 1 2 6 を有している。第 1 光センサ 1 2 6 は、光ビーム 1 2 0 の中心成分 1 1 9 の色情報を決定するように構成されている。第 1 光センサ 1 2 6 は、光ビーム 1 2 0 の中心成分 1 1 9 の少なくとも 1 つの第 1 強度情報を決定するように構成されている。検出器 1 1 0 は、少なくとも 1 つの第 2 光センサ 1 2 8 を備える。第 2 光センサ 1 2 8 は、光ビーム 1 2 0 のエッジ成分の少なくとも 1 つの第 2 強度情報を決定するように構成されている。

【 0 0 8 7 】

第 1 光センサ 1 2 6 及び第 2 光センサ 1 2 8 のそれぞれは、照射に応答して少なくとも 1 つのセンサ信号を生成するように構成された感光エリアを有してよい。感光エリアは、具体的には、それぞれの光センサの表面に配置されてよい。しかしながら、他の実施形態も実現可能である。

20

【 0 0 8 8 】

第 1 光センサは、物体から検出器へと伝播する光ビームの伝播方向で開口要素の後方に配置されている。したがって、例えば、物体 1 1 2 から検出器 1 1 0 に向かって伝播する光ビーム、特に光ビームの中心成分 1 1 9 は、最初に転送装置 1 1 4 に衝突し、続いて開口要素 1 1 8 に衝突し、その後、第 1 光センサ 1 2 6 に衝突することができる。

【 0 0 8 9 】

第 1 光センサ 1 2 6 は、光ビーム 1 2 0 の中心成分 1 1 9 の色情報を決定するように構成されている。検出器 1 1 0 は、少なくとも 1 つの共焦点クロマティックセンサを含んでよい。具体的には、検出器 1 1 0 は、共焦点クロマティックセンサを含む少なくとも 1 つの第 1 測定チャンネルを備える。共焦点クロマティックセンサは、第 1 光センサ 1 2 6 を備えてよい。第 1 光センサ 1 2 6 は、少なくとも 1 つの分光計装置及び/又は少なくとも 1 つの色分析器であってもよいし、又はそれらを含んでいてもよい。例えば、第 1 光センサ 1 2 6 は、少なくとも 1 つの波長依存プリズム及び/又は少なくとも 1 つの分光フィルタを含んでいてよい。第 1 光センサ 1 2 6 は、中心成分の色情報を決定するための少なくとも 1 つのセンサ要素を含むことができる。検出器 1 1 0 は、色情報を評価することにより物体 1 1 2 の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定するように構成された少なくとも 1 つの評価装置 1 3 0 を含むことができる。物体の距離は、縦方向座標 z と波長との間の対応関係によって与えられてよい。強度分布の各波長は、物体 1 1 2 の 1 つの縦方向座標 z に対応することができる。波長と縦方向座標 z との関係は、キャリブレーションの際などに予め決定することができる。強度分布は、開口要素の位置で焦点を持つ波長、特に反射した集束ビーム成分の波長に対応する最大値を含むことができる。他の波長は、第 1 光センサ 1 2 6 で減衰された信号を生成することができる。評価装置 1 3 0 は、強度分布の最大値を決定するように構成されてよい。評価装置 1 3 0 は、強度分布の最大値における波長を決定し、そこから物体 1 1 2 の縦方向座標を決定するように構成されてよい。

30

40

【 0 0 9 0 】

図 1 の実施形態では、共焦点クロマティックセンサは、少なくとも 1 つの第 1 光ファイバ 1 3 2 を含むファイバ光学共焦点クロマティックセンサであってよい。第 1 光ファイバ

50

132は、吸収及び/又は反射されていない入射光ビームの少なくとも一部を、第1光ファイバ132の2つの端部の間で伝送するように適合されてよい。第1光ファイバ132は、ある長さを有し、ある距離伝送を可能にするように適合されてよい。第1光ファイバ132は、シリカ、アルミノケイ酸塩ガラス、ゲルマンケイ酸塩ガラス、フルオロジルコン酸塩、希土類ドープガラス、フッ化物ガラス、カルコゲナイドガラス、サファイア、特に石英ガラスにドープされた変種、リン酸塩ガラス、PMMA、ポリスチレン、ポリ(パーフルオロブテニルピニルエーテル)等のフッ素ポリマー、又は類似物からなる群から選択される少なくとも1つの材料を含んでよい。第1光ファイバ132は、シングルモードファイバであってもよいし、マルチモードファイバであってもよい。第1光ファイバ132は、ステップインデックスファイバ、偏光ファイバ、偏光維持ファイバ、プラスチック光ファイバ、ガラス光ファイバ等であってもよい。第1光ファイバ132は、ファイバコアとしてより低い屈折率を有する少なくとも1つのファイバクラッドによって囲まれた少なくとも1つのファイバコアを含んでよい。ファイバクラッドは、二重又は複数のクラッドであってもよい。ファイバクラッドは、いわゆるアウトージャケットを含んでよい。ファイバクラッドは、損傷や湿気から光ファイバを保護するように適合された、いわゆるバッファによって被覆されていてよい。バッファは、少なくとも1つのUV硬化ウレタンアクリレート組成物及び/又は少なくとも1つのポリイミド材料を含み得る。一実施形態では、ファイバコアの屈折率は、ファイバクラッド材料の屈折率よりも高くてもよく、光ファイバは、受容角以下で全内部反射によって入射光ビームを導くように適合されてよい。一実施形態では、第1光ファイバ132は、フォトニックバンドギャップファイバとも呼ばれる少なくとも1つの中空コアファイバを含むことができる。中空コアファイバは、入射光ビームを本質的にいわゆる中空領域内で導くように適合されてよく、そこでは、光ビームのわずかな部分が、ファイバクラッド材料内への伝播によって失われる。

【0091】

第1光ファイバ132は、少なくとも1つの第1ファイバ端134を含むことができる。第1ファイバ端134は、物体112を照射するための少なくとも1つの光ビーム124を放出するように、及び/又は、物体112から検出器110へ伝播する光ビーム120の中心成分119を少なくとも部分的に受信するように構成されてよい。照射源122は、光ビーム124を第1光ファイバ132に結合するように構成されていてもよい。本実施形態では、第1光ファイバ132の開口部は、エッジ成分、特に非集束光を遮断し、中心成分119を通過させるように構成された開口要素118として設計されてよい。したがって、照射光ビーム124と物体112によって反射された光ビーム120は結合され、同じファイバを介して伝送されることができる。第1光ファイバ132は、少なくとも1つの第2ファイバ端136を有してよい。第2ファイバ端136は、第1光ファイバ132を通過した光を第1光センサ126に供給するように構成されてよい。

【0092】

第1光センサ126は、物体112から検出器110に伝播する光ビーム120の中心成分の少なくとも1つの第1強度情報を決定するように構成されている。第1光センサ126は、物体112から検出器110へ伝播する光ビーム120の伝播方向で開口要素118の後方に配置されている。したがって、物体112から検出器110へ伝播する光ビーム120のエッジ成分は開口要素118によって遮断され、中心成分119のみが開口要素118を通過して第1光センサ126に到達する。例えば、図1の実施形態では、第1光センサ126は、第1光ファイバ132の第2端部136に配置されてよい。第1光センサ126は、照射にตอบสนองして少なくとも1つのセンサ信号を生成する少なくとも1つの感光エリアを含むことができる。センサ信号は、感光エリアに衝突する光ビームによって生成される光スポットの強度に依存し得る。感光エリアに生成される光スポットは、円形又は非円形の形状を有してよい。

【0093】

第2光センサ128は、物体112から検出器110に伝播する光ビーム120のエッジ成分の少なくとも1つの第2強度情報を決定するように構成されている。第2光センサ

10

20

30

40

50

128は、物体112から検出器110へ伝播する光ビーム120の伝播方向で開口要素118の前方に配置されることができる。したがって、第2光センサ128は、物体112から検出器110へ伝播する光ビーム120のエッジ成分が少なくとも部分的に第2光センサ128に到達できるように配置されることができる。例えば、図1に示す実施形態では、検出器110は、少なくとも1つの第2光ファイバ138を含んでよい。第2光ファイバ138は、エッジ成分を少なくとも部分的に受信するように配置されてよい。例えば、第2光ファイバ138は、受光端140を含んでよい。受光端140は、物体112から検出器110へ伝播する光ビーム120の伝播方向で開口要素118の前方に配置されてよい。第2光ファイバ138は、第2光ファイバ138を通過した光を第2光センサ128に供給するように構成されてよい。第2光センサ128は、第2光ファイバ138のさらなる端部に配置されてよい。第2光センサ128は、照射にตอบสนองして少なくとも1つのセンサ信号を生成する少なくとも1つの感光エリアを含むことができる。センサ信号は、感光エリアに衝突する光ビームによって生成される光スポットの強度に依存し得る。

【0094】

第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、ピクセルのマトリックスを有するセンサ要素を含んでよい。センサ要素は、一体の単一装置として、又はいくつかの装置の組み合わせとして形成され得る。マトリックスは、具体的には、1つ以上の行及び1つ以上の列を有する長方形のマトリックスであってもよく、又はそれを含んでいてもよい。行と列は、具体的には長方形方式に配置され得る。しかしながら、非長方形の配置などの他の配置も可能であることは説明される。一例として、円形の配置も可能であり、そこでは要素は中心点のまわりに同心の円又は楕円に配置される。例えば、マトリックスは、ピクセルの単一の行であり得る。他の配置も可能である。マトリックスのピクセルの感光エリアは、具体的には、大きさ、感度、及び他の光学的、電気的、機械的特性のうちの1つ以上で等しくてよい。マトリックスのすべてのピクセルの感光エリアは、具体的には、共通の平面内に配置されてよく、該共通平面は、好ましくは、物体112から検出器110に伝播する光ビーム120が該共通平面上に光スポットを生成するように、物体に面している。第1光センサ126と第2光センサ128は、同じ大きさの感光エリアを有していてもよいし、異なる大きさの感光エリアを有していてもよい。

【0095】

第1光センサ126及び第2光センサ128のそれぞれは、その感光エリアの照射にตอบสนองして、少なくとも1つの出力信号などの少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成されてよい。第1光センサ126及び第2センサ128の一方又は両方は、例えば、少なくとも1つのバイセルダイオード、少なくとも1つの象限ダイオード、少なくとも1つのCCDチップ、少なくとも1つのCMOSチップのうちの1つ以上を備えていてよい。具体的には、センサ信号は、少なくとも1つのアナログ電気信号及び/又は少なくとも1つのデジタル電気信号などの少なくとも1つの電気信号であってもよいし、それらを含んでいてもよい。より具体的には、センサ信号は、少なくとも1つの電圧信号及び/又は少なくとも1つの電流信号であってもよいし、それらを含んでいてもよい。より具体的には、センサ信号は、少なくとも1つの光電流を含み得る。さらに、未処理のセンサ信号が使用されるか、又は、検出器、光センサ、又はその他の要素が、例えばフィルタリングなどによる前処理などによって、センサ信号を処理又は前処理し、それによってセンサ信号としても使用され得る二次センサ信号を生成するように適合され得る。

【0096】

第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、紫外、可視、又は赤外スペクトル範囲の1つ以上で感度を有してよい。具体的には、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、400nm~780nm、最も好ましくは650nm~750nmの可視スペクトル範囲で感度を有してよい。具体的には、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は近赤外領域で感度を有してよい。具体的には、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、シリコンフォトダイオードが適用可能な特に700nm~1000nmの範囲の近赤外領域の部分で感度を有

10

20

30

40

50

してよい。第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、具体的には、赤外スペクトル範囲、具体的には780nm~3.0マイクロメートルの範囲で感度を有してよい。例えば、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、独立に、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトトランジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよく、又はそれらを含んでもよい。例えば、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、CCDセンサ要素、CMOSセンサ要素、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトトランジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよく、又はそれを含んでもよい。他の任意のタイプの感光性要素を使用してもよい。感光性要素は、一般に、完全に又は部分的に無機材料で作製されることができ、及び/又は、完全に又は部分的に有機材料で作製されることができる。最も一般的には、以下でさらに詳細に概説するように、市販のフォトダイオード、例えば、無機半導体フォトダイオードなどの1つ以上のフォトダイオードが使用され得る。具体的には、感光性要素は、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトトランジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよいし、又はそれを含んでいてもよい。任意の他の種類の感光性要素を用いてもよい。

10

【0097】

第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、具体的には、半導体センサ、好ましくは無機半導体センサ、より好ましくはフォトダイオード、最も好ましくはシリコンフォトダイオードであり得る。具体的には、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、赤外スペクトル範囲、好ましくは780nm~3.0マイクロメートルの範囲で感度を有し、及び/又は、可視スペクトル範囲、好ましくは380nm~780nmの範囲で感度を有する無機フォトダイオードであってもよいし、それらを含んでいてもよい。具体的には、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、シリコンフォトダイオードが適用可能な特に700nm~1000nmの範囲の近赤外領域の部分で感度を有し得る。光センサに使用され得る赤外光センサは、市販の赤外光センサであってよく、例えば、ドイツのtrinamix GmbH, D-67056 Ludwigshafen am RheinからHertzstueck(登録商標)というブランド名で市販されている赤外光センサであってよい。したがって、一例として、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、固有の光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくはGeフォトダイオード、InGaAsフォトダイオード、拡張InGaAsフォトダイオード、InAsフォトダイオード、InSbフォトダイオード、HgCdTeフォトダイオード、からなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的又は代替的に、光センサの一方又は両方は、外因性光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくはGe:Auフォトダイオード、Ge:Hgフォトダイオード、Ge:Cuフォトダイオード、Ge:Znフォトダイオード、Si:Gaフォトダイオード、Si:Asフォトダイオードからなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的又は代替的に、第1光センサ126及び第2光センサ128の一方又は両方は、少なくとも1つの光伝導性センサ、例えばPbSセンサ又はPbSeセンサ、ボロメータ、好ましくはVOボロメータ及びアモルファスSiボロメータからなる群から選択されるボロメータを含み得る。光センサの一方又は両方は、不透明、透明又は半透明であってよい。しかし、簡単のために、これらの不透明センサが一般に広く市販されているため、光ビームに対して透明でない不透明センサを使用することができる。

20

30

40

【0098】

検出器110は、中心成分の第1強度情報及びエッジ成分の第2強度情報からの結合信号Qを評価することによって、物体112の少なくとも1つの縦方向座標Z_{DPR}を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置130を備えてよい。評価装置130は、少なくとも1つのデータ処理装置、少なくとも1つのプロセッサ、少なくとも1つの特定用途向け集積回路のうちの1つ以上を備えてよい。したがって、一例として、少なくとも

50

1つの評価装置130は、多数のコンピュータコマンドを含むそこに保存されたソフトウェアコードを有する少なくとも1つのデータ処理装置を備えることができる。評価装置130は、挙げられた操作の1つ以上を実行するための1つ以上のハードウェア要素を提供してもよいし、及び/又は、挙げられた操作の1つ以上を実行するための、そこで実行されるソフトウェアを有する1つ以上のプロセッサを提供してもよい。

【0099】

評価装置130は、例えば、WO2018/091649A1、WO2018/091638A1及びWO2018/091640A1に記載され、その内容が参照によって含まれる光子比(DPR)技術による距離に基づいて出力を生成するように構成されてよい。DPR技法は、物体の縦方向座標を決定するなどの距離測定を可能にする。さらに、DPR技術は、監視領域を横断する際の光ビームの幾何学的変化、例えば光ビームの部分的カバーを認識することも可能にする。結合信号Qは、中心成分119の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の商を形成すること；中心成分119の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の倍数の商を形成すること；中心成分119の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の線形結合の商を形成すること；中心成分119の第1強度情報とエッジ成分の第2強度情報の線形結合の商を形成すること、のうちの1つ以上によって、導出される。結合信号Qは、様々な手段を用いて決定されてよい。一例として、結合信号を導出するためのソフトウェア手段、結合信号を導出するためのハードウェア手段、又はその両方が用いられてよく、評価装置に実装されてもよい。したがって、評価装置130は、一例として、少なくとも1つのデバイス142を含んでもよく、ここで、デバイスは、商信号を導出するように構成される。デバイス142は、完全に又は部分的に、ソフトウェアデバイス又はハードウェアデバイス的一方又は両方として具現化されてよい。

10

20

【0100】

例えば、評価装置130は、以下によって結合信号Qを導出するように構成され、

【数3】

$$Q(z_0) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_0) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_0) dx dy}$$

30

式中、x及びyは横方向座標、A₁及びA₂はそれぞれ第1光センサ126及び第2光センサ128の位置における光ビームのビームプロファイルの面積であり、E(x, y, z₀)は物体距離z₀におけるビームプロファイルを表す。面積A₁と面積A₂は異なっていてよい。具体的に、A₁とA₂は、一致していない。したがって、A₁及びA₂は、形状又は内容のうちの1つ以上で異なっていてよい。ビームプロファイルは、光ビームの断面であり得る。ビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐ビームプロファイル及びガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてよい。

40

【0101】

第1光センサ126及び第2光センサ128のセンサ信号は、それぞれ、光ビームのビームプロファイルの少なくとも1つのエリアの情報を含んでいてよい。ビームプロファイルの第1エリアとビームプロファイルの第2エリアは、隣接領域又は重複領域のいずれか一方又は両方であってよい。ビームプロファイルの第1エリアとビームプロファイルの第2エリアは、エリアが一致していなくてよい。ビームプロファイルの第1エリアは、ビームプロファイルの本質的にエッジ情報を含んでよく、ビームプロファイルの第2エリアは、ビームプロファイルの本質的に中心情報を含んでよい。ビームプロファイルの第1エリアをエリアA₂、ビームプロファイルの第2エリアをエリアA₁とすることができる。エッジ情報は、ビームプロファイルの第1エリアの光子数に関する情報を含むことができ、

50

中心情報は、ビームプロファイルの第2エリアの光子数に関する情報を含むことができる。例えば、評価装置130は、第1エリアのビームプロファイルの面積積分を決定することによってエッジ情報を決定するように適合されてよい。評価装置130は、第1エリアの積分及び/又は加算によってエッジ情報を決定するように適合されてよい。評価装置130は、第2エリアの積分及び/又は加算によって中心情報を決定するように適合されてよい。評価装置130は、エッジ情報と中心情報を除算すること、エッジ情報と中心情報の倍数を除算すること、エッジ情報と中心情報の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。したがって、本質的には、本方法の物理的な基礎として、光子比が使用されてよい。

【0102】

一例として、Qは、 $Q = s_1 / s_2$ 又は $Q = s_2 / s_1$ として簡単に決定されてよく、ここで s_1 は第1光センサ126のセンサ信号を示し、 s_2 は第2光センサ128のセンサ信号を示す。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = a \cdot s_1 / b \cdot s_2$ 又は $Q = b \cdot s_2 / a \cdot s_1$ として決定されてよく、ここでa及びbは、一例として、予め定められているか、又は決定可能な実数である。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = (a \cdot s_1 + b \cdot s_2) / (c \cdot s_1 + d \cdot s_2)$ として決定されてよく、ここでa、b、c及びdは、一例として、予め定められているか又は決定可能な実数である。後者の簡単な例として、Qは、 $Q = s_1 / (s_1 + s_2)$ として決定されてよい。他の結合信号又は商信号が可能である。

【0103】

評価装置130は、結合信号Qと縦方向座標 z_{DPR} の間の少なくとも1つの所定の関係を使用して、縦方向座標 z_{DPR} を決定するように構成されてよい。所定の関係は、経験的關係、半経験的關係、及び分析的に導出された関係のうちの1つ以上であってよい。評価装置130は、所定の関係を保存するための少なくとも1つのデータ保存装置、例えばルックアップリスト又はルックアップテーブルを備えてよい。少なくとも1つの縦方向座標 z_{DPR} の決定は、少なくとも1つの評価装置130によって実行されてよい。したがって、一例として、該関係は、例えば1つ以上のルックアップテーブルを実装するなど、ソフトウェア及び/又はハードウェアに実装されてよい。このように、一例として、評価装置130は、少なくとも1つの縦方向座標 z_{DPR} を決定するために、上述の評価を実行するように構成された、1つ以上のコンピュータ、特定用途向け集積回路(ASIC)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、又はフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)などの1つ以上のプログラム可能な装置を備えることができる。しかしながら追加的に又は代替的に、評価装置130はまた、完全に又は部分的にハードウェアによって具体化されてよい。

【0104】

上で概説したように、評価装置130は、中心成分119の色情報を評価することによって、物体112の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されてよい。さらに、評価装置130は、縦方向座標 z_{DPR} を決定するように構成されてもよい。検出器110は、例えば2つの測定チャネルにおいて、縦方向座標 z_{DPR} 及び縦方向座標 z を同時に決定するように構成されてよい。

【0105】

検出器110は、少なくとも1つの測定ヘッド144を備えていてよい。測定ヘッド144は、第1光ファイバ132の少なくとも1つの第1ファイバ端134及び/又は第2光ファイバ138の受光端140を有することができる。第1光ファイバ132及び第2光ファイバ138は、信号の伝送媒体としてのみ機能することができる。したがって、第1光ファイバ132及び第2光ファイバ138は、真空フィードスルーに接続されていてもよいし、及び/又は、高温及び/又は過酷な化学環境に対応できるように設計されていてもよい。

【0106】

図2は、検出器110のさらなる実施形態を示す。この実施形態では、開口要素118は、少なくとも1つの開口絞り146を含むことができる。開口要素118は、少なくと

10

20

30

40

50

も1つの孔などの少なくとも1つの開口を有してよい。第1光センサ126は、開口絞り146の後方に配置されてよい。検出器110は、少なくとも1つのビーム分割器148をさらに含んでいてもよく、ここでは、ビーム分割器148は、照射源122によって生成された照射ビーム124を開口絞り146に導き、及び、反射光ビーム120を第1光センサ126に導くように構成されてよい。第2光センサ128は、物体112から検出器110に伝播する光ビーム120の伝播方向で開口要素118の前方、及び/又は開口要素118上、及び/又は開口要素118と一体に配置されてよい。図2には、第2光センサ128の活性エリアが概略的に示されている。検出器110のさらなる説明については、図1の説明を参照されたい。

【0107】

第1光センサ126は、測定範囲150を有していてもよい。測定範囲150は、最小測定距離から最大測定距離までの範囲によって定義されてよい。検出器110は、物体112を照射するための少なくとも1つの光ビーム124を生成するように構成された少なくとも1つの照射源122を備えてよい。転送装置114は、物体112を照射するための光ビーム124を、波長依存の連続焦点に集束するように構成されてよい。最小測定距離は、検出器110の発光エリアから、発光エリアに最も近い波長 λ_{min} の焦点までの距離であってよい。最大測定距離は、発光エリアから、発光エリアからの距離が最も大きい波長 λ_{max} の焦点までの距離であってよい。通常、共焦点クロマティックセンサは、物体が測定範囲外にある場合、測定値を提供することができない。従来の共焦点クロマティックセンサでは、特に完全に自動化されたプロセスでは、センサの測定範囲を見つけることが問題となり得る。本発明による検出器110は、物体が測定範囲150内にあるかどうかを決定することを可能にすることができる。評価装置130は、決定された縦方向座標 z_{DPR} を考慮することによって、物体112が測定範囲150内に位置しているか、又は測定範囲外に位置しているかを決定するように構成されることができる。評価装置130は、決定された縦方向座標 z_{DPR} が測定範囲150内にあるかどうかを決定するように構成されてもよい。評価装置130が、物体112が測定範囲150外にあると決定した場合、評価装置130は、物体112が測定範囲外にあるという少なくとも1つの表示、及び/又は、物体112までの距離を適応させる少なくとも1つの表示、及び/又は、縦方向座標 z_{DPR} の少なくとも1つの表示を発するように構成されてよい。評価装置130が、物体112が測定範囲150内にあると決定した場合、評価装置130は、縦方向座標 z の少なくとも1つの表示を発するように構成されてよい。したがって、本発明による検出器110は、DPR技術を用いた距離測定と共焦点クロマティックセンシングとを組み合わせることができる。DPR測定は、共焦点クロマティックセンサの測定範囲150を決定するために、共焦点クロマティック測定と比較して精度の低い測定などの物体112までの距離の表示を決定するために使用され得る。さらに、DPR技術は、共焦点クロマティックセンサの測定範囲150外でも距離の決定を可能にすることができるため、共焦点クロマティックセンサの測定範囲150の拡張を可能にすることができる。

【0108】

参照番号のリスト

- 110 検出器
- 112 物体
- 114 転送装置
- 116 光軸
- 118 開口要素
- 119 中心成分
- 120 光ビーム
- 122 照射源
- 124 光ビーム
- 126 第1光センサ
- 128 第2光センサ

10

20

30

40

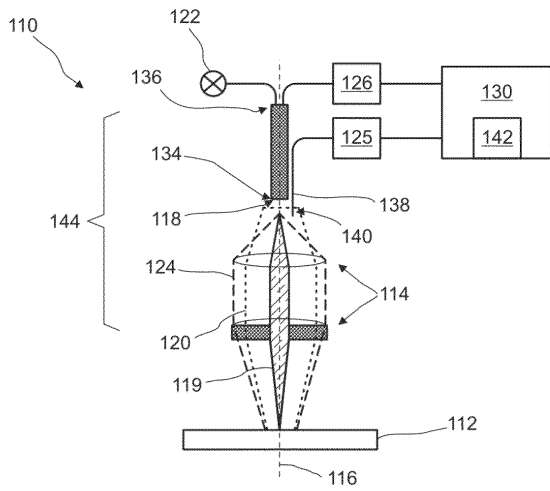
50

- 1 3 0 評価装置
- 1 3 2 第 1 光ファイバ
- 1 3 4 第 1 ファイバ端
- 1 3 6 第 2 ファイバ端
- 1 3 8 第 2 光ファイバ
- 1 4 0 受光端
- 1 4 2 デバイダ
- 1 4 4 測定ヘッド
- 1 4 6 開口絞り
- 1 4 8 ビーム分割器
- 1 5 0 測定範囲

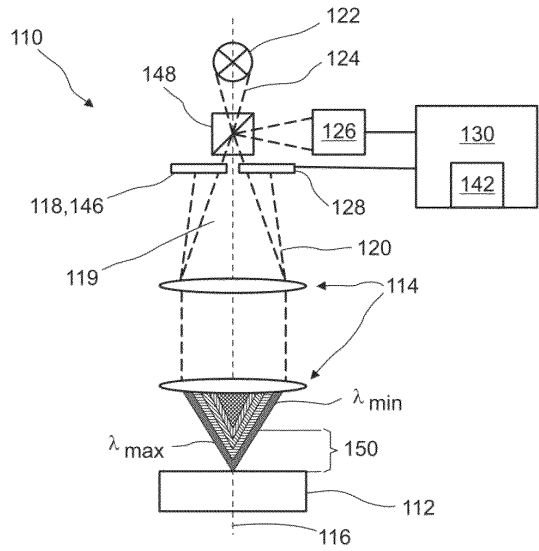
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



20

30

40

50

フロントページの続き

ーセ 35

(72)発明者 ゼント, ロベルト

ドイツ、76137 カールスルーエ、ルイーゼンシュトラッセ 25

(72)発明者 ブルーダー, イングマル

ドイツ、67063 ルートヴィヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35

審査官 山崎 和子

(56)参考文献 実開平06-004611(JP, U)

米国特許第05790242(US, A)

特表2007-536535(JP, A)

特開2018-151282(JP, A)

米国特許第09739600(US, B1)

特開昭63-153419(JP, A)

国際公開第2018/167215(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30

G01C 3/00 - 3/32