

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6841769号
(P6841769)

(45) 発行日 令和3年3月10日(2021.3.10)

(24) 登録日 令和3年2月22日(2021.2.22)

(51) Int.Cl.	F I	
GO 1 B 9/00 (2006.01)	GO 1 B 9/00	
HO 1 L 31/10 (2006.01)	HO 1 L 31/10	A
HO 1 L 31/108 (2006.01)	HO 1 L 31/10	C
HO 1 L 27/30 (2006.01)	HO 1 L 27/30	
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/146	C
請求項の数 54 (全 121 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-558775 (P2017-558775)	(73) 特許権者	517267802
(86) (22) 出願日	平成28年1月28日 (2016.1.28)		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
(65) 公表番号	特表2018-513980 (P2018-513980A)		ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハ ーフェン アム ライン、インドゥストリ ーシュトラッセ 35
(43) 公表日	平成30年5月31日 (2018.5.31)	(74) 代理人	100100354
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/051817		弁理士 江藤 聡明
(87) 国際公開番号	W02016/120392	(72) 発明者	ファローフ, ゼバステイアン
(87) 国際公開日	平成28年8月4日 (2016.8.4)		ドイツ、68623 ランパートハイム、 ヘルマン-ヘッセ-シュトラッセ 22
審査請求日	平成31年1月24日 (2019.1.24)	(72) 発明者	ブルーダー, イングマル
(31) 優先権主張番号	15153215.7		ドイツ、67271 ノイライニンゲン、 アム ドレッシュプラッツ 12
(32) 優先日	平成27年1月30日 (2015.1.30)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	15157363.1		
(32) 優先日	平成27年3月3日 (2015.3.3)		
(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個の物体を光学的に検出する検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1個の物体(112)を光学的に検出する検出器(110)であって、
 少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)であって、少なくとも1つのセンサ領域(130)を有し、光ビーム(132)による前記センサ領域(130)の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、前記縦方向センサ信号は、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の光ビーム(132)のビーム断面積(174)に依存し、前記センサ領域(130)は電流持続能力のある少なくとも1種の材料を含み、前記材料の少なくとも1つの特性は、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)の前記ビーム断面積に依存し、前記縦方向センサ信号は前記少なくとも1つの特性に依存する、縦方向光学センサ(114)と、

少なくとも1個の評価装置(140)であって、前記縦方向光学センサ(114)の縦方向センサ信号を評価することによって、前記物体(112)の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置(140)と、を含み、前記センサ領域(130)は少なくとも1種の光伝導性材料(134)を含み、前記光伝導性材料(134)の導電率は、前記照明の総出力が同じである場合、センサ領域(130)内の光ビーム(132)の前記ビーム断面積(174)に依存し、前記縦方向センサ信号は前記導電率に依存する、検出器(110)。

【請求項2】

前記光導電性材料(134)が硫化鉛(PbS)、硫化銅インジウム(CIS)、セレン化銅インジウムガリウム(CIGS)、硫化銅亜鉛スズ(CZTS)、セレン化鉛(PbSe)、セレン化銅亜鉛スズ(CZTSe)、テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、テルル化水銀亜鉛(HgZnTe)、硫セレン化鉛(PbSSe)、銅-亜鉛-スズ-硫黄-セレンカルコゲニド(CZTSSe)、非晶質シリコン(a-Si)、非晶質シリコン(a-Si)を含む合金、微結晶シリコン(μ c-Si)、ゲルマニウム(Ge)、ヒ化インジウム(InAs)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、アンチモン化インジウム(InSb)からなる群から選択され、前記プニクトゲニドが窒化インジウム(InN)、窒化ガリウム(GaN)、窒化インジウムガリウム(InGaN)、リン化インジウム(InP)、リン化ガリウム(GaP)、リン化インジウムガリウム(InGaP)、ヒ化インジウム(InAs)、ヒ化ガリウム(GaAs)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、アンチモン化インジウム(InSb)、アンチモン化ガリウム(GaSb)、アンチモン化インジウムガリウム(InGaSb)、リン化インジウムガリウム(InGaP)、ヒ化リン化ガリウム(GaAsP)、およびリン化アルミニウムガリウム(AlGaP)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成るから成る群から選択される請求項1に記載の検出器(110)。

10

【請求項3】

前記光伝導性材料(134)がドーピングシリコンを、特にシリコンフロートゾーンウェーハとして含み、ドーピングシリコンが好ましくは 10^{13} cm^{-3} 以下のドーパント濃度、 $5 \cdot 10^2 \cdot \text{cm}$ 以上の導電性、および/または $500 \mu\text{m}$ 以下の厚さを示す請求項1または2に記載の検出器(110)。

20

【請求項4】

前記光伝導性材料(134)がコロイド膜(262)として提供され、前記コロイド膜(262)が量子ドット(264)を含む請求項1から3のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項5】

前記光伝導性材料(134)が有機光伝導性材料であり、前記有機光伝導性材料が少なくとも1個の共役芳香族分子、特に色素または顔料、および/または電子ドナー材料と電子アクセプタ材料の混合物を含む請求項1から4のいずれか一項に記載の検出器(110)。

30

【請求項6】

有機光伝導性材料がフタロシアニン、ナフタロシアニン、サブフタロシアニン、ペリレン、アントラセン、ピレン、オリゴチオフェン、ポリチオフェン、フラーレン、インジゴイド色素、ビスアゾ顔料、スクアリリウム色素、チアピリリウム色素、アズレニウム色素、ジチオケトピロロピロール、キナクリドン、ジプロモアントラントロン、ポリビニルカルバゾール、これらの誘導体または組み合わせから成る群から選択される化合物を含む請求項5に記載の検出器(110)。

【請求項7】

電子ドナー材料が有機ドナーポリマー、特にポリ[3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル](P3HT)、ポリ[3-(4-n-オクチル)-フェニルチオフェン](POPOT)、ポリ[3-10-n-オクチル-3-フェノチアジン-ビニレンチオフェン-2,5-チオフェン](PTZV-PT)、ポリ[4,8-ビス[(2-エチルヘキシル)オキシ]ベンゾ[1,2-b:4,5-b']ジチオフェン-2,6-ジイル][3-フルオロ-2-[(2-エチルヘキシル)カルボニル]チエノ[3,4-b]チオフェンジイル](PTB7)、ポリ[チオフェン-2,5-ジイル-オルト-[5,6-ビス(ドデシルオキシ)ベンゾ[c][1,2,5]チアジアゾール]-4,7-ジイル](PBT-T1)、ポリ[2,6-(4,4-ビス-(2-エチルヘキシル))-4H-シクロペンタ[2,1-b;3,4-b']ジチオフェン]-オルト-4,7(2,1,3-ベンゾチアジアゾール)](PCPDTBT)、ポリ[5,7-ビス(4-デカニル-2

40

50

- チエニル) - チエノ (3 , 4 - b) ジアチアゾールチオフェン - 2 , 5] (P D D T T)、ポリ [N - 9 ' - ヘプタデカニル - 2 , 7 - カルバゾール - オルト - 5 , 5 - (4 ' , 7 ' - ジ - 2 - チエニル - 2 ' , 1 ' , 3 ' - ベンゾチアジアゾール)] (P C D T B T)、ポリ [(4 , 4 ' - ビス (2 - エチルヘキシル) ジチエノ [3 , 2 - b ; 2 ' , 3 ' - d] シロール) - 2 , 6 - ジイル - オルト - (2 , 1 , 3 - ベンゾチアジアゾール) - 4 , 7 - ジイル] (P S B T B T)、ポリ [3 - フェニルヒドラゾンチオフェン] (P P H T)、ポリ [2 - メトキシ - 5 - (2 - エチルヘキシルオキシ) - 1 , 4 - フェニレンピニレン] (M E H - P P V)、ポリ [2 - メトキシ - 5 - (2 ' - エチルヘキシルオキシ) - 1 , 4 - フェニレン - 1 , 2 - エチレン - 2 , 5 - ジメトキシ - 1 , 4 - フェニレン - 1 , 2 - エチレン] (M 3 E H - P P V)、ポリ [2 - メトキシ - 5 - (3 ' , 7 ' - ジメチルオクチルオキシ) - 1 , 4 - フェニレンピニレン] (M D M O - P P V)、ポリ [9 , 9 - ジ - オクチルフルオレン - コ - ビス - N , N - 4 - ブチルフェニル - ビス - N , N - フェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン] (P F B)、またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物のうち 1 種を含む請求項 5 または 6 に記載の検出器 (1 1 0)。

10

【請求項 8】

電子アクセプタ材料がフラレンベースの電子アクセプタ材料、特に [6 , 6] - フェニル - C 6 1 - 酪酸メチルエステル (P C 6 0 B M)、[6 , 6] - フェニル - C 7 1 - 酪酸メチルエステル (P C 7 0 B M)、[6 , 6] - フェニル - C 8 4 - 酪酸メチルエステル (P C 8 4 B M)、インデン - C 6 0 ビス付加体 (I C B A)、1 つまたは 2 つの付着オリゴエーテル (O E) 鎖 (それぞれ C 7 0 - D P M - O E または C 7 0 - D P M - O E 2) を含むジフェニルメタノフラレン (D P M) 成分、またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物のうち 1 種を含む請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

20

【請求項 9】

電子アクセプタ材料が有機アクセプタポリマー、特にシアノ - ポリ [フェニレンピニレン] (C N - P P V)、ポリ [5 - (2 - (エチルヘキシルオキシ) - 2 - メトキシシアノテレフタルイデン] (M E H - C N - P P V)、ポリ [オキサ - 1 , 4 - フェニレン - 1 , 2 - (1 - シアノ) - エチレン - 2 , 5 - ジオクチルオキシ - 1 , 4 - フェニレン - 1 , 2 - (2 - シアノ) - エチレン - 1 , 4 - フェニレン] (C N - エーテル - P P V)、ポリ [1 , 4 - ジオクチルオキシ - p - 2 , 5 - ジシアノフェニレンピニレン] (D O C N - P P V)、ポリ [9 , 9 ' - ジオクチルフルオレン - コ - ベンゾチアジアゾール] (P F 8 B T)、またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物のうち 1 種を含む請求項 5 から 8 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

30

【請求項 10】

前記光学検出器が前記センサ領域 (1 3 0) の少なくとも一部の電気抵抗または導電性の少なくとも 1 回または複数回の測定によって、具体的には少なくとも 1 回の電流 - 電圧測定および / または少なくとも 1 回の電圧 - 電流測定の実施によって、前記縦方向センサ信号を生成するよう適応された請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

40

【請求項 11】

材料全体にわたりバイアス電圧が印加される請求項 10 に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 12】

バイアス電圧源 (1 5 0) および負荷抵抗器が前記縦方向光学センサ (1 1 4) と直列に配列される請求項 11 に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 13】

前記センサ領域 (1 3 0) の導電性が、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域 (1 3 0) 内で前記光ビーム (1 3 2) によって生成される光点のビーム幅の減少に伴って減少する請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 14】

50

前記縦方向光学センサ(114)が少なくとも1つの光伝導性材料(134)の層(168)およびこの層(168)と接触する少なくとも2個の電極(176、178)とを含み、前記少なくとも2個の電極(176、178)が前記光伝導性材料(134)の層(168)において別々の位置に適用される請求項1から13のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項15】

前記少なくとも2個の電極(176、178)が層(168)の同じ側に適用される請求項14に記載の検出器(110)。

【請求項16】

前記光伝導性材料(134)の層(168)とこの層(168)と接触する前記電極(176、178)のうち少なくとも1個との間の境界にショットキーバリアが形成される請求項14または15に記載の検出器(110)。

10

【請求項17】

少なくとも1つの前記光伝導性材料(134)の層(168)が少なくとも1個の基板(170)へ直接または間接的に適用される請求項14から16のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項18】

前記基板(170)が絶縁性基板、好ましくはセラミック基板(172)である請求項17に記載の検出器(110)。

【請求項19】

前記基板(170)が少なくとも部分的に透明または透光性である請求項17または18に記載の検出器(110)。

20

【請求項20】

前記少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)が少なくとも1個の透明な縦方向光学センサを含む請求項1から19のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項21】

前記検出器(110)が少なくとも2個の縦方向光学センサ(114)から成る少なくとも1つのスタックを含む請求項1から20のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項22】

前記検出器(110)が少なくとも2個の縦方向光学センサ(114)から成る少なくとも1つの配列を含み、配列が光軸(116)に対して直角に配列される請求項1から21のいずれか一項に記載の検出器(110)。

30

【請求項23】

配列内の複数の前記縦方向光学センサ(114)が複数の個別の抵抗器から成る1つのマトリクス内に配列され、前記マトリクス内の個々の抵抗器の合計抵抗が前記配列内で入射光ビーム(132)によって照らされる前記縦方向光学センサ(114)の数、Nに依存し、前記光ビーム(132)によって照らされる前記縦方向光学センサ(114)の数Nを判定するよう前記評価装置(140)が適応され、評価装置がさらに、前記光ビーム(132)によって照らされるN個の前記縦方向光学センサ(114)の使用によって物体(112)の少なくとも1つの縦座標を判定するように適用された請求項22に記載の検出器(110)。

40

【請求項24】

前記縦方向光学センサ(114)がさらに、前記光ビーム(132)による前記センサ領域(130)の照明が付加的に前記センサ領域(130)内の温度上昇を引き起こし、前記センサ領域(130)の導電性が、照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の温度のさらに依存し、前記縦方向センサ信号が、総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の温度にさらに依存するように設計された請求項1から23のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項25】

評価装置(140)が照明の幾何形状と、検出器(110)を基準とする物体(112)

50

)の相対位置との間における少なくとも1つの所定の関係から、物体(112)の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも1つの項目を生成するように設計される、請求項1から24のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項26】

評価装置(140)が少なくとも1個の縦方向センサ信号からの光ビーム(132)のビーム断面(174)の判定によって、物体(112)の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも1つの項目を生成するように適合される、請求項25に記載の検出器(110)。

【請求項27】

前記物体(112)の縦方向位置に関する前記少なくとも1項目の情報を判定するため、前記光ビーム(132)の前記ビーム断面積(174)を前記光ビーム(132)の既知のビーム特性と比較するよう、前記評価装置(140)が適応される請求項26に記載の検出器(110)。

10

【請求項28】

前記光ビーム(132)が非変調連続波光ビームである請求項1から27のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項29】

さらに、

少なくとも1個の横方向光学センサ(184)を含み、前記横方向光学センサ(184)が前記物体(112)から前記検出器(110)へと移動中の前記光ビーム(132)の横方向位置を判定するよう適応されており、前記横方向位置が前記検出器の光軸(116)に対して垂直な少なくとも1つの次元での位置であり、横方向光学センサ(184)が少なくとも1個の横方向センサ信号を生成するよう適応され、

20

前記評価装置(140)がさらに、前記横方向センサ信号の評価によって前記物体(112)の横方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計されている、請求項1から28のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項30】

前記横方向光学センサ(184)が、少なくとも1個の第1電極(190)、少なくとも1個の第2の電極(192)および2つの別個の透明伝導性酸化物(188)層(186)の間に埋め込まれた少なくとも1種の光伝導性材料(134)層(168)を有する光検出器であり、前記横方向光学センサ(184)がセンサエリア(198)を有し、前記第1電極および前記第2電極が前記透明伝導性酸化物(188)層(186)のうち1つにおいて別々の位置に適用され、少なくとも1個の横方向光学センサ信号が前記センサエリア(198)内での前記光ビーム(132)の位置を示す請求項29に記載の検出器(110)。

30

【請求項31】

少なくとも1個の電極(190、192)が少なくとも2個の部分電極(194、196)を有する分割電極であり、前記部分電極(194、196)を通る電流は、前記センサエリア(198)内での前記光ビーム(132)の位置に依存し、部分電極(194、196)を通る前記電流に従って前記横方向センサ信号を生成するよう前記横方向光学センサ(184)が適応される請求項30に記載の検出器(110)。

40

【請求項32】

前記検出器(110)が、前記物体(112)の前記横方向位置に関する情報を、前記部分電極(194、196)を通る複数の電流の少なくとも1つの比率から導き出すよう適応される請求項31に記載の検出器(110)。

【請求項33】

前記少なくとも1個の横方向光学センサ(184)が少なくとも1個の透明な横方向光学センサを含む請求項29から32のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項34】

さらに少なくとも1個の照明源(156)を含む請求項1から33のいずれか一項に記

50

載の検出器(110)。

【請求項35】

前記検出器(110)がさらに少なくとも1個の撮像装置(214)を含む請求項1から34のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項36】

前記撮像装置(214)が、無機カメラ；モノクロムカメラ；マルチクロムカメラ；フルカラーカメラ；ピクセル化無機チップ；ピクセル化有機カメラ；CCDチップ、好ましくは多色CCDチップまたはフルカラーCCDチップ；CMOSチップ；IRカメラ；RGBカメラから成る群から選択されたカメラを含む請求項35に記載の検出器(110)。

10

【請求項37】

前記縦方向光学センサ(114)が少なくとも1個の第1電極(228)、少なくとも1個の第2電極(230)、および前記第1電極(228)と前記第2電極(230)との間に位置する電流持続能力のある材料の層(226)を有する光検出器であり、前記第1電極(228)および前記第2電極(230)のうち少なくとも1個が透明な電極である請求項1から36のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項38】

電流持続能力のある前記材料が前記第1電極(228)と前記第2電極(230)との間に配置され、PINダイオード(234)として配列され、前記PINダイオード(234)がn型半導体層(238)とp型半導体層(240)との間に位置するi型半導体層(236)を含み、前記i型半導体層(236)がn型半導体層(238)およびp型半導体層(240)それぞれの厚さを超える厚さを示す請求項1から37のいずれか一項に記載の検出器(110)。

20

【請求項39】

少なくとも1個の物体(112)を光学的に検出する検出器(110)であって、
 少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)であって、少なくとも1つのセンサ領域(130)を有し、前記光ビーム(132)による前記センサ領域(130)の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、前記縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)のビーム断面積(174)に依存し、前記縦方向光学センサ(114)は、前記照明の総出力が同じである場合に前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)の前記ビーム断面積(174)に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能であり、その結果、前記縦方向センサ信号の振幅は前記センサ領域(130)内で前記光ビーム(132)によって生成される光点の断面積の減少に伴って減少する、縦方向光学センサ(114)と、

30

少なくとも1個の評価装置(140)であって、前記縦方向光学センサ(114)の前記縦方向センサ信号を評価することによって、前記物体(112)の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置(140)と、を含む、請求項1から38のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項40】

少なくとも1個の物体(112)を光学的に検出する検出器(110)であって、
 少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)であって、少なくとも1つのセンサ領域(130)を有し、前記光ビーム(132)による前記センサ領域(130)の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、前記縦方向センサ信号は、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)のビーム断面積(174)に依存し、前記縦方向光学センサ(114)は、前記照明の総出力が同じである場合に前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)の前記ビーム断面積(174)に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能であり、前記縦方向センサ信号の最小値は前記センサ領域(130)に衝突する前記光ビーム(132)の断面積が最小となる条件下で発生する、縦方向光学セ

40

50

ンサ(114)と、

少なくとも1個の評価装置(140)であって、前記縦方向光学センサ(114)の前記縦方向センサ信号を評価することによって、前記物体(112)の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置(140)と、を含む、請求項1から39のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項41】

少なくとも1個の物体(112)を光学的に検出する検出器(110)であって、

少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)であって、少なくとも1つのセンサ領域(130)を有し、光ビーム(132)による前記センサ領域(130)の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、前記縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)のビーム断面積(174)に依存し、前記縦方向センサ(114)は実質的に、0 Hzから500 Hzの前記光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存である、縦方向光学センサ(114)と、

少なくとも1個の評価装置(140)であって、前記縦方向光学センサ(114)の前記縦方向センサ信号を評価することによって、前記物体(112)の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置(140)と、を含む、請求項1から40のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項42】

少なくとも1個の物体(112)を光学的に検出する検出器(110)であって、

少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)であって、少なくとも1つのセンサ領域(130)を有し、光ビーム(132)による前記センサ領域(130)の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、前記縦方向センサ信号は、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)のビーム断面積(174)に依存し、前記縦方向光学センサ(114)は光伝導性モードで駆動される少なくとも1個の光ダイオード(258)を含み、前記センサ領域(130)の導電性は、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域内の前記光ビームの前記ビーム断面積に依存し、前記縦方向センサ信号は前記導電性に依存する、縦方向光学センサ(114)と、

少なくとも1個の評価装置(140)であって、前記縦方向光学センサの前記縦方向センサ信号を評価することによって、前記物体(112)の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置(140)と、を含む、請求項1から41のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項43】

光ダイオード(258)が少なくとも1種のp型吸収材料(244)、少なくとも1つのn型半導体層(238)、および少なくとも一対の電極(176、178)を含む請求項42に記載の検出器(110)。

【請求項44】

p型吸収材料(244)が第3族-第5族化合物、第2族-第6族化合物、第1族-第3族-第6族₂化合物、および第1族₂-第2族-第4族-第6族₄化合物から成る群から選択される請求項43に記載の検出器(110)。

【請求項45】

p型吸収材料(244)が非晶質シリコン(a-Si)、非晶質シリコンを含む合金、微結晶シリコン(μ c-Si)、ゲルマニウム(Ge)、硫化銅インジウム(CIS)、セレン化銅インジウムガリウム(CIGS)、硫化銅亜鉛スズ(CZTS)、セレン化銅亜鉛スズ(CZTSe)、銅-亜鉛-スズ-硫黄-セレンカルコゲニド(CZTSSe)、テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、ヒ化インジウム(InAs)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、アンチモン化インジウム(InSb)、有機-無機ハロゲン化物ペロブスカイト、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される請求項44に記載の検出器(110)

10

20

30

40

50

【請求項 4 6】

バイアス電圧が前記光ダイオード(258)全体にわたり逆バイアスモードで印加される請求項42から45のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項 4 7】

少なくとも1個の物体(112)の撮像のためのカメラ(202)であって、検出器(110)に関する請求項1から46のいずれか一項に記載の検出器(110)を少なくとも1個含むカメラ(202)。

【請求項 4 8】

使用者(218)とマシン(222)との間で情報のうち少なくとも1つの項目を交換するためのヒューマンマシンインターフェース(204)であって、検出器(110)に関連する請求項1から46のいずれか一項に記載の少なくとも1個の検出器(110)を含み、使用者(218)の幾何学的情報のうち少なくとも1つの項目を検出器(110)によって生成するように設計され、幾何学情報に対し、情報のうち少なくとも1つの項目を割り当てるように設計されるヒューマンマシンインターフェース(204)。

10

【請求項 4 9】

少なくとも1つの娯楽機能を実行するための娯楽装置(206)であって、ヒューマンマシンインターフェース(204)に関する請求項48に記載のヒューマンマシンインターフェース(204)を少なくとも1つを含み、ヒューマンマシンインターフェース(204)を手段として情報のうち少なくとも1つの項目をプレーヤ(218)により入力可能となるように設計され、娯楽機能を情報に従って変えるように設計される娯楽装置(206)。

20

【請求項 5 0】

少なくとも1個の可動物体(112)の位置を追跡する追跡システム(208)であって、検出器(110)に関する請求項1から46のいずれか一項に記載の検出器(110)を少なくとも1個含み、さらに少なくとも1個の、物体(112)の一連の位置を追跡するように適合される進路制御装置(224)を含み、各位置が特定の時点における物体(112)の少なくとも1つの縦方向位置に関する情報のうち少なくとも1つの項目を含む追跡システム(208)。

【請求項 5 1】

30

少なくとも1個の物体(112)の少なくとも1つの位置を判定する走査システムであって、検出器(110)に関する請求項1から46のいずれか一項に記載の検出器(110)を少なくとも1個含み、さらに少なくとも1個の物体(112)の少なくとも1つの表面に位置する少なくとも1個の点の照明を目的に構成される少なくとも1本の光ビーム(132)を放出するように適合される少なくとも1個の照明源を含み、少なくとも1個の点と走査システムとの間の距離に関する情報のうち少なくとも1つの項目を少なくとも1個の検出器(110)の使用によって生成するように設計される走査システム。

【請求項 5 2】

請求項50に記載の少なくとも1つの追跡システム(208)と、請求項51に記載の少なくとも1つの走査システムとを含む立体視装置であって、前記追跡システム(208)および前記走査システムがそれぞれ少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)を含み、これらが立体視装置の光軸(116)と平行な配向で整列されると同時に、個々の変位が前記立体視装置の前記光軸(116)に対して直角な配向を示す立体視装置。

40

【請求項 5 3】

少なくとも1個の物体(112)を光学的に検出する方法であって、
 少なくとも1個の縦方向光学センサ(114)の使用によって少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成する工程であって、前記縦方向センサ信号は光ビーム(132)による前記縦方向光学センサ(114)のセンサ領域(130)の照明に依存し、前記縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)のビーム断面積(174)に依存し、前記センサ領域(130)は電流持続

50

能力のある少なくとも1種の材料を含み、材料の少なくとも1つの特性は、前記照明の総出力が同じである場合、前記センサ領域(130)内の前記光ビーム(132)の前記ビーム断面積に依存し、前記縦方向センサ信号は前記少なくとも1つの特性に依存する、工程と、

前記縦方向光学センサ(114)の前記縦方向センサ信号を評価することによって前記物体(112)の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成する工程と、を含み、

前記センサ領域(130)は少なくとも1種の光伝導性材料(134)を含み、前記光伝導性材料(134)の導電率は、前記照明の総出力が同じである場合、センサ領域(130)内の光ビーム(132)の前記ビーム断面積(174)に依存し、前記縦方向センサ信号は前記導電率に依存する、方法。

10

【請求項54】

検出器(110)に言及している請求項1から46のいずれか一項に記載の検出器(110)の、交通技術における測距；交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；走査用途；立体視用途；写真撮影用途；撮像用途またはカメラ用途；少なくとも1つの空間のマップ生成用のマッピング用途；車両向けのホーミングビーコンまたは追跡ビーコン検出器；熱シグネチャによる物体の距離および/または位置の測定；機械視覚用途；ロボット工学用途；物流用途から成る群から選択される用途を目的とする使用。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に少なくとも1個の物体の位置を具体的にはその少なくとも1個の物体の深度または深度と幅を基準として判定するために、少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器に関する。さらに、本発明は、ヒューマンマシンインターフェース、娯楽装置、スキャニングシステム、追跡システム、立体視装置およびカメラにも関する。さらに、本発明は少なくとも1個の物体を光学的に検出する方法および検出器の様々な使用にも関する。このような装置、方法および使用は、例えば日常生活、ゲーム、交通技術、空間のマッピング、製造技術、セキュリティ技術、医療技術の様々な分野または科学分野において採用され得る。ただし、さらなる応用も可能である。

30

【背景技術】

【0002】

光学センサに基づく、少なくとも1個の物体を光学的に検出する様々な検出器が知られている。国際公開第2012/110924A1号では、少なくとも1個の光学センサを含む検出器を開示しており、この光学センサは少なくとも1つのセンサ領域を示す。本発明では、光学センサは、センサ領域の照明に依存する形で少なくとも1個のセンサ信号を生成するよう設計される。いわゆる「FiP効果」に従って、センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、照明の幾何学、特にセンサ領域上の照明のビーム断面積に依存する。検出器はさらに、少なくとも1つの幾何学的情報項目、特に照明および/または物体に関する少なくとも1つの幾何学的情報項目を生成するよう設計された少なくとも1個の評価装置を有する。

40

【0003】

国際公開第2014/097181A1号では、少なくとも1個の横方向光学センサおよび少なくとも1個の縦方向光学センサを使用することによって少なくとも1個の物体の位置を決定する方法および検出器を開示している。好ましくは、特に物体の縦方向の位置を曖昧さを伴わずに高い正確度で判定するために、縦方向光学センサのスタックが採用される。さらに、国際公開第2014/097181A1号では、ヒューマンマシンインターフェース、娯楽装置、追跡システムおよびカメラを開示しており、各々が少なくとも1個の物体の位置を判定するそのような検出器を少なくとも1個ずつ含む。

【0004】

50

国際公開第2014/198629A1号では、少なくとも1個の物体の位置を判定する、少なくとも1個の縦方向光学センサを含む検出器を開示しており、この光学センサは物体から検出器へと移動する光ビームを検出するよう適応される。本発明では、縦方向光学センサは複数のピクセルから成る少なくとも1個のマトリクスと、少なくとも1個の評価装置を有し、評価装置は光ビームによって照らされる光学センサのピクセルの数Nを判定するように適応され、評価装置はさらに、光ビームによって照らされるピクセルの数Nを使用することによって物体の少なくとも1つの縦座標を判定するよう適応される。

【0005】

他にも多数応用例がある中で、金属カルコゲニド薄膜は光導電性材料として応用可能であることが知られ、これは例えばB. Heimann, W. Heimann, Fernsehkameraröhren-Eigenschaften und Anwendungen, Sonderdruck aus Fernseh- und Kino-Technik, 32, 1-12, 1978、またはR. S. Mane, C. D. Lokhande, Chemical deposition method for metal chalcogenide thin films, Materials Chemistry and Physics, 65, 1-31, 2000に記載されている。特に大面積の光導電体の製造向けに、真空蒸着、スパッタリング、ならびに例えば化学蒸着、噴霧熱分解、電着、陽極酸化、電気変換、無電解浸漬増殖、連続イオン吸着および反応、薬浴蒸着、または溶液-ガス界面技法など化学的方法によるこれらの膜の被着が実行され得る。

【0006】

特に、セラミック基板など基板上にそのような光導電性材料の層を被着させ、各々の導電性接点を提供することにより、光導電性セル、別名「光電セル」を得ることができる。光導電性セルは様々な種類の回路や用途に、特に可視光および赤外光(IR)スペクトル範囲向けの光検出器として採用され得る。本発明では、光導電性材料の抵抗性が照明の増加に伴って減少し、その結果、光電流の流量を増やすことができる。相応に、光導電性検出器からの信号電流を、印加電圧の調整によって広い範囲にわたり変化させることができる。

【0007】

分光光度測定における検出器の線形性の重要性を実証するため、E. Theocharous, Absolute linearity measurements on a PbS detector in the infrared, Appl. Optics, 45, 2381-86, 2006では、硫化鉛(PbS) IR感知器の線形性を取り上げている。これを目的に、IR検出器のセンサ領域上での様々なスポットサイズなど、様々な照明条件の場合の放射照度に対する線形性係数が調査された。本発明では、放射照度とは、センサ領域上での入射パワーをセンサ領域面積で割った値として $\mu\text{W}/\text{mm}^2$ 単位で表わされる物理的数量を指す。実験結果は、放射照度が $10\text{ nW}/\text{mm}^2$ のときに線形性との偏差が有意($>1\%$)となることを示している。もっと大きい $1\mu\text{W}/\text{mm}^2$ の放射照度の場合、線形性はセンサ領域上のスポットサイズに依存する。さらに、水銀カドミウムテルル(HgCdTe, MCT)におけるFiP効果の発生について、E. Theocharous, J. Ishii, and N. P. Fox, Absolute linearity measurements on HgCdTe detectors in the infrared region, Appl. Optics, 43, 4182-88, 2004の図3において実証されている。

【0008】

さらに、米国特許第4,767,211A号では、試料の境界表面を測定する装置および方法を開示している。同文献では、試料からの反射光のうち反射光の光軸付近を移動する部分の光量と、反射光のうち別の、所定の距離分、光軸から外れる位置へ向かう部分の光量との比率を、試料の境界表面を正確に測定するために使用している。上記の比率を使用すると測定精度が高まることから、試料を通過可能な光を入射光として使用することが

できる。このように、先行技術では測定することができない、試料表面内の深い穴や、生物試料における気泡などの空隙を、非常に正確に測定することができる。

【0009】

米国特許第3,035,176A号では、物体からの可視光を活用して、物体の範囲を判定するのに適した航法機器を開示している。光は集光レンズを介して取得され、物体の2つの同一画像を2個の光電セルに提供するビーム分割ペリクルへ仕向けられる。光電セルのうち1個は固定で、もう1個は可動である。固定光電セルが物体から受ける照明は、よりペリクルに近接している可動光電セルが受ける照明よりも少ないため、固定光電セルの感光表面がペリクルから受ける光束の割合も少ない。固定光電セルでのビームの断面積は、光電セルの感光面積よりも大きい。レンズの焦点距離は、レンズからペリクルまでおおよびペリクルから固定光電セルまでの合計距離よりも少し長い。もう1個の光電セルは、レンズの焦点範囲よりも少し広めの狭い距離範囲で移動可能である。可動光電セルを動かし、2個の光電セル経由で提供される電流を比較することにより、機器は物体上で合焦する。可動光電セルが画像面内にあり、機器が合焦状態のとき、電流比率は最大となる。このように、概して米国特許第3,035,176A号では、光ビームのごく一部しか検出器によって検出され得ず、実際に検出されるその部分は光ビーム自体の特定の詳細と、物体との相対的な光検出器の位置に依存し、その結果、距離の測定が可能になるという事実を採用している。しかし、これらの距離測定は複数のセンサの使用、可動部品の使用、および結果的にかなり複雑で大規模な光学的構成の使用を示唆するものである。

10

【0010】

米国特許第3,937,950A号では、長めの側面と比較してかなり短めの側面を存する光電子半導体のその長めの側面に沿った両端に電極が存在する光電変換素子上、および長めの側面と比較してかなり短めの側面を存する光電子半導体のその短めの側面に沿った両端に電極が存在する光電変換素子上それぞれにおいて、物体画像が光学系によって形成され、前述のそれぞれの光電子変換素子における前述の物体画像の区別に相当する電気的特性変数の検出によって前述の物体画像の区別が検出されることによって特徴付けられる、物体画像の区別を検出するシステムを開示している。このシステムは、画像を形成する可動型光学システムと、光学システムによって形成された画像を取得するために光学システムの背後に配置される光電変換手段と、光電変換手段上での光の強度分布に応じた電気信号を生成するために素子に連結される電気回路手段と、第1の変換手段の出力を第2の変換手段の出力と組み合わせる電気信号を生成するために回路手段に接続される第1の変換手段および第2の変換手段と、画像の鮮明度を検出するために画像形成光学システムからの光の経路内で前記電気回路手段に連結される信号応答手段とを含む。本発明では、光電変換手段は半導体および半導体の長めの側面の両側に被着された電極を有する第1の伸長光電変換素子と、半導体および半導体の短めの側面の両側に被着された電極を有する第2の伸長光電変換素子とを有する。さらに、第1の変換手段および第2の変換手段は、画像形成光学システムからの光の経路内で物体からの光を受けよう配置される。同文献で開示されているシステムも、米国特許第3,035,176A号で開示されているシステム同様、複数のセンサおよび呼応するビーム分割手段を使用し、個々のセンサのセンサ信号から複合センサ信号が電子的に生成される。このように、かなり大規模で複雑なシステムが提案されているが、これを小型化するのはかなり難題である。さらに、同じく可動部品が使用される結果、システムの複雑さが増す。

20

30

40

【0011】

米国特許第3,562,785A号では、画像の焦点の正確性を判定する方法が開示されている。この方法では、画像の合焦度の測定値が判定され、一对の感光素子が画像を受ける。第1の実施形態では、一对の光導電性素子が様々な焦点面に物理的に配置される一方、第2の実施形態では、光拡散媒体が一对の感光素子のうち片方に関連付けられる結果、その素子は平均照明または背景照明だけを受ける。いずれの実施形態でも、画像の合焦度が変動するにつれ、焦点に比例する電気出力信号が生成される。

【0012】

50

米国特許第3,384,752A号では、画像、主に物体の画像の最大鮮明度を確認するための配列が開示されている。この配列は、前記画像を受信し、前記画像のレプリカを、生成される光の応答と画像の様々な点で受ける光とを対比する非線形曲線に従って生成するよう適応された光輝性素子と、前記光輝性素子によって生成される光の平均強度を測定する感光素子とを含む。

【0013】

米国特許第4,053,240号では、カメラなど光学機器に適する物体画像の鮮明度の検出と、CdSまたはCdSeなど非線形の抵抗-照明特性を示す光電手段による光学素子の焦点調整のための方法および装置が開示されている。そのような物体画像は、短めの側面と比較して長めの側面が極端に長い光電子半導体のその長めの側面に沿った両端に電極が存在する前述の光電子手段上と、同様に光電子半導体の短めの側面に沿った両端に電極が存在する前述の光電子手段上において、光学素子を手段として形成され得る。自動合焦操作が実行される際にカメラと撮影物体との間の距離をデジタル方式で表示する、物体の距離測定システムも開示されている。

10

【0014】

P. Pargas, A Lens Measuring Method using Photoconductive Cells, J. SMPTE 74, 1965, 501-504頁では、高コントラストの標的の画像が焦点経由で移動する際に画像面内で発生する光の分布の変化に基づく方法の使用によるレンズ特性評価が開示されている。画像面内の光導電性表面が、画像内の情報を測定する。提案される機器の出力は、画像の鮮明度を示す。同様に、P. Pargas, Phenomena of Image Sharpness Recognition of CdS and CdSe Photoconductors, J. Opt. Soc. America, 54, 1964, 516-519頁でも、光導電性セルはそれに対して投影された画像が最も鮮鋭に合焦している時点で検出が可能になるという事実からなる理論を提示している。同文献では、光導電性表面上での光の分布が変化すると光導電性セルの導電性が変動するという所見を使用している。その理論は、光導電性表面内で最も小さい粒子が各々、他のすべての粒子との直並列接続の状態にある個々の光導電体として扱われるという想定に基づく。

20

【0015】

同様に、J. T. Billings, An Improved Method for Critical Focus of Motion-Picture Optical Printers, J. SMPTE 80, 1971, 624-628頁では、動画用オプティカルプリンタ上での最適な焦点を判定するツールとして使用される鮮明度メーターが開示されている。その概念は、CdSまたはCdSeのセルの光導電性挙動に基づく。セル全体の抵抗性は、セルに衝突する光の量および光の分布の両方に依存する。装置内では、2個の光電セル(1個はディフューザーを有し、1個は有さない)の電氣的応答の差が増幅される。光の総量と無関係の、最も鮮鋭な合焦でのメーターの最大偏差が検出される。

30

【0016】

さらに、M. Popescu, Disordered Chalcogenide optoelectronic materials: phenomena and applications, J. Optoelectronics and Adv. Mat., 7, 2005, 2189-220頁では、ガラス状、非晶質、および無秩序なカルコゲニド材料を多数開示しており、これらは光電子工学的用途のほか、この種の材料において観察され得る物理的および/または化学的効果にも適すると考えられる。

40

【0017】

W. Hermes, D. Waldmann, M. Agari, K. Schierle-Arndt, and P. Erk, Emerging Thin-Film Photovoltaic Technologies, Chem. Ing. Tech., 2015, 87, 第4号, 376-389では、薄膜光起電技術に関する概要を提示している。本発

50

明では、有機物ベースの太陽電池、特に色素増感太陽電池(DSSC)と、特に銅亜鉛硫酸スズ(CZTS)の薄膜を含み得るケステライト対応電池、および有機-無機ハロゲン化物ペロブスカイト吸収剤、特にメチルアンモニウムヨウ化鉛($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$)に基づくハイブリッド太陽電池が、ソーラー効率の高い有望な候補として提示される。

【0018】

さらに、J. P. Clifford, G. Konstantatos, K. W. Johnston, S. Hoogland, L. Levina, and E. H. Sargent, *Fast, sensitive and spectrally tunable colloidal quantum-dot photodetectors*, *Nature Nanotechnology* 4, 2009年1月では、可視光および赤外光の両方で動作する溶液-プロセスコロイド量子ドット(CQD)に基づく超高感度光検出器を記述している。相応に、個々のCQD間の間隔を、それらの表面の不動態化に使用され、電荷担体可動性および結果的にCQD膜の導電性に関する決定因子であることが既に証明されている有機リガンドの長さによって制御することができる。照明に関する変化について数秒間の尺度でのかなり長い応答時間を示すか、または低い感度を示す最新式の装置と対照的に、著者らは、CQD装置の時間的応答は2つの成分、すなわち高速プロセスである電子ドリフトおよび低速プロセスである電子拡散によって決定付けられることを示している。これらの観察結果を考慮に入れつつ、拡散成分を除外する能力のある可視光および/または赤外光のスペクトル範囲内で動作可能な、感度と帯域幅の積に関して大幅な改善を示す、同調可能CQDフォトダイオードが提供されている。この目的に対し、PbS CQD膜とアルミニウム接点との間の界面でのショットキーバリアに基づくフォトダイオードが使用されており、その中でガラス基板上の平坦で透明なインジウムスズ酸化物(ITO)薄膜が、抵抗性のオーミック接触を形成する。ガラス基板を通過する入射光ビームはCQD膜内で電子およびホールを生成し、これらはそれぞれアルミニウム接点およびITO膜において収集される。結果として、CQD膜内の金属-CQD界面で空乏領域が形成し得る一方、CQD膜における残存容積をp型半導体として捉えることができる、本発明では、使用したPbS CQDは直径が約6nmであったため、有効バンドギャップに関する増加量が0.86eVを示し(これと比べ、バルクPbSの場合は0.42eV)、これは吸収特性が約1450nmという結果をもたらす。

【0019】

さらに、G. H. Carey, A. L. Abdelhady, Z. Ning, S. M. Thon, O. M. Bakr, and E. H. Sargent, *Colloidal Quantum Dot Solar Cells*, *Chem. Rev.* 115(23), 2015, 12732-12763頁では、完全な太陽電池を生成するために非対称電極と共に金属または別の半導体と組み合わせられるドーパ半導体CQD膜を含む光起電装置に関するレビューを提示している。結果として、金属との組み合わせでショットキーバリア型セルを得ることができる一方、少なくとも2個の半導体が、好ましくはCQD-CQDのp-n接合、CQD-二酸化チタンのp-n接合、またはCQD-CQD-酸化亜鉛のp-i-n接合のうち少なくとも1つへと結合し得る。本発明では、バンドギャップ、吸収性および分散性に関して望ましい特性を含み得る量子ドット溶液の合成と、量子ドットパッキング、表面不動態化、吸収性および/または導電性に関して望ましい特性を含み得るCQD膜への溶液の変換と、完全な太陽電池を生成するためのCQD膜周囲での材料スタックの構築とに関連する最新技術が取り上げられる。

【0020】

前述の装置および検出器によって示唆される優位性があるものの、依然、単純で費用効率が非常に高いながらも信頼性のある空間検出器に関して、改善の必要性がまだある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0021】

【特許文献1】国際公開第2012/110924A1号

10

20

30

40

50

- 【特許文献2】国際公開第2014/097181A1号
- 【特許文献3】国際公開第2014/198629A1号
- 【特許文献4】米国特許第4,767,211A号
- 【特許文献5】米国特許第3,035,176A号
- 【特許文献6】米国特許第3,937,950A号
- 【特許文献7】米国特許第3,562,785A号
- 【特許文献8】米国特許第3,384,752A号
- 【特許文献9】米国特許第4,053,240号
- 【非特許文献】
- 【0022】 10
- 【非特許文献1】B. Heimann、W. Heimann、Fernsehkameraröhren-Eigenschaften und Anwendungen, Sonderdruck aus Fernseh- und Kino-Technik, 32、1-12、1978
- 【非特許文献2】R. S. Mane、C. D. Lokhande、Chemical deposition method for metal chalcogenide thin films、Materials Chemistry and Physics、65、1-31、2000
- 【非特許文献3】E. Theocharous、Absolute linearity measurements on a PbS detector in the infrared、Appl. Optics、45、2381-86、2006 20
- 【非特許文献4】E. Theocharous、J. Ishii、and N. P. Fox、Absolute linearity measurements on HgCdTe detectors in the infrared region、Appl. Optics、43、4182-88、2004
- 【非特許文献5】P. Pargas、A Lens Measuring Method using Photoconductive Cells、J. SMPTE 74、1965、501-504頁
- 【非特許文献6】P. Pargas、Phenomena of Image Sharpness Recognition of CdS and CdSe Photconductors、J. Opt. Soc. America. 54、1964、516-519頁 30
- 【非特許文献7】J. T. Billings、An Improved Method for Critical Focus of Motion-Picture Optical Printers、J. SMPTE 80、1971、624-628頁
- 【非特許文献8】M. Popescu、Disordered Chalcogenide optoelectronic materials: phenomena and applications、J. Optoelectronics and Adv. Mat. 7、2005、2189-220頁
- 【非特許文献9】W. Hermes、D. Waldmann、M. Agari、K. Schierle-Arndt、and P. Erk、Emerging Thin-Film Photovoltaic Technologies、Chem. Ing. Tech. 2015、87、第4号、376-389 40
- 【非特許文献10】J. P. Clifford、G. Konstantatos、K. W. Johnston、S. Hoogland、L. Levina、and E. H. Sargent、Fast, sensitive and spectrally tunable colloidal quantum-dot photodetectors、Nature Nanotechnology 4、2009年1月
- 【非特許文献11】G. H. Carey、A. L. Abdelhady、Z. Ning、S. M. Thon、O. M. Bakr、and E. H. Sargent、Colloidi 50

dal Quantum Dot Solar Cells, Chem. Rev. 115(23), 2015, 12732-12763頁

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

したがって、本発明によって対処される問題は、この種の既知の装置および方法の不利点を少なくとも実質的に回避する、少なくとも1個の物体を光学的に検出する装置および方法を明確にすることである。特に、空間内の物体の位置を、可視光スペクトル範囲の光ビームだけでなく赤外光スペクトル範囲、特に近赤外光スペクトル範囲の光ビームも使用することによって判定するための、単純で費用効率が高いながらも信頼性のある、改善された空間検出器が望ましいと思われる。

10

【課題を解決するための手段】

【0024】

この課題は、独立特許請求項の特徴を有する本発明によって解決される。個別にまたは組み合わせて実現することができる本発明の有利な発展形態は、従属請求項および/または以下の明細書および詳細な実施形態において提示される。

【0025】

本明細書で使用されるとき、「有する」、「含む」および「含有する」という表現、ならびにそれらの文法上の変形は、非排他的な形で使用される。したがって、「AはBを有する」という表現、および「AはBを含む」または「AはBを含有する」という表現は、AはBのほかに、1個または複数のさらなる構成要素および/または成分を含有するという事実と、AにおいてB以外の構成要素、成分または要素が存在しない状況も指す場合がある。

20

【0026】

本発明の第1の態様において、特に少なくとも1個の物体の位置を具体的には少なくとも1個の物体の深度または深度と幅を基準として判定するための、光学検出用の検出器が開示される。

【0027】

「物体」は一般的に、生物物体および非生物物体から選択される1個の任意の物体であってもよい。したがって、一例として、少なくとも1個の物体は1個または複数の物品および/または1個の物品の1個または複数の部分を含み得る。付加的にまたは代替的に、物体は、少なくとも1個の生物および/またはその1つ以上の部分、例えばユーザなど人間および/または動物の1つ以上の身体部分であってもよい。

30

【0028】

本明細書で使用されるとき、「位置」は一般的に、空間内の物体の配置および/または配向に関する情報の任意の項目を指す。この目的に対し、一例として、1つまたは複数の座標系を使用してもよく、また物体の位置は1つ、2つ、または3つ以上の座標の使用によって判定され得る。一例として、1つまたは複数のデカルト座標系および/または他の種類の座標系が使用され得る。一例において、座標系は、検出器が所定の位置および/または配向を有する、検出器の座標系であってもよい。以下にてさらに詳しく概説されどおり、検出器は、検出器の主たる視野方向を構成し得る光軸を有し得る。光軸は、z軸など、座標系における1本の軸を形成し得る。さらに、1本または複数の付加的な軸、好ましくはz軸に対して垂直な軸を設けてもよい。

40

【0029】

したがって、一例として、検出器は、光軸がz軸を構成し、また付加的にz軸に対して垂直かつ互いに垂直であるx軸とy軸が提供され得る座標系を構成し得る。一例として、検出器および/または検出器の一部は、この座標系の原点など、この座標系における特定の点に所在し得る。この座標系において、z軸に平行または逆平行な方向を、縦方向と見なすことができ、またz軸に沿った座標を、縦方向座標と見なすことができる。縦方向に対して垂直な任意の方向を横方向と見なすことができ、x座標および/またはy座標を横

50

方向座標と見なすことができる。

【 0 0 3 0 】

あるいは、他の種類の座標系を使用してもよい。したがって、一例として、光軸が z 軸を形成する極座標系を使用することができ、また z 軸からの距離および極角を付加的座標として使用することができる。同じく、z 軸に平行または逆平行な方向を縦方向と見なすことができ、また z 軸に沿った座標を縦方向座標と見なすことができる。z 軸に対して垂直な任意の方向を横方向と見なすことができ、また極座標および / または極角を横方向座標と見なすことができる。

【 0 0 3 1 】

本明細書で使用されるとき、光学検出のための検出器は一般的に、少なくとも 1 個の物体の位置に関する情報のうち少なくとも 1 つの項目を提供するように適合される装置である。検出器は、固定式装置であるか、または移動式装置であってもよい。さらに、検出器は独立型装置であるか、あるいはコンピュータ、車両または他の装置など、別の装置の一部をも形成し得る。さらに、検出器は携帯型装置であってもよい。検出器の他の実施形態も実現可能である。

10

【 0 0 3 2 】

検出器は、実現可能な何らかの形で少なくとも 1 個の物体の位置に関する情報のうち少なくとも 1 つの項目を提供するように適合され得る。したがって、情報は例えば電子的、視覚的、聴覚的に、あるいはこれらの任意の組合せの形で提供され得る。情報はさらに、検出器のデータ記憶装置または別個の装置に保存するか、および / または無線インターフェースおよび / または有線インターフェースなど、少なくとも 1 つのインターフェースを介して提供することができる。

20

【 0 0 3 3 】

本発明に係る少なくとも 1 個の物体を光学的に検出する検出器は、

- 少なくとも 1 個の縦方向光学センサであって、少なくとも 1 つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも 1 つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、センサ領域は、少なくとも 1 つの光導電性材料を備え、光導電性材料の電気導電率は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は導電率に依存する、縦方向光学センサと、

30

- 少なくとも 1 個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する情報の少なくとも 1 つの項目を生成するよう設計される、評価装置とを含む。

【 0 0 3 4 】

本発明では、上に挙げた構成要素は別々の構成要素であってもよい。あるいは、上に挙げた構成要素のうち複数を 1 つの構成要素に一体化してもよい。さらに、少なくとも 1 個の評価装置は、転送装置および縦方向光学センサから独立した別個の評価装置として形成され得るが、好ましくは縦方向センサ信号を受信できるよう縦方向光学センサに接続され得る。あるいは、少なくとも 1 個の評価装置を完全にまたは部分的に、縦方向光学センサに一体化してもよい。

40

【 0 0 3 5 】

本明細書で使用されるとき、「縦方向光学センサ」は一般的に、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも 1 個の縦方向のセンサ信号を生成するよう設計された装置であり、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、いわゆる「F i P 効果」に従って、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。縦方向センサ信号は一般的に、深度と表わすこともできる縦方向位置の指標となる任意の信号であってもよい。一例として、縦方向センサ信号はデジタル信号および / またはアナログ信号であるか、またはこれを含み得る。一例として、縦方向センサ信号は電圧信号および / または電流

50

信号であるか、またはこれを含み得る。付加的にまたは代替的に、縦方向センサ信号はデジタルデータであるか、またはこれを含み得る。縦方向センサ信号は単一の信号値および/または一連の信号値を含み得る。縦方向センサ信号はさらに、複数の個別の信号を組み合わせることにより、例えば複数の信号の平均化によっておよび/または複数の信号の商の形成によって導き出される任意の信号をも含み得る。縦方向光学センサおよび縦方向センサ信号の潜在的実施形態については、国際公開第2012/110924A1号において開示されている光学センサを参照するとよい。

【0036】

本発明によれば、少なくとも1個の縦方向光学センサは少なくとも1つのセンサ領域を示し、センサ領域は少なくとも1種の光導電性材料を含む。本明細書で使用される時、「光導電性材料」という用語は、電流を持続する能力があることから特異的な導電性を示す材料を指し、具体的に、導電性は材料の照明に依存する。電気抵抗は導電性の逆値として定義されることから、代替的に、「光抵抗性材料」という用語も同種の材料の命名に使用され得る。この種の材料においては、電流を少なくとも1個の第1の電気接点経由で材料を通じて少なくとも1個の第2の電気接点へと誘導することができ、第1の電気接点は第2の電気接点から隔離される一方、第1の電気接点および第2の電気接点はいずれも材料と直接接続されている。この目的に対し、直接接続は、高導電性物質、特に金、銀、白金またはパラジウムなどの金属、ならびに前述の金属のうち少なくとも1種を含む合金に、接点領域におけるめっき、溶接、はんだ付け、または蒸着など最新技術から既知の任意の措置を施すことによって提供され得る。

【0037】

さらに、縦方向光学センサのセンサ領域は少なくとも1つの光ビームによって照らされる。照明の総出力が同じである場合、センサ領域の導電性は結果的に、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、ビーム断面積はセンサ領域内で入射ビームによって生成される「スポットサイズ」と表わすことができる。このように、光導電性材料の導電性が、光導電性材料を含むセンサ領域における入射光ビームによる照明の範囲に依存するという観察可能な特性は特に、同じ総出力を含むけれども生成するスポットサイズが異なる2つの光ビームはセンサ領域内の光導電性材料の電気導電率について異なる値を提供し、結果的に相互に区別可能であるという状況を達成するものである。

【0038】

さらに、縦方向センサ信号は電圧信号および/または電流信号など電気信号の印加によって決定付けられることから、縦方向センサ信号を判定する際は電気信号によって横断される材料の導電性が考慮に入れられる。以下にてさらに詳しく説明するとおり、縦方向光学センサと直列に採用されるバイアス電圧ソースおよび負荷抵抗器の適用が、好ましくは本発明において使用され得る。結果として、センサ領域内に光導電性材料を含む縦方向光学センサは原則として、縦方向センサ信号の記録から、例えば少なくとも2つの縦方向センサ信号や、ビーム断面積に関する情報の少なくとも1つの項目、具体的にはビーム直径の比較などによって、センサ領域内の光ビームのビーム断面積を判定することを可能にする。

【0039】

さらに、センサ領域内の光ビームのビーム断面積は、前述のF i P効果に従って、照明の総出力が同じである場合、センサ領域に衝突する光ビームを放出または反射する物体の縦方向位置または深度に依存することから、縦方向光学センサを、個々の物体の縦方向位置の判定に適用することができる。

【0040】

国際公開第2012/110924A1号から既知であるとおり、縦方向光学センサはセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1個の縦方向センサ信号を生成するよう設計され、センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域上での照明のビーム断面積に依存する。一例として、光電流Iの測定結果がレンズの位置の関数として提供される場合、レンズは縦方向光学センサのセンサ領域上への電磁放射の焦点を合わせるよう構

10

20

30

40

50

成設定される。測定中、レンズはセンサ領域と直角な方向を向いている縦方向光学センサに対して、結果的にセンサ領域上の光点の直径が変化する形で動かされる。この特定の例では、光起電装置、特に色素太陽電池がセンサ領域内の材料として採用され、縦方向光学センサの信号、この場合、光電流は、レンズの焦点での最大以外では、光電流がその最大値の10%未満にまで低下するように、明らかに照明の幾何形状に依存する。

【0041】

この効果は、センサ領域内の材料としてシリコンダイオードやゲルマニウムダイオードを使用することによって実行される同様の測定に関して、特に顕著である。この場合、従来型の光学センサが使用されるが、センサ信号は、総出力が同じである場合、センサ領域の照明の幾何形状とは実質的に無関係である。このように、F i P効果に従って、縦方向センサ信号は、総出力が同じである場合、センサ領域上またはセンサ領域内の光点における1つまたは複数の集束および/または1つまたは複数の特定のサイズについて、少なくとも1つの顕著な最大値を示す。比較を目的に、該当する材料に衝突する光ビームの断面積が最小限であるという条件、例えば光学レンズによって影響される焦点又は焦点付近に材料が位置し得るといった条件での縦方向センサ信号の最大値の観察を、「正のF i P効果」と呼ぶことができる。これまでに認められた範囲で言えば、前述の光起電装置、特に色素太陽電池は、上記のような状況下で正のF i P効果をもたらす。

【0042】

本発明によれば、センサ領域の照明に依存する形で少なくとも1個の縦方向センサ信号を生成するよう設計される縦方向光学センサでの採用に適する材料のさらなる区分として、光導電性材料が提案され、センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域上での照明のビーム断面積に依存する。以下にてさらに詳しく説明するとおり、この区分に該当する光導電性材料は「負のF i P効果」を示す可能性があり、これは正のF i P効果の定義と呼応する形で、該当する材料に衝突する光ビームの断面積が最小限であるという条件、特に光学レンズによって影響される焦点または焦点付近に材料が位置し得るといった条件下での、縦方向センサ信号の最小値の観察を指す。結果的に、光導電性材料は、好ましくは負のF i P効果の出現が有利または必要となり得る状況下で使用され得る。

【0043】

これに関して、本明細書において光導電性材料と光起電材料との違いを取り上げることができる。光起電材料を含む縦方向光学センサでは、個々のセンサ領域の照明が、判定対象となる光電流または光電圧を提供し得る電荷担体を生成し得る。一例として、光ビームが光起電材料に入射し得る場合、材料の価電子帯内に存在し得る電子がエネルギーを吸収することによって励起され、電子が自由導電性電子として挙動し得る伝導帯へとジャンプし得る。反対に、光導電性材料を含む縦方向光学センサでは、センサ領域の抵抗性が該当するセンサ領域の照明によって変化し得ることにより、材料において観察可能な導電性の変化を、材料全体にわたり印加される電圧の変動によって、または、例えば材料全体にわたるバイアス電圧の印加によるなどの材料経路で印加される電流値の変化の中の変動によって、監視することができる。

【0044】

この目的に対し、バイアス電圧ソースおよび負荷抵抗器を、特に縦方向光学センサと直列接続する形で採用することができる。本明細書で使用されるとき、「バイアス電圧ソース」という用語は一般的に、縦方向光学センサの材料全体にわたりバイアス電圧を印加するよう構成設定されている装置を指す。したがって、縦方向光学センサの特性は、バイアシング装置によって電氣的に調整可能であってもよい。本発明では、縦方向光学センサに少なくとも1つのバイアス電圧を印加するよう、バイアシング装置を構成設定することができる。以下にてさらに詳しく概説するとおり、縦方向光学センサの特性は、異なるバイアス電圧の使用によって調整可能であってもよい。

【0045】

光導電性材料の挙動を光起電材料と比較した場合のこの違いは、生成される電荷担体の密度が光子放射照度に比例し得るといった合理的想定によって説明され得るが、担体密度が

10

20

30

40

50

高くなると、電子 - ホール再結合の確率が高くなる可能性があり、これは「オージェ再結合」とも呼ばれ得る。本発明では、オージェ再結合を支配的損失機構と捉えることができる。したがって、光子放射照度が増大し得る場合、担体の寿命が短くなる可能性があり、これは光導電性材料において前述の効果をもたらす結果となり得る。結果として、光導電性材料を含む縦方向光学センサは、概して、光起電材料を含む既知の縦方向光学センサの特性とは著しく異なり得る挙動を示し得る。

【0046】

本発明の目的上、縦方向光学センサのセンサ領域に使用される光導電性材料は、好ましくは無機光導電性材料、有機光導電性材料、それらの組み合わせおよび/またはそれらの固溶体および/またはそれらのドーピング変形を含み得る。本明細書で使用されるとき、「固溶体」という用語は、少なくとも1種の溶質が溶媒中に含まれ得ることによって均一相が形成され、溶媒の結晶構造が一般的に溶質の存在によって不変となり得る、光導電性材料の状態を指す。例として、2成分のCdTeをZnTe中で溶解させて $Cd_{1-x}Zn_xTe$ に至らしめることができ、式中、xの値は0から1の範囲で変動し得る。本明細書でさらに使用されるとき、「ドーピング変形」という用語は、光導電性材料において、材料自体の成分とは別に個別の原子が、非ドーピング状態の固有原子によって占有される結晶内のサイトに導入される状態を指し得る。例として、シリコン結晶の化学的および/または物理的特性の修正を目的に、純粋なシリコン結晶を1個または複数のホウ素、アルミニウム、ガリウム、インジウム、リン、ヒ素、アンチモン、ゲルマニウムまたは他の原子でドーピングすることができる。

【0047】

これに関して、無機光導電性材料は特に、1種または複数種のセレン、テルル、セレン - テルル合金、金属酸化物、第4族の元素または化合物、すなわち第4族に属する元素または少なくとも1種の第4族元素を含む化合物、第3族 - 第5族化合物、すなわち少なくとも1種の第3族元素と少なくとも1種の第5族元素を含む化合物、第2族 - 第6族化合物、すなわち一方で少なくとも1種の第2族元素または少なくとも1種の第12族元素を含み、他方で少なくとも1種の第6族元素を含む化合物、および/または好ましくは硫化物カルコゲニド、セレン化物カルコゲニド、三元カルコゲニド、四元以上のカルコゲニドから成る群から選択され得るカルコゲニドを含み得る。ただし、他の無機光導電性材料も同様に適切であり得る。

【0048】

セレン (Se) に関して、この材料は長年にわたり、光導電性を示すことから初期のテレビジョン、ビジコンカメラチューブおよび乾式複写法において採用されてきたことが知られており、さらに光導電性セルのセンサ領域にも使用することができると言える。セレン - テルル合金に関して、P. H. Keck, *Photoconductivity in Vacuum Coated Selenium Films*, *J. Opt. Soc. of America*, 42, 221 - 225頁, 1952では、5から9重量%のテルルの追加を含む結果、テルルの追加を含まないセレン層と比べ光導電性を高めることが可能であり、さらに、400nmから800nmの光学スペクトル範囲全体にわたり高いスペクトル応答を生み出す光導電性セレン層について記述している。さらに、光導電特性を提供するため、米国特許第4,286,035A号では、セレン - テルル合金において、少なくとも1種のハロゲンの濃縮物を5ppmから500ppmの範囲で光導電層へ同時に追加することにより、テルル量をさらに5重量%から最大20重量%増やすことができ、ハロゲンはフッ素、塩素、臭素およびヨウ素から成る群から選択されるということを開示している。

【0049】

前述のとおり、カルコゲニドは、好ましくは硫化物カルコゲニド、セレン化物カルコゲニド、テルル化物カルコゲニド、三元カルコゲニド、四元以上のカルコゲニドから成る群から選択され、好ましくは縦方向光学センサのセンサ領域の光導電性材料としての使用に適切となり得る。この選好は特に、この種の材料が既に、赤外光スペクトル範囲向けの光

10

20

30

40

50

検出器を含め、多数の様々な応用分野において費用効率と信頼性の双方を有することが既知であるという理由に基づくものであってもよい。

【0050】

特に、硫化物カルコゲニドは硫化鉛 (PbS)、硫化カドミウム (CdS)、硫化亜鉛 (ZnS)、硫化水銀 (HgS)、硫化銀 (Ag_2S)、硫化マンガン (MnS)、三硫化ビスマス (Bi_2S_3)、三硫化アンチモン (Sb_2S_3)、三硫化ヒ素 (As_2S_3)、硫化スズ (II) (SnS)、二硫化スズ (SnS_2)、硫化インジウム (In_2S_3)、硫化銅 (CuS または Cu_2S)、硫化コバルト (CoS)、硫化ニッケル (NiS)、二硫化モリブデン (MoS_2)、二硫化鉄 (FeS_2)、および三硫化クロム (CrS_3) から成る群から選択され得る。

10

【0051】

特に、セレン化物カルコゲニドはセレン化鉛 ($PbSe$)、セレン化カドミウム ($CdSe$)、セレン化亜鉛 ($ZnSe$)、三セレン化ビスマス (Bi_2Se_3)、セレン化水銀 ($HgSe$)、三セレン化アンチモン (Sb_2Se_3)、三セレン化ヒ素 (As_2Se_3)、セレン化ニッケル ($NiSe$)、セレン化タリウム ($TlSe$)、セレン化銅 ($CuSe$ または Cu_2Se)、二セレン化モリブデン ($MoSe_2$)、セレン化スズ ($SnSe$)、セレン化コバルト ($CoSe$)、およびセレン化インジウム (In_2Se_3) から成る群から選択され得る。さらに、この種の上記の化合物または他の化合物の固溶体および/またはドーブ変形も実現可能と考えられる。

20

【0052】

特に、テルル化物カルコゲニドはテルル化鉛 ($PbTe$)、テルル化カドミウム ($CdTe$)、テルル化亜鉛 ($ZnTe$)、テルル化水銀 ($HgTe$)、テルル化ビスマス (Bi_2Te_3)、三テルル化ヒ素 (As_2Te_3)、三テルル化アンチモン (Sb_2Te_3)、テルル化ニッケル ($NiTe$)、テルル化タリウム ($TlTe$)、テルル化銅 ($CuTe$)、二テルル化モリブデン ($MoTe_2$)、テルル化スズ ($SnTe$)、テルル化コバルト ($CoTe$)、テルル化銀 (Ag_2Te)、およびテルル化インジウム (In_2Te_3) から成る群から選択され得る。さらに、この種の上記の化合物または他の化合物の固溶体および/またはドーブ変形も実現可能と考えられる。

【0053】

特に、三元カルコゲニドはテルル化水銀カドミウム ($HgCdTe$ 、 MCT)、テルル化水銀亜鉛 ($HgZnTe$)、硫化水銀カドミウム ($HgCdS$)、硫化鉛カドミウム ($PbCdS$)、硫化鉛水銀 ($PbHgS$)、二硫化銅インジウム ($CuInS_2$ 、 CIS)、硫セレン化カドミウム ($CdSSe$)、硫セレン化亜鉛 ($ZnSSe$)、硫セレン化タリウム ($TlSSe$)、硫化カドミウム亜鉛 ($CdZnS$)、硫化カドミウムクロム ($CdCr_2S_4$)、硫化水銀クロム ($HgCr_2S_4$)、硫化銅クロム ($CuCr_2S_4$)、セレン化カドミウム鉛 ($CdPbSe$)、二セレン化銅インジウム ($CuInSe_2$)、ヒ化インジウムガリウム ($InGaAs$)、硫化一酸化鉛 (Pb_2OS)、セレン化一酸化鉛 (Pb_2OSe)、硫セレン化鉛 ($PbSSe$)、セレン化テルル化ヒ素 (As_2Se_2Te)、リン化インジウムガリウム ($InGaP$)、ヒ化リン化ガリウム ($GaAsP$)、リン化アルミニウムガリウム ($AlGaP$)、亜セレンカドミウム ($CdSeO_3$)、テルル化カドミウム亜鉛 ($CdZnTe$)、およびセレン化カドミウム亜鉛 ($CdZnSe$)、前述の2成分カルコゲニドおよび/または2成分第3族 - 第5族化合物に属する化合物の適用によるさらなる組み合わせから成る群から選択され得る。さらに、この種の上記の化合物または他の化合物の固溶体および/またはドーブ変形も実現可能と考えられる。

30

40

【0054】

四元以上のカルコゲニドに関して、この種の材料は適切な光導電特性を示すことが既知と考えられる四元以上のカルコゲニドから選択され得る。特に、 $Cu(In, Ga)S/Se_2$ または $Cu_2ZnSn(S/Se)_4$ の組成を有する化合物はこの目的に対し実現可能と考えられる。

50

【0055】

第3族 - 第5族化合物に関して、この種の半導体材料はアンチモン化インジウム (InSb)、窒化ホウ素 (BN)、リン化ホウ素 (BP)、ヒ化ホウ素 (BA₃S)、窒化アルミニウム (AlN)、リン化アルミニウム (AlP)、ヒ化アルミニウム (AlAs)、アンチモン化アルミニウム (AlSb)、窒化インジウム (InN)、リン化インジウム (InP)、ヒ化インジウム (InAs)、アンチモン化インジウム (InSb)、窒化ガリウム (GaN)、リン化ガリウム (GaP)、ヒ化ガリウム (GaAs)、およびアンチモン化ガリウム (GaSb) から成る群から選択され得る。さらに、この種の上記の化合物または他の化合物の固溶体および/またはドーパ変形も実現可能と考えられる。

【0056】

第2族 - 第6族化合物に関して、この種の半導体材料は硫化カドミウム (CdS)、セレン化カドミウム (CdSe)、テルル化カドミウム (CdTe)、硫化亜鉛 (ZnS)、セレン化亜鉛 (ZnSe)、テルル化亜鉛 (ZnTe)、硫化水銀 (HgS)、セレン化水銀 (HgSe)、テルル化水銀 (HgTe)、テルル化カドミウム亜鉛 (CdZnTe)、テルル化水銀カドミウム (HgCdTe)、テルル化水銀亜鉛 (HgAnTe)、およびセレン化水銀亜鉛 (CdZnSe) から成る群から選択され得る。ただし、他の第2族 - 第6族化合物も実現可能と考えられる。さらに、この種の上記の化合物または他のこの種の化合物の固溶体も該当し得る。

【0057】

さらに好適な一実施形態において、光導電性材料は量子ドットを含むコロイド膜の形で提供され得る。同じ材料の均一層に関して少しまたは大幅に修正された化学的および/または物理的特性を示し得る、光導電性材料の、この状態は、コロイド量子ドット (CQD) と表わすこともできる。本明細書で使用されるとき、「量子ドット」という用語は、光導電性材料において、光導電性材料が電子またはホールなど、3つの空間次元すべてにおいて通常は「ドット」と呼ばれる小さい容積に閉じ込められる、導電性粒子を含み得る状態を指す。本発明において、量子ドットは、簡単に言えば、前述の粒子容積とほぼ同じとなり得る球の直径と捉えることができるサイズを示し得る。この好適な実施形態において、光導電性材料の量子ドットは特に、1 nm から 100 nm、好ましくは 2 nm から 100 nm、より好ましくは 2 nm から 15 nm の範囲のサイズを示し得る。したがって、特定の薄膜に実際に含まれる量子ドットが示し得るサイズが特定の薄膜の厚さよりも少ない、光導電性材料の量子ドットを含む薄膜は 1 nm から 100 nm、好ましくは 2 nm から 100 nm、より好ましくは 2 nm から 15 nm の範囲の厚さを示し得る。実際、量子ドットは、界面活性剤分子で塞がれ、コロイド膜を形成するよう溶液中で分散させることができる、ナノメートル規模の半導体結晶を含み得る。本発明において、界面活性剤分子は、コロイド膜内の個々の量子ドット間の平均距離を、特に選択された界面活性剤分子の近似空間拡張の結果として判定することができるよう、選択され得る。さらに、リガンドの合成次第で量子ドットは親水特性を示す場合もあれば、疎水特性を示す場合もある。CQD は気相、液相、または固相のアプローチの適用によって生成され得る。本発明により、多様な CQD 合成方法を、特に溶射、コロイド合成、またはプラズマ合成など既知のプロセスの採用によって実行することができる。ただし、他の生産プロセスも実現可能と考えられる。

【0058】

この好適な実施形態ではさらに、光導電性材料は好ましくは前述の光導電性材料のうち1種から、より好ましくは硫化鉛 (PbS)、セレン化鉛 (PbSe)、テルル化鉛 (PbTe)、テルル化カドミウム (CdTe)、リン化インジウム (InP)、硫化カドミウム (CdS)、セレン化カドミウム (CdSe)、アンチモン化インジウム (InSb)、テルル化水銀カドミウム (HgCdTe、MCT)、硫化銅インジウム (CIS)、セレン化銅インジウムガリウム (CIGS)、硫化亜鉛 (ZnS)、セレン化亜鉛 (ZnSe)、ペロブスカイト構造材料 ABC₃ (式中、A はアルカリ金属または有機陽イオンを表わし、B は Pb、Sn または Cu であり、C はハロゲン化物を表わす)、および硫化

10

20

30

40

50

銅亜鉛スズ(CZTS)から成る群から選択され得る。さらに、この種の上記の化合物または他の化合物の固溶体および/またはドーブ変形も実現可能と考えられる。この種の材料のコアシェル構造も実現可能と考えられる。ただし、他の光導電性材料も実現可能と考えられる。

【0059】

特定の一実施形態において、光導電性材料の量子ドットを含む薄膜を、2つの個別の導電層、すなわち第1の導電層と第2の導電層との間に配列することができる。本発明では、2つの個別の導電層を、好ましくはサンドイッチ構造の形で配列することができ、すなわち薄膜が第1の導電層および第2の導電層の両方と隣接し得る一方、第1の導電層と第2の導電層は互いに離れた状態であってもよい。この特定の実施形態において、第1の導電層は、好ましくは入射光ビームに関して少なくとも一部が光学的に透明な特性を示すよう選択され得る。結果として、入射光ビームの少なくとも一部が、光導電性材料のコロイド量子ドットを含む薄膜に到達するよう第1の導電層を通過可能となり得る。この目的に対し、第1の導電層は、特に、少なくとも部分的に透明の半導体材料を含んでいてもよく、半導体材料は好ましくは少なくとも部分的に透明の半導体金属酸化物またはそのドーブ変形から成る群から選択され得る。本発明では、半導体材料は特に、既知の少なくとも1種の透明な金属酸化物、特にインジウムスズ酸化物(ITO)、フッ素ドーブスズ酸化物($\text{SnO}_2:\text{F}$ 、FTO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化アルミニウム亜鉛(AZO)、アンチモンズ酸化物($\text{SnO}_2/\text{Sb}_2\text{O}_5$)、またはペロブスカイト透明導電性酸化物(SrVO_3 または CaVO_3 など)から、あるいは銀ナノワイヤーなど金属ナノワイヤーから選択され得る。

【0060】

前述の通り、第1の導電層は、好ましくは、入射光ビームの少なくとも一部がコロイド量子ドットを含む薄膜に到達するために第1の導電層を通過することができるよう、少なくとも一部が光学的に透明な特性を示すよう選択され得る。代替的または付加的に、第2の導電層もこのように、少なくとも一部が光学的に透明な特性を示すよう選択され得る。他方、第1の導電層が既に少なくとも部分的に透明であり得る場合、より多種多様な材料を、光学的に不透明な材料を含め、第2の導電層向けに採用することができる。このように、第2の導電層は、既知の蒸着技法によって容易に提供され得る蒸着金属層を含み得る。特に、蒸着金属層は銀、アルミニウム、白金、マグネシウム、クロム、チタンまたは金のうち1種または複数を含み得る。あるいは、第2の導電層はグラフェンの層を含み得る。

【0061】

代替的な一実施形態において、導電性有機ポリマー層を第2の導電層として採用することができる。本発明ではポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT)またはPEDOTとポリスチレンスルホン酸(PEDOT:PSS)の分散物を導電性ポリマーとして選択することができる。さらに、特に良好な電子接点を可能にするため、各々が蒸着金属接点を含み得る少なくとも2個の別々の電極を有する分割電極を、導電性ポリマー層の頂部に配列することができる。本発明では、蒸着金属接点は特に銀、アルミニウム、白金、マグネシウム、クロム、チタンまたは金のうち1種または複数を含み得る。あるいは、2個の別々の電極のうち少なくとも1個がグラフェン層を含み得る。

【0062】

この実施形態では、ショットキーバリアは、付加的に、量子ドットを含む薄膜と、ショットキーバリアを形成するのに十分な特性を示し得る1つの導電層との間の界面で形成し得る。一般的な用法として、「ショットキーバリア」という用語は、半導体層と隣接する金属層との間の境界層で出現し得る電子にとってのエネルギーバリアを指し、これは以下にてもっと詳しく記述するオーミック接触とは対照的に、例えば、ダイオードとして使用されているショットキーバリアを含む電子要素を許容する整流特性を示す。例として、透明なインジウムスズ酸化物(ITO)電極など第1の透明導電層を横断し得る入射光ビームは、量子ドットを含む薄膜内に電荷担体、すなわち電子とホールを生成し得る。さらに

、電荷担体は、透明な第1の導電層、および好ましくはアルミニウム電極であってもよい第2の導電層の両方へ向かう境界域で収集され得る。結果として、第1の導電層と薄膜との間の界面に位置するショットキーバリアへ向かう薄膜内に空乏領域が形成し得る一方、薄膜の残存容積はp型半導体層として挙動し得る。

【0063】

特別な一実施形態において、付加的に、第1の導電層と、コロイド量子ドットを含む光導電性材料の薄膜との間に阻止層を配列することができる。本明細書で使用されるとき、「阻止層」という用語は、電子的要素内の隣接層に関して、例えば隣接層の短絡防止、または隣接層のうち1つによってイオンなど逆帯電粒子が提供されるにつれ透過する導電性粒子が他の隣接層内で再結合するのを防止するといった影響を、導電性粒子、特に電子またはホールの透過経路に及ぼすよう適応され得る薄膜を指す。この特別な実施形態において、阻止層は、好ましくは導電性材料、特に二酸化チタン(TiO_2)または酸化亜鉛(ZnO)のうち1種または複数の薄膜を含み得る。この特別な実施形態において、阻止層はn型接点の役割を果たし得、また量子ドットは通常、p型の実体であることから、p-n接合を提供し得る。量子ドットがn型の実体であってもよく、したがってp型の阻止層、例えば酸化モリブデン(MoO_3)の層を含み得るといふ、代替的設定も可能となり得る。

10

【0064】

金属酸化物に関して、この種の半導体材料は、光導電性を示し得る既知の金属酸化物、特に酸化銅(II)(CuO)、酸化銅(I)(Cu_2O)、酸化ニッケル(NiO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化銀(Ag_2O)、酸化マンガン(MnO)、二酸化チタン(TiO_2)、酸化バリウム(BaO)、酸化鉛(PbO)、酸化セリウム(CeO_2)、酸化ビスマス(Bi_2O_3)、酸化カドミウム(CdO)、フェライト(Fe_3O_4)、およびペロブスカイト酸化物(ABC_3 、式中、Aは二価陽イオン、Bは四価陽イオン、Cは酸素を表わす)から成る群から選択され得る。さらに、三元または四元以上の金属酸化物も該当し得る。さらに、この種の上記の化合物または他の化合物の固溶体および/またはドーピング変形のうち、化学量論的化合物または非化学量論的化合物に該当し得るものも実現可能と考えられる。後でさらに詳しく説明するとおり、透明性または半透明性をも同時に示し得る金属酸化物の選択が好ましい場合がある。

20

【0065】

第4族の元素または化合物に関して、この種の半導体材料はドーピングダイヤモンド(C)、ドーピングシリコン(Si)、シリコンカーバイド(SiC)、およびシリコンゲルマニウム(SiGe)から成る群から選択され得、半導体材料は結晶質の半導体材料、または好ましくは微晶質もしくは非晶質の半導体材料から選択され得る。高い抵抗性、長い電荷担体寿命と、低い表面再結合率とを、特に同時に示し得る、シリコンベースの光導電体を提供するため、低いドーパント濃度および低い欠陥密度を含むドーピングシリコン、例えばシリコンフラットゾーンウェハー内に存在するシリコンが、好ましくは選択され得る。この目的に対し、シリコンウェハーは特に、

30

- ドーパント材料の原子における 10^{13} cm^{-3} 、 10^{12} cm^{-3} 、 10^{11} cm^{-3} またはもっと低いドーパント濃度と、

40

- $5 \cdot 10^2 \cdot \text{ cm}$ 、好ましくは $5 \cdot 10^3 \cdot \text{ cm}$ 、より好ましくは $10^4 \cdot \text{ cm}$ 、またはもっと高い電気抵抗と、

- $500 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $300 \mu\text{m}$ から $1 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $10 \mu\text{m}$ の範囲の厚さとを、一方では所望の長い電荷担体寿命を提供するために、他方では目標波長において有意な量の光を吸収する上で十分な量の材料を提供するために示し得る。

【0066】

特に好適な一実施形態において、光導電性材料はいわゆる「オーミック接触」によって接触され得る。本発明で使用されるとき、オーミック接触とは、オームの法則に従って線形の電流対電圧比を示すが、別途記載されているような光起電特性を一切含まない電氣的

50

接合を指し得る。対照的に、線形の電流対電圧比を示さない電氣的接合を、「非オーミック」と呼ぶことができる。これに関して、非オーミック接触は一般的に多数の実施形態において出現することが知られており、例として本明細書の中で別途記載されているような p - n 接合やショットキーバリアが挙げられるが、これらに限定されるわけではない。オーミック接触を提供するため、金、銀、銀 - ニッケル、銀 - 鉄、銀 - 黒鉛、銀 - 酸化カドミウム、銀 - 酸化スズ、銅、白金、パラジウム、パリネイ合金、インジウム、ガリウム、インジウムアマルガム、またはグラフェンを採用することができ、インジウムまたはガリウムは好ましくは硫化カドミウム (CdS) と組み合わせ使用することができる一方、インジウムアマルガムは特に他の第 2 族 - 第 6 族の化合物との使用に適すると考えられる。ただし、実際の生産プロセスの詳細次第で、オーミック接触接合が得られる場合もあれば、非オーミック接合が得られる場合もある。

10

【0067】

一般的に、三次元結晶構造を有し、光学ギャップが用途のスペクトル領域に近いかまたはそれ未満である半導体材料が関心の的になると考えられるのは、さらなる材料でのドーピングによる、またはナノ結晶質、微晶質もしくは非晶質の構造の獲得による、のいずれかによってトラップレベルが導入され得る場合である。ドーピングは特に、半導体のバンド構造、好ましくは伝導バンドをドーピング材料のエネルギーレベルによって、好ましくはエネルギー的に伝導バンドよりも高いかまたは低いエネルギーレベルによって増強することができる形で、金属原子または塩を半導体へ追加することによって達成され得る。特定の一例として、F. Stoeckmann, Superlinear photoc conductivity, Phys. Stat. Solidi 34, 751 - 757, 1969 によれば、正の F i P 効果および負の F i P 効果の両方を光導電性材料中で達成することができ、この場合、光導電性材料は、選択された光導電性材料内でのトラップおよび/または再結合の中心の位置および/または濃度が異なる状態の影響を受ける可能性がある。

20

【0068】

代替的にまたは付加的に、有機光導電性材料は特に、有機化合物、特に適切な光導電性を含むことが既知と考えられる有機化合物、好ましくは一般的に乾式複写法で使用される化合物であるポリビニルカルバゾールであるか、またはこれを含み得る。ただし、他にも、以下にて詳述する多数の有機分子が実現可能と考えられる。

30

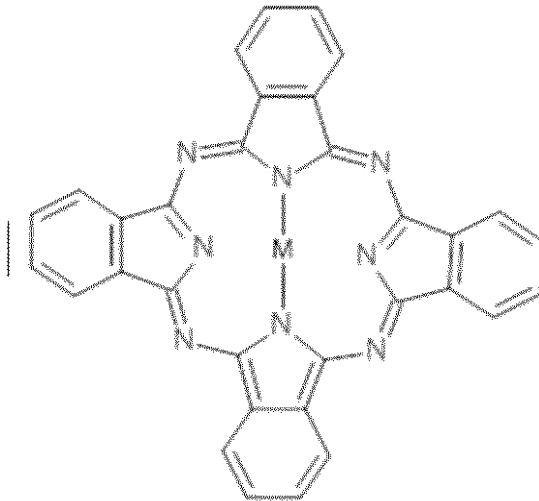
【0069】

印刷システムおよび撮像システムについては、P. Gregory 編、Chemistry and Technology of printing and imaging systems, Chapman & Hall, 1996、第 4 章、R. S. Ga irns, Electrophotography, 76 - 112 頁の記事を参照するとよく、同文献には乾式複写法技術や、乾式複写法で使用される個々の光導電体が記載されている。本明細書では、特定の一例として、R. M. Schaffert, IBM J. Res. Develop., 1971, 75 - 89 頁によって初めて紹介され、ドナー分子としてのポリビニルカルバゾール (1) およびアクセプタ分子としてのトリニトロフルオレノン (2) に基づく電荷移動錯体を含むシステムを使用することができる。

40

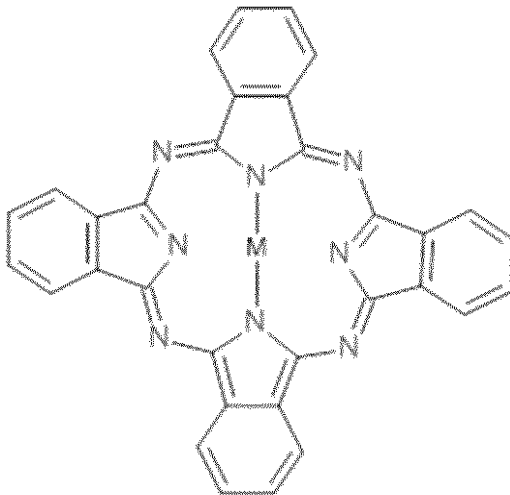
【0070】

【化2】



(3)

10



(4)

20

30

式中、金属フタロシアニン(4)は好ましくはマグネシウム(Mg)、銅(Cu)、ゲルマニウム(Ge)または亜鉛(Zn)から、あるいはAl-Cl、Ga-Cl、In-Cl、TiOCl、VO、TiO、HGa、Si(OH)₂、Ge(OH)₂、Sn(OH)₂またはGa(OH)のうちいずれか1つなど無機化合物中に含まれる金属から選択される金属Mを含み得る。

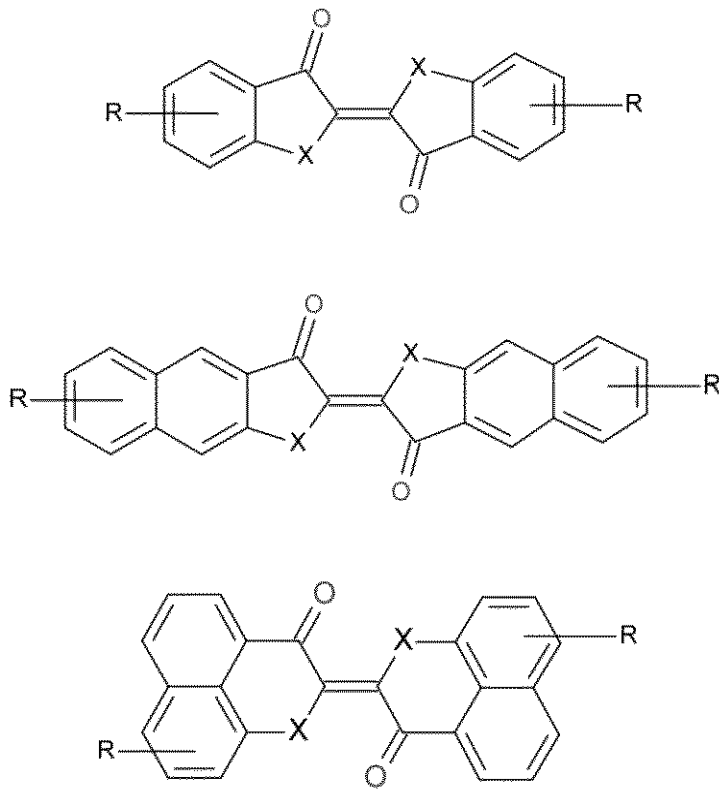
40

【0075】

インジゴイド色素については米国特許第4,952,472A号を参照するとよく、同文献では以下の3つの構造(5a、5b、5c)が開示されており、式中、XはO、SまたはSeであってもよい。

【0076】

【化3】



10

20

上: (5a), 中: (5b), 下: (5c)

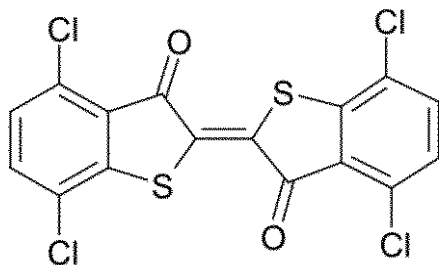
【0077】

本発明では、好適なインジゴイドは化合物4, 4', 7, 7'-テトラクロロチオインジゴ(6)を含み得、これは例えばK. Fukushima et al., Crystal Structures and PhotocARRIER Generation of Thioindigo Derivatives, J. Chem. Phys. B, 102, 1988, 5985 - 5990頁において開示されている。

30

【0078】

【化4】



40

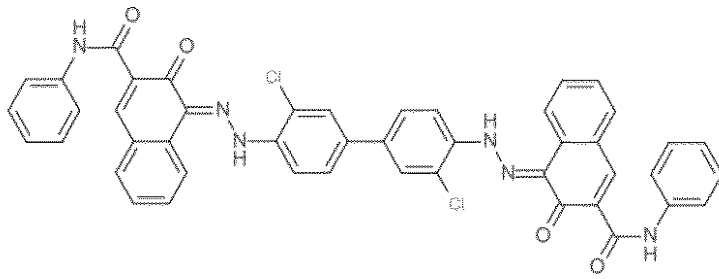
(6)

【0079】

ビスアゾ顔料に関して、好適な一例としてクロロジアンブルー(7)が挙げられ、これは以下の構造を含む。

【0080】

【化5】



(7)

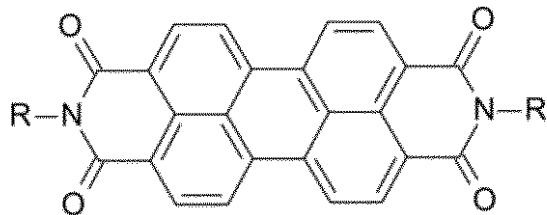
10

【0081】

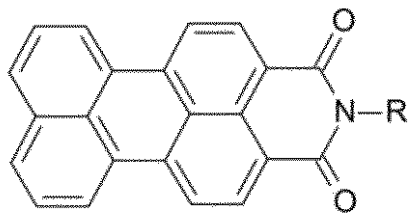
ペリレン誘導体に関して、好ましくはペリレンビスイミド(8a)またはペリレンモノイミド(8b)を光導電性有機材料として使用することができ、式中、Rは有機残基、好ましくは分岐または非分岐のアルキル鎖である。

【0082】

【化6】



20



30

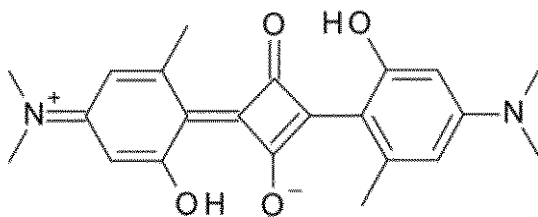
上: (8a), 下: (8b)

【0083】

スクアリリウム色素に関して、好適な一例は以下の分子(9)を含み得る。

【0084】

【化7】



40

(9)

【0085】

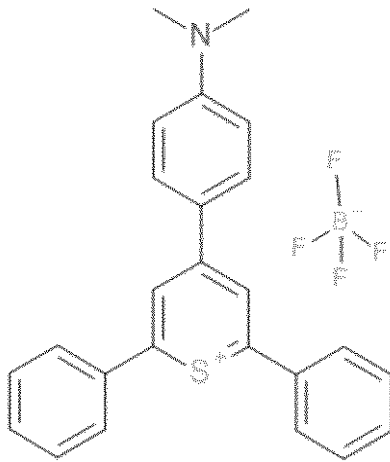
チアピリリウム色素に関して、好適な一例は以下の構造を有する分子(10)を含み得

50

る。

【 0 0 8 6 】

【 化 8 】



(10)

10

【 0 0 8 7 】

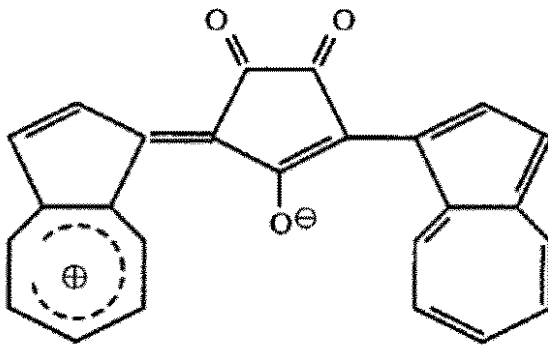
さらに、米国特許第 4, 565, 761 A 号では、以下の好適な化合物 (1 1) など、

20

多数のアズレニウム色素を開示している。

【 0 0 8 8 】

【 化 9 】



(11)

30

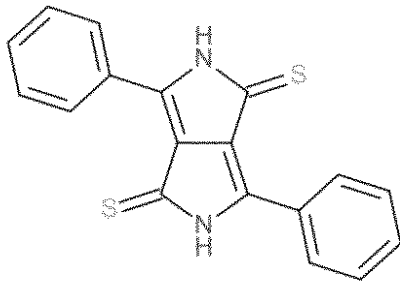
【 0 0 8 9 】

ジチオケトピロロピロールに関して、米国特許第 4, 760, 151 A 号では、以下の好適な化合物 (1 2) など、多数の化合物を開示している。

【 0 0 9 0 】

40

【化10】



(12)

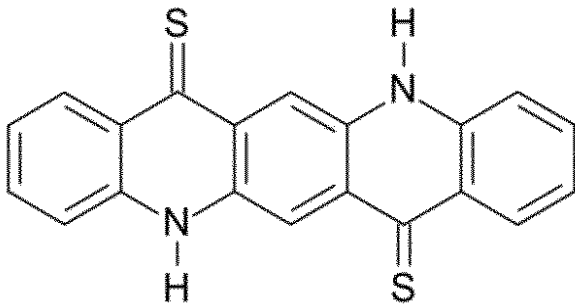
10

【0091】

キナクリドンに関して、米国特許第4,760,004A号では、以下の好適な光導電性化合物(13)を含め、様々なチオキナクリドンおよびイソチオキナクリドンを開示している。

【0092】

【化11】



(13)

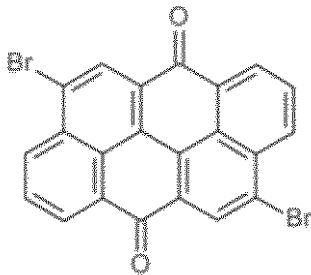
20

【0093】

前述のとおり、ジプロモアントロン(14)などさらなる有機材料も、本発明に係る検出器に使用する上で十分な光導電性を示し得る。

【0094】

【化12】



(14)

40

【0095】

さらに、例えば米国特許第3,112,197A号または欧州特許第0,112,169A2号またはこれらの文献に記載の個々の参考文献においてさらに指定されているもの

50

など、少なくとも1種の光導電体および少なくとも1種の増感剤を含む混合物も、本発明に係る検出器での使用に適切となり得る。相応に、色素増感剤を含む光導電層を、この目的に使用することができる。

【0096】

好ましくは、電子ドナー材料および電子アクセプタ材料は、光導電性材料を混合物の形で含む層内に含まれ得る。一般的な用法として、「混合物」という用語は複数の個別の化合物の配合に関し、個別の化合物は混合物内で各々の化学的同一性を維持する。特に好適な一実施形態において、混合物は電子ドナー材料および電子アクセプタ材料を1:100から100:1、より好ましくは1:10から10:1、特に1:2から2:1、例えば1:1の比率で含み得る。ただし、個々の化合物の他の比率も、特に関係する個々の化合物の種類および数に応じて該当し得る。好ましくは、混合物の形で含まれる電子ドナー材料および電子アクセプタ材料は、電子ドナー材料が支配的に、好ましくは完全に存在し得るドナー領域の相互浸透性ネットワークと、電子アクセプタ材料が支配的に、好ましくは完全に存在し得るアクセプタ領域の相互浸透性ネットワークとを構成し得、ドナー領域とアクセプタ領域との間に界面区域が存在し得、導電性経路がパーコレーション経路の形で、相当する領域を個々の電極へ接続し得る。

【0097】

さらに好適な一実施形態において、光導電層中の電子ドナー材料はドナーポリマー、特に有機ドナーポリマーを含み得る一方、電子アクセプタ材料は、好ましくはフラレンベースの電子アクセプタ材料、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、ペリレン誘導体、およびアクセプタポリマーから成る群から選択されるアクセプタ小分子を含み得る。このように、電子ドナー材料はドナーポリマーを含み得る一方、電子アクセプタ材料はアクセプタポリマーを含み得る結果、全ポリマー光導電層の基礎を提供する。特定の一実施形態において、コポリマーが同時に、ドナーポリマーのうち1種およびアクセプタポリマーのうち1種から構成され得、これは結果的にコポリマーの成分各々の機能に基づいて「プッシュプルコポリマー」と表わすこともできる。一般的な用法として、「ポリマー」という用語は、通常は「モノマー」または「モノマー単位」と表わされる多数の分子繰り返し単位を一般的に含むマクロ分子組成物を指す。ただし本発明の目的上、合成有機ポリマーが好適となり得る。これに関して、「有機ポリマー」という用語は、一般的に有機化合物として帰属され得るモノマー単位の性質を指す。本明細書で使用されるとき、「ドナーポリマー」という用語は、特に電子を電子ドナー材料として提供するよう適応され得るポリマーを指す。同様に、「アクセプタポリマー」という用語は、特に電子を電子アクセプタ材料として受け取るよう適応され得るポリマーを指す。好ましくは、有機電子ドナー材料および有機電子アクセプタ材料を含む層は、100nmから2000nmの厚さを示し得る。

【0098】

このように、少なくとも1種の電子ドナー材料はドナーポリマー、特に有機ドナーポリマーを含み得る。好ましくは、ドナーポリマーは、単一結合と多重結合とを交互に入れ替えることによって、一体的に結合している複数の原子から成る群にわたり、非局在化電子が分配され得る共役系を含み得、共役系は環式、非環式および線形のうち1種または複数であってもよい。このように、有機ドナーポリマーは、好ましくは以下のポリマーのうち1種または複数から選択され得る。

【0099】

- ポリ[3-ヘキシルチオフエン-2,5-ジイル](P3HT)、
- ポリ[3-(4-n-オクチル)-フェニルチオフエン](POPT)、
- ポリ[3-10-n-オクチル-3-フェノチアジン-ビニレンチオフエン-コ-2,5-チオフエン](PTZV-PT)、
- ポリ[4,8-ビス[(2-エチルヘキシル)オキシ]ベンゾ[1,2-b:4,5-b']ジチオフエン-2,6-ジイル][3-フルオロ-2-[(2-エチルヘキシル)カルボニル]チエノ[3,4-b]チオフエンジイル](PTB7)、

10

20

30

40

50

- ポリ[チオフェン - 2, 5 - ジイル - オルト - [5, 6 - ビス(ドデシルオキシ)ベンゾ[c] [1, 2, 5]チアジアゾール] - 4, 7 - ジイル] (P B T - T 1)、

- ポリ[2, 6 - (4, 4 - ビス - (2 - エチルヘキシル) - 4 H - シクロペンタ [2, 1 - b ; 3, 4 - b ']ジチオフェン) - オルト - 4, 7 (2, 1, 3 - ベンゾチアジアゾール)] (P C P D T B T)、

- ポリ[5, 7 - ビス(4 - デカニル - 2 - チエニル) - チエノ(3, 4 - b)ジアチアゾールチオフェン - 2, 5] (P D D T T)、

- ポリ[N - 9 ' - ヘプタデカニル - 2, 7 - カルバゾール - オルト - 5, 5 - (4 ' , 7 ' - ジ - 2 - チエニル - 2 ' , 1 ' , 3 ' - ベンゾチアジアゾール)] (P C D T B T)、または

- ポリ[(4, 4 ' - ビス(2 - エチルヘキシル)ジチエノ[3, 2 - b ; 2 ' , 3 ' - d]シロール) - 2, 6 - ジイル - オルト - (2, 1, 3 - ベンゾチアジアゾール) - 4, 7 - ジイル] (P S B T B T)、

- ポリ[3 - フェニルヒドラゾンチオフェン] (P P H T)、

- ポリ[2 - メトキシ - 5 - (2 - エチルヘキシルオキシ) - 1, 4 - フェニレンビニレン] (M E H - P P V)、

- ポリ[2 - メトキシ - 5 - (2 ' - エチルヘキシルオキシ) - 1, 4 - フェニレン - 1, 2 - エテニレン - 2, 5 - ジメトキシ - 1, 4 - フェニレン - 1, 2 - エテニレン] (M 3 E H - P P V)、

- ポリ[2 - メトキシ - 5 - (3 ' , 7 ' - ジメチルオクチルオキシ) - 1, 4 - フェニレンビニレン] (M D M O - P P V)、

- ポリ[9, 9 - ジ - オクチルフルオレン - コ - ビス - N, N - 4 - ブチルフェニル - ビス - N, N - フェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン] (P F B)、

またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物。

【 0 1 0 0 】

ただし、他の種類のドナーポリマーまたはさらなる電子ドナー材料、特に赤外光スペクトル範囲、特に 1 0 0 0 n m 超の範囲で感受性であるポリマー、好ましくはジケトピロロピロールポリマー、特に欧州特許第 2, 8 1 8, 4 9 3 A 1 号に記載のポリマー、より好ましくは同文献において「 P - 1 」から「 P - 1 0 」と表わされているポリマー、国際公開第 2 0 1 4 / 0 8 6 7 2 2 A 1 号において開示されているベンゾチオフェンポリマー、特にベンゾジチオフェン単位を含むジケトピロロピロールポリマー、米国特許第 2 0 1 5 / 0 1 3 2 8 8 7 A 1 号に記載のジチエベンゾフランポリマー、特にジケトピロロピロール単位を含むジチエノベンゾフランポリマー、米国特許第 2 0 1 5 / 0 1 1 1 3 3 7 A 1 号に記載のフェナントロ[9, 1 0 - B]フランポリマー、特にジケトピロロピロール単位を含むフェナントロ[9, 1 0 - B]フランポリマー、および米国特許 2 0 1 4 / 0 2 1 7 3 2 9 A 1 号に記載のようなジケトピロロピロールオリゴマーを特に 1 : 1 0 または 1 : 1 0 0 のオリゴマー対ポリマー比で含むポリマー組成物も適切となり得る。

【 0 1 0 1 】

さらに前述のとおり、電子アクセプタ材料は、好ましくはフラレンベースの電子アクセプタ材料を含み得る。一般的な用法として、「フラレン」という用語は、バックミンスターフラレン(C 6 0)および関連する球体フラレンを含む、純粋な炭素から成るケージ状の分子を指す。原則として、C 2 0 から C 2 0 0 0 の範囲のフラレンを使用することができ、C 6 0 から C 9 6 の範囲、特に C 6 0、C 7 0 および C 8 4 が好適である。最も好適なのは、化学的に修飾されたフラレン、特に

- [6, 6] - フェニル - C 6 1 - 酪酸メチルエステル(P C 6 0 B M)、

- [6, 6] - フェニル - C 7 1 - 酪酸メチルエステル(P C 7 0 B M)、

- [6, 6] - フェニル - C 8 4 - 酪酸メチルエステル(P C 8 4 B M)、または

- インデン - C 6 0 ビス付加体(I C B A)、

のほか、C 6 0 または C 7 0 の成分を 1 種または複数含む二量体、特に

- 1 つの付着オリゴエーテル(O E)鎖(C 7 0 - D P M - O E)を含むジフェニルメ

10

20

30

40

50

タノフラレン (DPM) 成分、または

- 2つの付着オリゴエーテル (OE) 鎖 (C70-DPM-OE) を含むジフェニルメ
タノフラレン (DPM) 成分、

またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物

のうち1種または複数である。ただし、TCNQまたはペリレン誘導体も適切となり得る。

【0102】

代替的または付加的に、電子アクセプタ材料は、好ましくはアクセプタポリマーを含み得る。一般的に、シアネート化ポリ (フェニレンビニレン)、ベンゾチアジアゾール、ペリレンまたはナフタレンジイミドに基づく共役ポリマーが、この目的に対し好適である。特に、アクセプタポリマーは、好ましくは以下のポリマーのうち1種または複数から選択され得る。

【0103】

- シアノ - ポリ [フェニレンビニレン] (CN-PPV) (C6-CN-PPVまたはC8-CN-PPVなど)、

- ポリ [5 - (2 - (エチルヘキシルオキシ) - 2 - メトキシシアノテレフタルイリデン] (MEH-CN-PPV)、

- ポリ [オキサ - 1, 4 - フェニレン - 1, 2 - (1 - シアノ) - エチレン - 2, 5 - ジオクチルオキシ - 1, 4 - フェニレン - 1, 2 - (2 - シアノ) - エチレン - 1, 4 - フェニレン] (CN-エーテル-PPV)、

- ポリ [1, 4 - ジオクチルオキシ - p - 2, 5 - ジシアノフェニレンビニレン] (DOCN-PPV)、

- ポリ [9, 9' - ジオクチルフルオレン - コ - ベンゾチアジアゾール] (PF8BT)

またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物。ただし、他の種類のアクセプタポリマーも適切となり得る。

【0104】

ドナーポリマーまたは電子アクセプタ材料として使用され得る前述の化合物について詳しくは、L. Biana, E. Zhua, J. Tanga, W. Tanga, and F. Zhang, Progress in Polymer Science 37, 2012, 1292 - 1331頁、A. Facchetti, Materials Today, 第16巻、第4号、2013、123 - 132頁、およびS. Guenes and N.S. Sariciftci, Inorganica Chimica Acta 361, 2008, 581 - 588頁、ならびにこれらの文献に記載の個々の参考文献によるレビュー記事を参照するとよい。さらなる化合物はF. A. Sperlichの論文、Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy of Conjugated Polymers and Fullerenes for Organic Photovoltaics、Julius - Maximilians - Universitaet Wuerzburg、2013および同文献にて引用の参考文献に記載されている。

【0105】

複数の有機光導電性材料から成る層を使用すると、多数の優位性、特に既知の無機光導電性材料に対する優位性が見られる。有機光導電性材料の層は、好ましくは既知の高スループット法、特に被着法、好ましくはコーティング法、より好ましくはスピンコーティング法、スロットコーティング法、またはブレードコーティング法により、または代替的に蒸発によって生産することができる。この種のプロセスにより、透明、半透明または透光性の、100 μmから2000 μm、特に200 μmから750 μmの厚さを示し得る層を容易に取得することができる。この形で得られる有機光導電性材料の透明性、半透明性または透光性はこのように、この種の材料の層を各々が含む複数の縦方向センサのスタックの提供を可能にする。

10

20

30

40

50

【0106】

ただし、以下にて詳しく説明するとおり、本発明に係る光学検出器は、特に、硫酸鉛（PbS）、セレン化鉛（PbSe）、テルル化水銀カドミウム（HgCdTe、略して「MCT」）、またはテルル化水銀亜鉛（HgZnTe、略して「MZT」）などカルコゲニド光導電性材料が既に採用されている既知のIR検出器とは異なる。一方、最新技術によるIR検出器では、様々な理由、例えば優れた信号品質の獲得、特に困難であることが多い測定条件下での高い信号対ノイズ比の達成などを理由に、前述の、または他のカルコゲニド光導電性材料を1種または複数含み得るセンサ領域を、可能な限り多く照射することが不可欠である。この観点から見ると、センサ領域に衝突し得る光ビームの断面積の低減を予期することさえ、全くあてにならないと捉えられることになる。既知のIR検出器技術分野では、むしろセンサ領域を完全に照射するのが最良慣行であり、そこからのいかなる逸脱も誤った実験環境と捉えられることになる。

10

【0107】

この長年にわたり既知の、最新技術による概念とは対照的に、それでもなお、光導電性材料、好ましくは前述の、および/または以下にて詳しく記載される1種または複数の光導電性材料を含むセンサ領域に衝突し得る光ビームのビーム断面積を変化させることが特に有利となり得る。このように、評価装置内の縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することにより、かなり驚異的な形で、この特異的な組み合わせの採用により、例えば既に光ビームを放出および/または反射し、この光ビームが光学検出器のセンサ領域に衝突したと考えられる物体の深度など、縦方向位置に関する情報を少なくとも1項目、生成することが可能となり得る。結果的に、適切な光導電性材料を、この光導電性材料に衝突する入射光ビームの断面積を変化させながら使用し、個別に適応させた評価装置を適用すると、従来は不可能であった測定の選択肢を拡大する余地を広げることができる。

20

【0108】

本明細書で使用されるとき、「評価装置」という用語は一般的に、情報項目、すなわち物体の位置に関する情報の少なくとも1つの項目を生成するよう設計された任意の装置を指す。一例として、評価装置は、1個または複数の特定用途向け集積回路（ASIC）などの1個または複数の集積回路、および/または1個または複数のコンピュータ、好ましくは1個または複数のマイクロコンピュータおよび/またはマイクロコントローラなどの1個または複数のデータ処理装置であるか、またはこれらを含み得る。付加的な構成要素は、例えばセンサ信号を受信および/または前処理するための、1個または複数のADコンバータおよび/または1個または複数のフィルタなど、1個または複数の前処理装置および/またはデータ取得装置で構成され得る。本明細書で使用されるとき、センサ信号は一般的に、縦方向センサ信号および該当する場合は横方向センサ信号の1つを指す。さらに、評価装置は、1個または数個のデータ記憶装置を含み得る。さらに、上記にて概説のとおり、評価装置は、1つまたは複数の無線インターフェースおよび/または1つまたは複数の有線インターフェースなど、1つまたは複数のインターフェースを含み得る。

30

【0109】

少なくとも1個の評価装置は、少なくとも1つのコンピュータプログラム、例えば情報項目を生成する工程を実行または補助する少なくとも1つのコンピュータプログラムを実行するように適合され得る。一例として、センサ信号を入力変数として使用することによって物体の位置への所定の変換を実行し得る、1つまたは複数のアルゴリズムが実装され得る。

40

【0110】

評価装置は、特に、センサ信号を評価することによって情報項目を生成するように設計された少なくとも1個のデータ処理装置、特に電子データ処理装置を特に含み得る。したがって、評価装置は、センサ信号を入力変数として使用し、かつこれらの入力変数を処理することによって、物体の横方向の位置および縦方向の位置に関する情報項目を生成するように設計される。処理は並行して、または続発的に、さらには複合的な形で実行され得る。評価装置は、例えば少なくとも1つの保存された関係および/または既知の関係を計

50

算および/または使用して、これらの情報項目を生成するための任意のプロセスを使用し得る。センサ信号に加え、1つまたは複数のさらなるパラメータおよび/または情報項目が、前記の関係、例えば変調周波数に関する情報の少なくとも1つの項目に影響し得る。この関係は、経験的に、解析的にまたは準経験的に判定され得る、また判定可能であり得る。特に好ましくは、この関係は、少なくとも1つの較正曲線、複数の較正曲線からなる少なくとも1つの組、少なくとも1つの関数または上述の可能性の組合せを含む。1つまたは複数の較正曲線は、例えば一連の値およびそれらに関連する関数値の形で、例えばデータ保存装置および/またはテーブルに保存され得る。ただし、代替的にまたは付加的に、少なくとも1つの較正曲線を、例えばパラメータ化された形で、および/または、関数式の形で保存することもできる。センサ信号を情報項目へと処理する場合について、別々の関係が使用され得る。あるいは、センサ信号処理について少なくとも1つの複合的な関係も使用され得る。様々な可能性が考えられ、これらを組み合わせることもできる。

10

【0111】

一例として、評価装置は、情報項目を判定するためのプログラミングに関して設計され得る。評価装置は、特に少なくとも1個のコンピュータ、例えば少なくとも1個のマイクロコンピュータを含み得る。さらに、評価装置は1個または複数の揮発性または不揮発性のデータメモリをも含み得る。データ処理装置、特に少なくとも1個のコンピュータの代わりにまたはこれに加えて、評価装置は、情報項目、例えば電子テーブル、特に少なくとも1つのルックアップテーブルおよび/または少なくとも1つの特定目的集積回路(A S I C)を判定するように設計された1個または複数のさらなる電子構成要素を有し得る。

20

検出器は、前述のとおり、少なくとも1個の評価装置を有する。特に、少なくとも1個の評価装置は、検出器を全体的にまたは部分的に制御または駆動するようにも設計され得、例えば評価装置は、検出器の少なくとも1個の照明源を制御するよう、および/または検出器の少なくとも1個の変調装置を制御するよう設計される。評価装置は、特に、複数のセンサ信号など、例えば異なる照明変調周波数における連続的な異なるセンサ情報のような、1つまたは複数のセンサ信号が取得される、少なくとも1つの測定周期を実行するよう設計され得る。

【0112】

評価装置は、上述のとおり、少なくとも1つのセンサ信号の評価によって物体の位置に関する情報の少なくとも1つの項目を生成するように設計される。前記物体の位置は静的であってもよく、または物体の少なくとも1つの運動、例えば検出器またはその一部と物体またはその一部との間での相対運動を含んでさえもよい。この場合、相対運動は一般的に、少なくとも1つの線形運動および/または少なくとも1つの回転運動を含むことができる。運動情報項目は、例えば、例えば物体またはその一部と検出器またはその一部との間における少なくとも1つの相対速度に関する情報の少なくとも1つの項目のような、例えば速度情報の少なくとも1つの項目および/または加速度情報の少なくとも1つの項目を含むことができる位置情報の少なくとも1つの項目といった、異なる時点で取得される情報の複数の項目の比較によっても得られ得る。特に、位置情報の少なくとも1つの項目は、一般的に、物体またはその一部と検出器またはその一部との間の距離、特に光路長に関する情報項目；物体またはその一部と任意の転送装置またはその一部との間の距離または光学的距離に関する情報項目；物体またはその一部の検出器またはその一部との相対的な位置に関する情報項目；物体および/またはその一部の検出器またはその一部との相対的な配向に関する情報項目；物体またはその一部と検出器またはその一部との間の相対運動に関する情報項目；物体またはその一部の2次元または3次元空間構成、特に物体の外形または構造に関する情報項目、これらの中から選択され得る。したがって、一般的に、位置情報の少なくとも1つの項目は、例えば、物体または少なくともその一部の少なくとも1つの位置に関する情報項目；物体またはその一部の少なくとも1つの配向に関する情報、物体またはその一部の外形または構造に関する情報項目；物体またはその一部の速度に関する情報項目；物体またはその一部の加速度に関する情報項目；検出器の可視範囲内における物体またはその一部の存在または不存在に関する情報項目、これらからなる群か

30

40

50

ら選択され得る。

【0113】

位置情報の少なくとも1つの項目は、例えば少なくとも1つの座標系、例えば検出器またはその一部が存在する座標系において指定され得る。代替的にまたは付加的に、位置情報は単純に、例えば検出器またはその一部と物体またはその一部との間の距離のみを含むものであってもよい。上述の可能性の組合せも考えられる。

【0114】

本発明の特定の一実施形態において、検出器は2個以上の縦方向光学センサを含み得、各縦方向光学センサが少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう適応させることができる。一例として、縦方向光学センサのセンサ領域またはセンサ表面の向きを平行にすることができ、その場合、10°以下、好ましくは5°以下など、角度のわずかな許容差が許容可能となり得る。本発明では、好ましくは検出器の光軸に沿ったスタックの形で配列され得る、検出器の縦方向光学センサのすべてが、好ましくは透明であってもよい。その結果、光ビームは第1の透明な縦方向光学センサを通過した後、他の縦方向光学センサに、好ましくは順次、衝突し得る。このように、物体からの光ビームは順次、光学検出器内に存在するすべての縦方向光学センサに到達し得る。本発明では、異なる縦方向光学センサが、入射光ビームと同じかまたは異なるスペクトル感度を示し得る。

【0115】

好ましくは、本発明に係る検出器は、国際公開第2014/097181A1号において開示されているような縦方向光学センサから成るスタックを、特に1個または複数の横方向光学センサと組み合わされる形で含み得る。一例として、1個または複数の横方向光学センサは、物体に対面する複数の縦方向光学センサから成るスタックの1つの側に配置され得る。代替的にまたは付加的に、1個または複数の横方向光学センサは、物体と反対に向いている複数の縦方向光学センサから成るスタックの1つの側に配置され得る。同じく付加的にまたは代替的に、1個または複数の横方向光学センサは、スタックの縦方向光学センサの中間に配置され得る。ただし、横方向光学センサを含まず、単一の縦方向光学センサのみ含み得る実施形態もやはり可能であり、例えば物体の深度のみ判定すればよい場合などが挙げられる。

【0116】

本明細書で使用されるとき、「横方向光学センサ」という用語は一般的に、物体から検出器へと移動する少なくとも1つの光ビームの横方向位置を判定するように適合される装置を指す。位置という用語については、上記の定義を参照するとよい。したがって、好ましくは、横方向位置は検出器の光軸に対して垂直な少なくとも1つの次元における少なくとも1つの座標であるか、または係る座標を含み得る。一例として、横方向位置は、光軸に対して垂直な平面内、例えば横方向光学センサの感光センサ表面上に光ビームによって生成される光点の位置であってもよい。一例として、平面内の位置はデカルト座標および/または極座標において示され得る。他の実施形態も実現可能である。横方向光学センサの潜在的実施形態については、国際公開第2014/097181A1号において開示されている位置感受性有機検出器を参照するとよい。ただし、他の実施形態も実現可能であり、以下にてさらに詳しく概説される。

【0117】

横方向光学センサは、少なくとも1つの横方向センサ信号を提供し得る。本発明では、横方向センサ信号は一般的に、横方向位置の指標となる任意の信号であってもよい。一例として、横方向センサ信号はデジタル信号および/またはアナログ信号であるか、またはこれを含み得る。一例として、横方向センサ信号は電圧信号および/または電流信号であるか、またはこれを含み得る。付加的にまたは代替的に、横方向センサ信号はデジタルデータであるか、またはこれを含み得る。横方向センサ信号は単一の信号値および/または一連の信号値を含み得る。横方向センサ信号はさらに、複数の個別の信号を組み合わせることにより、例えば複数の信号の平均化および/または複数の信号の商の形成によって導き出され得る任意の信号を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【0118】

国際公開第2014/097181A1号に係る開示と似た第1の実施形態において、横方向光学センサは、少なくとも1個の第1電極、少なくとも1個の第2電極および少なくとも1個の光起電材料を有する光検出器であってもよく、光起電材料は第1電極と第2電極との間に埋め込まれ得る。このように、横方向光学センサは、1個または複数の有機光検出器など1個または複数の光検出器、最も好ましくは1個または複数の色素増感有機太陽電池(DSC、色素太陽電池ともいう)、例えば1個または複数の固体色素増感有機太陽電池(sDSC)であるが、またはこれらを1個または複数含み得る。このように、検出器は少なくとも1個の横方向光学センサの役割を果たす1個または複数のDSC(1個または複数のsDSCなど)および少なくとも1個の縦方向光学センサの役割を果たす1個または複数のDSC(1個または複数のsDSCなど)を含み得る。

10

【0119】

この既知の実施形態と対照的に、本発明に係る横方向光学センサの好適な一実施形態は、光導電性材料層、好ましくは前述および/または後述の光導電性材料のうち1種など、無機光導電性材料を含み得る。本発明では、光導電性材料層は、均質な結晶相、ポリ結晶相、微細結晶相、ナノ結晶相および/または非晶質相から選択される組成物を含み得る。好ましくは、光導電性材料層を、透明な導電性酸化物から成る、好ましくはインジウムスズ酸化物(ITO)、フッ素ドープスズ酸化物(FTO)、または酸化マグネシウム(MgO)を含む2つの層の間に埋め込むことができ、2つの層のうち1つを金属ナノワイヤー、特に銀ナノワイヤーに置き換えることができる。ただし、他の材料も、特に所望の透明スペクトル範囲に応じて実現可能となり得る。

20

【0120】

さらに、少なくとも2個の電極が、横方向センサ信号の記録用として存在し得る。好適な一実施形態において、少なくとも2個の電極を実際には少なくとも2個の物理的電極の形で配列することができ、この場合、各物理的電極は導電性材料、好ましくは金属製導電性材料、より好ましくは金属製高導電性材料、例えば銅、銀、金、合金またはこれらの種類の材料を含む組成物、またはグラフェンを含み得る。本発明では、好ましくは個々の電極と光学センサ内の光導電層との間で直接の電氣的接触が達成され得る形で、例えば光学センサと評価装置との間の輸送経路における付加的抵抗に起因する損失が可能な限り少ない状態で特に縦方向センサ信号を取得することを目的に、少なくとも2個の物理的電極を各々、配列することができる。

30

【0121】

ただし、特定の一実施形態において、前述の1個または複数の物理的電極を、少なくとも部分的に、導電性ビーム、特に導電性粒子、好ましくは電子のビームに置き換えることができ、これを導電性ビームがセンサ領域に衝突する形で配列することにより、個々の導電性ビームと光学センサ内の光導電層との間に直接の電氣的接触を生成でき得る。この直接の電氣的接触を光導電層に提供することにより、導電性ビームは同様に、光学センサからの縦方向センサ信号の少なくとも一部を評価装置へと輸送する手段の役割を果たし得る。

40

【0122】

好ましくは、横方向光学センサの電極のうち少なくとも1個は複数の部分電極を有する分割電極であってもよく、横方向光学センサはセンサエリアを有し得、少なくとも1つの横方向センサ信号はセンサエリア内での入射光ビームのx位置および/またはy位置を示し得る。センサエリアは、物体に面する光検出器の表面であってもよい。センサエリアは、好ましくは光軸に対して垂直に配向され得る。したがって、横方向光学センサ信号は、横方向光学センサのセンサエリアの平面内で光ビームによって生成される光点の位置を示し得る。一般的に、本明細書で使用されるとき、「部分電極」という用語は、少なくとも1個の電流および/または電圧信号を測定するように適合された、好ましくは他の部分電極から独立した、複数の電極のうち1個の電極を指す。したがって、複数の部分電極が提供される場合、それぞれの電極は複数の電位および/または電流および/または電圧を複

50

数の部分電極を介して提供するように適合され、これらは独立的に測定および/または使用され得る。

【0123】

横方向光学センサはさらに、部分電極を通る電流に従って横方向センサ信号を生成するように適合され得る。したがって、2個の横軸方向部分電極を通る複数の電流の比率が形成される結果、x座標を生成することができ、および/または縦軸方向部分電極を通る複数の電流の比率が形成される結果、y座標を生成することができる。検出器、好ましくは横方向光学センサおよび/または評価装置は、部分電極を通る複数の電流の少なくとも1つの比率から物体の横方向位置に関する情報を導き出すように適合され得る。部分電極を通る複数の電流の比較によって位置座標を生成する他の方法も実現可能である。

10

【0124】

部分電極は一般的に、センサエリア内での光ビームの位置判定を目的に、様々な形で定義され得る。したがって、水平座標またはx座標を判定するために複数の水平方向部分電極を提供してもよく、また鉛直軸座標またはy座標を判定するために複数の鉛直方向部分電極を提供してもよい。したがって、部分電極をセンサエリアの周縁部に提供してもよく、この場合、センサエリアの内部空間は自由な状態を維持し、またこの空間を1種または複数種の付加的電極材料で被覆してもよい。以下にてさらに詳しく概説されるとおり、付加的電極材料は好ましくは透明の付加的電極材料、例えば透明な金属および/または透明な導電性酸化物、および/または最も好ましくは透明な導電性ポリマーであってもよい。

20

【0125】

電極の1個が3個以上の部分電極を有する分割電極である横方向光学センサを使用することにより、部分電極を通る電流は、センサエリア内での光ビームの位置に依存し得る。これは一般的に、部分電極に衝突する光に起因する電荷の生成位置からの途中でオーム損失または抵抗損失が発生し得るという事実が原因となり得る。したがって、部分電極に加え、分割電極は部分電極に接続された1個または複数の付加的電極材料を含んでもよく、1個または複数の付加的電極材料は電気抵抗をもたらす。したがって、電荷生成位置から1個または複数の付加的電極材料を経て部分電極に至る途中でオーム損失に起因して、部分電極を通る電流は電荷発生位置に依存し、したがってセンサエリア内での光ビームの位置に依存する。センサエリア内での光ビームの位置の判定に関するこの原理について詳しくは、下記の好適な実施形態および/または国際公開第2014/097181A1号および同文献に記載の個々の参考文献において開示されている物理的原理および装置オプションを参照するとよい。

30

【0126】

相応に、横方向光学センサはセンサエリアを含み得、センサエリアは好ましくは物体から検出器へと移動する光ビームに対して透明であってもよい。したがって、横方向光学センサは、1つまたは複数の横方向、例えばx方向および/またはy方向における、光ビームの横方向位置を判定するよう適応され得る。この目的に対し、少なくとも1個の横方向光学センサはさらに、少なくとも1つの横方向光学センサ信号を生成するよう適応され得る。このように、横方向光学センサの横方向センサ信号を評価することによって、物体の横方向位置に関する情報を少なくとも1項目生成するよう、評価装置を設計することができる。

40

【0127】

本発明のさらなる実施形態は、物体から検出器へと伝播する光ビームの性質に言及する。本明細書で使用されるとき、光という用語は一般的に、可視スペクトル範囲、紫外スペクトル範囲および赤外スペクトル範囲のうちの1つまたは複数のスペクトル範囲の電磁放射を指す。その中で、部分的にISO-21348規格に従って、可視スペクトル範囲という用語は一般的に380nmから760nmのスペクトル範囲を指す。赤外光(IR)スペクトル範囲という用語は一般的に760nmから1000μmの範囲の電磁放射を指し、760nmから1.4μmの範囲は通常、近赤外光(NIR)スペクトル範囲と表わされ、15μmから1000μmの範囲は遠赤外光(FIR)スペクトル範囲と表わされ

50

る。紫外スペクトル範囲という用語は一般的に $1\text{ nm} \sim 380\text{ nm}$ の範囲、好ましくは $100\text{ nm} \sim 380\text{ nm}$ の範囲の電磁放射を指す。好ましくは、本発明の範囲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内の光である。

【0128】

ただし、本発明に係る検出器は、縦方向光学センサの特異的实施形態を少なくとも1つ含み得、縦方向光学センサの特異的实施形態はさらに、光ビームによるセンサ領域の照明が、センサ領域内での光ビームのビーム断面積に対して感応であることに加え、センサ領域内の温度を上昇させ得るように設計され得る。センサ領域内での温度上昇の結果として、縦方向センサ信号の導電性は、照明の総出力が同じである場合に光ビームによるセンサ領域の照明後における縦方向センサ信号の変化をセンサ領域内での温度上昇の値の判定に使用可能となる形で、影響を受け得る。

10

【0129】

言い換えれば、縦方向光学センサの特異的实施形態は熱放射に対して感応であると捉えることができ、これは一般的に赤外光スペクトル範囲、特に $5\text{ }\mu\text{m}$ から $15\text{ }\mu\text{m}$ の範囲の光ビームの波長に起因する。通常、熱放射を判定するよう適応されるこの種の検出器は「ボロメータ」と呼ばれ、あるいはマイクロメータの範囲、例えば2つの次元それぞれにおいて $10\text{ }\mu\text{m}$ から $100\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で横方向サイズを示す場合は「マイクロボロメータ」と呼ばれる。マイクロボロメータの特に有利な点として、この種の配列を含む光学検出器を非冷却の形で採用し、その結果、単純なセットアップを使用するだけで、冷却を行わなくても、センサ領域での温度上昇測定値のほか、熱流などそこから引き出すことができる他の種類の測定パラメータも提供でき得る。

20

【0130】

特に、この種のマイクロボロメータ内で使用される光導電性材料は、前述の $5\text{ }\mu\text{m}$ から $15\text{ }\mu\text{m}$ のスペクトル範囲内で光導電性材料が十分な検出効率を示し得る限り、前述および/または後述の無機光導電性材料のうち1種または複数を含み得る。好ましくは、マイクロボロメータにおいて採用される光導電性材料は、硫化物カルコゲニド、セレン化物カルコゲニド、テルル化物カルコゲニド、三元カルコゲニド、四元以上のカルコゲニドからなる群から選択され得るカルコゲニドであってもよい。代替的または付加的に、マイクロボロメータにおいて採用される光導電性材料は、窒化物プニクトゲニド、リン化物プニクトゲニド、ヒ化プニクトゲニド、アンチモン化物プニクトゲニド、三元プニクトゲニド、四元以上のプニクトゲニドからなる群からから選択され得るプニクトゲニドであってもよい。一般的な用法として、「プニクトゲニド」という用語は、窒化物、リン化物、ヒ化物、アンチモン化物またはビスマス化物の陰イオンを含む化合物を指す。さらに、他の種類の材料、特にバナジウム酸化物 (VO_2 または VO_x)、非晶質シリコン ($a\text{-Si}$)、または白金-シリコン合金 (Pt:Si) も、この種のマイクロボロメータで使用する光導電性材料の目的に対して実現可能となり得る。

30

【0131】

これに関して、最も好ましくは、硫化物カルコゲニドは硫化鉛 (PbS) または硫化亜鉛 (ZnS) から、セレン化物カルコゲニドはセレン化鉛 (PbSe)、セレン化カドミウム (CdSe) またはセレン化亜鉛 (ZnSe) から選択され得る一方、三元カルコゲニドは特にテルル化水銀カドミウム (HgCdTe)、テルル化水銀亜鉛 (HgZnTe)、または硫化水銀カドミウム (HgCdS) から選択され得、窒化物プニクトゲニドは窒化インジウム (InN)、窒化ガリウム (GaN)、または窒化インジウムガリウム (InGaN) から選択され得、リン化物プニクトゲニドはリン化インジウム (InP)、リン化ガリウム (GaP)、またはリン化インジウムガリウム (InGaP) から選択され得、ヒ化物プニクトゲニドはヒ化インジウム (InAs)、ヒ化ガリウム (GaAs)、またはヒ化インジウムガリウム (InGaAs) から選択され得、アンチモン化物プニクトゲニドはアンチモン化インジウム (InSb)、アンチモン化ガリウム (GaSb)、またはアンチモン化インジウムガリウム (InGaSb) から選択され得る一方、三元プニクトゲニドはリン化インジウムガリウム (InGaP)、ヒ化リン化ガリウム (Ga

40

50

A s P) またはリン化アルミニウムガリウム (A l G a P) から選択され得る。

【 0 1 3 2 】

特定の一実施形態において、本発明に係る光学検出器内に少なくとも2個の縦方向光学センサ、好ましくは複数の縦方向光学センサが1つの配列として存在し、特に光学検出器内の光ビームの経路によって判定されるとおりに光軸に対して直角に配列され得る。本発明では、縦方向光学センサをそれぞれ個別の抵抗器と捉えることができ、また配列内の複数の縦方向光学センサを、好ましくは複数の個別の抵抗器から成る1つのマトリクスとして捉えることができる。マトリクス内の縦方向光学センサの縦方向光学センサ信号の取得という目的に対し、マトリクス内の個々の抵抗器の合計抵抗は、本発明に従って、配列内で入射光ビームによって照らされる縦方向光学センサの数Nに依存し得る。本発明では、縦方向光学センサをそれぞれ、配列内の素子または画像素子、すなわちピクセルとして捉えることができる。結果として、完全な配列またはその一部の合計抵抗が照らされるピクセルの数に依存し得る、相互接続された個々の抵抗器から成る配列を取得することができる。

10

【 0 1 3 3 】

特に、さらなる評価を目的に、配列内で光ビームに照らされる縦方向光学センサの数Nを判定するよう、評価装置をさらに適応させることができる。加えて、特に、光ビームに照らされる縦方向光学センサの数Nの使用によって物体の少なくとも1つの縦方向座標を判定するよう、評価装置を適応させることができる。この目的に対し、特に、配列内のピクセル毎に照明強度を示し得る少なくとも1つの信号を生成するよう、光学センサを適応させることができる。好適な一実施形態において、このように、ピクセルが照らされたピクセルであるか否かを判定するため、各ピクセルについて信号を少なくとも1つの閾値と比較するよう、評価装置を適応させることができる。さらに、物体の縦座標を判定するため、光ビームに照らされるピクセルの数Nと縦座標との間の所定の関係を使用できるように評価装置を構成設定することもできる。本発明では、所定の関係は特に、光ビームをガウス光ビームであるとする想定に基づくものであってもよい。

20

【 0 1 3 4 】

特に好適な一実施形態において、さらに、光ビームによるセンサ領域の照明が前述および/または後述のとおり、センサ領域内の温度上昇を引き起こし得る形で、配列内に配列される縦方向光学センサを設計することができる。結果的に、センサ領域の導電性は、照明の総出力が同じである場合、さらに、センサ領域の温度に依存し得、また結果として、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、さらに、センサ領域内の温度に依存し得る。ここまでで前述したとおり、熱放射、すなわち赤外光スペクトル範囲、特に5 μm から15 μm の範囲の入射光ビームの波長に対して、縦方向光学センサの配列が感応であると捉えることができる。結果として、相互接続された「ボロメータ」、あるいはボロメータの横方向サイズがマイクロメータの範囲、例えば2つの次元それぞれにおいて10 μm から100 μm の範囲である場合は相互接続された「マイクロボロメータ」の配列を得ることができる。同じく、前述のマイクロボロメータの配列を含む光学検出器は、非冷却の形で採用することができる結果、施工費用のほか、かなりの量のエネルギーも節約でき得るという、特別な優位性を示し得る。したがって、単純なセットアップを使用するだけで、冷却を行わなくても、センサ領域全体にわたる温度上昇測定値およびそこから引き出すことができる熱流など測定パラメータから成る、マトリクスを判定することができる。さらに、マイクロボロメータの配列を、1個または複数の物体を包囲する容積の温度、すなわち室温を超える温度を示し得る少なくとも1個の物体を検出する目的で採用することもできる。

30

40

【 0 1 3 5 】

「光ビーム」という用語は一般的に、特定の方向に放射された一定量の光を指す。したがって、光ビームは、光ビームの伝播方向に対して垂直な方向に所定の拡がりを持つ光線の束であってもよい。好ましくは、光ビームは1つまたは複数のガウスビームパラメータ、例えばビームウエスト、レイリー長またはその他、空間内でのビーム直径および/ま

50

たはビーム伝播の発達の特徴付けに適する任意のビームパラメータまたは複数のビームパラメータの組合せによって特徴付けられ得る、1つまたは複数のガウス光ビームであるか、またはこれを含み得る。

【0136】

光ビームは物体自体によって発せられ得る、すなわち物体から生じ得る。付加的にまたは代替的に、光ビームの別の発生源も実現可能である。したがって、以下にてさらに詳しく概説されるとおり、例えば所定の特徴を有する1つまたは複数の一次光線またはビームのような、例えば1つまたは複数の一次光線またはビームの使用によって物体を照らす1個または複数の照明源が提供され得る。後者の場合、物体から検出器へと伝播する光ビームは、物体および/または物体に接続された反射装置によって反射される光ビームであつてもよい。

10

【0137】

上記にて概説のとおり、少なくとも1個の縦方向センサ信号は、光ビームによる照明の総出力が同じである場合、F i P効果により、少なくとも1個の縦方向光学センサのセンサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。本明細書で使用されるとき、ビーム断面積という用語は一般的に、特定の位置での光ビームまたは光ビームによって生じる光点の横方向の拡がりを目指す。円形の光点が生成される場合、半径、直径、またはガウスビームウエスト、あるいはガウスビームウエストの2倍が、ビーム断面積の尺度として機能し得る。非円形の光スポットが生成される場合、実現可能な他の方式により、例えば非円形光点と同じ面積を有する円の断面積の判定により、断面積を判定することができ、これは等価ビーム断面積とも呼ばれる。これに関して、極限值、すなわち縦方向センサ信号の最大値または最小値、特に大域的極限値の観測を、光起電材料など相応の材料に衝突する光ビームの断面積が最小限となり得る条件、例えば光学レンズによる影響に応じて材料が焦点または焦点付近に位置し得るという条件下で採用することが可能となり得る。極限值が最大値である場合、この観測を正のF i P効果と表わすことができる一方、極限值が最小値である場合はこの観測を負のF i P効果と表わすことができる。

20

【0138】

このように、センサ領域に実際に含まれる材料と無関係に、ただし光ビームによるセンサ領域の照明の総出力が同じである場合、第1のビーム直径またはビーム断面積を有する光ビームは第1の縦方向センサ信号を生成し得る一方、第1のビーム直径またはビーム断面積とは異なる第2のビーム直径またはビーム断面積を有する光ビームは、第1の縦方向センサ信号とは異なる第2の縦方向センサ信号を生成する。したがって、これらの縦方向センサ信号を比較することにより、ビーム断面積、具体的にはビーム直径に関する少なくとも1つの情報項目が生成され得る。この効果について詳しくは、国際公開第2012/110924A1号を参照するとよい。したがって、光ビームの総出力および/または強度に関する情報を得るため、および/または縦方向センサ信号および/または光ビームの総出力および/または総強度についての物体の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも1つの項目を正規化するために、縦方向光学センサによって生成される複数の縦方向センサ信号を比較することができる。したがって、一例として、縦方向光学センサ信号の最大値が検出され得、またすべての縦方向センサ信号が最大値によって分割され得ることにより、正規化された縦方向光学センサ信号が生成され、その後、この信号が、上述の既知の関係をを使用することにより、物体の縦方向情報のうち少なくとも1つの項目へと変換され得る。他の正規化方法も実現可能であり、例えば縦方向センサ信号の平均値を使用して正規化し、平均値ですべての縦方向センサ信号を割ってもよい。他の選択肢も可能である。これらの選択肢はそれぞれ、光ビームの総出力および/または強度から独立した変換を行う場合に適し得る。加えて、光ビームの総出力および/または強度に関する情報が、こうして、生成され得る。

30

40

【0139】

したがって、具体的に、物体から検出器へと伝播する光ビームの1つまたは複数の特性が既知である場合、物体の縦方向位置に関する情報の少なくとも1つの項目を、少なくと

50

も1個の縦方向光学センサ信号と物体の縦方向位置との間における既知の関係から導き出すことができる。既知の関係を、1つのアルゴリズムおよび/または1つもしくは複数の較正曲線として、評価装置に保存することができる。一例として、具体的に特にガウスビームに関して、ビーム直径またはビームウエストと物体の位置との間の関係を、ビームウエストと縦方向座標との間のガウス関係を使用することにより、容易に導き出すことができる。

【0140】

光ビームのビーム断面積と物体の縦方向位置との間の既知の関係における曖昧さを解消するため、この実施形態が、特に評価装置によって使用され得る。したがって、たとえ物体から検出器へと伝播する光ビームのビーム特性が十分にまたは部分的に既知である場合でも、多くのビームにおいて、ビーム断面は焦点に達する前に狭まり、その後は再び広がる。したがって、光ビームが最も狭いビーム断面積を有する焦点の前後において、光ビームの伝播の軸に沿って、光ビームが同じ断面を有する複数の位置が生じる。したがって、一例として、焦点の前後の距離 $z=0$ において、光ビームの断面積は同一である。このように、特定のスペクトル感度を有する縦方向光センサを1個だけ使用する場合、光ビームの総体的な出力または強度が既知であれば、光ビームの比断面積を判定することができる。この情報を使用することにより、焦点からの各縦方向光センサの距離 $z=0$ が判定され得る。ただし、各縦方向光学センサが焦点の前または後のいずれに位置するかを判定するには、付加的な情報、例えば物体および/または検出器の動きの履歴および/または検出器が焦点の前または後のいずれにあるかに関する情報が必要となる。典型的な状況では、この付加的情報が提供されない場合がある。したがって、付加的情報を取得して上述の曖昧さを解消することができる。したがって、評価装置が、複数の縦方向光学センサ信号を評価することにより、第1の縦方向光学センサ上の光ビームのビーム断面積が第2の縦方向光学センサ上の光ビームのビーム断面積よりも大きいと認識し、第2の縦方向光学センサが第1の縦方向光学センサの後に位置する場合、評価装置は、光ビームが依然として狭まる途中であり、第1の縦方向光学センサの位置は光ビームの焦点より前に位置すると判定し得る。反対に、第1の縦方向光学センサ上の光ビームのビーム断面積が第2の縦方向光学センサ上の光ビームのビーム断面積より小さい場合、評価装置は、光ビームが拡大中であり、第2の縦方向光学センサの位置が焦点より後方にあると判定し得る。したがって、一般的に、評価装置は、異なる縦方向光学センサの縦方向センサ信号を比較することにより、光ビームが広がるか狭まるかを認識するように適合され得る。

【0141】

本発明に係る評価装置の採用による、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の判定に関するさらなる詳細については、国際公開第2014/097181A1号の記載内容を参照するとよい。このように、一般的に、評価装置を、好ましくは光ビームの伝播方向における少なくとも1つの伝播座標上の光ビームのビーム直径の既知の依存性から、および/または光ビームの既知のガウスプロファイルから、物体の縦方向位置に関する情報の少なくとも1つの項目を判定するために、光ビームのビーム断面積および/または直径を光ビームの既知のビーム特性と比較するよう適応させることができる。

【0142】

物体の少なくとも1つの縦方向座標に加え、物体の少なくとも1つの横方向座標も判定され得る。したがって、一般的に、評価装置はさらに、物体の少なくとも1つの横方向座標を、少なくとも1個の横方向光学センサ上での光ビームの位置の判定によって判定するように適合させることができ、少なくとも1個の横方向光学センサはピクセル化された、セグメント化された、または大面積の横方向光学センサであってもよく、これについては国際公開第2014/097181A1号においてもさらに概説される。

【0143】

加えて、検出器は少なくとも1個の転送装置、例えば光学レンズ、特に1個または複数の屈折レンズ、特に薄い凸レンズまたは両凸レンズなど薄い収束性屈折レンズ、および/または1個または複数の凸型ミラーを含み得、これらをさらに、共通の光軸に沿って配列

10

20

30

40

50

することができる。最も好ましくは、物体から発生する光ビームはこの場合、まず少なくとも1個の転送装置を通り、次いで単一の透明な縦方向光センサまたは複数の透明な縦方向光学センサから成るスタックを通して移動し、最終的に撮像装置に衝突し得る。本明細書で使用されるとき、「転送装置」という用語は、物体から発生した少なくとも1つの光ビームを検出器内の光学センサ、すなわち少なくとも2個の縦方向光学センサおよび少なくとも1個の横方向光学センサへと転送するよう構成設定され得る光学素子を指す。このように、物体から検出器へと伝播する光を光学センサへ供給するよう、転送装置を設計することができる、この供給を任意選択的に、転送装置の撮像手段により、そうでなければ非撮像手段の特性によって有効化することができる。特に、転送装置は、電磁放射が横方向光学センサおよび/または縦方向光学センサに供給される前に、電磁放射を収集するよう設計されてもよい。

10

【0144】

加えて、少なくとも1個の転送装置は撮像特性を有し得る。結果的に、転送装置は少なくとも1個の撮像要素、例えば少なくとも1個のレンズおよび/または少なくとも1個の曲面鏡を有するが、何故ならそのような撮像要素の場合、例えばセンサ領域上での照明の幾何学形状は相対的配置、例えば転送装置と物体との間の距離に依存し得るからである。本明細書で使用されるとき、転送装置は、物体から発生する電磁放射が完全にセンサ領域へ転送されるような形で、例えば、特に物体が検出器の可視範囲内に配列される場合に電磁放射がセンサエリア上で完全に集束するような形で設計され得る。

【0145】

一般的に、検出器はさらに、少なくとも1個の撮像装置、すなわち少なくとも1個の画像を取得可能な装置をも含み得る。撮像装置は様々な形で具現化され得る。したがって、撮像装置は例えば検出器ハウジング内の検出器の一部であってもよい。ただし、代替的にまたは付加的に、撮像装置は検出器ハウジング外に、例えば別個の撮像装置として配置され得る。代替的にまたは付加的に、撮像装置を検出器へ、さらには検出器の一部へ接続してもよい。好適な一実施形態において、透明な縦方向光学センサのスタックおよび撮像装置は、光ビームが移動する共通の光軸に沿って配置される。したがって、光ビームの光路において、光ビームが透明な縦方向光センサのスタックを通り、撮像装置に衝突するまで移動する形で、撮像装置を配置することができる。ただし、他の配置も可能である。

20

【0146】

本明細書で使用されるとき、「撮像装置」は一般的に、1次元、2次元または3次元の、物体または物体の一部の画像を生成可能な装置として理解される。特に、検出器は、少なくとも1個の任意の撮像装置を使用して、または使用せずに、カメラ、例えばIRカメラまたはRGBカメラ、すなわち3つの別々の接続において赤色、緑色および青色として設計された3原色を送達するように設計されたカメラとして、完全にまたは部分的に使用され得る。したがって、一例として、少なくとも1個の撮像装置は、ピクセル化有機カメラ要素、好ましくはピクセル化有機カメラチップ；ピクセル化無機カメラ要素、好ましくはピクセル化無機カメラチップ、より好ましくはCCDチップまたはCMOSチップ；モノクロムカメラ要素、好ましくはモノクロムカメラチップ；多色カメラ要素、好ましくは多色カメラチップ；フルカラーカメラ要素、好ましくはフルカラーカメラチップからなる群から選択される少なくとも1個の撮像装置であるか、またはこれを含み得る。撮像装置は、モノクロム撮像装置、マルチクロム撮像装置および少なくとも1個のフルカラー撮像装置からなる群から選択される少なくとも1個の装置であるか、またはこれを含み得る。マルチクロム撮像装置および/またはフルカラー撮像装置は、当業者が認識するように、フィルタ技術の使用により、および/または固有の色感度技法あるいは他の技法の使用により生成され得る。撮像装置の他の実施形態も可能である。

30

40

【0147】

撮像装置は、物体の複数の部分領域を連続的におよび/または同時に撮像するように設計され得る。一例として、物体の部分領域は、例えば撮像装置の解像限界によって定められ、電磁放射が発せられる物体の1次元、2次元または3次元領域であってもよい。この

50

文脈において、撮像とは、物体の各部分領域から発生する電磁放射が、例えば検出器の少なくとも1個の任意の伝送装置によって、撮像装置に供給されることを意味すると理解されるべきである。電磁線は、物体自体によって、例えば発光放射の形で生成され得る。代替的にまたは付加的に、少なくとも1個の検出器は、物体を照らす少なくとも1個の照明源を含み得る。

【0148】

特に、撮像装置は、例えば、特に少なくとも1つの列走査および/または線走査を使用する走査法により、複数の部分領域を連続的に撮像するように設計され得る。ただし、他の実施形態も可能であり、例えば複数の部分領域が同時に撮像される実施形態も可能である。撮像装置は、物体の部分領域の撮像中、部分領域に関連付けられた信号、好ましくは電子信号を生成するように設計される。信号はアナログ信号および/またはデジタル信号であってもよい。一例として、電子信号は各部分領域と関連付けられ得る。したがって、電子信号は同時に生成されるか、または時間的にずれる形で生成され得る。一例として、列走査中または線走査中、例えば或る線内で結び付けられた、物体の部分領域に対応する電子信号のシーケンスが生成され得る。さらに、撮像装置は、少なくとも1個の信号処理装置、例えば少なくとも1個のフィルタ、および/または電子信号を処理および/または前処理するアナログデジタルコンバータを含み得る。

【0149】

物体から出る光は、物体自体から生じてよいが、任意に、異なる起点を有していてもよく、この起点から物体へと伝播し、その後、光学センサへと伝播してもよい。後者の場合、例えば使用されている少なくとも1個の照明源に影響され得る。照明源は様々な形で具現化され得る。したがって、照明源は例えば検出器ハウジング内の検出器の一部であってもよい。ただし、代替的にまたは付加的に、少なくとも1個の照明源は検出器ハウジング外に、例えば別個の照明源としても配置され得る。照明源は物体から離れて配置され、或る距離から物体を照らし得る。代替的にまたは付加的に、照明源は物体に接続されるか、さらには物体の一部とされてもよく、したがって、一例として、物体から発生する電磁放射は照明源によって直接生成され得る。一例として、少なくとも1個の照明源は物体の表面および/または内部に配置され得、センサ領域を照らす手段となる電磁放射を直接生成し得る。この照射源は、例えば環境光源であるかこれを含み得る、および/または人工照明源であるかまたはこれを含み得る。一例として、少なくとも1個の赤外線放出装置および/または少なくとも1個の可視光放出装置および/または少なくとも1個の紫外光放出装置を、物体の表面に配置することができる。一例として、少なくとも1個の発光ダイオードおよび/または少なくとも1個のレーザダイオードを、物体の表面および/または内部に配置することができる。照明源は特に、以下に挙げる照明源のうち1つまたは複数を含み得る：レーザ、特にレーザダイオード（ただし原則として、代替的にまたは付加的に、他の種類のレーザも使用され得る）；発光ダイオード；白熱電球；ネオンライト；炎源；熱源；有機光源、特に有機発光ダイオード；構造化された光源。代替的にまたは付加的に、他の照明源も使用され得る。特に好適なのは、例えば多数のレーザの場合に少なくともおおよそ当てはまるとおり、ガウスビームプロファイルを有する1つまたは複数の光ビームを生成するように照明源が設計される場合である。任意の照明源のさらなる潜在的実施形態については、国際公開第2012/110924A1号および国際公開第2014/097181A1号の1つを参照するとよい。ただし、他の実施形態も実現可能である。

【0150】

少なくとも1個の任意の照明源は、一般的に、紫外スペクトル範囲、好ましくは200nm380nmの範囲；可視スペクトル範囲（380nm~780nm）；赤外スペクトル範囲、好ましくは780nm~3.0μmの範囲のうち少なくとも1つに該当する光を放出し得る。最も好ましくは、少なくとも1個の照明源は、可視スペクトル範囲、好ましくは500nm~780nm、最も好ましくは650nm~750nmまたは690nm~700nmの範囲の光を放出するように適合される。本発明において特に好適なのは、

10

20

30

40

50

縦方向センサのスペクトル感度に関連付けられ得るスペクトル範囲を照明源が示し得る場合、特に、個々の照明源によって照らされ得る縦方向センサが高い強度のセンサ信号を提供し得ることを確保する結果、十分な信号対ノイズ比での光分解能評価が可能となり得る場合である。

【 0 1 5 1 】

本発明の特に好適な一実施形態において、縦方向光学センサは、カルコゲニド、好ましくは硫化鉛 (P b S)、セレン化鉛 (P b S e) または別の適切な材料を含み得る少なくとも1種の光導電性材料の層の形で提供され得る。本発明において、光導電性材料は、真空蒸着、スパッタリング、化学蒸着、噴霧熱分解、電着、陽極酸化、電気変換、無電解浸漬増殖、連続イオン吸着および反応、薬浴蒸着、および溶液 - ガス界面技法から成る群から選択され得る少なくとも1つの被着法の適用によって製作され得る。結果として、光導電性材料の層は10 nmから1000 μm、特に100 nmから10 μmの範囲の厚さを示し得る。ただし、前述および/または後述する他の光導電性材料もこの目的に対して実現可能となり得、同じ形または同様の形で処理することができる。

10

【 0 1 5 2 】

好ましくは、光導電性材料は絶縁性基板、特にセラミック基板上に個々の材料を被着させることにより、特に光導電性材料の層に機械的安定性を持たせることを目的に製作され得る。このように、選択された層を適切な基板に被着させ、少なくとも2個の電極を導電性接点として提供することにより、本発明に係る縦方向光学センサを取得することができる。本発明では、センサ領域内の光導電性材料が入射光ビームによって照らされる結果、光導電性材料の被照明層における導電性の変動は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。結果的に、センサ領域に光ビームが衝突すると、少なくとも2個の電極が、光導電性材料の導電性に応じて縦方向センサ信号を提供し得る結果、別途記載のとおり、センサ領域内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となる。この好適な実施形態において、入射光ビームは光導電性材料に直接衝突し得るか、または最初に基板に衝突した後、光導電性材料のセンサ領域に到達し得、この場合、ガラス基板または石英基板など、透明な基板または少なくとも透光性の基板を採用すること有利となり得る。

20

【 0 1 5 3 】

この好適な実施形態の実際の構成設定に関係なく、縦方向光学センサ向けに比較的単純かつ費用効率的な設定を得ることができる。この優位性は、例えば国際公開第2012/110924A1号または国際公開第2014/097181A1号に記載のような、異なる種類の材料から成る、より多くの層が必要となり得る縦方向光学センサと比較したとき、特に明白となり得る。それでもなお、本発明で使用され得る層の数を減らしても、縦方向光学センサの実用的な実施形態を提供し得る。ただし、他の実施形態も、本発明に係る縦方向光学センサ向けの設定として適切となり得る。

30

【 0 1 5 4 】

さらに、検出器は照明の変調、特に周期的変調のための少なくとも1個の変調装置、特に周期的ビーム遮断装置をも有し得る。照明の変調は、照明の総出力を、好ましくは周期的に、特に1つまたは複数の変調周波数で変化させるプロセスを意味すると理解されるべきである。特に、周期的変調は、照明の総出力の最大値と最小値との間で有効化され得る。最小値は0であってもよいが、例えば完全な変調を有効化する必要がないよう、最小値は0より大きい値であってもよい。変調は、例えば物体と光学センサとの間のビーム経路において、例えば前記ビーム経路内に配置されている少なくとも1個の変調装置によって有効化され得る。ただし、代替的にまたは付加的に、以下にてさらに詳しく記載されたとおり、物体を照らすための任意の照明源と物体との間のビーム経路において、前記ビーム経路内に配置されている少なくとも1個の変調装置によって変調を有効化することもできる。これらの可能性の組合せも考えられる。少なくとも1個の変調装置は、例えば、好ましくは一定速度で回転し、したがって照明を周期的に遮断することができる、少なくとも1個の遮断ブレードまたは遮断ホイールを含むビームチョッパまたは他の種類の周期的ビ

40

50

ーム遮断装置を含み得る。ただし代替的にまたは付加的に、1個または複数の異なる種類の変調装置、例えば電気光学効果および/または音響光学効果に基づく変調装置の使用も可能である。同じく代替的にまたは付加的に、少なくとも1個の任意の照明源自体を、例えば前記照明源自体が変調強度および/または総出力、例えば周期的変調総出力を有することによって、および/または前記照明源がパルス照明源、例えばパルスレーザとして具現化されることによって、変調照明を生成するように設計することもできる。したがって、一例として、少なくとも1個の変調装置を照明源に全体的にまたは部分的に組み込んでよい。様々な可能性が考えられる。

【0155】

相応に、特に異なる変調の場合に複数の縦方向センサ信号を検出するよう、特に複数の縦方向センサ信号をそれぞれ異なる変調周波数にて検出するよう設計することができる。評価装置は、複数の縦方向センサ信号から幾何学情報を生成するように、検出器を設計することができる。国際公開第2012/110924A1号および国際公開第2014/097181A1号のとおり、それは、曖昧さを解消することができ、および/または例えば照明の総出力は一般的に未知であるという事実を考慮に入れることができる。一例として、検出器は、少なくとも1個の縦方向光学センサの少なくとも1つのセンサ領域など、物体および/または検出器の少なくとも1つのセンサ領域における、0.05Hz~1MHz、例えば0.1Hz~10kHzの周波数での照明の変調をもたらすように設計され得る。上記にて概説のとおり、この目的に対し、検出器は少なくとも1個の変調装置を含み得、変調装置は少なくとも1個の任意の照明源に組み込まれてもよく、および/または照明源から独立した状態であってもよい。したがって、少なくとも1個の照明源は、それ自体、上述の照明の変調を生成するように適合され得、および/または少なくとも1個の独立した変調装置、例えば少なくとも1個のチョッパおよび/または変調された伝送性を有する少なくとも1個の装置、例えば少なくとも1個の電気光学装置および/または少なくとも1個の音響光学装置が存在し得る。

【0156】

本発明によれば、前述のとおり、少なくとも1つの変調周波数を光学検出器に適用することが有利となり得る。ただし、変調周波数を光学検出器に適用せずに縦方向センサ信号を直接判定することもやはり可能となり得る。以下にて詳しく実証するとおり、変調周波数の適用は、物体に関する所望の縦方向情報の取得を目的に、関連のある多数の状況下において必ずしも必要とは限らない。結果として、光学検出器は、空間検出器の単純かつ費用効果的な設定へさらに貢献し得る変調装置を含む必要はない。さらなる結果として、空間光変調装置を、周波数多重化モードではなく時間多重化モードで、あるいはこれらを組み合わせる形で使用することができる。

【0157】

本発明のさらなる一態様において、特に少なくとも1個の物体の位置を、具体的には少なくとも1個の物体の深度を基準として判定するための、光学検出用の検出器が開示される。本発明に係る少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器は、

- 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、センサ領域は電流を持続する能力のある少なくとも1種の材料を含み、少なくとも1種の材料の特性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は少なくとも1つの特性に依存する、縦方向光学センサと、

- 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む。

【0158】

本発明のこのさらなる態様によれば、センサ領域は、金属または半導体材料など、電流を持続する能力のある少なくとも1種の材料を含む。本発明では、材料の少なくとも1つの特性、すなわち材料の導電性または別の特性、例えば伝熱性、吸収性、散乱特性、誘電特性、磁気特性、または光学特性、特に偏光、反射率、屈折率、または透過率などは、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。

【0159】

結果として、縦方向センサ信号は、本発明に係る検出器の目的に対して採用される材料の少なくとも1つの特性に依存する。結果的に、少なくとも1つの縦方向センサ信号の記録によって少なくとも1つの特性を測定すれば、センサ領域内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となることにより、前述のとおり、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の生成が可能となる。本発明では、縦方向信号は電圧または電流など電気信号であってもよいが、最初は異なる種類の物理的信号、特に光学信号であってもよく、次いでこの信号が電気信号へと変換され得、次いでこれがさらに、縦方向センサ信号として処理され得る。本発明のこの態様に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、光学検出器の他の態様に関する説明を参照するとよい。

10

【0160】

本発明の特に好適な一実施形態において、電流を持続する能力のある材料は非晶質シリコン、略して「a-Si」を含む。一般的な用法として、「非晶質シリコン」という用語は、シリコンの非晶質同素形態を指す。最新技術からさらに既知のとおり、非晶質シリコンはそれを層として、特に薄膜として、適切な基板上に被着させることによって取得することができる。ただし、他の方法が適用可能な場合もある。さらに、非晶質シリコンは特に水素の使用によって不動態化することができ、これの適用により、非晶質シリコン内の多数のダングリングボンドを桁違いに減らすことができる。結果として、水素化非晶質シリコン、通常は略して「a-Si:H」は、示し得る欠陥量が少ないことから、光学装置向けの使用が可能となる。

20

【0161】

この特定の実施形態において、縦方向光学センサは、少なくとも1個の第1電極および少なくとも1個の第2電極を有する光検出器であってもよいと同時に、非晶質シリコンは、好ましくは第1電極と第2電極との間に配置され得る。特に、縦方向光学センサに衝突し得る光ビームが非晶質シリコンを含む層に到達することを促すことを目的に、複数の電極のうち少なくとも1個、特に入射光ビームの経路内に配置され得る電極は、少なくとも一部が光学的に透明であるものを選択することができる。本発明では、少なくとも一部が光学的に透明な電極は、少なくとも1種の透明導電性酸化物(TCO)、特に少なくとも1種のインジウムドープスズ酸化物(ITO)、フッソドープスズ酸化物(FTO)、アルミニウムドープ亜鉛酸化物(AZO)、またはペロブスカイトTCO(SrVO_3 または CaVO_3 など)、あるいは代替的に金属ナノワイヤー、特にAgまたはCuのナノワイヤーを含み得る。ただし、電極材料として適切となり得る他の種類の光学的に透明材料が適用可能な場合もある。残りの1個または複数の電極は、「背後電極」とも表わされ、これらは特に縦方向光学センサ内の光ビームの経路外に位置する限り、光学的に不透明であってもよい。本発明では、少なくとも1個の光学的に不透明な電極は、好ましくは金属電極、特に銀(Ag)電極、白金(Pt)電極、アルミニウム(Al)電極、または金(Au)電極のうち1種または複数、あるいは代替的にグラフェン電極を含み得る。好ましくは、光学的に不透明な電極は均一な金属層を含み得る。あるいは、光学的に不透明な電極は、多数の部分電極として配列されているか、または金属格子の形の分割電極であってもよい。

30

40

【0162】

好ましくは、第1電極と第2電極との間に配置される非晶質シリコンは、PINダイオードの形で配列され得る。一般的な用法として、「PINダイオード」という用語は、n型半導体層とp型半導体との間に配置されるi型半導体層を含む電子装置を指す。最新技術から既知であるとおりに、n型半導体層では電荷担体が圧倒的に電子によって提供される

50

一方、p型半導体層では電荷担体が圧倒的にホールによって提供される。好適な一実施形態において、p型半導体層は部分的にまたは全体的に、非晶質シリコンカーバイドで構成され得る。さらに、i型半導体層は、非ドーブ固有非晶質シリコンを含む。特に、本発明に係る縦方向光学センサにおいて、i型半導体層は、n型半導体およびp型半導体層それぞれの厚さを超える、特に少なくとも2倍、好ましくは少なくとも5倍、より好ましくは少なくとも10倍以上の厚さを示し得る。一例として、i型半導体層の厚さは100nmから3000nmの範囲、特に600nmから800nmの範囲であってもよい一方、n型およびp型両方の半導体層の厚さは5nmから100nmの範囲、特に10nmから60nmの範囲であってもよい。

【0163】

非晶質シリコンを含むPINダイオードの形で提供される光起電ダイオードは一般的に、非線形の周波数応答を示すことが知られている。結果として、正および/または負のF i P効果は縦方向センサにおいて観察され得、その上、縦方向センサは実質的に、0Hzから50kHzの光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存となり得る。前述の特徴の発生を実証する実験結果を、以下にて詳しく説明する。さらに、非晶質シリコンを含む光学検出器は、個々の半導体材料の豊富な存在、容易な生産方法、および他の既知のF i P装置と比べ大幅に高い信号対ノイズ比という、特別な優位性を示し得る。

【0164】

さらに、PINダイオードの外部量子効率を入射ビームの波長と対比した場合の挙動を考慮に入れると、PINダイオードが特に適切となり得る入射ビームの波長範囲に関する見識がもたらされ得る。本発明において、「外部量子効率」という用語は、本発明のセンサにおいて光電流に寄与し得る光子束の割合を指す。結果として、非晶質シリコンを含むPINダイオードは380nmから700nmの範囲にまで拡大し得る波長範囲内の外部量子効率について特に高い値を示し得る一方、外部量子効率はこの範囲外の波長、特に380nm未満の波長、すなわちUV範囲内と、700nm超の波長、特にNIR範囲内では低くなり、それによって、800nmを超えると消えてしまいそうなるほど小さくなり得る。結果的に、好ましくは、可視光スペクトル範囲の大部分、特に380nmから700nmの範囲をカバーする範囲内に入射ビームが波長を有する場合に、少なくとも1個の物体を光学的に検出する本発明に係る検出器に、複数の半導体層の少なくとも1つにおいて非晶質シリコンを含むPINダイオードを採用することができる。

【0165】

あるいは、好ましくは入射ビームがUVスペクトル範囲内の波長を有し得る場合に本発明に係る検出器に採用され得る、さらなるPINダイオードが提供され得る。本明細書で使用されるとき、「UVスペクトル範囲」という用語は1nmから400nmの電磁スペクトル部分、特に100nmから400nmの部分をカバーし得、またISO規格ISO-21348により勧告されているとおり、多数の範囲に細分化することができ、本発明で提供される代替的PINダイオードは特に、400nmから315nmの紫外光A範囲、略して「UVA」および/または315nmから280nmの紫外光B範囲、略して「UVB」について適切となり得る。この目的に対し、代替的PINダイオードは前述および/または後述の非晶質シリコンを含むPINダイオードと同じかまたは同様の配列を示し得、非晶質シリコン(a-Si)または水素化非晶質シリコン(a-Si:H)はそれぞれ、少なくとも部分的にシリコンおよび炭素の非晶質合金(a-SiC)または好ましくは水素化非晶質シリコン炭素合金(a-SiC:H)に置き換えることができる。この種の代替的PINダイオードは、UV波長範囲内、好ましくは280nmから400nmの完全なUVAおよびUVBの波長にわたり、高い外部量子効率を示し得る。本発明では、好ましくはプラズマ強化蒸着プロセスにおいて、典型的にはSiH₄およびCH₄をプロセスガスとして使用することにより、水素化非晶質シリコン炭素合金(a-SiC:H)を生産することができる。ただし、a-SiC:Hを提供するための他の生産方法が適用可能な場合もある。

【0166】

先行技術から既知であるとおり、水素化非晶質シリコン炭素合金 $a - SiC : H$ を含む層は通常、水素化非晶質シリコン $a - Si : H$ を含む層内での電子移動性と比べ、著しく小さいホール移動性を示し得る。このように、 $a - SiC : H$ を含む層を、 p ドープホール抽出層として、特に装置において光ビームが進入し得る側に配列する形で採用することができる。この配列の結果として、ホールが光電流に貢献できるようになるために移動していなければならないと考えられる距離を、大幅に低減することができる。結果的に、 p 型半導体層が 2 nm から 20 nm 、好ましくは 4 nm から 10 nm 、例えば 5 nm の厚さを示し得る PIN ダイオードを、本発明に係る検出器に提供することが、有利となり得る。さらに、 UV スペクトル範囲内、特に UVA スペクトル範囲および/または UVB スペクトル範囲内の波長を有し、この種の薄い p 型半導体層を含む PIN ダイオードの側面に衝突し得る特定の光ビームが吸収され得る。加えて、この種の薄層はさらに、電子が、層を横断することを可能にすると共に、その結果として、 PIN ダイオードの隣接する i 型半導体層内に進入することを可能にし得る。本発明では、好ましくは $a - SiC : H$ を含み得る i 型半導体層は同様に、 2 nm から 20 nm 、好ましくは 4 nm から 10 nm 、例えば 5 nm の厚さを示し得る。ただし、複数の半導体層のうち少なくとも1つが少なくとも部分的に $a - SiC : H$ を含み得る、他の種類の PIN ダイオードも実現可能となり得る。

10

【0167】

前述のとおり、光電流の生産に関係する非線形効果は、これらの種類の半導体層を含む PIN ダイオードを備える縦方向センサにおいて、 FiP 効果の発生の基礎を構成し得る。結果として、この種の縦方向センサは、特に UV 応答が要求され得る用途、例えば UV スペクトル範囲内で光学的現象を観察する能力を持たせるために使用され得るか、または UV スペクトル範囲内の少なくとも1つの波長を放出し得るアクティブ標的が使用され得る場合などに適切となり得る。

20

【0168】

あるいは、好ましくは入射ビームが NIR スペクトル範囲内の波長を有し得る場合に本発明に係る検出器に採用され得る、さらなる PIN ダイオードが提供され得る。本明細書で使用されるとき、「 NIR スペクトル範囲」という用語は略して「 $IR - A$ 」とも呼ばれ、 ISO 規格 $ISO - 21348$ により勧告されているとおり、 760 nm から 1400 nm の電磁スペクトル部分をカバーし得る。この目的に対し、代替的 PIN ダイオードは前述および/または後述の非晶質シリコンを含む PIN ダイオードと同じかまたは同様の配列を示し得、非晶質シリコン ($a - Si$) または水素化非晶質シリコン ($a - Si : H$) はそれぞれ、少なくとも部分的に微結晶シリコン ($\mu c - Si$) の1種、好ましくは水素化微結晶シリコン ($\mu c - Si : H$)、またはゲルマニウムおよびシリコンの非晶質合金 ($a - GeSi$)、好ましくは水素化非晶質ゲルマニウムシリコン合金 ($a - GeSi : H$) に置き換えることができる。このさらなる種類の PIN ダイオードは、少なくとも部分的に 760 nm から 1400 nm 、特に 760 nm から 1000 nm の NIR 波長範囲をカバーし得る波長範囲にわたり、高い外部量子効率を示し得る。一例として、 $\mu c - Si$ を含む PIN ダイオードは、おおよそ 500 nm から 1100 nm の範囲に及ぶ波長範囲にわたり、無視できない量子効率を有する。

30

40

【0169】

本発明では、水素化微結晶シリコン ($\mu c - Si : H$) を、好ましくは SiH_4 および CH_4 の気体混合物から生産することができる。結果として、典型的なサイズ 5 nm から 30 nm を有し且つ互いに 10 nm から 200 nm の間隔の秩序正しい基板材料の列の間に配置された微結晶を含む基板の上の、2相の材料を得ることができる。ただし、必ずしもそうとは限らないが、 $\mu c - Si : H$ の代替的配列に繋がり得る、 $\mu c - Si : H$ を提供するための別の生産方法が適用可能な場合もある。さらに、水素化非晶質ゲルマニウムシリコン合金 ($a - GeSi : H$) を、好ましくは SiH_4 、 GeH_4 、および H_2 を共通の反応装置内でプロセスガスとして使用することにより、生産することができる。ここでも同じく、 $a - GeSi : H$ を提供するための他の生産方法が実現可能となり得る。

50

【0170】

$\mu c - Si : H$ および $a - GeSi : H$ を $a - Si : H$ と比較すると、 $\mu c - Si : H$ および $a - GeSi : H$ を含む半導体層は電荷担体の無秩序置換に起因する局在化が同等または増加し得る結果、かなり非線形の周波数応答を示す。前述のとおり、これは、これらの種類の半導体層を含むPINダイオードを備える縦方向センサにおいて、F i P効果の発生基礎を構成し得る。結果として、この種の縦方向センサは、特にN I R応答が要求され得る用途、例えば暗視能力または霧中視界などの用途に使用され得るか、またはN I Rスペクトル範囲内の少なくとも1つの波長を放出し得るアクティブ標的が使用され得る場合、例えばN I R照明源を使用することにより、動物または人間を攪乱されない状態に維持し得る場合に有利となり得る事例などに適切となり得る。

10

【0171】

本発明のさらなる一態様において、特に少なくとも1個の物体の位置を、具体的には少なくとも1個の物体の深度を基準として判定するための、光学検出用の検出器が開示される。本発明に係る少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器は、

- 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向光学センサは、照明の総出力が同じである場合にセンサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能であり、その結果、縦方向センサ信号の振幅はセンサ領域内で光ビームによって生成される光点の断面積の減少に伴って減少する、縦方向光学センサと

20

- 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む。

【0172】

本発明のこのさらなる態様によれば、縦方向センサは、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能である。本発明では、少なくとも1つの縦方向センサ信号の、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に対する依存性が観察され得、これに応じて、縦方向センサ信号の振幅はセンサ領域内で光ビームによって生成される光点の断面積の減少に伴って減少する。前述のとおり、この観測を「負のF i P」効果と表わすことができる。

30

【0173】

結果的に、少なくとも1つの縦方向センサ信号を記録すれば、センサ領域内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となることにより、前述のとおり、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の生成が可能となる。本発明のこの態様に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、光学検出器の他の態様に関する説明を参照するとよい。

【0174】

本発明のさらなる一態様において、特に少なくとも1個の物体の位置を、具体的には少なくとも1個の物体の深度を基準として判定するための、光学検出用の検出器が開示される。本発明に係る少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器は、

40

- 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向光学センサは、照明の総出力が同じである場合にセンサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能であり、縦方向センサ信号の最小値はセンサ領域に衝突する光ビームの断面積が最小となる条件下で発生する、縦方向光学センサと、

50

- 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む。

【0175】

本発明のこのさらなる態様によれば、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能である。本発明では、少なくとも1つの縦方向センサ信号の、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に対する依存性が観察され得、これに応じて、縦方向センサ信号の最小値は、センサ領域に衝突する光ビームの断面積が最小となる条件下、特に、光学検出器に含まれる光学レンズによる影響に応じて材料が焦点または焦点付近に位置し得るという条件下で発生する。前述のとおり、この観測はいわゆる「負のFiP」効果に関する別の説明となる。

10

【0176】

結果的に、少なくとも1つの縦方向センサ信号を記録すれば、センサ領域内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となることにより、前述のとおり、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の生成が可能となる。本発明のこの態様に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、光学検出器の他の態様に関する説明を参照するとよい。

【0177】

本発明のさらなる一態様において、特に少なくとも1個の物体の位置を、具体的には少なくとも1個の物体の深度を基準として判定するための、光学検出用の検出器が開示される。本発明に係る少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器は、

20

- 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサは実質的に、0 Hz から 500 Hz の光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存である、縦方向光学センサと、

- 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む。

30

【0178】

本発明のこのさらなる態様によれば、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。本発明では、縦方向センサは実質的に、0 Hz から 500 Hz の光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存である。これに関して、「実質的に」という用語は、光ビームの変調周波数が所定の周波数範囲内で変動する場合に、縦方向センサの振幅の変動が10%未満、好ましくは1%未満であるという観測を表わす。前述のとおり、この説明は、「FiP」効果が低い周波数、特に0 Hz の条件でも発生し得るとい観測を指し、これは光学検出器の周辺で自然に発生または技術的に発生する不可避の変調周波数とは別に、変調周波数が存在しないことを意味する。

40

【0179】

結果的に、所定の周波数範囲内で少なくとも1つの縦方向センサ信号を記録すれば、センサ領域内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となることにより、前述のとおり、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の生成が可能となる。本発明のこの態様に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、光学検出器の他の態様に関する説明を参照するとよい。

【0180】

本発明のさらなる一態様において、特に少なくとも1個の物体の位置を、具体的には少

50

なくとも1個の物体の深度を基準として判定するための、光学検出用の検出器が開示される。本発明に係る少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器は、

- 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向光学センサは光導電性モードで駆動される少なくとも1個の光ダイオードを含み、センサ領域の導電性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は導電性に依存する、縦方向光学センサと、

- 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む。

【0181】

本発明のこのさらなる態様によれば、縦方向光学センサは、センサ領域内において光導電モードで駆動される少なくとも1個の光ダイオードを含む。本明細書で使用されるとき、「光ダイオード」は、pn接合またはPIN構造を示す導電性材料、特に半導体材料、すなわち光ダイオード内の少なくとも2種類の材料を含む既知の電子素子を指し、少なくとも2種類の材料は「p型」および「n型」と表わされる異なる種類のドーピングを含み、これらはさらに固有の「i」型領域によって分離され得る。光ダイオードで一般的に使用される既知の材料の例としてシリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、硫化鉛(II)(PbS)、およびテルル化水銀カドミウム(HgCdTe)が挙げられる。ただし、他の材料も実現可能となり得る。

【0182】

本明細書で使用されるとき、「光導電モード」は光ダイオードを採用する電気回路を指し、少なくとも1個の光ダイオードが逆バイアスモードで含まれる、すなわち光ダイオードの陰極が陽極に対して正の電圧で駆動される。これは、ゼロバイアスを使用するいわゆる「光起電モード」と対照的である。光導電モードを光ダイオードに適用すると、一般的に、照明の総出力が同じである場合、光電流はセンサ領域内での光ビームのビーム断面積に依存すると認められるという観測に繋がる。結果的に、縦方向センサ信号が導電性に依存することから、少なくとも1つの縦方向センサ信号を記録すれば、センサ領域内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となることにより、前述のとおり、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の生成が可能となる。

【0183】

照明の総出力が同じである場合、光電流はセンサ領域内での光ビームのビーム断面積に依存すると認められるという観測はさらに、光ダイオードに異なるバイアス電圧を印加することによって少なくとも1個の光ダイオードを含む縦方向光学センサの導電性を電氣的に調整するために採用され得る。本発明では、縦方向光学センサの導電性を、バイアス電圧源の使用によって電氣的に調整可能とすることができる。この目的に対し、縦方向光学センサの少なくとも2つの操作モードの間で、特に切り替え装置の使用によって切り替えることが可能となり得る形で、少なくとも2つの異なるバイアス電圧を光ダイオードに印加するようバイアス電圧源を構成設定することができる。

【0184】

このように、一方では非ゼロバイアス電圧を光ダイオードへ、具体的には本出願において別途記載のように逆バイアスモードで、光ダイオードを光導電モードで駆動できる形で印加することができる。そのような第1の条件の下、縦方向光学センサを結果的に、第1の操作モードの採用と捉えることができる。他方、ゼロバイアスを使用することにより、光ダイオードを非バイアス状態にする結果、前述のとおり光起電モードで駆動することができる。そのような第2の条件の下、縦方向光学センサを結果的に、第2の操作モードの採用と捉えることができる。相応に、本明細書に記載のようなバイアス電圧を設定するた

10

20

30

40

50

め、バイアス電圧源に影響を及ぼすよう切り替え装置を適応させることができる。本明細書で使用される時、「操作モード」という用語は、縦方向光学センサにおける明確な状態、特に操作状態を指し得る。本発明では、縦方向光学センサは、第1の操作モードにおいて第1の縦方向センサ信号を生成し、第2の操作モードでは第2の縦方向センサ信号を生成し得、第1の縦方向センサ信号と第2の縦方向センサ信号は互いに異なるといったように、操作モードは縦方向光学センサの導電性の調整可能な値に依存し得る。結果として、縦方向光学センサを、少なくとも2つの操作モードにおいて少なくとも1個の物体を光学的に検出するよう構成設定することができる。本発明では、縦方向光学センサを調整する場合、バイアス電圧が既に変化した後で変更後の操作モードに落ち着くよう、一定の期間が必要となり得る。ただし、第1の操作モードでの光電流検出とその後の第2の操作モードでの光電流検出の間、またはその逆において、期間を可能な限り短く設定することができる。

10

【0185】

本発明のこの態様に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、光学検出器の他の態様に関する説明を参照するとよい。

【0186】

さらなる好適な一実施形態において、この種のFiP装置に含まれる光ダイオードを、少なくとも1種のp型吸収材料、少なくとも1つのn型半導体層、および付加的に少なくとも1つの電極を有する薄膜太陽電池の形に配列することができる。本発明では、p型吸収材料およびn型半導体層が光ダイオードを形成する一方、電極は電荷担体を収集するために必要となり得る。加えて、この種の薄膜太陽電池においてはさらなる種類の層、特に少なくとも1個の基板、少なくとも1つのバック接点層、少なくとも1つのバッファ層および/または少なくとも1つの保護層が存在し得る。この種の薄膜太陽電池の好適な配列のうち、特に本発明に係る縦方向光学センサにおける光ダイオードの1つとしての使用に適切となり得る特定の一例を、詳しく後述する。

20

【0187】

特に、本発明の目的に対し使用されるp型吸収材料はダイヤモンド様構造を示す結果、複数の四価原子を含み得る。結果として、p型吸収材料はダイヤモンド(C)、シリコン(Si)、シリコンカーバイド(SiC)、シリコンゲルマニウム(SiGe)またはゲルマニウム(Ge)のうち1種または複数から選択され得る。あるいは、p型吸収材料は修飾ダイヤモンド様構造を示し得、ダイヤモンド様構造の四価原子のうち1個または複数、特に、修飾構造内の4個の価電子の平均に影響を及ぼし得る原子の組み合わせに置き換えることができる。一例として、周期表の第3族および第5族それぞれに属する1種の化学元素を含む第3族-第5族化合物はこの目的に適切となり得るが、それは共同して $2 \times 4 = 8$ 個の価電子を含む2個の四価原子を相応に、 $3 + 5 = 8$ 個の価電子に置き換えることができるからである。さらなる一例として、第1族および第3族それぞれに属する1種の化学元素および/または第6族に属する2種の化学元素を含む第1族-第3族-第6族₂の化合物も使用できるが、それは共同して $4 \times 4 = 16$ 個の価電子を含む4個の四価原子を、この場合は $1 + 4 + (2 \times 6) = 16$ 個の価電子に置き換えることができるからである。ただし、他の種類の組み合わせも実現可能となり得る。

30

40

【0188】

このように、p型吸収材料は、好ましくは

- 第3族-第5族化合物、特にアンチモン化インジウム(InSb)、窒化ガリウム(GaN)、ヒ化ガリウム(GaAs)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、またはリン化アルミニウムガリウム(AlGaP)、

- 第2族-第6族化合物、特にテルル化カドミウム(CdTe)、またはテルル化水銀カドミウム(HgCdTe、略して「MCT」)(CdTeおよびHgTeの第2族-第6族三元合金と捉えることができる)、

- 第1族-第3族-第6族₂化合物、特に硫化銅インジウム(CuInS₂、CIS)、およびより好ましくはセレン化銅インジウムガリウム(CIGS)(セレン化銅インジ

50

ウム (C I S) およびセレン化銅ガリウム (C u G a S e₂) の固溶体と捉えることができ、したがって C u I n_x G a_(1-x) S e₂ の化学式を含む (式中、x は 0、すなわち純粋な C u G a S e₂ から 1、すなわち純粋な C I S の範囲で変動し得る)、

- 第 1 族₂ - 第 2 族 - 第 4 族 - 第 6 族₄ 化合物、特に硫化銅亜鉛スズ (C Z T S)、セレン化銅亜鉛スズ (C Z T S e)、または銅 - 亜鉛 - スズ - 硫黄 - セレンカルコゲニド (C Z T S S e)、および

- ハロゲン化物ペロブスカイト化合物、特にアルカリ陽イオンを含む化合物、または特に有機 - 無機ハロゲン化物ペロブスカイト (メチルアンモニウム金属ハロゲン化物 (C H₃ N H₃ M X₃、M は P b または S n など二価金属、X は C l、B r、または I である)、好ましくはメチルアンモニウムヨウ化鉛 (C H₃ N H₃ P b I₃)

から成る群から選択され得る。

【0189】

これにより、インジウム (I n) など希化学元素も、カドミウム (C d) など有毒化学元素も含まない、C Z T S などの化合物が、特に好適となり得る。ただし、さらなる種類の化合物および / または付加的な例も実現可能となり得る。

【0190】

ただし、付加的に、さらなる検討事項は、特に入射光ビームの波長の関数としての吸収率に関して、取り上げられる p 型吸収材料の感度に関係し得る。これに関して、前述の第 1 族 - 第 3 族 - 第 6 族₂ 化合物である C I S および C I G S、ならびに前述の第 1 族₂ - 第 2 族 - 第 4 族 - 第 6 族₄ 化合物である C Z T S、C Z T S e および C Z T S S e は特に

【0191】

さらに、この種の薄膜太陽電池における n 型半導体層は、好ましくは硫化カドミウム (C d S) を含み得るか、または特に有毒カドミウム (C d) を避けるため、硫化亜鉛 (Z n S)、酸化亜鉛 (Z n O) または水酸化亜鉛 (Z n O H) のうち 1 種または複数を含み得る。

【0192】

本発明のさらなる一態様において、上記の実施形態のいずれかに係る少なくとも 2 個の個別の検出器、好ましくは 2 個または 3 個の個別の光学センサを、2 つの全く異なる位置に配置され得る形で含む配列が提案される。本発明では、少なくとも 2 個の検出器は好ましくは光学特性が同一であるが、互いに異なるものであってもよい。加えて、配列はさらに少なくとも 1 個の照明源を含み得る。本明細書において、少なくとも 1 個の物体は一次光を生成する少なくとも 1 個の照明源を使用して照らされ得、少なくとも 1 個の物体が弾性的にまたは非弾性的に一次光を反射することにより、複数の検出器のうちの 1 個へと伝播する複数の光ビームが生成される。少なくとも 1 個の照明源は、複数の検出器それぞれの構成要素を形成し得るか、または形成しなくてもよい。一例として、少なくとも 1 個の照明源自体が環境光源であるかまたはこれを含み得、および / または人工照明源であるか

【0193】

これに関して、個別の光学センサを、好ましくは検出器に含まれる他の個別の光学センサから離れて配置することにより、他の個別の光学センサによって取得される画像と異なり得る個別の画像の取得が可能となる。特に、個別の光学センサを平行配列の別々のビーム経路内に配列することにより、単一の円形 3 次元画像を生成することができる。このように、個別の光学センサを、光軸と平行に位置する形で整列することができ、これらは加えて、検出器の光軸に対して直角の配向の個別の変位を示し得る。本発明では、個別の光

10

20

30

40

50

学センサおよび/または相当する転送要素の位置と配向の調整など、適切な措置によって整列が達成され得る。このように、好ましくは、深度情報の認知を生成または増加させることが可能となるよう、特に両眼視によって得られる視覚情報など、重なり合う視野を有する2個の個別の光学センサから引き出される視覚情報の統合によって深度情報を得られる形で、2個の個別の光学センサを間隔を空けて配置することができる。この目的に対し、個別の光学センサを、好ましくは、光軸に対して直角の方向で判定されるとおり、互いに1cmから100cm、好ましくは10cmから25cmの間隔を空けて配置することができる。本明細書で使用されるとき、この実施形態において提供される検出器は特に、詳しく後述する「立体視装置」の一部であってもよい。立体視を可能にすることに加え、主として複数の光学センサの使用に基づく立体視装置のさらなる特定の優位性の例として特に、総強度の増加および/または検出閾値の引き下げが挙げられる。

10

【0194】

本発明のさらなる一態様において、使用者とマシンとの間で情報のうち少なくとも1つの項目を交換するためのヒューマンマシンインターフェースが提案される。提案されるヒューマンマシンインターフェースは、上述のまたは以下にてさらに詳しく記載される1つまたは複数の実施形態において、上述の検出器が1人または複数の使用者によって、マシンに情報および/または命令を提供するために使用され得るという事実を利用し得る。したがって、好ましくは、ヒューマンマシンインターフェースは制御命令の入力に使用され得る。

【0195】

ヒューマンマシンインターフェースは、本発明に係る、例えば上記にて開示されている1つまたは複数の実施形態および/または以下にてさらに詳しく開示される1つまたは複数の実施形態に係る少なくとも1個の検出器を含み、ヒューマンマシンインターフェースは使用者の幾何学的情報の少なくとも1つの項目を検出器によって生成するように設計され、ヒューマンマシンインターフェースは幾何学的情報に対し、情報の少なくとも1つの項目、特に少なくとも1つの制御命令を割り当てるように設計される。

20

【0196】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1つの娯楽機能を実行する娯楽装置が開示される。本明細書で使用されるとき、娯楽装置は、1人または複数の使用者（以下では1人または複数のプレーヤともいう）のレジャーおよび/または娯楽の目的に役立ち得る装置である。一例として、娯楽装置はゲーム、好ましくはコンピュータゲームの目的に役立ち得る。付加的にまたは代替的に、娯楽装置は他の目的、例えばエクササイズ、スポーツ、理学療法または運動追跡全般などの目的にも使用され得る。したがって、娯楽装置は、コンピュータ、コンピュータネットワークまたはコンピュータシステムに実装され得るか、あるいは1つまたは複数のゲーム用ソフトウェアプログラムを実行するコンピュータ、コンピュータネットワークまたはコンピュータシステムを含み得る。

30

【0197】

娯楽装置は、本発明に係る、例えば上記にて開示されている1つまたは複数の実施形態および/または以下にて開示される1つまたは複数の実施形態に係る少なくとも1個のヒューマンマシンインターフェースを含む。娯楽装置は、ヒューマンマシンインターフェースを手段として情報のうち少なくとも1つの項目をプレーヤが入力可能となるように設計される。情報の少なくとも1つの項目は、娯楽装置の制御装置および/またはコンピュータへと伝送され得るか、および/またはそれらによって使用され得る。

40

【0198】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1個の可動物体の位置を追跡する追跡システムが提供される。本明細書で使用されるとき、追跡システムは、少なくとも1個の物体または物体の少なくとも一部における、一連の過去の位置に関する情報を収集するように適合される装置である。付加的に、追跡システムは、少なくとも1個の物体または物体の少なくとも一部について予測される少なくとも1つの将来の位置に関する情報を提供するように適合され得る。追跡システムは少なくとも1個の進路制御装置を有し得、進路制

50

御装置は完全にまたは部分的に電子装置として、好ましくは少なくとも1個のデータ処理装置、より好ましくは少なくとも1個のコンピュータまたはマイクロコントローラとして具現化され得る。同様に、少なくとも1個の進路制御装置は少なくとも1個の評価装置を含み得、および/または少なくとも1個の評価装置の一部であってもよく、および/または完全にまたは部分的に少なくとも1個の評価装置と同一であってもよい。

【0199】

追跡システムは、本発明に係る少なくとも1個の検出器、例えば上記に挙げた1つまたは複数の実施形態において開示されているような、および/または下記の1つまたは複数の実施形態において開示されているような、少なくとも1個の検出器を含む。追跡システムはさらに、少なくとも1個の進路制御装置をも含む。追跡システムは、複数の検出器間において重複する容積内での少なくとも1個の物体に関する深度情報の信頼性のある取得を可能にする複数の検出器、特に複数の同一の検出器を含み得る。進路制御装置は物体の一連の位置を追跡するように適合され、各位置は特定の時点における物体の位置に関する情報のうち少なくとも1つの項目を含む。

10

【0200】

追跡システムはさらに、物体に接続可能な少なくとも1個のビーコン装置をも含み得る。ビーコン装置の潜在的定義については国際公開第2014/097181A1号の開示を参照するとよい。追跡システムは、好ましくは、検出器が少なくとも1個のビーコン装置の物体の位置に関する情報を生成し得るよう、特に特異的なスペクトル感度を示す特定のビーコン装置を含む物体の位置に関する情報を生成するよう、適応される。このように、異なるスペクトル感度を示す複数のビーコンを、本発明の検出器により、好ましくは同時に追跡することができる。本明細書において、ビーコン装置は、全体的にまたは部分的に能動型ビーコン装置および/または受動型ビーコン装置として具現化され得る。一例として、ビーコン装置は、検出器へと伝送されることになる少なくとも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個の照明源を含み得る。付加的にまたは代替的に、ビーコン装置は、照明源により生成される光を反射するように適合された少なくとも1個の反射体を含むことにより、検出器へと伝送されることになる反射された光ビームを生成し得る。

20

【0201】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1個の物体の少なくとも1つの位置を判定する走査システムが提供される。本明細書で使用されるとき、走査システムは、少なくとも1個の物体の少なくとも1つの表面に位置する少なくとも1個の点の照明を目的に、また少なくとも1個の点と走査システムとの間の距離に関する情報の少なくとも1つの項目を生成することを目的に構成される、少なくとも1つの光ビームを放出するように適合される装置である。少なくとも1個の点と走査システムとの間の距離に関する情報の少なくとも1つの項目を生成する目的に対し、走査システムは発明に係る検出器の少なくとも1個、例えば上記に挙げた1つまたは複数の実施形態において開示されているような、および/または下記の1つまたは複数の実施形態において開示されているような、少なくとも1個の検出器を含む。

30

【0202】

したがって、走査システムは、少なくとも1個の物体の少なくとも1つの表面に位置する少なくとも1個の点の照明を目的に構成される少なくとも1つの光ビームを放出するように適合される、少なくとも1個の照明源を含む。本明細書で使用されるとき、「点」という用語は、例えば走査システムの使用者によって、照明源によって照らされるよう選択され得る、物体の表面の一部に存在する小さい区域を指す。好ましくは、点は、走査システムに含まれる照明源と、物体の表面上で点が位置し得る部分との間の距離の値を、走査システムが可能な限り正確に判定できるよう、可能な限り小さいサイズを示すものであってもよい一方、他方では走査システムの使用者または走査システム自体が、特に自動手順により、物体の表面上の関連部分における点の存在を検出できる程度に大きいサイズであってもよい。

40

50

【0203】

この目的に対し、照明源は人工照明源、特に少なくとも1個のレーザ光源および/または少なくとも1個の白熱電球および/または少なくとも1個の半導体光源、例えば少なくとも1個の発光ダイオード、特に有機および/または無機の発光ダイオードを含み得る。一般的に定義されるビームプロファイルおよび他の操作特性の関係上、少なくとも1個のレーザ光源の使用が特に好適である。この場合、単一のレーザ光源の使用が好適となり得るが、特に、使用者にとって保管しやすく運びやすいと考えられる、小型操作システムを提供することが重要となり得る場合がそうである。したがって、照明源は、好ましくは検出の構成要素であってもよく、したがって特に、検出器のハウジングへの一体化など、検出器に組み込まれ得る。好適な一実施形態において、特に走査システムのハウジングは、距離関連情報を使用者へ、例えば判読しやすい形で提供するように構成された、少なくとも1個の表示装置を含み得る。さらなる好適な一実施形態において、特に走査システムのハウジングは付加的に、例えば1つまたは複数の操作モードなど、走査システムに関連する少なくとも1つの機能の操作向けに構成され得る少なくとも1個のボタンを含み得る。さらなる好適な一実施形態において、特に走査システムのハウジングは付加的に、走査システムを別の表面、例えばゴム製脚、ベースプレートまたは壁ホルダなどへ固定するために、磁性材料などを含む形で、特に測距の正確性および/または使用者による走査システムの操作性の向上を目的に構成され得る、少なくとも1個の固定ユニットを含み得る。

10

【0204】

したがって、特に好適な一実施形態において、走査システムの照明源は、物体の表面に位置する単一の点を照らすよう構成され得る単一のレーザビームを放出し得る。したがって、本発明に係る少なくとも1個の検出器の使用により、少なくとも1個の点と走査システムとの間の距離に関する情報の少なくとも1つの項目が生成され得る。この場合、好ましくは、走査システムに含まれる照明システムと、照明源によって生成される単一の点との間の距離は、少なくとも1個の検出器に含まれる評価装置の採用などによって判定され得る。ただし、走査システムはさらに、特にこれを目的に適合され得る付加的な評価システムをも含み得る。代替的にまたは付加的に、走査システムのサイズ、特に走査システムのハウジングのサイズを考慮に入れることができ、したがって走査システムのハウジング上の特定の点、例えばハウジングの前端または後端と、単一の点との間の距離を、選択的に判定することができる。

20

30

【0205】

あるいは、走査システムの照明源は、複数のビームの放出方向の間に直角などの個別の角度を提供することにより、同じ物体の表面または2個の別々の物体における2つの異なる表面に位置する2個の個別の点を照らすことができるよう構成され得る、2つの個別のレーザビームを放出し得る。ただし、2つの個別のレーザビーム間における個別の角度について、他の値も実現可能である。この特徴は特に、例えば走査システムと点との間における1個または複数の障害物の存在などが原因で直接アクセスできない可能性のある、あるいは別段に到達困難となり得る間接距離の導出などを目的とする間接測定機能向けに採用され得る。したがって、一例として、2つの個別の距離を測定し、そしてピタゴラスの定理の使用により高さを導き出すことによって、物体の高さの値を判定することが実現可能となり得る。特に、物体を基準に既定の水平を維持することを可能にするため、走査システムはさらに、使用者が既定の水平を維持するために使用し得る、少なくとも1個の水平調整ユニット、特に一体型気泡バイアルをも含み得る。

40

【0206】

さらなる一選択肢として、走査システムの照明源は、個別のピッチ、特に規則的なピッチを互いに対して示し得る、また少なくとも1個の物体の少なくとも1つの表面上に位置する複数の点の配置を生成する形で配置され得る、複数のレーザビームの配置のような、複数の個別のレーザビームを放出し得る。この目的に対し、特別に適合された光学要素、例えばビーム分割装置および鏡などが提供され得、これにより上述の複数のレーザビームからなる配置の生成が可能となり得る。

50

【0207】

したがって、走査システムは、1個または複数の物体の1つまたは複数の表面上に配置された1個または複数の点の静的配置を提供し得る。あるいは、走査システムの照明源、特に上述の複数のレーザビームの配置など、1つまたは複数のレーザビームは、時間の経過につれ変化する強度を示し得る、および/または時間が経過する中で放出方向が交互に変化し得る、1つまたは複数の光ビームを提供するよう構成され得る。したがって、照明源は、走査装置の少なくとも1個の照明源によって生成される交互特徴と併せて、1つまたは複数の光ビームの使用による画像として、少なくとも1個の物体の少なくとも1つの表面の一部を走査するよう構成され得る。したがって、特に、走査システムは少なくとも1回の列走査および/または線走査、例えば1個または複数の物体の1つまたは複数の表面の連続的走査または同時走査を使用し得る。

10

【0208】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1個の物体の少なくとも1つの単一の円形3次元画像を生成する立体視装置が提供される。本明細書で使用されるとき、上記および/または下記にて開示される立体視装置は少なくとも2個のFiPセンサを光学センサとして含み得、第1のFiPセンサは追跡システム、特に本発明に係る追跡システムに含まれ得る一方、第2のFiPセンサは走査システム、特に本発明に係る走査システムに含まれ得る。本発明では、好ましくは、FiPセンサを立体視装置の光軸に対して平行に整列し、個別に光軸に対して直角に変位させることなどにより、FiPセンサを平行配列の別々のビーム経路内に配列することができる。このように、FiPセンサは、特に、重なり合う視野を有し、好ましくは個別の変調周波数に対して感応である、個別のFiPセンサから引き出される視覚情報の統合によって深度情報を得ることにより、深度情報の知見を生成または増加させることが可能であり得る。この目的に対し、好ましくは、光軸に対して直角の方向で規定されるように、互いに1cmから100cm、好ましくは10cmから25cmの間隔を空けて、個別のFiPセンサを配置することができる。この好適な実施形態において、このように、変調アクティブ標的の位置を判定するために採用することができると同時に、1個または複数の物体の1つまたは複数の表面に1個または複数の点を投影するよう適応された走査システムを、少なくとも1個の点と走査システムとの間の距離に関する少なくとも1項目の情報を生成するために使用することができる。加えて、立体視装置はさらに、本出願において別途記載の画像内の少なくとも1個の物体の横方向位置に関する情報項目を生成するよう適応された、別個の位置敏感型装置を含み得る。

20

30

【0209】

立体視を可能にするこの他に、主として複数の光学センサの使用に基づく立体視装置のさらなる特定の優位性の例として特に、総強度の増加および/または検出閾値の引き下げが含まれる。さらに、少なくとも2個の従来型の位置感応型装置を含む従来型の立体視装置では、個々の画像内の対応するピクセルは、多大なコンピュータ処理尽力の適用によって判定されざるを得ない一方、少なくとも2個のFiPセンサを含む本発明に係る立体視装置では、各FiPセンサが異なる変調周波数で操作され得るFiPセンサの使用によって記録される個々の画像内の対応するピクセルは、互いに対して明白に割り当てられ得る。このように、本発明に係る立体視装置は、物体の縦方向位置に関する情報のほか、物体の横方向位置に関する情報も少なくとも1項目、労力を低減する形で生成することを可能にし得るという点を、強調することができる。

40

【0210】

立体視装置について詳しくは、追跡システムおよび操作システムそれぞれの説明を参照するとよい。

【0211】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1個の物体の撮像用カメラが開示される。カメラは、本発明に係る、例えば上記または下記にてさらに詳しく記載される1つまたは複数の実施形態において開示されるような、少なくとも1個の検出器を含む。従って、検出器は写真装置、具体的にはデジタルカメラの一部であってもよい。具体的に、検出器

50

は3D写真撮影、具体的にはデジタル3D写真撮影に使用され得る。従って、検出器はデジタル3Dカメラを形成するか、またはデジタル3Dカメラの一部であってもよい。本明細書で使用されるとき、「写真撮影」という用語は一般的に、少なくとも1個の物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、「カメラ」は一般的に、写真撮影の実施向けに適応された装置である。本明細書でさらに使用されるとき、「デジタル写真撮影」という用語は一般的に、照明の強度を示す電気信号、好ましくは、デジタル電気信号を生成するよう適応された複数の感光性要素の使用によって、少なくとも1個の物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、「3D写真撮影」という用語は一般的に、3次元空間における少なくとも1個の物体の画像情報を取得する技術を指す。相応に、3Dカメラは3D写真撮影の実施向けに適応された装置である。カメラは一般的に、単一の画像、例えば単一の3D画像を取得するために適応され得るか、または複数の画像、例えば一連の画像を取得するために適応され得る。従って、カメラは、例えばデジタルビデオシーケンスの取得など、ビデオ用途向けに適応されたビデオカメラであってもよい。

10

【0212】

このように、一般的に、本発明はさらに、少なくとも1個の物体の撮像向けのカメラ、具体的にはデジタルカメラ、より具体的には3Dカメラまたはデジタル3Dカメラを指す。上記にて概説のとおり、撮像という用語は、本明細書で使用されるとき、一般的に、少なくとも1個の物体の画像情報の取得を指す。カメラは本発明に係る少なくとも1個の検出器を含む。カメラは、上記にて概説のとおり、単一の画像の取得、あるいは画像シーケンスなど複数の画像の取得、好ましくはデジタルビデオシーケンスの取得向けに適応され得る。従って、一例として、カメラはビデオカメラであるか、またはビデオカメラを含み得る。後者の場合、カメラは好ましくは画像シーケンスを保存するためのデータメモリを含む。

20

【0213】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1個の物体の位置を判定する方法が開示される。その方法は、好ましくは本発明に係る、例えば上記または下記にてさらに詳しく記載される1つまたは複数の実施形態において開示されるような、少なくとも1個の検出器を使用し得る。従って、その方法の任意の実施形態については、検出器の様々な実施形態の説明を参照するとよい。

30

【0214】

この方法は、以下に挙げる工程を含み、これらは所定の順序で、または異なる順序で実行され得る。さらに、列記されていない付加的な方法工程も提供され得る。さらに、該方法工程のうち複数、さらにはすべてが、少なくとも部分的に同時に実行され得る。さらに、この方法工程のうち複数、さらにはすべてが、2回、さらには3回以上、反復的に実行され得る。

【0215】

本発明に係る方法は、

- 少なくとも1個の縦方向光学センサによって少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するステップであって、縦方向センサ信号は光ビームによる縦方向光学センサのセンサ領域の照明に依存し、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、センサ領域は少なくとも1個の光導電性材料を含み、センサ領域の導電性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は導電性に依存する、ステップと、

40

- 縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するステップとを含む。

【0216】

前述のとおり、光導電性材料は、好適な一実施形態において、コロイド量子ドット(CQD)を含む薄膜として提供され得る。本発明では、CQD膜は、好ましくは第1の導電

50

層に被着され得、第1の導電層は少なくとも一部が透明な半導体材料を含み得、半導体材料は好ましくは少なくとも一部が透明な半導体金属酸化物またはそのドーピング変形から成る群から、特にインジウムスズ酸化物 (ITO)、フッ素ドーピングスズ酸化物 (SnO₂:F、FTO)、酸化アルミニウム亜鉛 (AZO)、アンチモンズ酸化物 (SnO₂/Sb₂O₅)、またはペロブスカイトTCO (SrVO₃またはCaVO₃など) から、あるいは銀または銅のナノワイヤーなど金属ナノワイヤーから選択され得る。本発明では、CQD膜は非極性有機溶媒中の量子ドット溶液として提供され得、溶媒は好ましくはオクタン、トルエン、シクロヘキサン、nヘプタン、ベンゼン、クロロベンゼン、アセトニトリル、ジメチルホルムアミド (DMF) およびクロロホルムから成る群から選択され得る。好ましくは、量子ドットは10 mg/ml から200 mg/ml、好ましくは50 mg/ml から100 mg/ml の範囲の有機溶媒中濃度で提供され得る。

10

【0217】

一般的に、CQD膜は単一の層として、または少なくとも2つの別々に処理された層、好ましくは全く別々の2つの層として提供され得る。ただし、3つ、4つ、5つまたは6つの別々に処理された層も実現可能となり得る。処理され得る層が単一か複数かを問わず、CQD膜は好ましくは被着法、好ましくはコーティング法、より好ましくはスピンコーティング法またはスロットコーティング法により、またはインクジェット印刷により、またはブレードコーティング法により、提供され得る。本発明では、CQD膜は有機物質での処理を経てもよく、有機物質は好ましくはチオールおよびアミンから成る群から、特に1,2-エタンジチオール (edt)、1,2-および1,3-ベンゼンジチオール (bd t)、およびブチルアミンから選択され得る。一例として、硫化鉛量子ドット (PbS CQD) を含むコロイド膜の処理向けに、有機物質ブチルアミンが採用された成功例がある。ただし、他の有機物質、例えば1,2-エタンジチオール、1,2-および1,3-ベンゼンジチオール (bd t) またはオレイン酸も実現可能となり得る。有機物質での処理後、CQD膜は50 から250、好ましくは80 から180、より好ましくは100 から120 の温度帯で乾燥させるのが好ましい。上記にて詳述のとおり、n型材料層を最初に第1の導電層へ直接被着させた後、CQD膜を阻止層へ蒸着させてもよい。本発明では、阻止層は導電性材料、好ましくは二酸化チタン (TiO₂) または酸化亜鉛 (ZnO) の薄膜を含み得る。

20

【0218】

上記にてさらに詳述のとおり、第2の導電層を付加的に、単一または複数のCQD膜へ被着させることができ、第2の導電層は少なくとも一部が透明な半導体材料か、または好ましくは不透明な導電性材料、より好ましくは蒸着金属層、特に銀、アルミニウム、白金、クロム、チタンまたは金のうち1種または複数、あるいは代替的にグラフェン層を含み得る。

30

【0219】

あるいは、第2の導電層は導電性ポリマー、特にポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) (PEDOT) またはPEDOTとポリスチレンスルホン酸 (PEDOT: PSS) の分散物の層を含み得る。本発明では、蒸着金属接点を含む分割電極を付加的に、導電性ポリマー層の上に配置することができ、蒸着金属接点は特に銀、アルミニウム、白金、チタン、クロムまたは金のうち1種または複数、あるいは代替的にグラフェン層を含み得る。

40

【0220】

本発明に係る方法に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、光学検出器に関する説明を参照するとよい。

【0221】

本発明のさらなる一態様において、本発明に係る検出器の使用が開示される。この態様においては、測距、特に交通技術における測距；位置測定、特に交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；走査用途；立体視用途；写真撮影用途；撮像用途またはカメラ用途；少なくとも1つの空

50

間のマップ生成用のマッピング用途；車両向けのホーミングビーコンまたは追跡ビーコン検出器；熱シグネチャ（背景と比べ高温か低温か）による物体の距離および/または位置の測定；機械視覚用途；ロボット工学用途から成る群から選択される用途を特に目的とする、物体の位置、特に深度の判定を目的とする検出器の使用が提案される。

【0222】

具体的に、本発明に係る光学検出器は、特に、該当するセンサ領域向けに選択される光導電性材料の種類に応じて、かなり広いスペクトル範囲にわたる電磁波の光学検出器として使用され得る。これに関して、紫外光（UV）、可視光、近赤外光（NIR）、赤外光（IR）、遠赤外光（FIR）のスペクトル範囲が、特に好適となり得る。非限定的一例として、特に以下の光導電性材料が選択され得る。

【0223】

- ドープダイヤモンド（C）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化チタン（TiO₂）、窒化ガリウム（GaN）、リン化ガリウム（GaP）またはシリコンカーバイド（SiC）（UVスペクトル範囲の場合）

- シリコン（Si）、ヒ化ガリウム（GaAs）、硫化カドミウム（CdS）、テルル化カドミウム（CdTe）、硫化銅インジウム（CuInS₂、CIS）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS）、硫化銅亜鉛スズ（CZTS）、硫化鉛（PbS）を含む量子ドット、リン化インジウム（InP）、または可視光スペクトル範囲について前述の有機光導電体

- ヒ化インジウムガリウム（InGaAs）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、テルル化カドミウム（CdTe）、硫酸銅インジウム（CuInS₂、CIS）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS）、硫化銅亜鉛スズ（CZTS）、または硫化鉛（PbS）を含む量子ドット（NIRスペクトル範囲の場合）（CdTe、CIS、CIGSおよびCZTSは850nm超の波長に特に好適である）

- 硫酸鉛（PbS）（IRスペクトル範囲の場合）

- セレン化鉛（PbSe）、テルル化水銀カドミウム（HgCdTe、MCT）またはアンチモン化インジウム（InSb）（FIRスペクトル範囲の場合）

これに関して、前述の光導電性材料の多くが費用効率的で長期安定性と信頼性のある材料として十分に知られ、長年にわたり、特に所定のスペクトル範囲でのセンシングの最適化に向けて開発されてきたという点を、特に強調することができる。したがって、本発明によって提案される拡大的目的に対し、既に商業的に入手可能な材料を適応させることが可能であることを、本発明の特に有利な点として捉えることができる。

【0224】

本発明に係る光学検出器のさらなる用途として、光導電性セルが既に応用されている成功例、例えば物体の存在または不存在の判定；光学的用途の拡大（例：カメラ露出制御、自動スライドフォーカス、自動リアビューミラー、電子スケール、自動ゲイン制御（特に変調光源における制御）、自動前照灯調光装置、夜間（街路）照明制御、石油ストーブ自動消火、または煙感知器）；またはその他、複写機のトナー密度判定などに使用する密度計；または比色分析測定との組み合わせが挙げられる。

【0225】

このように、一般的に、検出器など本発明に係る装置を様々な分野での用途に応用することができる。具体的に、検出器を以下から成る群から選択される用途に応用することができる：交通技術における測距；娯楽用途；セキュリティ用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；写真撮影用途；少なくとも1つの空間のマップ生成用のマッピング用途（例：部屋、建物および街路から成る群から選択される少なくとも1つの空間）；モバイル用途；ウェブカム；音響装置；ドルビーサラウンド音響システム；コンピュータ周辺機器；ゲーミング用途；カメラまたはビデオ用途；セキュリティ用途；監視用途；自動車用途；輸送用途；医療用途；スポーツ用途；機械視覚用途；車両用途；航空機用途；船舶用途；宇宙船用途；建築用途；工事用途；地図製作用途；製造用途；最新のセンシング技術（飛行時間検出器、レーダ、ライダ、超音波センサまたは干渉分光法など）の

10

20

30

40

50

うち少なくとも1つとの併用。付加的にまたは代替的に、局所および/または全地球測位システムでの用途、特に乗用車または他の車両(例:鉄道、自動二輪車、自転車、貨物輸送トラック)、ロボットまたは歩行者用の陸標ベースの測位および/または航法での用途も挙げられる。さらに、屋内測位システムも潜在的用途として、例えば家庭用品および/または製造、物流、監視または保守技術で使用されるロボットが挙げられる。

【0226】

このように、第1に、本発明に係る装置は携帯電話機、タブレットコンピュータ、ラップトップ、スマートパネルまたは他の固定型または移動型または着用のコンピュータまたは通信アプリケーションにおいて使用され得る。このように、本発明に係る装置は少なくとも1個の活性光源、例えば可視光範囲または赤外光スペクトル範囲の光を放出する光源と、性能向上を目的に組み合わせられ得る。このように、一例として、本発明に係る装置はカメラおよび/またはセンサとして、例えば環境、物体および生物を走査および/または検出するモバイルソフトウェアと組み合わせ使用され得る。本発明に係る装置はさらに、撮像効果を高めるために、従来型カメラなど2Dカメラと組み合わせることできる。本発明に係る装置はさらに、監視および/または記録目的に、あるいはモバイル機器を制御する入力装置として、特に音声および/またはジェスチャ認識と組み合わせ使用することもできる。このように、具体的に、ヒューマンマシンインターフェースの役割を果たす、入力装置とも呼ばれる本発明に係る装置は、携帯電話機などモバイル機器を介して他の電子装置または構成要素を制御する目的などモバイル用途において使用され得る。一例として、本発明に係る少なくとも1個の装置を含むモバイルアプリケーションを、テレビジョン、ゲームコンソール、音楽再生機器または音楽装置または他の娯楽装置の制御用として使用することができる。

【0227】

さらに、本発明に係る装置はコンピューティング用途向けのウェブカムまたは他の周辺機器においても使用され得る。このように、一例として、本発明に係る装置は撮像、記録、監視、走査、または運動検出用のソフトウェアと組み合わせ使用され得る。ヒューマンマシンインターフェースおよび/または娯楽装置の文脈で概説されているとおり、本発明に係る装置は特に、顔面表現および/または身体表現による命令付与に有用である。本発明に係る装置は、マウス、キーボード、タッチパッド、マイクロフォンなどのような他の入力生成装置と組み合わせることができる。さらに、本発明に係る装置は例えばウェブカムの使用により、ゲーム用途にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は仮想トレーニング用途および/またはビデオ会議においても使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、仮想現実または拡張現実用途において、特に頭部装着型表示装置を着用する際、使用される手、腕または物体の認識または追跡にも使用され得る。

【0228】

さらに、本発明に係る装置は、上記にて部分的に説明したとおり、携帯型音響装置、テレビジョン装置およびゲーム装置においても使用され得る。具体的に、本発明に係る装置は、電子装置、娯楽装置などの制御装置として使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、2D表示技法および3D表示技法などにおける眼球検出または視線追跡向けに、特に拡張現実用途および/または表示装置に視線が向けられているか否かの認識および/または表示装置に視線が向けられている方向の認識向けの透明表示装置と併せて使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、仮想現実または拡張現実用途との関連において、特に頭部装着型表示装置を着用する際、部屋、境界または障害物を探索する目的にも使用され得る。

【0229】

さらに、本発明に係る装置は、例えばDSICカメラなどデジタルカメラ、またはそれに含まれるものとして、および/またはSLRカメラなどレフレックスカメラにおいて、またはそれに含まれるものとして、使用され得る。これらの用途については、上述のような携帯電話機などモバイルアプリケーションにおける本発明に係る装置の使用を参照するとよい。

【0230】

さらに、本発明に係る装置はセキュリティ用途または監視用途向けにも使用され得る。このように、一例として、本発明に係る少なくとも1個の装置を、ある物体が所定の区域内または区域外に存在する場合に信号を発する1個または複数のデジタルおよび/またはアナログの電子機器と組み合わせることができる(例:銀行または博物館での監視用途)。具体的に、本発明に係る装置は光学的暗号化に使用され得る。本発明に係る少なくとも1個の装置の使用による検出を、IR、X線、UV-VIS、レーザまたは超音波検出器など、波長を補完する他の検出装置と組み合わせることができる。本発明に係る装置をさらに、低光量環境での検出を可能にする、活性赤外光源と組み合わせることもできる。本発明に係る装置は一般的に、能動型検出器システムと比べ有利であるが、何故なら具体的に、本発明に係る装置は第三者によって検出され得る信号を能動的に送信することを回避するからであり、例えばレーザ用途、超音波用途、LIDARまたは同様の能動型検出装置の場合がそうである。このように、一般的に、本発明に係る装置は、移動中の物体を、認識されず、かつ気付かれずに追跡するために使用され得る。加えて、本発明に係る装置は一般的に、従来の装置と比べ、不正操作されにくく、過敏になりにくい。

10

【0231】

さらに、本発明に係る装置の使用により3D検出が容易かつ正確になることを踏まえ、本発明に係る装置は一般的に、顔面、身体および人の認識および識別に使用され得る。その場合、本発明に係る装置は、識別または個人化を目的とする他の検出手段、例えばパスワード、指紋、虹彩検出、音声認識または他の手段と組み合わせられ得る。このように、本発明に係る装置は一般的に、セキュリティ装置および他の個人化用途において使用され得る。

20

【0232】

さらに、本発明に係る装置は生産物識別用3Dバーコードリーダーとして使用され得る。

【0233】

前述のセキュリティ用途および監視用途に加え、本発明に係る装置は一般的に、空間および区域の監視およびモニタリングにも使用され得る。このように、本発明に係る装置は、空間および区域の測量およびモニタリング向けに、また一例として、禁止区域への侵入が発生した場合の警報の発動または実行に使用され得る。このように、本発明に係る装置は一般的に、建物監視または博物館において、任意で他の種類のセンサと組み合わせて、例えば運動センサまたは熱センサと組み合わせて、あるいは画像増倍管または画像拡大装置および/または光電子増倍管と組み合わせて、監視目的に使用され得る。さらに、本発明に係る装置は公共空間または混雑空間において、潜在的に危険有害な活動、特に犯罪、例えば駐車場で盗盗の実行、または空港における置き去りの手荷物など置き去りの物体の検出にも使用され得る。

30

【0234】

さらに、本発明に係る装置は、有利にはビデオおよびカムコーダの用途など、カメラ用途にも適用され得る。このように、本発明に係る装置は運動捕捉および3D映画撮影に使用され得る。その場合、本発明に係る装置は一般的に、従来の光学装置と比べ、多数の利点を提供する。このように、本発明に係る装置は一般的に、光学構成要素に関して要求される複雑性が低く済む。このように、一例として、レンズを1個しか持たない本発明に係る装置の提供などにより、従来の光学装置と比べ、レンズ数を少なくすることができる。複雑性が低減されることから、超小型装置が、例えばモバイル用途向けに可能である。高品質のレンズを複数有する従来の光学システムは一般的に、概して大型のビーム分割装置が必要となるといった理由により、大型である。さらに、本発明に係る装置は一般的に、自動焦点カメラなど、合焦/自動合焦装置向けにも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は光学顕微鏡法、特に共焦点顕微鏡法にも使用され得る。

40

【0235】

さらに、本発明に係る装置は一般的に、自動車技術および輸送技術の技術分野においても適用可能である。このように、一例として、本発明に係る装置は例えば適応型クルーズ

50

コントロール、非常用ブレーキアシスト、車線離脱警告、サラウンドビュー、死角検出、交通標識検出、交通標識認識、車線認識、後部横断通行警告、前方走行中の交通または車両の接近に応じて前照灯強度/距離を適応させるための光源認識、適応型前方照明システム、上向き前照灯自動制御、前方照明システムにおける適応型カットオフ照明、グレア防止上向き前方照明システム、前照灯照明による動物、障害物などのマーキング、後部横断通行警告およびその他、高度運転者支援システムなど運転者支援システムまたは他の自動車/交通用途向けに、距離センサおよび監視センサとして使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、特に衝突回避のために運転者の操作を予測するよう適応され得る、運転者支援システムにも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、本発明に係る検出器の使用によって得られる位置情報の第1および第2の時間導関数の分析などにより、速度および/または加速度の測定にも使用され得る。この特徴は一般的に、自動車技術、輸送技術または全般的交通技術に適用可能である。他の分野の技術への応用も実現可能である。屋内測位システムにおける具体的用途として、輸送における乗客の配置の検出、より具体的にはエアバッグなど安全システムの使用の電子制御が挙げられる。本発明では、特に、エアバッグの使用が乗員の負傷、特に重傷の原因となり得る形で乗員が車両内に配置される場合に、エアバッグの使用を防ぐことができる。さらに、乗用車、鉄道、航空機などの輸送手段、特に自律型輸送手段において、本発明に係る装置を、運転者が交通に気を配っているか、あるいはアルコールまたは他の薬物の消費が原因で注意力散漫、眠気または疲労または運転不能の状態であるか否かの判定に使用することができる。

【0236】

これらまたは他の用途において、本発明に係る装置は一般的に単独の装置として、あるいは他のセンサ装置と組み合わせて、例えばレーダおよび/または超音波装置と組み合わせて使用され得る。具体的に、本発明に係る装置は自律型運転および安全対策向けに使用され得る。さらに、これらの用途において、本発明に係る装置は、赤外センサ、音波センサであるレーダセンサ、2次元カメラまたは他の種類のセンサと組み合わせて使用され得る。これらの用途では、本発明に係る装置の概して受動的な性質が有利である。このように、本発明に係る装置は一般的に信号放出を必要としないことから、能動型センサ信号が他の信号源と干渉するリスクを回避することができる。本発明に係る装置は具体的に、標準的な画像認識ソフトウェアなど、認識ソフトウェアと組み合わせて使用され得る。このように、本発明に係る装置によって提供されるような信号およびデータは一般的に、容易に処理可能であり、したがって一般的に、計算能力に対する要求は、確立された立体視システム、例えばLIDARよりも低い。空間要求が低いことから、カメラなど本発明に係る装置を車両内の事実上どこでも、例えばフロントガラスの表面または裏面、前方フード、バンパ、ライト、ミラーまたは他の場所に設置することができる。本発明の範囲内で開示される効果に基づく1個または複数の検出器など、本発明に係る様々な検出器を、例えば車両の自律運転を可能にするために、またはアクティブセーフティの概念の性能を向上させるために組み合わせることができる。このように、本発明に係る様々な装置を、本発明に係る他の1個または複数の装置および/または従来型のセンサと、例えばリアウィンドウ、サイドウィンドまたはフロントウィンドウ、バンパまたはライトにおいて、組み合わせることができる。

【0237】

本発明に係る少なくとも1個の検出器など、本発明に係る少なくとも1個の装置を、1個または複数の降雨検出センサと組み合わせることも可能である。これは、本発明に係る装置が一般的に、とりわけ豪雨の間は、レーダなど従来型のセンサ技術よりも有利であるという事実による。本発明に係る少なくとも1個の装置を、少なくとも1つ従来型のセンシング技術、例えばレーダと組み合わせることにより、気象条件に応じた複数の信号の適正な組み合わせを選択するソフトウェアを実現することができる。

【0238】

さらに、本発明に係る装置は一般的に、ブレーキアシストおよび/またはパーキングアシストおよび/または速度測定にも使用され得る。速度測定は車両と一体化され得るか、

10

20

30

40

50

または車両外において、例えば交通規制時における他の車両の速度測定向けに使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、駐車場で空き駐車スペースを検出する目的にも使用され得る。

【0239】

さらに、本発明に係る装置は一般的に視覚、特に暗視能力、霧中視界または煙中視界など、視認が困難な条件下での視覚を目的に使用され得る。この目的を達成するため、光学検出器は、霧中または煙中に存在する粒子など小粒子、あるいは霧または煙霧中に存在する水滴など小さい水滴が入射光を反射しないか、またはごく一部しか反射しないと考えられる波長範囲内で少なくとも感応となり得る、特異的に選択された光導電性材料を含み得る。一般的に知られているとおり、入射光ビームの反射は、入射光ビームの波長が粒子または水滴それぞれのサイズを超える場合、小さいかまたはごくわずかとなり得る。さらに、暗視能力は身体や物体から放出される熱放射の検出によって可能となり得る。このように、赤外光（IR）スペクトル範囲、好ましくは近赤外光（NIR）スペクトル範囲内で特に感応となり得る、特異的に選択された光導電性材料を含む光学検出器は、たとえ夜間、煙中、霧中、または煙霧中であっても良好な視認性を提供し得る。

10

【0240】

さらに、本発明に係る装置は、医療システムおよびスポーツの分野でも使用され得る。このように、医療技術分野では、内視鏡などに使われる外科用口ポット工学が挙げられるが、上記にて概説されるような理由から、本発明に係る装置は必要な容積が少なく済み、他の装置に組み込むことができるからである。具体的に、内視鏡など医療用装置において3D情報を捕捉するために使用され得る、本発明に係る装置は、レンズが1個あればよい。さらに、本発明に係る装置は、運動の追跡および分析を可能にするために、適切なモニタリングソフトウェアと組み合わせられ得る。これにより、内視鏡または外科用メスなど医療用装置の位置を瞬間的に、磁気共鳴映像法、X線撮影または超音波撮影などから取得された医療用撮像結果と重ね合わせることができる。これらの用途は具体的に、例えば脳手術および遠隔診断および遠隔治療など、精密な位置情報が重要となる医療処置において有益である。さらに、本発明に係る装置は、3Dボディスキャンにも使用され得る。ボディスキャンは医療分野において、歯科手術、形成手術、肥満手術または美容整形手術などに適用され得るか、あるいは筋膜疼痛症候群、癌、身体醜形傷害または他の疾患などの医療診断環境において適用され得る。ボディスキャンはさらに、スポーツ用具の人間工学的使用な使用または適合を評価する目的で、スポーツ分野でも適用され得る。

20

30

【0241】

ボディスキャンはさらに、衣類の分野において、衣類の適切なサイズやフィッティングの判定などにも使用され得る。この技術はテーラーメイドの衣類、あるいはインターネットまたはセルフサービスのショッピング装置、例えばマイクロキオスク装置または顧客コンシェルジュ装置などから注文した衣類または履物の環境で使用され得る。衣類分野におけるボディスキャンは、正装する顧客をスキャンする場合に特に重要である。

【0242】

さらに、本発明に係る装置は、人数計数システムの背景において、例えばエレベーター、列車、バス、乗用車、または航空機内の人数の計数、あるいは玄関、扉、通路、小売店舗、スタジアム、娯楽会場、博物館、図書館、公共の場所、映画館、劇場などを通過する人数の計数を目的に使用され得る。さらに、人数計数システムにおける3D機能は、計数される人々に関する詳細情報、例えば身長、体重、年齢、体力などの情報を取得または推定する目的にも使用され得る。この情報は、ビジネスインテリジェンス測定基準向けに、および/または地域社会において人数を数えることによって魅力または安全性を高めるためのさらなる最適化に使用され得る。小売環境において、人数計数の背景における本発明に係る装置は、再来店顧客または買物客の往来の認識、買物行動の評価、実際に購入する来訪者の割合の評価、交代勤務の最適化、あるいは商店街における来訪者1人当たり原価のモニタリングなどに使用され得る。さらに、人数計数システムは身体計測調査にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は公共輸送システムにおいて、輸送距離に応じた自

40

50

動運賃課金にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は子どもの遊び場において、特に負傷した子どもまたは危険な活動に関わっている子どもの認識による、遊具との付加的相互交流の許容および/または遊具の安全な使用の確保等にも使用され得る。

【0243】

さらに、本発明に係る装置は建設用具、例えば物体または壁までの距離を判定する距離計、あるいは表面が平面かどうかを評価するために、物体を順序通りに整列または配置するために、あるいは建設環境などで使用するための検査用カメラにおいて使用され得る。

【0244】

さらに、本発明に係る装置はトレーニング、遠隔指導または競技目的など、スポーツおよび運動の分野でも適用され得る。具体的に、本発明に係る装置はダンス、エアロビクス、フットボール、サッカー、バスケットボール、野球、クリケット、ホッケー、陸上競技、水泳、ボロ、ハンドボール、バレーボール、ラグビー、相撲、柔道、フェンシング、ボクシング、ゴルフ、自動車レース、レーザタグ、戦場シミュレーションなどの分野でも適用され得る。本発明に係る装置はスポーツと試合の両方において、ボール、バットまたは剣の位置および運動などを検出するため、例えば試合を監視するため、審判をサポートするため、またはスポーツにおける特定の状況において判定を行うため、とりわけ自動判定を行うため、例えば、実際に得点またはゴールがあったか否かの判定を行うために使用され得る。

【0245】

さらに、本発明に係る装置は自動車レースまたは自動車運転訓練または自動車安全訓練などの分野において、車両の位置または進路、あるいは従前の進路または理想的な進路からの逸脱などを判定する目的にも使用され得る。

【0246】

本発明に係る装置はさらに、楽器の練習の補助、特に遠隔レッスン、例えばフィドル、バイオリン、チェロ、ベース、ハープ、ギター、バンジョーまたはウクレレなど弦楽器、ピアノ、オルガン、キーボード、ハープシコード、ハーモニウムまたはアコーディオンなど鍵盤楽器、および/またはドラム、ティンパニ、マリмба、木琴、ビブラホン、ボンゴ、コンガ、タンバル、ジャンベまたはタブラなど打楽器のレッスンの補助にも使用され得る。

【0247】

本発明に係る装置はさらに、トレーニングの奨励および/または運動の調査および是正を目的に、リハビリテーションおよび理学療法においても使用され得る。この場合、本発明に係る装置は遠隔診断にも適用され得る。

【0248】

さらに、本発明に係る装置はマシンビジョンの分野でも適用され得る。したがって、1個または複数の本発明に係る装置を、例えば自律運転および/またはロボットの作業に関する受動的制御ユニットとして使用することができる。移動するロボットと組み合わせることにより、本発明に係る装置は、自律的な移動および/または部品の不具合の自律的な検出を実現することができる。本発明に係る装置は、例えばロボットと生産部品と生物との間での衝突(を含むが、それに限られない)事故を回避するために、製造および安全性の監視にも使用され得る。ロボット工学では、ロボットが人間を認識しないと人間に重傷を負わせてしまうおそれがあることから、人間とロボットとの安全な直接の相互作用が争点となることが多い。本発明に係る装置は、ロボットが物体や人間の位置をより良好かつ迅速に判断し、安全な相互作用を可能にする上で役立ち得る。本発明に係る装置の受動的性質を踏まえ、本発明に係る装置は能動型装置よりも有利と考えられ、および/またはレーダ、超音波、2Dカメラ、IR検出など、既存の解決手段を補う目的に使用され得る。本発明に係る装置における1つの特別な利点は、信号干渉の可能性が低いことである。したがって、複数のセンサが同じ環境で同時に、信号干渉のリスクを伴うことなく作動し得る。このように、本発明に係る装置は一般的に、高度に自動化された生産環境、例えば限定するものではないが、自動車産業、鋳業、鉄鋼産業などにおいて有用となり得る。本発

10

20

30

40

50

明に係る装置は、例えば2D撮像、レーダ、超音波、IRなど他のセンサと組み合わせて、品質管理または他の目的など、生産における品質管理にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は表面品質の評価向けに、例えば製品の表面平坦性または指定された寸法の遵守状況の調査などを目的に、数マイクロメートルから数メートルの範囲に至るまで、使用することができる。他の品質管理用途も実現可能である。製造環境において、本発明に係る装置は食品または木材など天然生産物の加工に特に有用であり、複雑な3次元構造によって大量の廃棄物の発生を回避する。さらに、本発明に係る装置は、タンクやサイロなどの充填レベルのモニタリングに使用され得る。さらに、本発明に係る装置は複雑な製品の部品検査、特に欠落部品、不完全な部品、緩んでいる部品、または低品質の部品の検査向けに、例えば自動光学検査または印刷回路基板に関連する検査、組立品または部分組立品の検査、工学的構成要素の検証、エンジン部品検査、木材品質検査、ラベル検査、医療用具検査、製品配向検査、包装検査、食品包装検査、あるいは他の種類の部品に関連する検査にも使用され得る。

10

【0249】

さらに、本発明に係る装置は車両、列車、航空機、船舶、宇宙船および他の交通用途にも使用され得る。このように、交通用途の背景においては上述の用途に加え、航空機や車両など向けの受動型追跡システムも挙げられる。本発明に係る少なくとも1個の検出器など、本発明に係る少なくとも1個の装置を、移動中の物体の速度および/または方向のモニタリングに使用することが実現可能である。具体的に、陸地、海および空(宇宙空間を含む)における高速移動中の物体の追跡が挙げられる。具体的に、本発明に係る少なくとも1個の検出器など、本発明に係る少なくとも1個の装置を、固定型および/または移動型の装置に装着することができる。本発明に係る少なくとも1個の装置の出力信号を、例えば別の物体の自律移動または誘導移動のための誘導機構と組み合わせることができる。したがって、追跡対象物体と操縦される物体との間での衝突を回避するか、または可能にするための用途が実現可能である。本発明に係る装置は一般的に有用かつ有利であるが、その背景には要求される計算能力が低く、瞬時に応答することと、検出システムの受動的性質のおかげで一般的に、レーダなど能動型システムと比べ、見つかりにくく、攪乱されにくいという点がある。本発明に係る装置は、速度制御装置や航空交通制御装置に特に有用であるが、これらに限られるわけではない。さらに、本発明に係る装置は、有料道路の自動料金徴収システムでも使用され得る。

20

30

【0250】

本発明に係る装置は一般的に、受動的用途に使用され得る。受動的用途の例として港湾または危険区域での船舶の誘導や、航空機の離着陸時の誘導が挙げられる。この場合、精密な誘導のため、固定型の既知の能動的標的が使用され得る。同じものを、鉱山用車両など、危険であるが適切に定められている経路での車両運転に使用することができる。さらに、本発明に係る装置は、自動車、列車、飛行物体、動物など、急速に接近する物体の検出にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、物体の速度または加速度の検出、あるいは時間に応じた位置、速度および/または加速度のうち1つまたは複数の追跡による物体の動きの予測にも使用され得る。

40

【0251】

さらに、上記にて概説のとおり、本発明に係る装置はゲーム分野でも使用され得る。このように、本発明に係る装置は、サイズ、色、形状などが同一または異なる複数の物体と併用する場合、例えば運動を内容に組み入れるソフトウェアとの組み合わせによる運動検出の場合、受動的であってもよい。特に、運動をグラフィック出力へと実装する用途が実現可能である。さらに、命令を付与するための本発明に係る装置の用途が、例えばジェスチャ認識または顔面認識用の、本発明に係る1個または複数の装置の使用によって実現可能である。本発明に係る装置は、例えば低光量条件またはその他、周囲条件の増強が必要となる状況下で作動できるよう、能動型システムと組み合わせることができる。付加的にまたは代替的に、本発明に係る1個または複数の装置と1個または複数のIR光源またはVIS光源との組み合わせも可能である。本発明に係る検出器を、例えば(しかし限られ

50

ないが)特別な色、形状、他の装置に対する相対位置、移動速度、光、装置の光源の変調に使用される周波数、表面特性、使用材料、反射特性、透明度、吸収特性などをシステムとそのソフトウェアによって容易に区別することができる特殊装置と組み合わせることも可能である。装置は、他にも数ある可能性の中で特に、スティック、ラケット、クラブ、銃、ナイフ、ホイール、リング、ステアリングホイール、ボトル、ボール、グラス、花瓶、スプーン、フォーク、キューブ、ダイス、フィギュア、人形、テディ、ビーカ、ペダル、スイッチ、手袋、宝飾品、楽器または楽器を演奏するための補助用具、例えばピック、ドラムスティックなどに類似するものであってもよい。他の選択肢も実現可能である。

【0252】

さらに、本発明に係る装置は、高温または他の発光プロセスなどが原因でそれ自体が発光する物体の検出および/または追跡にも使用され得る。発光部分は排気流などであってもよい。さらに、本発明に係る装置は、反射性物体の追跡や、これらの物体の回転または配向の分析にも使用され得る。

【0253】

さらに、本発明に係る装置は、一般に建築、建設および地図製作の分野でも使用され得る。このように、本発明に係る1個または複数の装置は一般的に、田園地帯または建物など、環境的区域の測定および/またはモニタリングに使用され得る。その場合、本発明に係る1個または複数の装置を他の方法および装置と組み合わせるか、あるいはもっぱら建築プロジェクト、変化する物体、住宅などの進捗および正確性のモニタリングを目的に使用することができる。本発明に係る装置は、部屋、街路、住宅、コミュニティまたは景観(地上または上空からの双方)に関する地図を作成するために、スキャンされた環境の3次元モデルを生成する目的で使用され得る。潜在的な適用分野の例として建設、地図作成、不動産管理、土地測量などが挙げられる。一例として、本発明に係る装置を、ドローンまたはマルチコプターなど飛行可能な手段に搭載し、畑、生産工場または景観など、建物、煙突、生産現場、農業生産環境のモニタリング、救出活動の支援、危険な環境での作業の支援、屋内または屋外の火災現場での消防隊の支援、人間、動物または移動物体の捜索またはモニタリングのため、あるいはスキーまたはサイクリングなどスポーツを実施中の人々の追従および記録など、ヘルメット、マーク、ビーコン装置などの追従によって実現可能な娯楽目的に使用することができる。本発明に係る装置を、障害物の認識、既定の経路の追従、端部、パイプ、建物などの追従、あるいは環境の大域的または局所的マップの記録に使用することができる。さらに、本発明に係る装置を、ドローンの屋内または屋外での所在特定および配置、気圧センサが十分に正確でない屋内でのドローンの高度の安定化、あるいは複数のドローンの動きの調和または空中での再充電または燃料補給など、複数のドローンの相互作用を目的に使用することができる。

【0254】

さらに、本発明に係る装置は、家屋内での基本的な電化製品関連サービス、例えばエネルギーまたは負荷の管理、遠隔診断、ペット関連電化製品、児童監視、電化製品関連監視、高齢者または病人の補助またはサービス提供、家屋の保安および/または監視、電化製品の操作の遠隔制御、そして自動保守補助の相互接続、自動化および制御のための、C H A I N(欧州家電機器委員会相互運用ネットワーク)など、家庭用電化製品の相互接続ネットワーク内で使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、空調システムなど冷暖房システムにおいて、特定の温度または湿度への調整対象となる部屋の部分を、特に1人または複数の人の位置に応じて判定するために使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、家事に使用され得る奉仕ロボットまたは自律型ロボットなど、家庭用ロボットにおいても使用され得る。本発明に係る装置は多種多様な目的、例えば衝突回避または環境地図作成に使用され得るだけでなく、使用者の識別、任意の使用者についてのロボットの性能の個人化、セキュリティ目的、あるいはジェスチャ認識または顔面認識にも使用され得る。一例として、本発明に係る装置は、ロボット掃除機、床洗浄ロボット、乾拭きロボット、衣類のアイロン掛け用ロボット、動物用トイレロボット(猫用トイレロボットなど)、侵入者を発見するセキュリティロボット、芝刈りロボット、自動プール洗浄機、雨樋洗浄ロボ

10

20

30

40

50

ット、窓洗浄ロボット、おもちゃのロボット、テレプレゼンスロボット、移動能力が低い人々の友達になるソーシャルロボット、または手話通訳ロボットにおいて使用され得る。高齢者など移動能力が低い人々の環境において、本発明に係る装置を有する家庭用ロボットは、物体の拾い上げ、運搬、そして物体や使用者との安全な形での相互交流のために使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、危険物を扱うロボットまたは危険な環境で働くロボットにも使用され得る。非限定的な一例として、本発明に係る装置は、化学物質または放射性物質など危険物（特に災害発生後）、あるいは地雷、不発弾など他の危険物または潜在的危険物を扱うロボットまたは無人遠隔制御型車両への搭載、あるいは燃えている物体の近くまたは被災地の付近など不安全な環境の調査、あるいは空中、海上、地下などでの有人または無人での救出活動に使用され得る。

10

【0255】

さらに、本発明に係る装置は、家庭用機器、モバイル機器または娯楽装置、例えば冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機、窓のブラインドまたはシャッター、家庭用警報器、空調機器、暖房機器、テレビジョン、音響装置、スマートウォッチ、携帯電話機、電話機、食器洗浄機、またはストーブなどにおいて、人の存在の検出、装置の内容または機能のモニタリング、あるいは人との相互交流および/または人に関する情報の別の家庭用機器、モバイル機器または娯楽装置との共有にも使用され得る。本発明では、本発明に係る装置は高齢者、障害者または視覚障害者のための、例えば物体の保持、運搬または拾い上げなど家事または作業の支援の装置、あるいは安全システムにおける、環境中の障害物を伝達するよう適応された光学信号および/または音声信号による支援に使用され得る。

20

【0256】

本発明に係る装置はさらに、農業分野において、例えば害虫、雑草および/または菌類や昆虫によって全体または部分的に感染するおそれのある作物植物の感染状況の検出および選別にも使用され得る。さらに、作物収穫の場合、本発明に係る装置を使用しなければ収穫用機器によって負傷する可能性のあるシカなどの動物の検出に、本発明に係る装置を使用することもできる。さらに、本発明に係る装置は、畑または温室での植物の成長を観察するため、特に畑または温室内の任意の領域について、さらには任意の植物について、水または肥料または作物保護製品の量を調整するために使用され得る。さらに、農業用バイオテクノロジー分野において、本発明に係る装置は植物のサイズおよび形状のモニタリングにも使用され得る。

30

【0257】

さらに、本発明に係る装置を、化学物質または汚染物質を検出するセンサ、バクテリアまたはウイルスなどを検出する電子鼻チップ、微生物センサチップ、ガイガーカウンタ、触覚センサ、熱センサなどと組み合わせることもできる。これは例えば危険または困難な作業、例えば感染性の高い患者の治療、きわめて危険な物質の取扱いまたは除去、高度汚染区域（高放射能区域または化学物質漏出）の浄化、あるいは農業での害虫駆除向けに構成されるスマートロボットの製造に使用され得る。

【0258】

本発明に係る1個または複数の装置はさらに、物体のスキャン向けに、例えばCADまたは同様のソフトウェアと組み合わせて、例えば付加製造および/または3D印刷向けにも使用され得る。その場合、本発明に係る装置の高い寸法精度を、例えばx方向、y方向またはz方向において、あるいはこれらの方向の任意の組み合わせで、例えば同時に利用することができる。これに関して、反射光または散乱光を提供し得る表面上の被照明スポットの検出器からの距離の判定を、被照明スポットから光源までの距離とは事実上無関係に実施することができる。本発明におけるこの特性は、三角測量または飛行時間(TOF)方式など既知の方法と正反対で、既知の方法では光源から被照明スポットまでの距離は先験的に既知であるか、または帰納的に計算されることにより、検出器から被照明スポットまでの距離が判定可能でなければならない。これとは対照的に、本発明に係る検出器の場合、スポットが適度に照らされているだけで十分と考えられる。さらに、本発明に係る装置は金属表面など反射表面の走査向けに、それらが個体表面を含み得るかまたは液体表

40

50

面を含み得るかを問わず、使用することができる。さらに、本発明に係る装置は例えばパイプライン検査ゲージなど、検査および保守の際にも使用され得る。さらに、生産環境において、本発明に係る装置は、自然に成長する物体など定義困難な形状の物体が相手の作業、例えば野菜または他の自然生産物の形状またはサイズによる選別、あるいは加工ステップに必要な精度よりも低い精度で製造される食肉または物体などの生産物の切断にも使用され得る。

【0259】

さらに、本発明に係る装置は、車両またはマルチコプターなどを例えば屋内空間または屋外空間経路で自律移動または部分自律移動させることを可能にするための、局所操縦システムにも使用され得る。非限定的な一例として、物体を拾い上げ、それらを様々な位置に配置するために、自動化された貯蔵施設を通して移動する車両が挙げられる。屋内操縦はさらに、商店街、小売店舗、博物館、空港または鉄道駅における可動物品、可動装置、手荷物、顧客または従業員の位置の追跡、あるいは地図上での現在位置など場所特定情報、または販売された物品に関する情報の利用者への提供などにも使用され得る。

10

【0260】

さらに、本発明に係る装置は、自動二輪車の安全運転の確保、例えば速度、傾斜、接近中の障害物、道路の凹凸、またはカーブのモニタリングによる自動二輪車運転支援などにも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、列車または路面電車の衝突回避にも使用され得る。

【0261】

さらに、本発明に係る装置は、携帯型装置において、包装物または小包の、物流プロセス最適化のためのスキャンにも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、さらなる携帯型装置、例えば個人用買物装置、RFIDリーダ、病院または保健環境において使用するための医療用携帯型装置、あるいは患者または患者の健康に関連する情報の入手、交換または記録、あるいは小売環境または保健環境向けのスマートバッジなどにも使用され得る。

20

【0262】

上記にて概説のとおり、本発明に係る装置はさらに、製造、品質管理または識別の用途、例えば生産物識別またはサイズ識別（最適な場所または包装物の発見、廃棄物低減などの目的）にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は物流用途に使用され得る。このように、本発明に係る装置は、載荷または包装容器または車両の最適化に使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、製造分野における表面損傷のモニタリングまたは制御、レンタル車両などレンタル物品のモニタリングまたは制御、および/または損害評価など保険用途にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、最適な材料の取扱いなど、材料、物体または道具のサイズの識別向けに、特にロボットと併用する形で使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、タンクの充填レベル観察など、生産工程管理に使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、限定されるものではないが、タンク、パイプ、反応装置、道具など生産用資産の保守にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は3D品質マークの分析にも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、歯の詰め物、歯列矯正具、義歯、衣類などのテーラードの物品の製造にも使用され得る。本発明に係る装置は、1つまたは複数の3Dプリンタとの組み合わせによる、迅速な試作品製作、3D複製などにも使用され得る。さらに、本発明に係る装置は、1個または複数の物品の形状検出にも、例えば海賊品や偽造品の摘発のために使用され得る。

30

40

【0263】

好ましくは、本発明に係る光学検出器、方法、ヒューマンマシンインターフェース、娯楽装置、追跡システム、カメラおよび様々な検出器用途のさらなる潜在的詳細について、特に転送装置、縦方向光学センサ、評価装置、および該当する場合は横方向光学センサ、変調装置、照明源および撮像装置に関して、具体的には潜在的な材料、設定および更なる詳細に関して、国際公開第2012/110924A1号、米国特許第2012/206336A1号、国際公開第2014/097181A1号、および米国特許第2014/2

50

9 1 4 8 0 A 1号のうち1つまたは複数参照するとよい。これらの文献すべての全内容は参照によって本明細書に含まれる。

【0264】

前述の検出器、方法、ヒューマンマシンインターフェースおよび娯楽装置、そして提案される使用も、先行技術に対して大幅な利点を有する。このように、一般的に、簡単でありながらも効率的な、空間内での少なくとも1個の物体の位置を正確に判定する検出器が提供され得る。その中で、一例として、物体または物体の一部の3次元座標を、迅速かつ効率的な形で判定することができる。

【0265】

本技術分野において既知の装置と比べ、提案される検出器は高度な簡素さ、具体的には検出器の光学的構成に関する簡素さを提供する。このように、原則として、光導電性材料の適切な評価装置との単純な組合せは、この光導電性材料に衝突する入射光ビームの断面積の変化との組み合わせで、信頼性のある高精度の位置検出にとって十分である。この高度な簡素さは、高精度測定の可能性と組み合わせ、具体的には機械制御、例えばヒューマンマシンインターフェースや、より好ましくはゲーム、追跡、走査、および立体視などにおいて適切である。このように、多数のゲーム、娯楽、追跡、走査、および立体視の目的に使用され得る、費用効率的な娯楽装置が提供され得る。

10

【0266】

本発明のさらなる具体的な優位性は、非常に低い照明レベル（月光）および非常に高い照明レベル（直射日光）の双方に対する光導電性材料の高い応答性を指すと考えられ、この応答性は「光」と「無光」との間で桁違いの差を含み得る、観察可能な抵抗変化に起因して幅広いダイナミックレンジを示す。さらに、幅広い抵抗値に対して利用可能となり得る光導電性材料は、ノイズ歪みが少ないことで知られている。

20

【0267】

要約すると、本発明の文脈においては以下の実施形態が特に好ましいと考えられる。

【0268】

実施形態1：少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器であって、
 - 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、センサ領域は少なくとも1種の光導電性材料を含み、センサ領域の導電性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は導電性に依存する、縦方向光学センサと、
 - 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置と
 を含む検出器。

30

【0269】

実施形態2：光導電性材料が無機光導電性材料、有機光導電性材料、またはこれらの組み合わせを含む実施形態1に係る検出器。

40

【0270】

実施形態3：無機光導電性材料がセレン、テルル、セレン-テルル合金、金属酸化物、第4族の元素または化合物、第3族-第5族化合物、第2族-第6族化合物、カルコゲニド、プニクトゲニド、ハロゲン化物、ならびにこれらの固溶体および/またはドーブ変形のうち1種または複数を含む実施形態2に係る検出器。

【0271】

実施形態4：セレン-テルル合金がセレンと5～9重量%のテルルの付加物とを含む実施形態3に係る検出器。

【0272】

実施形態5：セレン-テルル合金がセレンと5～20重量%のテルルの付加物とを、少

50

なくとも1種のハロゲン濃縮物が5ppmから500ppmの範囲で存在する状態で含み、ハロゲンがフッ素、塩素、臭素およびヨウ素から成る群から選択される実施形態3または4に係る検出器。

【0273】

実施形態6：カルコゲニドが硫化物カルコゲニド、セレン化物カルコゲニド、テルル化物カルコゲニド、三元カルコゲニド、四元以上のカルコゲニドから成る群から選択される実施形態3から5に係る検出器。

【0274】

実施形態7：硫化物カルコゲニドが硫化鉛(PbS)、硫化カドミウム(CdS)、硫化亜鉛(ZnS)、硫化水銀(HgS)、硫化銀(Ag₂S)、硫化マンガン(MnS)、三硫化ビスマス(Bi₂S₃)、三硫化アンチモン(Sb₂S₃)、三硫化ヒ素(As₂S₃)、硫化スズ(II)(SnS)、二硫化スズ(IV)(SnS₂)、硫化インジウム(In₂S₃)、硫化銅(CuS)、硫化コバルト(CoS)、硫化ニッケル(NiS)、二硫化モリブデン(MoS₂)、二硫化鉄(FeS₂)、三硫化クロム(CrS₃)、硫化銅インジウム(CIS)、セレン化銅インジウムガリウム(CIGS)、硫化銅亜鉛スズ(CZTS)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される実施形態6に係る検出器。

【0275】

実施形態8：セレン化物カルコゲニドがセレン化鉛(PbSe)、セレン化カドミウム(CdSe)、セレン化亜鉛(ZnSe)、三セレン化ビスマス(Bi₂Se₃)、セレン化水銀(HgSe)、三セレン化アンチモン(Sb₂Se₃)、三セレン化ヒ素(As₂Se₃)、セレン化ニッケル(NiSe)、セレン化タリウム(TlSe)、セレン化銅(CuSe)、二セレン化モリブデン(MoSe₂)、セレン化スズ(SnSe)、セレン化コバルト(CoSe)、セレン化インジウム(In₂Se₃)、セレン化銅亜鉛スズ(CZTSe)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される実施形態6または7に係る検出器。

【0276】

実施形態9：テルル化物カルコゲニドがテルル化鉛(PbTe)、テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化亜鉛(ZnTe)、テルル化水銀(HgTe)、三テルル化ビスマス(Bi₂Te₃)、三テルル化ヒ素(As₂Te₃)、三テルル化アンチモン(Sb₂Te₃)、テルル化ニッケル(NiTe)、テルル化タリウム(TlTe)、テルル化銅(CuTe)、二テルル化モリブデン(MoTe₂)、テルル化スズ(SnTe)、テルル化コバルト(CoTe)、テルル化銀(Ag₂Te)、テルル化インジウム(In₂Te₃)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される実施形態6から8のいずれかに係る検出器。

【0277】

実施形態10：三元カルコゲニドがテルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、テルル化水銀亜鉛(HgZnTe)、硫化水銀カドミウム(HgCdS)、硫化鉛カドミウム(PbCdS)、硫化鉛水銀(PbHgS)、二硫化銅インジウム(CuInS₂)、硫セレン化カドミウム(CdSSe)、硫セレン化亜鉛(ZnSSe)、硫セレン化タリウム(TlSSe)、硫化カドミウム亜鉛(CdZnS)、硫化カドミウムクロム(CdCr₂S₄)、硫化水銀クロム(HgCr₂S₄)、硫化銅クロム(CuCr₂S₄)、セレン化カドミウム鉛(CdPbSe)、二セレン化銅インジウム(CuInSe₂)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、硫化一酸化鉛(Pb₂OS)、セレン化一酸化鉛(Pb₂OSe)、硫セレン化鉛(PbSSe)、セレン化テルル化ヒ素(As₂Se₂Te)、リン化インジウムガリウム(InGaP)、ヒ化リン化ガリウム(GaAsP)、リン化アルミニウムガリウム(AlGaP)、亜セレンカドミウム(CdSeO₃)、テルル化カドミウム亜鉛(CdZnTe)、セレン化カドミウム亜鉛(CdZnSe)、銅-亜鉛-スズ-硫黄-セレンカルコゲニド(CZTSSe)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される実施形態6から9のいずれかに係る

10

20

30

40

50

検出器。

【0278】

実施形態11：金属酸化物が酸化銅(II)(CuO)、酸化銅(I)(CuO₂)、酸化ニッケル(NiO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化銀(Ag₂O)、酸化マンガン(MnO)、二酸化チタン(TiO₂)、酸化バリウム(BaO)、酸化鉛(PbO)、酸化セリウム(CeO₂)、酸化ビスマス(Bi₂O₃)、酸化カドミウム(CdO)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーブ変形から成る群から選択される実施形態3から10のいずれかに係る検出器。

【0279】

実施形態12：第2族-第6族化合物が硫化カドミウム(CdS)、セレン化カドミウム(CdSe)、テルル化カドミウム(CdTe)、硫化亜鉛(ZnS)、セレン化亜鉛(ZnSe)、テルル化亜鉛(ZnTe)、硫化水銀(HgS)、セレン化水銀(HgSe)、テルル化水銀(HgTe)、テルル化カドミウム亜鉛(CdZnTe)、テルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、テルル化水銀亜鉛(HgAnTe)、セレン化水銀亜鉛(CdZnSe)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーブ変形から成る群から選択される実施形態3から11のいずれかに係る検出器。

10

【0280】

実施形態13：光導電性材料がオーミック接触によって接触し、オーミック接触とはオームの法則に従って線形の電流対電圧比を示す電気的接合を指し、または光導電性材料が非オーミック接触によって接触し、非オーミック接触とは非線形の電流対電圧比を示す電気的接合を指し、非オーミック接触が好ましくはショットキーバリアまたはp-n接合である実施形態1から12のいずれかに係る検出器。

20

【0281】

実施形態14：オーミック接触が金、銀、銀-ニッケル、銀-鉄、銀-黒鉛、銀-酸化カドミウム、銀-酸化スズ、銅、白金、パラジウム、パリネイ合金、インジウム、ガリウム、インジウムアマルガム、グラフェン、ならびにこれらの固溶体および/またはドーブ変形から成る群から選択される1種または複数によって提供される実施形態13に係る検出器。

【0282】

実施形態15：硫化カドミウム(CdS)へのオーミック接触がインジウムまたはガリウムによって提供される一方、他の第2族-第6族化合物へのオーミック接触がインジウムアマルガムによって提供される実施形態14に係る検出器。

30

【0283】

実施形態16：第3族-第5族化合物がアンチモン化インジウム(InSb)、窒化ホウ素(BN)、リン化ホウ素(BP)、ヒ化ホウ素(BAs)、窒化アルミニウム(AlN)、リン化アルミニウム(AlP)、ヒ化アルミニウム(AlAs)、アンチモン化アルミニウム(AlSb)、窒化インジウム(InN)、リン化インジウム(InP)、ヒ化インジウム(InAs)、アンチモン化インジウム(InSb)、窒化ガリウム(GaN)、リン化ガリウム(GaP)、ヒ化ガリウム(GaAs)、アンチモン化ガリウム(GaSb)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーブ変形から成る群から選択される実施形態3から15のいずれかに係る検出器。

40

【0284】

実施形態17：光導電性材料が量子ドットを含むコロイド膜として提供される実施形態6から16のいずれかに係る検出器。

【0285】

実施形態18：光導電性材料が硫化鉛(PbS)、セレン化鉛(PbSe)、テルル化鉛(PbTe)、テルル化カドミウム(CdTe)、リン化インジウム(InP)、硫化カドミウム(CdS)、セレン化カドミウム(CdSe)、アンチモン化インジウム(InSb)、テルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、硫化銅インジウム(CIS)、セレン化銅インジウムガリウム(CIGS)、および硫化銅亜鉛スズ(CZTS)から成る

50

群から選択される実施形態 17 に係る検出器。

【0286】

実施形態 19：量子ドットが 1 nm から 100 nm、好ましくは 2 nm から 100 nm、より好ましくは 2 nm から 15 nm の範囲のサイズを示す実施形態 16 から 18 のいずれかに係る検出器。

【0287】

実施形態 20：光導電性材料が量子ドットを含む薄膜として提供される実施形態 16 から 19 のいずれかに係る検出器。

【0288】

実施形態 21：薄膜が 1 nm から 100 nm、好ましくは 2 nm から 100 nm、より好ましくは 2 nm から 15 nm の範囲の厚さを示し、量子ドットが示すサイズが薄膜の厚さより少ない実施形態 20 に係る検出器。

10

【0289】

実施形態 22：量子ドットを含む光導電性材料の膜が第 1 の導電層と第 2 の導電層との間でサンドイッチ構造の形で配列され、第 1 の導電層が入射光ビームに関して少なくとも部分的に透明な特性を示す実施形態 17 から 21 のいずれかに係る検出器。

【0290】

実施形態 23：第 1 の導電層が少なくとも部分的に透明な半導体材料を含む実施形態 22 に係る検出器。

【0291】

20

実施形態 24：半導体材料が少なくとも部分的に透明な半導体金属酸化物またはそのドープ変形から成る群から選択される実施形態 23 に係る検出器。

【0292】

実施形態 25：半導体材料がインジウムスズ酸化物 (ITO)、フッ素ドープスズ酸化物 (SnO₂:F、FTO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化アルミニウム亜鉛 (AZO)、アンチモンズ酸化物 (SnO₂/Sb₂O₅)、またはペロブスカイト透明導電性酸化物、または金属ナノワイヤーから選択される実施形態 24 に係る検出器。

【0293】

実施形態 26：第 1 の導電層と量子ドットを含む光導電性材料の膜との間に阻止層が配列される実施形態 22 から 25 のいずれかに係る検出器。

30

【0294】

実施形態 27：阻止層が導電性材料の薄膜を含む実施形態 26 に係る検出器。

【0295】

実施形態 28：阻止層が n 型半導体であり、二酸化チタン (TiO₂) または酸化亜鉛 (ZnO) のうち 1 種または複数を含むか、または酸化モリブデン (MoO₃) を含む p 型半導体である実施形態 26 または 27 に係る検出器。

【0296】

実施形態 29：第 2 の導電層が不透明な導電性材料を含む実施形態 22 から 28 のいずれかに係る検出器。

【0297】

40

実施形態 30：第 2 の導電層が蒸着金属層またはグラフェン層を含み、蒸着金属層が好ましくは銀、アルミニウム、白金、マグネシウム、クロム、チタンまたは金のうち 1 種または複数を含む実施形態 29 に係る検出器。

【0298】

実施形態 31：第 2 の導電層が導電性ポリマー層を含む実施形態 21 から 30 のいずれかに係る検出器。

【0299】

実施形態 32：導電性ポリマーがポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT)または PEDOT とポリスチレンスルホン酸 (PEDOT:PSS) の分散物から選択される実施形態 31 に係る検出器。

50

【0300】

実施形態33：蒸着金属またはグラフェンの接点を含む分割電極が導電性ポリマー層上に配列される実施形態31または32に係る検出器。

【0301】

実施形態34：蒸着金属が銀、アルミニウム、白金、マグネシウム、クロム、チタンまたは金のうち1種または複数を含む実施形態33に係る検出器。

【0302】

実施形態35：第4族の元素または化合物がドーパダイヤモンド(C)、ドーパシリコン(Si)、シリコンカーバイド(SiC)、シリコンゲルマニウム(SiGe)ならびにこれらの固溶体および/またはドーパ変形から成る群から選択される実施形態3から34のいずれかに係る検出器。

10

【0303】

実施形態36：光導電性材料がドーパシリコンをドーパシリコンウェハの形で含む実施形態35に係る検出器。

【0304】

実施形態37：ドーパシリコンウェハがフロートゾーンウェハである実施形態36に係る検出器。

【0305】

実施形態38：ドーパシリコンが示すドーパント濃度が 10^{13} cm^{-3} 以下、好ましくは 10^{12} cm^{-3} 以下、より好ましくは 10^{11} cm^{-3} 以下である実施形態35から37のいずれかに係る検出器。

20

【0306】

実施形態39：ドーパシリコンが示す電気抵抗が $5 \cdot 10^2 \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $5 \cdot 10^3 \cdot \text{cm}$ 以上、より好ましくは $5 \cdot 10^4 \cdot \text{cm}$ 以上である実施形態35から38のいずれかに係る検出器。

【0307】

実施形態40：ドーパシリコンが示す厚さが $500 \mu\text{m}$ から、より好ましくは $300 \mu\text{m}$ から $1 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $10 \mu\text{m}$ の範囲である実施形態35から39のいずれかに係る検出器。

【0308】

実施形態41：有機光導電体が有機光導電性材料であり、有機光導電性材料が少なくとも1個の共役芳香族分子、好ましくは高度共役芳香族分子を含む実施形態2から40のいずれかに係る検出器。

30

【0309】

実施形態42：有機光導電性材料が少なくとも1種の色素および/または少なくとも1種の顔料を含む実施形態41に係る検出器。

【0310】

実施形態43：有機光導電性材料が電荷移動錯体を含むシステムであり、電荷移動錯体が電荷生成材料および電荷輸送材料を含む実施形態41または42に係る検出器。

【0311】

実施形態44：電荷移動錯体内で電荷生成材料がドナーとして作用し、電荷輸送材料がアクセプタの役割を果たす実施形態43に係る検出器。

40

【0312】

実施形態45：有機光導電性材料が化合物を特に電荷生成材料として含み、化合物がフタロシアニン、ナフトロシアニン、サブフタロシアニン、ペリレン、アントラセン、ピレン、オリゴチオフェン、ポリチオフェン、フラレン、インジゴイド色素、ビスアゾ顔料、スクアリリウム色素、チアピリリウム色素、アゼレニウム色素、ジチオケトピロロピロール、キナクリドン、ジプロモアンタンスロン、ポリビニルカルバゾール、これらの誘導体または組み合わせから成る群から選択される実施形態41から44のいずれかに係る検出器。

50

【0313】

実施形態46：有機光導電性材料が有機電子ドナー材料および有機電子アクセプタ材料を含む実施形態2から45のいずれかに係る検出器。

【0314】

実施形態47：電子ドナー材料および電子アクセプタ材料が1つの層内に含まれる実施形態46に係る検出器。

【0315】

実施形態48：電子ドナー材料および電子アクセプタ材料を含む層が100nmから1000nmの厚さを示す実施形態47に係る検出器。

【0316】

実施形態49：電子ドナー材料が有機ドナーポリマーを含む実施形態46から48のいずれかに係る検出器。

【0317】

実施形態50：ドナーポリマーが共役系を含み、共役系が環式、非環式および線形のうち1種または複数である実施形態49に係る検出器。

【0318】

実施形態51：ドナーポリマーがポリ[3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル](P3HT)、ポリ[3-(4-n-オクチル)-フェニルチオフェン](POPT)、ポリ[3-10-n-オクチル-3-フェノチアジン-ピレンチオフェン-コ-2,5-チオフェン](PTZV-PT)、ポリ[4,8-ビス[(2-エチルヘキシル)オキシ]ベンゾ[1,2-b:4,5-b']ジチオフェン-2,6-ジイル][3-フルオロ-2-[(2-エチルヘキシル)カルボニル]チエノ[3,4-b]チオフェンジイル](PTB7)、ポリ[チオフェン-2,5-ジイル-オルト-[5,6-ビス(ドデシルオキシ)ベンゾ[c][1,2,5]チアジアゾール]-4,7-ジイル](PBT-T1)、ポリ[2,6-(4,4-ビス-(2-エチルヘキシル)-4H-シクロペンタ[2,1-b;3,4-b']ジチオフェン)-オルト-4,7(2,1,3-ベンゾチアジアゾール)](PCPDTBT)、ポリ[5,7-ビス(4-デカニル-2-チエニル)-チエノ(3,4-b)ジアチアゾールチオフェン-2,5](PDDTT)、ポリ[N-9'-ヘプタデカニル-2,7-カルバゾール-オルト-5,5-(4',7'-ジ-2-チエニル-2',1',3'-ベンゾチアジアゾール)](PCDTBT)、ポリ[(4,4'-ビス(2-エチルヘキシル)ジチエノ[3,2-b;2',3'-d]シロール)-2,6-ジイル-オルト-(2,1,3-ベンゾチアジアゾール)-4,7-ジイル](PSBTBT)、ポリ[3-フェニルヒドラゾンチオフェン](PPHT)、ポリ[2-メトキシ-5-(2-エチルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレンピレン](MEH-PPV)、ポリ[2-メトキシ-5-(2'-エチルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレン-1,2-エテニレン-2,5-ジメトキシ-1,4-フェニレン-1,2-エテニレン](M3EH-PPV)、ポリ[2-メトキシ-5-(3',7'-ジメチルオクチルオキシ)-1,4-フェニレンピレン](MDMO-PPV)、ポリ[9,9-ジ-オクチルフルオレン-コ-ビス-N,N-4-ブチルフェニル-ビス-N,N-フェニル-1,4-フェニレンジアミン](PFB)、またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物のうち1種である実施形態50に係る検出器。

【0319】

実施形態52：電子アクセプタ材料がフラレンベースの電子アクセプタ材料である実施形態46から51のいずれかに係る検出器。

【0320】

実施形態53：フラレンベースの電子アクセプタ材料が[6,6]-フェニル-C61-酪酸メチルエステル(PC60BM)、[6,6]-フェニル-C71-酪酸メチルエステル(PC70BM)、[6,6]-フェニル-C84-酪酸メチルエステル(PC84BM)、インデン-C60ビス付加体(ICBA)、またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物のうち少なくとも1種を含む実施形態52に係る検出器。

10

20

30

40

50

【0321】

実施形態54：フラーレンベースの電子アクセプタ材料が C_{60} または C_{70} の成分を1種または2種含む二量体を含む実施形態52または53に係る検出器。

【0322】

実施形態55：フラーレンベースの電子アクセプタ材料が1つまたは2つの付着オリゴエーテル(OE)鎖(それぞれ C_{70} -DPM-OEまたは C_{70} -DPM-OE2)を含むジフェニルメタノフラーレン(DPM)を含む実施形態54に係る検出器。

【0323】

実施形態56：電子アクセプタ材料がテトラシアノキノジメタン(TCNQ)またはペリレン誘導体である実施形態46から55のいずれかに係る検出器。

10

【0324】

実施形態57：電子アクセプタ材料がアクセプタポリマーを含む実施形態46から56のいずれかに係る検出器。

【0325】

実施形態58：アクセプタポリマーがシアネート化ポリ(フェニレンビニレン)、ベンゾチアジアゾール、ペリレン、ペリレンジイミド、またはナフタレンジイミドのうち1種または複数に基づく共役ポリマーを含む実施形態57に係る検出器。

【0326】

実施形態59：アクセプタポリマーがシアノ-ポリ[フェニレンビニレン](CN-PPV)、ポリ[5-(2-(エチルヘキシルオキシ))-2-メトキシシアノテレフタルイリデン](MEH-CN-PPV)、ポリ[オキサ-1,4-フェニレン-1,2-(1-シアノ)-エチレン-2,5-ジオクチルオキシ-1,4-フェニレン-1,2-(2-シアノ)-エチレン-1,4-フェニレン](CN-エーテル-PPV)、ポリ[1,4-ジオクチルオキシ-p-2,5-ジシアノフェニレンビニレン](DOCN-PPV)、ポリ[9,9'-ジオクチルフルオレン-コ-ベンゾチアジアゾール](PF8BT)、またはこれらの誘導体、修飾体もしくは混合物のうち1種または複数から選択される実施形態58に係る検出器。

20

【0327】

実施形態60：電子ドナー材料および電子アクセプタ材料が混合物を形成する実施形態46から59のいずれかに係る検出器。

30

【0328】

実施形態61：混合物が電子ドナー材料および電子アクセプタ材料を1:100から100:1、より好ましくは1:10から10:1、特に好ましくは1:2から2:1の比率で含む実施形態60に係る検出器。

【0329】

実施形態62：電子ドナー材料および電子アクセプタ材料がドナー領域およびアクセプタ領域から成る相互透過性ネットワークと、ドナー領域とアクセプタ領域との間の界面領域と、これらの領域を電極へ接続するパーコレーション経路とを含む実施形態46から61のいずれかに係る検出器。

【0330】

実施形態63：少なくとも1個の縦方向光学センサが透明な光学センサである実施形態1から62のいずれかに係る検出器。

40

【0331】

実施形態64：縦方向光学センサのセンサ領域が正確に1つの連続するセンサ領域であり、縦方向光学センサ信号がセンサ領域全体にわたり均一である、実施形態1から63のいずれかに係る検出器。

【0332】

実施形態65：縦方向光学センサのセンサ領域が各装置の表面によって形成され、その表面は物体に向いているか、または物体と反対に向いている、実施形態1から64のいずれかに係る検出器。

50

【0333】

実施形態66：光学検出器がセンサ領域の少なくとも一部の電気抵抗または導電性の少なくとも1回または複数回の測定によって縦方向センサ信号を生成するよう適応された実施形態1から65のいずれかに係る検出器。

【0334】

実施形態67：光学検出器が少なくとも1回の電流 - 電圧測定および/または少なくとも1回の電圧 - 電流測定の実施によって縦方向センサ信号を生成するよう適応された実施形態66に係る検出器。

【0335】

実施形態68：バイアス電圧源をさらに含む実施形態1から67のいずれかに係る検出器。

10

【0336】

実施形態69：バイアス電圧源および負荷抵抗器が縦方向光学センサと直列に配列される実施形態68に係る検出器。

【0337】

実施形態70：バイアス電圧が光導電性材料全体にわたり印加される実施形態68または69に係る検出器。

【0338】

実施形態71：評価装置が物体の縦方向位置に関する情報の少なくとも1つの項目を、好ましくは照明の既知の出力を考慮して、また任意で照明が変調される変調周波数を考慮しつつ、照明の幾何形状と、検出器を基準とする物体の相対位置との間における少なくとも1つの所定の関係から生成するように設計される、実施形態1から70のいずれかに係る検出器。

20

【0339】

実施形態72：縦方向光学センサがさらに、光ビームによるセンサ領域の照明が付加的にセンサ領域内の温度上昇を引き起こし、センサ領域の導電性が、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の温度にさらに依存し、縦方向センサ信号が、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の温度にさらに依存するように設計された実施形態1から71のいずれかに係る検出器。

【0340】

実施形態73：光ビームが7 μmから15 μmの波長を示す実施形態72に係る検出器。

30

【0341】

実施形態74：光導電性材料が実施形態6から10のいずれかに係る無機光導電性材料を含む実施形態72または73に係る検出器。

【0342】

実施形態75：光学検出器が非冷却である実施形態72から74のいずれかに係る検出器。

【0343】

実施形態76：検出器がさらに照明変調用の変調装置を少なくとも1個含む、実施形態1から75のいずれかに係る検出器。

40

【0344】

実施形態77：光ビームが変調光ビームである実施形態76に係る検出器。

【0345】

実施形態78：検出器が、異なる変調の場合に複数の縦方向センサ信号、特にそれぞれ異なる変調周波数における複数のセンサ信号を検出するように設計され、複数の縦方向センサ信号を評価することによって物体の縦方向位置に関する情報の少なくとも1つの項目を生成するよう評価装置が設計される実施形態77に係る検出器。

【0346】

実施形態79：照明の総出力が同じである場合に縦方向センサ信号が照明の変調の変調

50

周波数に依存するような形で縦方向光学センサがさらに設計される実施形態 1 から 78 のいずれかに係る検出器。

【0347】

実施形態 80：光ビームが非変調連続波光ビームである実施形態 79 に係る検出器。

【0348】

実施形態 81：さらに少なくとも 1 個の照明源を含む実施形態 1 から 80 のいずれかに係る検出器。

【0349】

実施形態 82：物体に少なくとも部分的に接続され、および/または物体と少なくとも部分的に同一である照明源；物体を少なくとも部分的に一次放射で照らすよう設計された照明源から照明源が選択される実施形態 81 に係る検出器。

10

【0350】

実施形態 83：光ビームが、物体上での一次放射の反射によって、および/または一次放射によって誘発された物体自体による発光によって生成される実施形態 82 に係る検出器。

【0351】

実施形態 84：縦方向光学センサのスペクトル感度が照明源のスペクトル範囲によってカバーされる実施形態 83 に係る検出器。

【0352】

実施形態 85：検出器が少なくとも 2 個の縦方向光学センサを有し、縦方向光学センサが積層されている、実施形態 1 から 84 のいずれかに係る検出器。

20

【0353】

実施形態 86：縦方向光学センサが光軸に沿って積層される実施形態 85 に係る検出器。

【0354】

実施形態 87：縦方向光学センサが縦方向光学センサスタックを形成し、縦方向光学センサのセンサ領域の配向が光軸に対して直角である実施形態 85 または 86 に係る検出器。

【0355】

実施形態 88：物体からの光ビームがすべての縦方向光学センサを好ましくは逐次的に照らし、少なくとも 1 つの縦方向センサ信号が個々の縦方向光学センサによって生成されるように縦方向光学センサが配列される実施形態 85 から 87 のいずれかに係る検出器。

30

【0356】

実施形態 89：複数の縦方向光学センサが 1 つの配列として配列される実施形態 1 から 88 のいずれかに係る検出器。

【0357】

実施形態 90：複数の縦方向光学センサの配列が光軸に対して直角に配列される実施形態 89 に係る検出器。

【0358】

実施形態 91：配列内に配列された縦方向光学センサがさらに、光ビームによるセンサ領域の照明が付加的にセンサ領域内の温度上昇を引き起こすような形で設計され、センサ領域の導電性が、照明の総出力が同じである場合にセンサ領域内の温度にさらに依存し、縦方向センサ信号が、照明の総出力が同じである場合にセンサ領域内の温度にさらに依存する実施形態 89 または 90 に係る検出器。

40

【0359】

実施形態 92：光ビームが 7 μm から 15 μm の波長を示す実施形態 91 に係る検出器。

【0360】

実施形態 93：光導電性材料が実施形態 6 から 10 または 28 から 44 のいずれかに係る無機光導電性材料を含む実施形態 91 または 92 に係る検出器。

50

【0361】

実施形態94：光学検出器が非冷却である実施形態92または93に係る検出器。

【0362】

実施形態95：配列内の複数の縦方向光学センサが複数の個別の抵抗器から成る1つのマトリクス内に配列され、マトリクス内の個々の抵抗器の合計抵抗が配列内で入射光ビームによって照らされる縦方向光学センサの数Nに依存する実施形態92から94のいずれかに係る検出器。

【0363】

実施形態96：光ビームによって照らされる縦方向光学センサの数Nを判定するよう評価装置が適応され、評価装置がさらに、光ビームによって照らされる縦方向光学センサの数Nの使用によって物体の少なくとも1つの縦座標を判定するよう適応される実施形態92から95のいずれかに係る検出器。

10

【0364】

実施形態97：各ピクセルの照明強度を示す少なくとも1つの信号を生成するよう光学センサが適応される実施形態96に係る検出器。

【0365】

実施形態98：ピクセルが照らされたピクセルであるか否かを判定するため、各ピクセルについて信号を少なくとも1つの閾値と比較するよう評価装置が適応される実施形態97に係る検出器。

【0366】

20

実施形態99：光ビームに照らされるピクセルの数Nと縦座標との間の所定の関係の使用によって物体の縦座標を判定するよう評価装置が適応される実施形態96から98のいずれかに係る検出器。

【0367】

実施形態100：所定の関係が光ビームをガウス光ビームであるとする想定に基づく実施形態99に係る検出器。

【0368】

実施形態101：縦方向光学センサが少なくとも1つの光導電性材料の層およびこの層と接触する少なくとも2個の電極とを含み、少なくとも2個の電極が光導電性材料の層の別々の位置で表面に付けられる実施形態1から100のいずれかに係る検出器。

30

【0369】

実施形態102：少なくとも2個の電極が層の同じ側に付けられる実施形態101に係る検出器。

【0370】

実施形態103：少なくとも1つの光導電性材料の層が少なくとも1個の基板へ直接または間接的に適用される実施形態101または102に係る検出器。

【0371】

実施形態104：基板が絶縁性基板である実施形態102または103に係る検出器。

【0372】

実施形態105：基板が少なくとも部分的に透明または透光性である実施形態103または104に係る検出器。

40

【0373】

実施形態106：少なくとも1個の縦方向光学センサが少なくとも1個の透明な縦方向光学センサを含む実施形態1から105のいずれかに係る検出器。

【0374】

実施形態107：評価装置が縦方向センサ信号を正規化し、そして光ビームの強度と無関係に物体の縦方向位置に関する情報を生成するように適合される、実施形態1から106のいずれかに係る検出器。

【0375】

実施形態108：異なる縦方向センサの縦方向センサ信号を比較することにより、光ビ

50

ームが拡がるか狭まるかを認識するよう評価装置が適応される実施形態 107 に係る検出器。

【0376】

実施形態 109：少なくとも 1 個以上の縦方向センサ信号からの光ビームの直径の判定によって、物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう評価装置が適応される実施形態 1 から 108 のいずれかに係る検出器。

【0377】

実施形態 110：好ましくは光ビームの伝播方向における少なくとも 1 つの伝播座標上の光ビームのビーム直径の既知の依存性から、および/または光ビームの既知のガウスプロファイルから、物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するために、光ビームのビーム直径を光ビームの既知のビーム特性と比較するよう評価装置が適応される実施形態 109 に係る検出器。

10

【0378】

実施形態 111：さらに少なくとも 1 個の横方向光学センサを含み、横方向光学センサが物体から検出器へと移動している光ビームの横方向位置を判定するよう適応されており、横方向位置が検出器の光軸に対して垂直な少なくとも 1 つの次元での位置であり、横方向光学センサが少なくとも 1 個の横方向センサ信号を生成するよう適応されており、評価装置は横方向センサ信号を評価することにより、物体の横方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう更に設計される実施形態 1 から 110 のいずれかに係る検出器。

20

【0379】

実施形態 112：横方向光学センサが、少なくとも 1 個の第 1 電極、少なくとも 1 個の第 2 の電極および 2 つの別個の透明導電性酸化物層の間に埋め込まれた少なくとも 1 種の光導電性材料を有する光検出器であり、横方向光学センサがセンサエリアを有し、第 1 電極および第 2 電極が透明導電性酸化物層のうち 1 つにおいて別々の位置に付けられ、少なくとも 1 個の横方向光学センサ信号がセンサ領域内の光ビームの位置を示す実施形態 111 に係る検出器。

【0380】

実施形態 113：光導電性材料に言及している実施形態のいずれかに係る光導電性材料の層を横方向光学センサが含む実施形態 111 または 112 に係る検出器。

30

【0381】

実施形態 114：光導電性材料が無機光導電性材料を含む実施形態 113 に係る検出器。

【0382】

実施形態 115：カルコゲニドに言及している実施形態に係るカルコゲニド、好ましくは硫化鉛 (PbS) またはセレン化鉛 (PbSe)、あるいはドーブシリコンに言及している実施形態に係るドーブシリコン光導電体を無機光導電性材料が含む実施形態 114 に係る検出器。

【0383】

実施形態 116：透明導電性酸化物または金属ナノワイヤーを含む 2 つの層の間に埋め込まれた光導電性材料層として光導電性材料が提供され、透明導電性酸化物が好ましくはインジウムドーブスズ酸化物 (ITO)、フッドーブスズ酸化物 (FTO)、アルミニウムドーブ亜鉛酸化物 (AZO)、酸化マグネシウム (MgO)、またはペロブスカイト透明導電性酸化物を含む実施形態 1 から 115 のいずれかに係る検出器。

40

【0384】

実施形態 117：少なくとも 1 個の横方向光学センサが少なくとも 1 個の透明な横方向光学センサを含む実施形態 111 から 116 のいずれかに係る検出器。

【0385】

実施形態 118：横方向光学センサのセンサ領域が横方向光学センサの表面によって形成され、その表面は物体に向いているか、または物体と反対に向いている実施形態 111

50

から 1 1 7 のいずれかに係る検出器。

【 0 3 8 6 】

実施形態 1 1 9 : 第 1 電極および / または第 2 電極が、少なくとも 2 個の部分電極を含む分割電極である実施形態 1 1 1 から 1 1 8 のいずれかに係る検出器。

【 0 3 8 7 】

実施形態 1 2 0 : 少なくとも 4 個の部分電極が提供される実施形態 1 1 9 に係る検出器。

【 0 3 8 8 】

実施形態 1 2 1 : 部分電極を通る電流がセンサ領域内での光ビームの位置に依存する実施形態 1 1 9 または 1 2 0 に係る検出器。

10

【 0 3 8 9 】

実施形態 1 2 2 : 部分電極を通る電流に従って横方向センサ信号を生成するよう横方向光学センサが適応される実施形態 1 2 1 に係る検出器。

【 0 3 9 0 】

実施形態 1 2 3 : 検出器、好ましくは横方向光学センサおよび / または評価装置が、部分電極を通る複数の電流の少なくとも 1 つの比率から物体の横方向位置に関する情報を導き出すよう適応される実施形態 1 2 1 または 1 2 2 に係る検出器。

【 0 3 9 1 】

実施形態 1 2 4 : 少なくとも 1 個の横方向光学センサが透明な光学センサである実施形態 1 1 0 から 1 2 3 のいずれかに係る検出器。

20

【 0 3 9 2 】

実施形態 1 2 5 : 横方向光学センサおよび少なくとも 2 個の縦方向光学センサの双方に衝突する光軸に沿って光ビームが移動するように、その光軸に沿って横方向光学センサ及び縦方向光学センサが積層される実施形態 1 1 5 から 1 2 4 のいずれかに係る検出器。

【 0 3 9 3 】

実施形態 1 2 6 : 光ビームが横方向光学センサと少なくとも 2 個の縦方向光学センサを続けて、またはその逆に通過する、実施形態 1 2 5 に係る検出器。

【 0 3 9 4 】

実施形態 1 2 7 : 光ビームは、縦方向光学センサのうち 1 個に衝突する前に、横方向光学センサを通過する実施形態 1 2 6 に係る検出器。

30

【 0 3 9 5 】

実施形態 1 2 8 : 横方向センサ信号が電流および電圧またはそれらから導き出される任意の信号から成る群から選択される実施形態 1 1 6 から 1 2 7 のいずれかに係る検出器。

【 0 3 9 6 】

実施形態 1 2 9 : 検出器がさらに少なくとも 1 個の撮像装置を含む実施形態 1 から 1 2 8 のいずれかに係る検出器。

【 0 3 9 7 】

実施形態 1 3 0 : 撮像装置が、物体から最も遠い位置に配置される実施形態 1 2 9 に係る検出器。

【 0 3 9 8 】

40

実施形態 1 3 1 : 光ビームは、撮像装置を照らす前に少なくとも 1 個の縦方向光学センサを通過する実施形態 1 2 9 または 1 3 0 のいずれかに係る検出器。

【 0 3 9 9 】

実施形態 1 3 2 : 撮像装置がカメラを含む実施形態 1 2 9 から 1 3 1 のいずれかに係る検出器。

【 0 4 0 0 】

実施形態 1 3 3 : 撮像装置が無機カメラ ; モノクロムカメラ ; マルチクロムカメラ ; フルカラーカメラ ; ピクセル化無機チップ ; ピクセル化有機カメラ ; C C D チップ、好ましくは多色 C C D チップまたはフルカラー C C D チップ ; C M O S チップ ; I R カメラ ; R G B カメラのうち少なくとも 1 つを含む実施形態 1 2 9 から 1 3 2 のいずれかに係る検出

50

器。

【0401】

実施形態134：少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器であって、
 - 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、センサ領域は電流を持続する能力のある少なくとも1種の材料を含み、その材料の少なくとも1つの特性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号はその少なくとも1つの特性に依存する、縦方向光学センサと、
 - 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む検出器。

10

【0402】

実施形態135：検出器が実施形態2から133のいずれかに係る特徴を1つまたは複数含む実施形態134に係る検出器。

【0403】

実施形態136：材料の少なくとも1つの特性が材料の導電性または別の材料特性である実施形態134または135に係る検出器。

20

【0404】

実施形態137：電流を持続する能力のある材料が非晶質シリコン、非晶質シリコンを含む合金、または微結晶シリコンを含む実施形態134から136のいずれかに係る検出器。

【0405】

実施形態138：非晶質シリコンを含む合金がシリコンと炭素とを含む非晶質合金またはシリコンとゲルマニウムとを含む非晶質合金のうちいずれか1種である実施形態137に係る検出器。

【0406】

実施形態139：非晶質シリコンが水素の使用によって不動態化される実施形態137または138に係る検出器。

30

【0407】

実施形態140：縦方向光学センサが少なくとも1個の第1電極、少なくとも1個の第2電極、および第1電極と第2電極との間に位置する非晶質シリコン、非晶質シリコンを含む合金、または微結晶シリコンを有する光検出器であり、第1電極および第2電極の少なくとも1個が透明な電極である実施形態137から139のいずれかに係る検出器。

【0408】

実施形態141：透明な電極が透明導電性酸化物(TCO)、特にインジウムスズ酸化物(ITO)を含む実施形態140に係る検出器。

【0409】

実施形態142：第1電極と第2電極との間に位置する非晶質シリコン、非晶質シリコンを含む合金、または微結晶シリコンがPINダイオードとして配列され、PINダイオードがn型半導体層とp型半導体層との間に位置するi型半導体層を含む実施形態140または141に係る検出器。

40

【0410】

実施形態143：i型半導体層が非晶質シリコンを含み、n型半導体およびp型半導体層それぞれの厚さを超える、特に少なくとも2倍、好ましくは少なくとも5倍、より好ましくは少なくとも10倍以上の厚さを示す実施形態142に係る検出器。

【0411】

実施形態144：p型半導体層がシリコンおよび炭素の合金を含み、且つ2nmから2

50

0 nm、好ましくは4 nmから10 nmの厚さを示す実施形態142に係る検出器。

【0412】

実施形態145：i型半導体層がシリコンおよび炭素の合金を含み、且つ2 nmから20 nm、好ましくは4 nmから10 nmの厚さを示す実施形態144に係る検出器。

【0413】

実施形態146：縦方向センサが実質的に0 Hzから500 kHzの光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存である実施形態140から145のいずれかに係る検出器。

【0414】

実施形態147：材料特性が材料の電気的特定および/または光学的特性である実施形態146に係る検出器。

【0415】

実施形態148：材料特性が偏光、反射率、屈折率、透過率、伝熱性、吸収率、散乱特性、誘電特性、および磁気特性から成る群から選択される実施形態147に係る検出器。

【0416】

実施形態149：少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器であって、
 - 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向光学センサは、照明の総出力が同じである場合に、センサ領域内で光ビームによって生成される光点の断面積の減少に伴って縦方向センサ信号の振幅が減少するように、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能である、縦方向光学センサと、
 - 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置と
 を含む検出器。

【0417】

実施形態150：検出器が実施形態2から133のいずれかに係る特徴を1つまたは複数含む実施形態149に係る検出器。

【0418】

実施形態151：少なくとも1個の物体を光学的に検出する検出器であって、
 - 少なくとも1個の縦方向光学センサであって、少なくとも1つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向光学センサは、照明の総出力が同じである場合にセンサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成することが可能であり、縦方向センサ信号の最小値は、最小限のビーム断面積を伴う光ビームによって衝突されるセンサ領域内の条件下で発生する、縦方向光学センサと、

- 少なくとも1個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される、評価装置と
 を含む検出器。

【0419】

実施形態152：検出器が実施形態2から133のいずれかに係る特徴を1つまたは複数含む実施形態151に係る検出器。

【0420】

実施形態153：最小限のビーム断面積を伴う光ビームによって衝突されるセンサ領域内の条件が、光学レンズによる影響に応じてセンサ領域が焦点または焦点付近に位置する場合に達成される実施形態151または152に係る検出器。

10

20

30

40

50

【 0 4 2 1 】

実施形態 1 5 4 : 少なくとも 1 個の物体を光学的に検出する検出器であって、

- 少なくとも 1 個の縦方向光学センサであって、少なくとも 1 つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも 1 つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサは実質的に、0 Hz から 5 0 0 Hz の光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存である、縦方向光学センサと、

- 少なくとも 1 個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう設計される、評価装置とを含む検出器。

10

【 0 4 2 2 】

実施形態 1 5 5 : 検出器が実施形態 2 から 1 3 3 のいずれかに係る特徴を 1 つまたは複数含む実施形態 1 5 4 に係る検出器。

【 0 4 2 3 】

実施形態 1 5 6 : 縦方向センサが実質的に 0 Hz から 5 0 k Hz の光ビームの変調周波数範囲では非周波数依存である実施形態 1 5 4 または 1 5 5 に係る検出器。

【 0 4 2 4 】

実施形態 1 5 7 : 縦方向光学センサが非晶質シリコンを含む実施形態 1 5 4 から 1 5 6 のいずれかに係る検出器。

20

【 0 4 2 5 】

実施形態 1 5 8 : 非晶質シリコンが水素の使用によって不動態化される実施形態 1 5 7 に係る検出器。

【 0 4 2 6 】

実施形態 1 5 9 : 縦方向光学センサが少なくとも 1 個の第 1 電極、少なくとも 1 個の第 2 電極、および第 1 電極と第 2 電極との間に位置する非晶質シリコンを有する光検出器であり、第 1 電極および第 2 電極のうち少なくとも 1 個が透明な電極である実施形態 1 5 7 または 1 5 8 に係る検出器。

【 0 4 2 7 】

実施形態 1 6 0 : 透明な電極が透明導電性酸化物 (T C O)、特にインジウムスズ酸化物 (I T O) を含む実施形態 1 5 9 に係る検出器。

30

【 0 4 2 8 】

実施形態 1 6 1 : 第 1 電極と第 2 電極との間に位置する非晶質シリコンが P I N ダイオードとして配列され、P I N ダイオードが n 型半導体層と p 型半導体層との間に位置する i 型半導体層を含む実施形態 1 5 9 または 1 6 0 に係る検出器。

【 0 4 2 9 】

実施形態 1 6 2 : i 型半導体層が n 型半導体および p 型半導体層それぞれの厚さを超える、特に少なくとも 2 倍、好ましくは少なくとも 5 倍、より好ましくは少なくとも 1 0 倍以上の厚さを示す実施形態 1 6 1 に係る検出器。

【 0 4 3 0 】

40

実施形態 1 6 3 : 少なくとも 1 個の物体を光学的に検出する検出器であって、

- 少なくとも 1 個の縦方向光学センサであって、少なくとも 1 つのセンサ領域を有し、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも 1 つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向光学センサは光導電性モードで駆動される少なくとも 1 個の光ダイオードを含み、センサ領域の導電性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は導電性に依存する、縦方向光学センサと、

- 少なくとも 1 個の評価装置であって、縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう設計

50

される、評価装置と
を含む検出器。

【0431】

実施形態164：検出器が実施形態2から133のいずれかに係る特徴を1つまたは複数含む実施形態163に係る検出器。

【0432】

実施形態165：光導電モードが光ダイオードを採用する電気回路を指し、少なくとも1個の光ダイオードが逆バイアスモードで含まれ、光ダイオードの陰極が陽極に対して正の電圧で駆動される実施形態163または164に係る検出器。

【0433】

実施形態166：光ダイオードが少なくとも1つのp型吸収材料、少なくとも1つのn型半導体層、および少なくとも一対の電極を含む実施形態163から165のいずれかに係る検出器。

【0434】

実施形態167：p型吸収材料が四価原子を含むダイヤモンド様構造を示す実施形態166に係る検出器。

【0435】

実施形態168：p型吸収材料がダイヤモンド(C)、シリコン(Si)、シリコンカーバイド(SiC)、ゲルマニウム(Ge)ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される実施形態167に係る検出器。

【0436】

実施形態169：平均4個の価原子を含む原子の組み合わせによって少なくとも1つの四価原子を置換することによりダイヤモンド様構造が修飾される実施形態166から168のいずれかに係る検出器。

【0437】

実施形態170：p型吸収材料が第2族 - 第5族化合物、第2族 - 第6族化合物、第1族 - 第3族 - 第6族₂化合物、および第1族₂ - 第2族 - 第4族 - 第6族₄化合物から成る群から選択される実施形態169に係る検出器。

【0438】

実施形態171：p型吸収材料が非晶質シリコン(a-Si)、非晶質シリコンを含む合金、微結晶シリコン(μ c-Si)、ゲルマニウム(Ge)、アンチモン化インジウム(InSb)、ヒ化インジウムガリウム(InGaAs)、ヒ化インジウム(InAs)、窒化ガリウム(GaN)、ヒ化ガリウム(GaAs)、リン化アルミニウムガリウム(AlGaP)、テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、硫化銅インジウム(CIS)、セレン化銅インジウムガリウム(CIGS)、硫化銅亜鉛スズ(CZTS)、セレン化銅亜鉛スズ(CZTSe)、銅 - 亜鉛 - スズ - 硫黄 - セレンカルコゲニド(CZTSSe)、有機 - 無機ハロゲン化物ペロブスカイト、特にメチルアンモニウムヨウ化鉛(CH₃NH₃PbI₃)、ならびにこれらの固溶体および/またはドーピング変形から成る群から選択される実施形態170に係る検出器。

【0439】

実施形態172：n型半導体層が硫化カドミウム(CdS)、硫化亜鉛(ZnS)、酸化亜鉛(ZnO)、または水酸化亜鉛(ZnOH)を含む実施形態167から171のいずれかに係る検出器。

【0440】

実施形態173：バイアス電圧源を含む実施形態163から172のいずれかに係る検出器。

【0441】

実施形態174：バイアス電圧源および負荷抵抗器が縦方向光学センサと直列に配列される実施形態173に係る検出器。

【0442】

10

20

30

40

50

実施形態 175 : バイアス電圧が光ダイオード全体にわたり印加される実施形態 173 または 174 に係る検出器。

【0443】

実施形態 176 : 光ダイオードが縦方向光学センサの少なくとも 2 つの操作モードの間で、光ダイオード全体にわたり少なくとも 2 つの異なるバイアス電圧値を印加することによって切り替え可能である実施形態 175 に係る検出器。

【0444】

実施形態 177 : 光ダイオードが第 1 の操作モードと第 2 の操作モードとの間で切り替え可能であり、第 1 の操作モードでは光ダイオードが光導電モードで駆動され、第 2 の操作モードでは光ダイオードが光起電モードで駆動される実施形態 176 に係る検出器。

10

【0445】

実施形態 178 : バイアス電圧を設定するためにバイアス電圧源に影響を及ぼすよう切り替え装置が適応される実施形態 176 または 177 に係る検出器。

【0446】

実施形態 179 : 切り替え装置が縦方向光学センサの第 1 の操作モードと第 2 の操作モードとの間での切り替えに使用される実施形態 178 に係る検出器。

【0447】

実施形態 180 : 実施形態 1 から 179 のいずれかに係る検出器を複数含む配置。

【0448】

実施形態 181 : 配置がさらに少なくとも 1 個の照明源を含む、実施形態 179 または 180 に係る配置。

20

【0449】

実施形態 182 : 使用者とマシンとの間で情報の少なくとも 1 つの項目を交換するための、特に制御命令を入力するためのヒューマンマシンインターフェースであって、検出器に関連する実施形態 1 から 181 のいずれかに係る少なくとも 1 個の検出器を含み、使用者の幾何学的情報の少なくとも 1 つの項目を検出器によって生成するように設計され、幾何学情報に対して、情報の少なくとも 1 つの項目、特に少なくとも 1 つの制御命令を割り当てるように設計されるヒューマンマシンインターフェース。

【0450】

実施形態 183 : 使用者の幾何学的情報の少なくとも 1 つの項目が、使用者の身体的位置 ; 使用者の少なくとも 1 つの身体部分の位置 ; 使用者の身体の配向 ; 使用者の少なくとも 1 つの身体部分の配向からなる群から選択される実施形態 182 に係るヒューマンマシンインターフェース。

30

【0451】

実施形態 184 : ヒューマンマシンインターフェースがさらに、使用者に接続可能な少なくとも 1 個のビーコン装置を含み、ヒューマンマシンインターフェースは検出器が少なくとも 1 個のビーコン装置の位置に関する情報を生成し得るように適合される実施形態 182 または 183 に係るヒューマンマシンインターフェース。

【0452】

実施形態 185 : ビーコン装置が、検出器へと伝送されることになる少なくとも 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 個の照明源を含む実施形態 184 に係るヒューマンマシンインターフェース。

40

【0453】

実施形態 186 : 少なくとも 1 つの娯楽機能、特にゲームを実行するための娯楽装置であって、ヒューマンマシンインターフェースに関する前述の実施形態のいずれかに係るヒューマンマシンインターフェースの少なくとも 1 つを含み、ヒューマンマシンインターフェースを手段として情報の少なくとも 1 つの項目をプレーヤにより入力可能となるように設計され、娯楽機能を情報に従って変えるように設計される娯楽装置。

【0454】

実施形態 187 : 少なくとも 1 個の可動物体の位置を追跡する追跡システムであって、

50

検出器に関する実施形態 1 から 186 のいずれかに係る検出器を少なくとも 1 個含み、さらに少なくとも 1 個の進路制御装置を含み、進路制御装置は、それぞれが特定の時点における物体の位置に関する情報の少なくとも 1 つの項目を含む、物体の一連の位置を追跡するように適合される追跡システム。

【0455】

実施形態 188：追跡システムがさらに、物体に接続可能な少なくとも 1 個のビーコン装置を含み、追跡システムは検出器が少なくとも 1 個のビーコン装置の位置に関する情報を生成し得るように適合される実施形態 187 に係る追跡システム。

【0456】

実施形態 189：少なくとも 1 個の物体の少なくとも 1 つの位置を判定する走査システムであって、検出器に関する実施形態 1 から 188 のいずれかに係る検出器を少なくとも 1 個含み、さらに少なくとも 1 個の物体の少なくとも 1 つの表面に位置する少なくとも 1 個の点の照明を目的に構成される少なくとも 1 つの光ビームを放出するように適合される少なくとも 1 個の照明源を含み、少なくとも 1 個の点と走査システムとの間の距離に関する情報の少なくとも 1 つの項目を少なくとも 1 個の検出器の使用によって生成するように設計される走査システム。

10

【0457】

実施形態 190：照明源が人工照明源、特に少なくとも 1 個のレーザ光源および/または少なくとも 1 個の白熱電球および/または少なくとも 1 個の半導体光源を含む実施形態 189 に係る走査システム。

20

【0458】

実施形態 191：照明源が複数の個別の光ビーム、特に個別のピッチ、特に規則的なピッチを示す複数の光ビームの配置を放出する実施形態 189 または 190 に係る走査システム。

【0459】

実施形態 192：走査システムが少なくとも 1 個のハウジングを含む実施形態 189 から 191 のいずれかに係る走査システム。

【0460】

実施形態 193：少なくとも 1 個の点と走査システムとの間の距離に関する情報の少なくとも 1 つの項目が、少なくとも 1 個の点と、走査システムのハウジング上の特定の点、特にハウジングの前端または後端との間で判定される実施形態 192 に係る走査システム。

30

【0461】

実施形態 194：ハウジングが表示装置、ボタン、固定ユニット、水平調整ユニットのうち少なくとも 1 つを含む実施形態 192 または 193 に係る走査システム。

【0462】

実施形態 195：追跡システムに言及する実施形態のいずれかに係る少なくとも 1 つの追跡システムと、走査システムに言及する実施形態のいずれかに係る少なくとも 1 つの走査システムとを含む立体視装置であって、追跡システムおよび走査システムがそれぞれ少なくとも 1 個の光学センサを含み、これらが立体視装置の光軸と平行な配向で整列されると同時に、立体視装置の光軸と直角な配向に対して個別な変位を示す立体視装置。

40

【0463】

実施形態 196：追跡システムおよび走査システムがそれぞれ少なくとも 1 個の縦方向光学センサを含み、それらの縦方向光学センサのセンサ信号が物体の縦方向位置に関する情報項目を判定するために統合される実施形態 195 に係る立体視装置。

【0464】

実施形態 197：異なる変調周波数の適用によって縦方向光学センサのセンサ信号が互いに対して区別される実施形態 196 に係る立体視装置。

【0465】

実施形態 198：立体視装置がさらに少なくとも 1 個の横方向光学センサを含み、横方

50

向光学センサのセンサ信号が物体の横方向位置に関する情報項目の判定に使用される実施形態 197 に係る立体視装置。

【0466】

実施形態 199：物体の縦方向位置に関する情報項目および物体の横方向位置に関する情報項目を統合することによって物体の立体視野が得られる実施形態 198 に係る立体視装置。

【0467】

実施形態 200：検出器に関する実施形態 1 から 199 のいずれかに係る検出器を少なくとも 1 個含む、少なくとも 1 個の物体の撮像のためのカメラ。

【0468】

実施形態 201：特に検出器に関する実施形態 1 から 200 のいずれかに係る検出器の使用によって少なくとも 1 個の物体を光学的に検出する方法であって、

- 少なくとも 1 個の縦方向光学センサの使用によって少なくとも 1 つの縦方向センサ信号を生成する工程であって、縦方向センサ信号は光ビームによる縦方向光学センサのセンサ領域の照明に依存し、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、センサ領域は少なくとも 1 個の光導電性材料を含み、センサ領域における光導電性材料の導電性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存し、縦方向センサ信号は導電性に依存する、工程と、

- 縦方向光学センサの縦方向センサ信号を評価することによって物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成する工程とを含む方法。

【0469】

実施形態 202：光導電性材料がコロイド量子ドット (CQD) を含む膜として提供される実施形態 201 に係る方法。

【0470】

実施形態 203：CQD 膜が第 1 の導電層に被着される実施形態 202 に係る方法。

【0471】

実施形態 204：第 1 の導電層が好ましくは少なくとも部分的に透明な半導体金属酸化物、そのドーパ変形または金属ナノワイヤーから成る群から選択される少なくとも部分的に透明な半導体材料を含み、透明な導電性酸化物が特にインジウムスズ酸化物 (ITO)、フッ素ドーパスズ酸化物 (FTO)、アルミニウムドーパ酸化亜鉛 (AZO)、酸化マグネシウム (MgO)、またはペロブスカイト透明導電性酸化物から選択される実施形態 203 に係る方法。

【0472】

実施形態 205：CQD 膜が非極性有機溶媒中の量子ドット溶液として提供され、溶媒が好ましくはオクタン、トルエン、シキロヘキサン、クロロベンゼン、n-ヘプタン、ベンゼン、ジメチルホルムアミド (DMF)、アセトニトリル、およびクロロホルムから成る群から選択され、量子ドットが 10 mg/ml から 200 mg/ml、好ましくは 50 mg/ml から 100 mg/ml の範囲の有機溶媒中濃度で提供される実施形態 202 から 204 のいずれかに係る方法。

【0473】

実施形態 206：CQD 膜が少なくとも 2 つの別々の層として提供される実施形態 202 から 205 のいずれかに係る方法。

【0474】

実施形態 207：CQD 膜が蒸着法、好ましくはコーティング法、より好ましくはスピンコーティング法によって提供される実施形態 202 から 206 のいずれかに係る方法。

【0475】

実施形態 208：CQD 膜が有機物質を伴う処理を受け、有機物質が好ましくはチオールおよびアミンから成る群から、特に 1, 2-エタンジチオール (edt)、1, 2-お

10

20

30

40

50

よび 1, 3 - ベンゼンジチオール (b d t)、およびブチルアミンから選択される実施形態 207 に係る方法。

【 0 4 7 6 】

実施形態 209 : 有機物質を伴う処理後、C Q D 膜が 50 から 250 、好ましくは 80 から 180 、より好ましくは 100 から 120 の温度帯で乾燥される実施形態 208 に係る方法。

【 0 4 7 7 】

実施形態 210 : 阻止層が最初に第 1 の導電層へ直接被着された後、C Q D 膜が阻止層へ被着され、阻止層が導電性材料、好ましくは二酸化チタン (TiO_2) または酸化亜鉛 (ZnO) の薄膜を含む実施形態 203 から 209 のいずれかに係る方法。

10

【 0 4 7 8 】

実施形態 211 : 第 2 の導電層が C Q D 膜に被着される実施形態 202 から 210 のいずれかに係る方法。

【 0 4 7 9 】

実施形態 212 : 第 2 の導電層が不透明な導電性材料、より好ましくは蒸着金属層またはグラフェン層を含み、蒸着金属層が特に銀、アルミニウム、白金、クロム、チタンまたは金のうち 1 種または複数を含む実施形態 211 に係る方法。

【 0 4 8 0 】

実施形態 213 : 第 2 の導電層が導電性ポリマー、特にポリ (3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン) (P E D O T) または P E D O T とポリスチレンスルホン酸 (P E D O T : P S S) の分散物から選択される導電性ポリマー層を含み、蒸着金属接点またはグラフェン接点を含む分割電極が好ましくは導電性ポリマー層上に配列され、蒸着金属接点特に銀、アルミニウム、白金、クロム、チタン、クロムまたは金のうち 1 種または複数を含む実施形態 211 または 212 に係る方法。

20

【 0 4 8 1 】

実施形態 214 : 物体の位置、特に深度を好ましくは同時に判定することを目的とする、実施形態 1 から 213 のうち検出器に関する実施形態のいずれかに係る検出器の使用。

【 0 4 8 2 】

実施形態 215 : 測距、特に交通技術における測距 ; 位置測定、特に交通技術における位置測定 ; 娯楽用途 ; セキュリティ用途 ; ヒューマンマシンインターフェース用途 ; 追跡用途 ; 走査用途 ; 写真撮影用途 ; 撮像用途またはカメラ用途 ; 少なくとも 1 つの空間のマップ生成用のマッピング用途 ; 車両向けのホーミングビーコンまたは追跡ビーコン検出器 ; 熱シグネチャ (背景と比べ高温か低温か) による物体の距離および / または位置の測定 ; 立体視用途 ; 機械視覚用途 ; ロボット工学用途から成る群から選択される用途を目的とする、実施形態 214 に係る検出器の使用。

30

【 0 4 8 3 】

本発明のさらなる任意の詳細および特徴は、従属請求項に関して以下に記載される、好ましい典型的実施形態の説明から明らかである。この文脈において、特定の特徴は、単独でまたはいくつかの特徴と組み合わせて実現可能である。本発明は、典型的実施形態に限定されない。典型的実施形態は図面中で概略的に示されている。個々の図面中の同一の参照番号は、同一の要素または同一の機能を有する 1 つまたは複数の要素あるいは機能に関して互いに対応する要素を指す。

40

【 0 4 8 4 】

具体的に図面の説明は以下の通りである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 4 8 5 】

【 図 1 】 センサ領域を有する縦方向光学センサを含み、センサ領域が光導電性材料を含む本発明に係る検出器の典型的な一実施形態を示す図である。

【 図 2 A 】 センサ領域を有し、センサ領域が光導電性材料を光導電体の配列として含む縦方向光学センサの典型的な一実施形態を示す図である。

50

【図 2 B】センサ領域を有し、センサ領域が光導電性材料を光導電体の配列として含む縦方向光学センサの典型的な一実施形態を示す図である。

【図 3 A】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

【図 3 B】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

【図 3 C】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

【図 4 A】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

10

【図 4 B】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

【図 4 C】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

【図 4 D】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

20

【図 5】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) を光導電性材料として含む縦方向光学センサの使用による、入射光ビームへの変調の適用なしに観察される F i P 効果のさらなる実験結果を示す図である。

【図 6 A】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) 以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛 (PbSe ; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物 (図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン (Sb_2S_3 ; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン (図 6 H) を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

【図 6 B】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) 以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛 (PbSe ; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物 (図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン (Sb_2S_3 ; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン (図 6 H) を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

30

【図 6 C】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) 以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛 (PbSe ; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物 (図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン (Sb_2S_3 ; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン (図 6 H) を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

40

【図 6 D】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) 以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛 (PbSe ; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物 (図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン (Sb_2S_3 ; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン (図 6 H) を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

【図 6 E】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛 (PbS) 以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛 (PbSe ; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物 (図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン (Sb_2S_3 ; 図 6 E

50

から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン(図 6 H)を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

【図 6 F】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛(P b S)以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛(P b S e; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物(図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン(S b₂ S₃; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン(図 6 H)を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

【図 6 G】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛(P b S)以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛(P b S e; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物(図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン(S b₂ S₃; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン(図 6 H)を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

10

【図 6 H】センサ領域を有し、センサ領域が硫化鉛(P b S)以外の光導電性材料、すなわちセレン化鉛(P b S e; 図 6 A)、有機ドナーポリマーおよびフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物(図 6 B から 6 D)、三硫化アンチモン(S b₂ S₃; 図 6 E から 6 G)、および低ドーパント濃度及び低欠陥密度の p 型ドーブ結晶シリコン(図 6 H)を含む縦方向光学センサの使用による、負の F i P 効果を実証するさらなる実験結果を示す図である。

20

【図 7 A】光導電性材料の層を光導電体の配列として有する横方向光学センサのさらなる典型的な実施形態を示す図である。

【図 7 B】光導電性材料の層を光導電体の配列として有する横方向光学センサのさらなる典型的な実施形態を示す図である。

【図 8】本発明に係る光学検出器、検出器システム、ヒューマンマシンインターフェース、娯楽装置、追跡装置およびカメラの典型的な一実施形態を示す図である。

【図 9】複数の縦方向光学センサが相互接続された配列を有する検出器における縦方向センサ信号の抵抗の変化のシミュレーションを示す図である。

【図 10 A】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態(図 10 A)、ならびに非晶質シリコン層(a - S i : H、図 10 B から 10 E)、微結晶シリコン層(μ c - S i、図 10 F)およびリン化ガリウム層(G a P、図 10 G)を含むこの配列の使用によって得られる正の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

30

【図 10 B】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態(図 10 A)、ならびに非晶質シリコン層(a - S i : H、図 10 B から 10 E)、微結晶シリコン層(μ c - S i、図 10 F)およびリン化ガリウム層(G a P、図 10 G)を含むこの配列の使用によって得られる正の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

【図 10 C】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態(図 10 A)、ならびに非晶質シリコン層(a - S i : H、図 10 B から 10 E)、微結晶シリコン層(μ c - S i、図 10 F)およびリン化ガリウム層(G a P、図 10 G)を含むこの配列の使用によって得られる正の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

40

【図 10 D】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態(図 10 A)、ならびに非晶質シリコン層(a - S i : H、図 10 B から 10 E)、微結晶シリコン層(μ c - S i、図 10 F)およびリン化ガリウム層(G a P、図 10 G)を含むこの配列の使用によって得られる正の F i P 効果を実証する実験結果を示す図である。

【図 10 E】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形

50

態（図10A）、ならびに非晶質シリコン層（ $a\text{-Si:H}$ 、図10Bから10E）、微結晶シリコン層（ $\mu\text{c-Si}$ 、図10F）およびリン化ガリウム層（GaP、図10G）を含むこの配列の使用によって得られる正のFiP効果を実証する実験結果を示す図である。

【図10F】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図10A）、ならびに非晶質シリコン層（ $a\text{-Si:H}$ 、図10Bから10E）、微結晶シリコン層（ $\mu\text{c-Si}$ 、図10F）およびリン化ガリウム層（GaP、図10G）を含むこの配列の使用によって得られる正のFiP効果を実証する実験結果を示す図である。

【図10G】光ダイオードとして配列された縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図10A）、ならびに非晶質シリコン層（ $a\text{-Si:H}$ 、図10Bから10E）、微結晶シリコン層（ $\mu\text{c-Si}$ 、図10F）およびリン化ガリウム層（GaP、図10G）を含むこの配列の使用によって得られる正のFiP効果を実証する実験結果を示す図である。

【図11A】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図11Aおよび11B）、テルル化カドミウム（CdTe、図11C）、テルル化亜鉛カドミウム（ZnCdTe、図11D）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS、図11E）または硫化銅亜鉛（CZTS、図11Fから11H）をp型吸収材料として含む光ダイオードにおけるFiP効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態（図11J）を示す図である。

【図11B】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図11Aおよび11B）、テルル化カドミウム（CdTe、図11C）、テルル化亜鉛カドミウム（ZnCdTe、図11D）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS、図11E）または硫化銅亜鉛（CZTS、図11Fから11H）をp型吸収材料として含む光ダイオードにおけるFiP効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態（図11J）を示す図である。

【図11C】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図11Aおよび11B）、テルル化カドミウム（CdTe、図11C）、テルル化亜鉛カドミウム（ZnCdTe、図11D）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS、図11E）または硫化銅亜鉛（CZTS、図11Fから11H）をp型吸収材料として含む光ダイオードにおけるFiP効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態（図11J）を示す図である。

【図11D】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図11Aおよび11B）、テルル化カドミウム（CdTe、図11C）、テルル化亜鉛カドミウム（ZnCdTe、図11D）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS、図11E）または硫化銅亜鉛（CZTS、図11Fから11H）をp型吸収材料として含む光ダイオードにおけるFiP効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態（図11J）を示す図である。

【図11E】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態（図11Aおよび11B）、テルル化カドミウム（CdTe、図11C）、テルル化亜鉛カドミウム（ZnCdTe、図11D）、セレン化銅インジウムガリウム（CIGS、図11E）または硫化銅亜鉛（

10

20

30

40

50

C Z T S、図 1 1 F から 1 1 H) を p 型吸収材料として含む光ダイオードにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 J) を示す図である。

【図 1 1 F】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 A および 1 1 B)、テルル化カドミウム (C d T e、図 1 1 C)、テルル化亜鉛カドミウム (Z n C d T e、図 1 1 D)、セレン化銅インジウムガリウム (C I G S、図 1 1 E) または硫化銅亜鉛 (C Z T S、図 1 1 F から 1 1 H) を p 型吸収材料として含む光ダイオードにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 J) を示す図である。

10

【図 1 1 G】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 A および 1 1 B)、テルル化カドミウム (C d T e、図 1 1 C)、テルル化亜鉛カドミウム (Z n C d T e、図 1 1 D)、セレン化銅インジウムガリウム (C I G S、図 1 1 E) または硫化銅亜鉛 (C Z T S、図 1 1 F から 1 1 H) を p 型吸収材料として含む光ダイオードにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 J) を示す図である。

20

【図 1 1 H】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 A および 1 1 B)、テルル化カドミウム (C d T e、図 1 1 C)、テルル化亜鉛カドミウム (Z n C d T e、図 1 1 D)、セレン化銅インジウムガリウム (C I G S、図 1 1 E) または硫化銅亜鉛 (C Z T S、図 1 1 F から 1 1 H) を p 型吸収材料として含む光ダイオードにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 J) を示す図である。

【図 1 1 J】縦方向光学センサのセンサ領域内で薄膜太陽電池が光ダイオードとして使用される配列での縦方向光学センサのさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 A および 1 1 B)、テルル化カドミウム (C d T e、図 1 1 C)、テルル化亜鉛カドミウム (Z n C d T e、図 1 1 D)、セレン化銅インジウムガリウム (C I G S、図 1 1 E) または硫化銅亜鉛 (C Z T S、図 1 1 F から 1 1 H) を p 型吸収材料として含む光ダイオードにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果、ならびに光ダイオードを含むセンサ領域を縦方向光学センサが有する本発明に係る検出器のさらなる典型的な実施形態 (図 1 1 J) を示す図である。

30

【図 1 2 A】縦方向光学センサの様々な配列において、光ダイオード内の光導電性材料が量子ドットを含む膜として提供される場合のさらなる典型的な実施形態 (図 1 2 A、1 2 C および 1 2 D)、および図 1 2 A に係る縦方向光学センサにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果 (図 1 2 B) を示す図である。

40

【図 1 2 B】縦方向光学センサの様々な配列において、光ダイオード内の光導電性材料が量子ドットを含む膜として提供される場合のさらなる典型的な実施形態 (図 1 2 A、1 2 C および 1 2 D)、および図 1 2 A に係る縦方向光学センサにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果 (図 1 2 B) を示す図である。

【図 1 2 C】縦方向光学センサの様々な配列において、光ダイオード内の光導電性材料が量子ドットを含む膜として提供される場合のさらなる典型的な実施形態 (図 1 2 A、1 2 C および 1 2 D)、および図 1 2 A に係る縦方向光学センサにおける F i P 効果の発生を実証する実験結果 (図 1 2 B) を示す図である。

【図 1 2 D】縦方向光学センサの様々な配列において、光ダイオード内の光導電性材料が量子ドットを含む膜として提供される場合のさらなる典型的な実施形態 (図 1 2 A、1 2 C

50

および12D)、および図12Aに係る縦方向光学センサにおけるF i P効果の発生を実証する実験結果(図12B)を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0486】

図1は、少なくとも1個の物体112の位置を判定するための、本発明に係る光学検出器110の典型的な一実施形態を、きわめて概略的に示す図である。好ましくは光学検出器110を赤外線検出器として使用するよう適応させてもよい。ただし、他の実施形態も実現可能である。検出器110は少なくとも1個の縦方向光学センサ114を含み、これはこの特定の実施形態において、検出器110の光軸116に沿って配列される。具体的に、光軸116は、光学センサ114の構成における対称軸および/または回転軸であつてもよい。光学センサ114は、検出器110のハウジング118の内部に配置され得る。さらに、少なくとも1個の転送装置120、好ましくは屈折レンズ122が含まれ得る。ハウジング118における開口124は、特に光軸116に対して同心円状に配置され得、好ましくは検出器110の視野126の方向を規定する。座標系128が定義され得、その中で光軸116に対して平行または逆平行の方向が縦方向として定義される一方、光軸116に対して垂直の方向は横方向として定義され得る。座標系128において、図1では象徴的に描かれているが、縦方向はz、横方向はそれぞれxおよびyとして表されている。ただし、他の種類の座標系128も実現可能である。

10

【0487】

さらに、縦方向光学センサ114は、光ビーム132によるセンサ領域130の照明に応じて、少なくとも1個の縦方向センサ信号を生成するように設計される。このように、F i P効果に応じて縦方向センサ信号は、以下にてさらに詳しく概説されるとおり、照明の総出力が同じである場合、各センサ領域130内の光ビーム132のビーム断面積に依存する。本発明によれば、センサ領域130は少なくとも1種の光導電性材料134、特に1種のカルコゲニド136、好ましくは硫化鉛(PbS)またはセレン化鉛(PbSe)を含む。ただし、他の光導電性材料134、特に他のカルコゲニド136を使用してもよい。光導電性材料134をセンサ領域130で使用する結果、センサ領域130の導電性は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域130内の光ビーム132のビーム断面積に依存する。したがって、光ビーム132による衝突後に縦方向光学センサ114によって提供される結果的な縦方向センサ信号はセンサ領域130内の光導電性材料134の導電性に依存することから、センサ領域130における光ビーム132のビーム断面積の判定が可能となる。縦方向信号リード線138経由で、縦方向センサ信号を評価装置140へ転送することができ、これについては以下にてさらに詳しく説明する。好ましくは、縦方向光学センサ114のセンサ領域130は、物体112から検出器110へと移動する光ビーム132に対して透明または透光性であってもよい。ただし、縦方向光学センサ114のセンサ領域130が不透明な場合もあることから、この特徴は必要ではない。

20

30

【0488】

好適な一実施形態において、縦方向光学センサ114を転送装置120の焦点142に配置してもよい。付加的または代替的に、特に光学検出器110が転送装置120を含み得ない実施形態において、例えば評価装置136内に配置され得るアクチュエータ制御装置146の使用によって制御可能となり得る任意のアクチュエータ144を手段として、縦方向光学センサ114を光軸116に沿って移動可能な形で配置してもよい。ただし、他の種類の設定も実現可能である。

40

【0489】

評価装置140は一般的に、縦方向光学センサ114のセンサ信号を評価することによって物体112の位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう設計される。この目的に対し、評価装置140は、センサ信号を評価するために、縦方向評価ユニット148(「z」で表される)によって象徴的に表されている1個または複数の電子装置および/または1個または複数のソフトウェアコンポーネントを含み得る。以下にてさらに詳しく

50

く説明するとおり、縦方向光学センサ 1 1 4 の複数の縦方向センサ信号の比較によって物体 1 1 2 の縦方向光学に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するよう、評価装置 1 4 0 を適応させてもよい。

【 0 4 9 0 】

前述のとおり、光ビーム 1 3 2 による衝突後に縦方向光学センサ 1 1 4 によって提供される縦方向センサ信号は、センサ領域 1 3 0 内の光導電性材料 1 3 4 の導電性に依存する。したがって、光導電性材料 1 3 4 の導電性の変化を判定するため、図 1 の概略図に描かれているとおり、「光電流」と表わすこともできる電流を縦方向光学センサ 1 1 4 経由で測定すると、有利となり得る。この目的に対し、特に好適な一実施形態において、グラウンド 1 5 2 より上方でバイアス電圧を提供するよう構成設定可能なバイアス電圧源 1 5 0 を提供してもよい。さらに、縦方向光学センサ 1 1 4 によって提供される縦方向センサ信号を、縦方向評価ユニット 1 4 8 へ供給する前に、まず、増幅器 1 5 4 の適用によって増幅してもよい。

10

【 0 4 9 1 】

縦方向光学センサ 1 1 4 のセンサ領域 1 3 0 を照らす光ビーム 1 3 2 を、発光性物体 1 1 2 によって生成してもよい。代替的または付加的に、光ビーム 1 3 2 を別個の照明源 1 5 6 によって生成してもよく、これは好ましくは光軸 1 1 6 に沿った開口 1 2 4 経由での光学検出器 1 1 0 のハウジング 1 1 8 への進入によって光ビーム 1 3 2 が縦方向光学センサ 1 1 4 のセンサ領域 1 3 0 へ到達するよう構成設定され得る形で、照明源 1 5 6 によって生成される光の少なくとも一部を物体 1 1 2 が反射することができるように物体 1 1 2 を照明するよう適応された発光ダイオード 1 5 8 などの周囲光源および/または人工光源を含み得る。特定の一実施形態において、照明源 1 5 6 は変調光源 1 6 0 であってもよく、この場合、照明源 1 5 6 の 1 つまたは複数の変調特性を、少なくとも 1 個の任意の変調装置 1 6 2 によって制御してもよい。代替的または付加的に、照明源 1 5 6 と物体 1 1 2 との間、および/または物体 1 1 2 と縦方向光学センサ 1 1 4 との間のビーム経路内で変調を有効化してもよい。さらなる可能性も考えられる。この特定の実施形態において、物体 1 1 2 の位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するために縦方向光学センサ 1 1 4 のセンサ信号を評価する際、 1 つまたは複数の変調特性、特に変調周波数を考慮に入れると、有利となり得る。この目的に対し、変調装置 1 6 2 によって提供される個々の特性を増幅器 1 5 4 へ供給してもよく、この特定の実施形態において増幅器 1 5 4 はロックイン増幅器 1 6 4 であってもよい。

20

30

【 0 4 9 2 】

一般に、評価装置 1 4 0 はデータ処理装置 1 6 6 の一部であってもよく、および/または 1 個または複数のデータ処理装置 1 6 6 を含み得る。評価装置 1 4 0 はハウジング 1 1 8 に全体的にまたは部分的に組み込まれてもよく、および/または全体的にまたは部分的に、無線または有線の形で縦方向光学センサ 1 1 4 へ電氣的に接続される別個の装置として具現化され得る。評価装置 1 4 0 はさらに、 1 個または複数の電子ハードウェアコンポーネントおよび/または 1 個または複数のソフトウェアコンポーネント、例えば 1 個または複数の測定ユニットおよび/または 1 個または複数の評価ユニットおよび/または 1 個または複数の制御ユニット（不記載）などの 1 個または複数の追加コンポーネントをも含み得る。

40

【 0 4 9 3 】

図 2 A および 2 B は、光導電体の配列としての縦方向光学センサ 1 1 4 の典型的実施形態を示す図である。相応に、縦方向光学センサ 1 1 4 は少なくとも 1 種の光導電性材料 1 3 4、特に 1 種のカルコゲニド 1 3 6、好ましくは硫化鉛 (P b S) またはセレン化鉛 (P b S e)、または別の、本明細書において別途記載の光導電性材料の層 1 6 8 を含む。硫化鉛 (P b S)、セレン化鉛 (P b S e) および/または他の光導電性材料の層 1 6 8 を含む縦方向光学センサ 1 1 4 における前述の負の F i P 効果の発生については、それぞれ図 3 A から図 6 で例示されているとおり、実験により実証済みである。好ましくは、光導電性材料 1 3 4 は、 1 0 n m から 1 0 0 0 μ m、特に 1 0 0 n m から 1 0 μ m の範囲の

50

厚さを示し得る光導電性材料 134 の層 168 に機械的安定性を持たせるため、絶縁性基板 170 上、特にセラミック基板 172 上に配置される。

【0494】

前述のとおり、センサ領域 130 内の光導電性材料 134 が入射光ビーム 132 によって照らされる結果、光導電性材料 134 の導電性の変動は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域 130 内での光ビーム 132 のビーム断面積 174 に依存する。結果的に、センサ領域 130 に光ビーム 132 が衝突すると、少なくとも 2 個の分割電極 176、178 が、光導電性材料 134 の導電性に応じて縦方向センサ信号を提供する結果、センサ領域 130 内の光ビーム 132 のビーム断面積 174 の判定が可能となる。好ましくは、光学的に不透明な電極 176、178 はそれぞれ金属電極、特に銀 (Ag) 電極、白金 (Pt) 電極、アルミニウム (Al) 電極、または金 (Au) 電極のうち 1 種または複数、あるいは代替的にグラフェン電極を含み得る。本発明では、電極 176、178 は好ましくは光導電性材料 134 の層 168 の頂部の別々の位置に、特に 1mm から 10cm の範囲、例えば約 1cm の間隔で配置され得る棒の形で配置される。

10

【0495】

図 2A に記載の縦方向光学センサ 114 の典型的構成では入射光ビーム 132 が光導電性材料 134 に直接衝突し得る一方、図 2B に記載の縦方向光学センサ 114 の典型的構成では入射光ビーム 132 が最初に基板 170 に衝突した後、光導電性材料 134 のセンサ領域 130 に到達し得る。したがって、図 2B に記載のこの特定の実施形態において、絶縁性基板 170 は有利には透明基板 180 または少なくとも 1 個の透光性基板 180、例えばガラス基板または石英基板であってもよい。この場合、材料の一部を光導電性材料で覆ってはならない。さらに、金 (Au) 電極が使用され得る場合、Ni/Cr または Ti/Ni の薄層を採用することによって金をガラス基板へ強く結合させる結果、基板をワイヤー向けに結合可能とすることができる。

20

【0496】

代替的な一実施形態において、縦方向光学センサ 114 内の光導電性材料 134 の層 168 は、電子ドナー材料としての有機ドナーポリマーとフラーレンベースの電子アクセプタ材料の混合物を含む。特定の一例において、有機ドナーポリマーは電子ドナー材料としてのポリ[3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル](P3HT) および電子アクセプタ材料としての[6,6]-フェニル-C61-醜酸メチルエステル(PC60BM)の混合物を 80:20 の重量%比で含む。ただし、他の種類の混合比および/または有機光導電性材料 134 が適切な場合もある。好ましくは、P3HT:PC60BM の混合物を含む光導電性材料 134 の単層 168 が同様に絶縁性基板 170 上に、好ましくはガラス基板または石英基板などの透明または透光性の基板 180、182 上に配置される。この目的に対し、P3HT:PC60BM の混合物を、好ましくは溶液から、特にクロロベンゼン溶液から、被着法、好ましくはコーティング法、より好ましくはスピンコーティング法、スロットコーティング法、またはブレードコーティング法の使用により、または代替的に蒸発により、100μm から 2000μm、特に 200μm から 750μm の厚さを示し得る単層 168 へ成形することができる。

30

【0497】

図 2A または図 2B に記載の実施形態が実際に光学検出器 110 向けに選択され得るかを問わず、いずれの実施形態も、国際公開第 2012/110924A1 号または国際公開第 2014/097181A1 号に典型例として記載されている縦方向光学センサ 114 と比較した場合、比較的簡単で費用効率的な設定を示す。この結果は、特に、縦方向光学センサ 114 向けの作業実施形態を引き続き提供するために本発明で使用され得る層の数が少ないおかげであると考えられる。ただし、本明細書に不記載の他の実施形態も、本発明に係る縦方向光学センサ 114 向けの構成として適切となり得る。

40

【0498】

図 3A から 3C では、図 1 および 2 の典型的実施形態における前述の負の FiP 効果の発生が実験的に実証されるものとする。

50

【0499】

本明細書において、図3Aでは縦方向光学センサ114のセンサ領域130が硫化鉛(PbS)を光導電性材料134として含む設定での実験結果として、いわゆる「FiP曲線」を示している。本明細書において、光学検出器110の構成は、屈折レンズ122の前方80cmの位置に配置され、同時に光学波長が530nmである光ビームの照明源156としても採用された緑色の発光ダイオード(LED)158および物体112を含む設定であった。この縦方向光学センサ114のセンサ領域130は商業的に入手可能な硫化鉛(PbS)光導電性材料134を含み、これをバイアス電圧源150によって提供される10mVのバイアス電圧下で操作した。この特定の実験では、照明源156としての発光ダイオードを、変調装置162の使用により、375Hzの変調周波数で変調させた。結果的に、ロックイン増幅器164の使用により、縦方向センサ信号を測定した。

10

【0500】

実験中、縦方向光学センサ114を、光学検出器110のz軸に沿って、アクチュエータ144の使用によって動かし、結果的な電圧をミリボルト(mV)単位で測定した。この実験では、屈折レンズ122の焦点142を43.5mmの距離に配置したことにより、屈折レンズ122および照明源156の役割を果たす発光ダイオード158をより大きいz値の位置に配置した。実験中に光学検出器110のz軸に沿ってセンサを動かした結果、センサ領域130の位置での入射光ビーム132のビーム断面積(スポットサイズ)が変動し、それにより、z依存の電圧信号が生じた。

【0501】

図3Aに見られるように、縦方向センサ信号の変動が原因と考えられる観察可能な電圧からなるFiP曲線は物体112からの縦方向光学センサ114の距離の変動に伴って変動し、これは物体112が縦方向光学センサ114上で合焦した場合に明確に分かる最小値を含む。このように、屈折レンズ122によってもたらされる焦点142に、すなわち屈折レンズ122から約43.3mmの距離にセンサ領域130が位置するとき、前述の負のFiP効果、すなわちここでは、この構成に生じる縦方向センサ信号の最小値の観察が、最小限の断面積を伴う光ビーム132によって衝突されるセンサ領域130内の材料内の状況下で明確に示される形で、本発明に係る光学検出器110を配置することができる。

20

【0502】

図3Bに記載の実験でも、図3Aに記載の先の実験と同じ構成を使用した。この実験では、照明源156の役割を果たす発光ダイオード158を屈折レンズ122から様々な距離の位置に配置して、図3Aに関して上で実施した実験を複数回繰り返した。記録されたFiP曲線が図3Bに示されている。結果として、縦方向センサ信号に帰属して記録された電圧の最小値は、屈折レンズ122からの発光ダイオード158の距離の変動に伴って変動した。

30

【0503】

さらに、図3Bから分かるとおり、記録された電圧の絶対値も屈折レンズ122からの発光ダイオード158の距離の増加に伴って増加する。したがって、個々の観察されたFiP曲線の全ての値を、屈折レンズ122からの焦点距離と等しいz軸座標の距離にセンサ領域130が位置する条件について取得されたFiP曲線の観測値で割ることが役立つと考えられる。結果として、図3Cに記載とおりの以下のグラフが得られる。ここでは、正規化されたFiP曲線はすべて、約0.55mVの最小値と、43.4mm、すなわちz座標が屈折レンズ122の焦点距離と等しくなる時点でのz座標での値1.0を有する。この観察は明らかに、センサ領域130内でのセンシングに光導電性材料134が使用される場合でもなお、いわゆる「Iso-FiP関係」が通用することの証である。本明細書で使用されるとき、「Iso-FiP関係」という用語は、様々な焦点位置での縦方向センサ信号曲線が、合焦縦方向光学センサの該当縦方向センサ信号を基準として正規化され得ることを指す。詳しくは、参照によって内容が本明細書に組み込まれる、2014年8月7日に出願された欧州特許出願第14,176,112.2号を参照するとよい。

40

50

したがって、曖昧さを一切伴わずに距離を検出するには、2個または3個の縦方向光学センサで十分である。

【0504】

図4AからDでは、縦方向光学センサ114のセンサ領域130が硫化鉛(PbS)を光導電性材料134として含むさらなる測定実験結果を示している。同じく、光学検出器110の構成は、屈折レンズ122の前方80cmの位置に配置され、同時に光学波長が530nmである光ビームの照明源156としても採用された緑色の発光ダイオード(LED)158および物体112を含む設定であった。光導電性材料134、すなわち硫化鉛(PbS)を含む縦方向光学センサ114を、バイアス電圧源150によって提供される10Vのバイアス電圧下で操作した。この特定の実験でも同じく、発光ダイオード158を照明源156として使用し、変調装置162による変調周波数で変調させたが、図3AからCに関して実施した実験とは対照的に、光電流および変調周波数のうち1つについて異なる値を適用した。結果的に、ロックイン増幅器164の使用により、同じく縦方向センサ信号を測定した。

10

【0505】

図4Aではこれらの条件下で記録された実際のFiP曲線を示し、ここでは変調周波数を375Hzに設定すると共に光電流を1mAの最小値と1000mAの最大値との間で変動させた一方、図4Bでは各々の正規化後の実際のFiPを示しており、これも同じく、これらの状況下でのIso-FiP関係の妥当性を実証するものである。

【0506】

図4Cおよび4Dでは、変動する変調周波数における合焦(図4C)および焦点外(図4D)でのFiP電流が記録されている。変調周波数はx軸上にヘルツ単位でプロットされている。合焦状態でのFiP電流はy軸上にプロットされている。すべての曲線を0Hzでの値に対して正規化した。両方の軸が対数スケール上でプロットされている。LED標的について適用された電流変動状態で様々な曲線が記録された(1mA~1000mA)。加えて、図4Cでは比較用として有機センサ曲線が示されている。これらの曲線から、500Hzを超えるとFiP信号が変調周波数の増加による影響をあまり受けないことが分かる。この結果は、光強度および焦点位置と無関係である。

20

【0507】

図5に関する測定でも図3Aから3Cに関する測定と同じ構成を採用したが、変調を適用しなかったため、緑色発光ダイオード158が放出した光ビーム132は光学波長530nmを連続的強度で示した。ここでは、増幅器154およびオシロスコープの使用により、縦方向センサ信号を記録した。その結果、図5の光電流において観察可能な残留変調の原因は、入射光ビーム132において存在しない変調によってではなく、電力線経由での増幅器回路に対する電磁干渉にあると考えられる。図5に記載の曲線の両側で観察可能な強度減少は、センサ領域130でのスポットサイズの増加により、どこかの時点でスポットサイズがセンサ領域130の面積を超えるという事実が原因であると考えられる。それでもなお、図5は明らかに、FiP効果の発生に変調の存在が必要であるわけではないことの証である。

30

【0508】

図6では、縦方向光学センサ114のセンサ領域130内での光導電体の配列において硫化鉛(PbS)を光導電性材料134として適用して実施した図3から5に関する測定が、PbS以外の別の光導電性材料134の使用によっても実施できることを実証している。

40

【0509】

相応に、図6Aに関する実験で使用する光導電性材料134は、セレン化カルコゲニドであるセレン化鉛(PbSe)をセンサ領域130内に含む。図3Aに関する測定同様、光学検出器110の構成は、屈折レンズ122の前方80cmの位置に配置されると同時に物体112兼照明源156としても採用された発光ダイオード158を含む設定であった。ただし今回は、セレン化鉛(PbSe)の既知の吸収スペクトルに従って、近赤外線

50

(NIR)スペクトル範囲に該当する1050nmの光学波長を適用した。光導電性材料134、すなわちセレン化鉛(PbSe)を含む縦方向光学センサ114を、バイアス電圧源150によって提供される10Vのバイアス電圧下で操作した。同じく、照明源156としての発光ダイオード158を、変調装置162の使用により、375Hzの変調周波数で変調させた。結果的に、ロックイン増幅器164の使用により、同じく縦方向センサ信号を測定した。結果は図6Aに記載のFiP曲線であるが、これも同じく、この種の材料における負のFiP効果の発生を実証するものである。

【0510】

図6Bおよび6Cでは、縦方向光学センサ114のセンサ領域130内の層168が重量%比80:20の前述のP3HT:PC60BMの混合物を有機光導電性材料134として含む場合の実験結果を示している。この実験では、有機光導電性材料134の層168の対応する厚さdによって相互に区別可能な異なる3種類の試料を使用した。図に記載のとおり、層168の厚さはそれぞれ $d = 430\ \mu\text{m}$ 、 $d = 580\ \mu\text{m}$ 、および $d = 1500\ \mu\text{m}$ であった。

【0511】

図3Aおよび6Aに関する測定同様、光学検出器110の構成は、屈折レンズ122の前方に配置されると同時に物体112兼照明源156としても採用された光学波長が530nmの発光ダイオード158を含む設定であった。有機光導電性材料134を含む縦方向光学センサ114を、バイアス電圧源150によって提供される10Vのバイアス電圧下で操作した。さらに、照明源156としての発光ダイオード158を、変調装置162によって提供される43Hzの変調周波数の使用によって変調させた一方、縦方向センサ信号を結果的に、ロックイン増幅器164の使用によって記録した。

【0512】

結果として、図6Bおよび6Cの双方の曲線は、物体112からの縦方向光学センサ114の距離の変動に伴って変動する縦方向センサ信号と捉えることができる観察可能な光誘導型電流が、物体112が縦方向光学センサ114上で合焦した場合の明確な最小値を含むことを示している。このように、屈折レンズ122によってもたらされる焦点142に、すなわち屈折レンズ122から約20mmの距離にセンサ領域130が位置するとき、光学検出器110は、負のFiP効果、すなわち、この構成に生じる縦方向センサ信号の最小値の観察を、最小限の断面積を伴う光ビーム132によって衝突されるセンサ領域130内の有機光導電性材料134内の状況下で明確に示した。さらに、縦方向光学センサ114を光軸116に沿って焦点から両方向に最大12.5mm移動させることにより、電極176、178間のセンサ領域130の大部分を、光点のサイズが占めていた。

【0513】

焦点142に位置するセンサ領域130及び焦点142外のセンサ領域130における光誘導型電流間の比率を表わすrは、図6Bに示すように、4から5の範囲の値であると考えられる。ただし、図6Cに示すように、有機光導電性材料P3HT:PC60BMのドーピングを引き起こすことが既知であるハロゲンランプに同じ試料を空气中で露出させた後、図6Bの実験用として使用するというさらなる実験において、この比率rを、8を超える値にまで増やすことができた。図6Bおよび6Cの双方からさらに分かるとおり、一般的に、比率rは高い値となり、これは特に、センサ領域130の位置が焦点142に近くなると光誘導型電流がほぼ消滅すると見られるからである。

【0514】

さらに、図6Dでは、縦方向センサ信号として観察可能な光誘導型電流が入射光ビームの変調周波数fについて特徴的な関数であることを示している。この目的に対し、縦方向光学センサ114のセンサ領域130内の層168が重量%比80:20の前述のP3HT:PC60BMの混合物を有機光導電性材料134として含み且つ $d = 430\ \mu\text{m}$ の厚さを示す単一の試料を使用した。相応に、図6Dでは異なる3種類の曲線を示しているが、うち2つは以下の異なる照明条件下で記録されたものであり、

- 530nmの波長を放出する発光ダイオード158で照らされる場合は「被照明」と

10

20

30

40

50

し、

- 照明がない場合は「暗い」とし、

第3の曲線は「差」として示され、被照明曲線の値から暗い曲線の値を差し引いた差を表わす。図6Dの3種類の曲線の比較から導き出すことができるとおり、測定信号は、約1kHzを超える周波数で構成のノイズレベルと区別が付かないことが判明した。他方、約50Hz以下の周波数では約100の信号対ノイズ比が観察され得る。周波数50Hzのときに得られるピークは主電源の周波数に起因すると考えられる。このように、センサ領域130内の層168が前述のP3HT:PC60BMの混合物を有機光導電性材料134として含む場合の縦方向光学センサ114は特に、100Hz以下、好ましくは50Hz以下の周波数でのFiPの判定に使用することができる。この周波数帯ではノイズが大幅に少ないと見られ、これは特に、この種の材料における漏洩電流が事実上ゼロであるからである。

【0515】

図6Eから6Gでは、センサ領域130内の光導電性材料134が三硫化アンチモン(Sb_2S_3)の層168を含むという、さらなる実験例を示している。図6Eおよび6Fに示す特定の例において、 Sb_2S_3 の層168は400nmの厚さを示し、また銀(Ag)電極176、178とセレン化銀(I)(Ag_2Se)基板170に挟まれていた。この実験では、この試料を含む縦方向光学センサ114全体にわたる5Vのバイアス電圧条件下(図6Eの破線を参照のこと)、または代替的に、バイアス電圧を印加しない条件下(図6Eの実線、および図6Fに記載の拡大図を参照のこと)で、縦方向光学センサ114を操作した。バイアス電圧を印加しない条件で記録された図6Fおよび6GのFiP曲線は、例えばJ. P. Clifford et al. などによる記載のとおり、縦方向光学センサ114がここではショットキーダイオードの役割を果たすことを実証するものである。相応に、入射光ビーム132は三硫化アンチモンの層168内で電荷担体、すなわち電子とホールを生成し得る。本発明では、セレン化銀(I)基板170および銀電極176、178の双方に面する境界で電荷担体を集めることができる。従って、銀電極176、178と三硫化アンチモンの層168との間の界面に位置し得るショットキーバリアにかけて、三硫化アンチモンの層168内に空乏領域が形成され得る。同じく、振幅が1000mAで長さ100msの電流パルスを使用する変調装置162の適用によって、照明源156としての発光ダイオード158を375Hzの変調周波数で変調させた。結果的に、ロックイン増幅器164の使用により、同じく縦方向センサ信号を測定した。いずれの場合も、結果は図6Eおよび6Fに示すFiP曲線であるが、これも同じく、この種の材料における前述の条件下での負のFiP効果の発生を実証するものである。

【0516】

上記と対照的に、図6Gに示す例では、三硫化アンチモンの層168が1.3 μ mの厚さを示し、また銀(Ag)電極176、178と透明なインジウムスズ酸化物(ITO)基板170に挟まれていた。おそらく、図6Eおよび6Fの曲線の記録に使用された試料に関する照明強度が高かったことから、この試料を含む縦方向光学センサ114全体にわたりバイアス電圧を印加しなくても正のFiP効果が観察され得る。同じく、図6Gは、三硫化アンチモンの層168のこの実施形態を含む縦方向光学センサ114が、ここでは図6Fに示す例と同様のショットキーダイオードとして作用することを実証している。さらに、約13mm以下の短距離と同様に、約24mmを超える長距離についても、図6Gに示すように、電流の増加は、図5同様、センサ領域130でのスポットサイズの増加により、どこかの時点でスポットサイズがセンサ領域130の面積を超えるという、幾何学的効果に起因し得ると言及し得る。

【0517】

最後に、図6Hは、高い抵抗性、長い電荷担体寿命、および低い表面再結合率を示すシリコンベースの光導電体を提供するために光導電体の形で接点と共に採用され且つ供給された低ドーパント濃度及び低欠陥密度を含む15mm \times 15mmのドーブ結晶シリコン(Si)試料に対するさらなる実験結果を例示している。前述のとおり、光導電性材料がこ

10

20

30

40

50

ここではオーミック接触によって接触される結果、オームの法則に従って線形の電流 - 電圧比を示し得るが、いかなる光起電性をも含まない電氣的接合を提供し得る。この目的に対し、770から2020 μm の電気抵抗を示すシリコン試料を使用した。図6Hに示す実験結果は、可視光スペクトル範囲および赤外光スペクトル範囲それぞれにおけるこの試料の挙動を調査するため、照明向けに異なる2つの波長、すなわち530 nm (実線) および850 nm (破線) を使用して、この試料を含む縦方向光学センサ114全体にわたり10Vのバイアス電圧を印加することによって得られた。両方のスペクトル範囲で負のF i P効果を観察することができた。

【0518】

前述のとおり、光学検出器110は、単一の縦方向光学センサ114、または例えば国際公開第2014/097181A1号に開示されるような縦方向光学センサ114のスタックを、特に1個または複数の横方向光学センサ184と組み合わせて含み得る。ここでは、縦方向光学センサ114において有機光導電性材料の層の使用が特に好適と考えられ、これは主に有機光導電性材料の透明性、半透明性または透光性によるものである。一例として、1個または複数の横方向光学センサ184は、物体に向いている複数の縦方向光学センサ114から成るスタックの1つの側に配置され得る。代替的にまたは付加的に、1個または複数の横方向光学センサ184は、物体と反対に向いている複数の縦方向光学センサ114から成るスタックの1つの側に配置され得る。同じく付加的にまたは代替的に、1個または複数の横方向光学センサ184は、スタックの縦方向光学センサ114の中間に配置され得る。ただし、例えば物体の深度、すなわちz座標のみ判定すればよい場合には、横方向光学センサ184を含まず、単一の縦方向光学センサ114のみ含み得る実施形態もやはり可能である。

【0519】

このように、物体のz座標に加えてx座標および/またはy座標の判定が要求され得る場合、少なくとも1個の縦方向光学センサ114に加え、少なくとも1つの横方向センサ信号を提供し得る少なくとも1個の横方向光学センサ184も採用することで、有利となり得る。横方向光学センサの潜在的な実施形態については、国際公開第2014/097181A1号を参照するとよい。相応に、横方向光学センサ184は、少なくとも1個の第1電極、少なくとも1個の第2電極および少なくとも1個の光起電材料を有する光検出器であってもよく、その光起電材料、好ましくは1個または複数の色素増感有機太陽電池、例えば1個または複数の固体色素増感有機太陽電池は、第1電極と第2電極との間に埋め込まれ得る。

【0520】

この既知の実施形態と対照的に、図7Aでは、本発明に準じた横方向光学センサ184の好適な典型的実施形態の側面図を示している。相応に、横方向光学センサ184は、特に、硫化鉛(PbS)、セレン化鉛(PbSe)、または別の適切な材料のような1種のカルコゲニド136を含む光導電性材料134の層168を有する。ここでは、光導電性材料134の層168は好ましくは、好ましくはインジウムスズ酸化物(ITO)、フッ素ドープスズ酸化物(FTO)、または酸化マグネシウム(MgO)を含む透明な導電性酸化物188から成る2つの層186の間に埋め込むことができる。ただし、他の材料も、特に所望の透明スペクトル範囲に応じて実現可能となり得る。

【0521】

さらに、少なくとも2個の電極190、192が、横方向センサ信号の記録用として存在し得る。図7Bに関する横方向光学センサ184の側面図において概略的に描かれているとおり、横方向光学センサ184の電極190、192の少なくとも1個は少なくとも2個の部分電極194、196を有する分割電極であってもよく、横方向光学センサ184はセンサエリア198を有し得、少なくとも1つの横方向センサ信号は、国際公開第2014/097181A1号に開示される横方向光学センサ184について記載されているのと同じような形でセンサエリア198内での入射光ビーム132のx位置および/またはy位置を示し得る。相応に、横方向光学センサ184はセンサエリア198を含み得

10

20

30

40

50

、センサエリア198は好ましくは物体112から検出器110へと移動する光ビーム132に対して透明であってもよい。したがって、横方向光学センサ184は、x方向および/またはy方向のような1つまたは複数の横方向における光ビーム132の横方向位置を判定するよう適応され得る。この目的に対し、少なくとも1個の横方向光学センサ184はさらに、少なくとも1つの横方向光学センサ信号を生成するよう適応され得る。このように、横方向光学センサ184の横方向センサ信号を評価することによって、物体112の横方向位置に関する少なくとも1項目の情報を生成するよう、評価装置140を設計することができる。

【0522】

一例として、図8では、図1から7および図9から12に示す実施形態のうち1つまたは複数に開示されている光学検出器110のような、少なくとも1個の光学検出器110を含む検出器システム200の典型的な一実施形態を示している。ここでは、光学検出器110をカメラ202、具体的には3D撮像用として採用することができ、これは画像および/またはデジタルビデオクリップのような画像シーケンスを取得するために製造されたものであってもよい。さらに、図8は少なくとも1個の検出器110および/または少なくとも1つの検出器システム200を含むヒューマンマシンインターフェース204の典型的な一実施形態と、さらに、ヒューマンマシンインターフェース204を含む娯楽装置206の典型的な一実施形態を示している。図8はさらに、少なくとも1個の物体112の位置を追跡するよう適応された、検出器110および/または検出器システム200を含む追跡システム208の一実施形態を示している。

【0523】

光学検出器110および検出器システム200については、本出願の全開示を参照するとよい。基本的に、検出器110の潜在的実施形態もすべて、図8に示す実施形態において具現化され得る。評価装置140は少なくとも2個の縦方向光学センサ114各々へ、特に信号リード線138によって接続され得る。前述のとおり、2個または好ましくは3個の縦方向光学センサ114の使用は、曖昧さを残さない縦方向センサ信号の評価の支援となり得る。評価装置140はさらに、少なくとも1個の任意の横方向光学センサ184へ、特に信号リード線138によって接続され得る。一例として、信号リード線138が提供されてもよく、および/または、無線インターフェースおよび/または有線インターフェースであり得る、1つまたは複数のインターフェースが提供されてもよい。さらに、信号リード線138はセンサ信号の生成および/またはセンサ信号の修正のための1個または複数のドライバおよび/または1個または複数の測定装置を含み得る。さらに、同じく少なくとも1個の転送装置120を、特に屈折レンズ122または凸レンズとして提供してもよい。光学検出器110はさらに、一例として、1つまたは複数の構成要素114、184を収容し得る少なくとも1個のハウジング118をも含み得る。

【0524】

さらに、評価装置140を全体的にまたは部分的に、光学センサ114、184および/または光学検出器110の他の構成要素へ一体化することもできる。評価装置140をハウジング118および/または別個のハウジング内に封じ込めてもよい。評価装置140は、センサ信号を評価するために、縦方向評価ユニット148(「z」で表わされる)および横方向評価ユニット210(「xy」で表わされる)によって象徴的に表わされている1個または複数の電子装置および/または1個または複数のソフトウェアコンポーネントを含み得る。これらの評価ユニット148、210によって導き出された結果を組み合わせることにより、位置情報212、好ましくは3次元位置情報が生成され得る(「x, y, z」で表わされる)。図1に関する実施形態と同様に、グラウンド152より上方でバイアス電圧を提供するよう構成設定されたバイアス電圧源150を提供してもよい。さらに、縦方向光学センサ114によって提供される縦方向センサ信号は、縦方向評価ユニット148に供給される前に、まず、増幅器154によって増幅されてもよい。

【0525】

さらに、光学検出器110および/または検出器システム200は、様々な形で構成設

10

20

30

40

50

定可能な撮像装置 2 1 4 をも含み得る。このように、図 8 に示すように、撮像装置 2 1 4 は、例えば検出器ハウジング 1 1 8 内の検出器 1 1 0 の一部であってもよい。ここでは、撮像装置信号を、1 本または複数の撮像装置信号リード線 1 3 8 により、検出器 1 1 0 の評価装置 1 4 0 へ転送することができる。あるいは、撮像装置 2 1 4 を検出器ハウジング 1 1 8 の外部に別々に配置してもよい。撮像装置 2 1 4 は完全にまたは部分的に透明または不透明であってもよい。撮像装置 2 1 4 は、有機撮像装置または無機撮像装置であるか、またはこれらを含み得る。好ましくは、撮像装置 2 1 4 は複数のピクセルから成る少なくとも 1 つのマトリクスを含み得、複数のピクセルから成るマトリクスは、CCD チップおよび/または CMOS チップなど無機半導体センサ装置；有機半導体センサ装置から成る群から選択され得る。

10

【 0 5 2 6 】

図 8 に示す典型的実施形態において、一例として、検出対象となる物体 1 1 2 はスポーツ用品として設計され得るか、および/または制御要素 2 1 6 を形成し得、その位置および/または配向は使用者 2 1 8 によって操作され得る。このように、一般的に、図 8 に示す実施形態またはその他、検出器システム 2 0 0、ヒューマンマシンインターフェース 2 0 4、娛樂装置 2 0 6 または追跡システム 2 0 8 の任意の実施形態において、物体 1 1 2 自体は指定された装置の一部であってもよく、具体的には少なくとも 1 つの制御要素 2 1 6 を含み得、具体的に、少なくとも 1 つの制御要素 2 1 6 は 1 個または複数のビーコン装置 2 2 0 を有し、制御要素 2 1 6 の位置および/または配向は好ましくは使用者 2 1 8 によって操作され得る。一例として、物体 1 1 2 は 1 個または複数のバット、ラケット、クラブまたはその他、スポーツ用品および/または疑似スポーツ用具であるか、またはそれらを含み得る。他の種類の物体 1 1 2 も可能である。さらに、使用者 2 1 8 を物体 1 1 2 として捉え、その位置が検出されるようにしてもよい。一例として、使用者 2 1 8 は自分の身体に直接または間接的に装着される 1 個または複数のビーコン装置 2 2 0 を携行し得る。

20

【 0 5 2 7 】

光学検出器 1 1 0 は、1 個または複数のビーコン装置 2 2 0 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目、および任意でその横方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報、および/または物体 1 1 2 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報、および任意で物体 1 1 2 の横方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するよう適応され得る。特に、光学検出器 1 1 0 は、例えば物体 1 1 2 の様々な色、特に様々な色を含み得るビーコン装置の色のような色の特定向けおよび/または撮像向けに適応され得る。好ましくは検出器 1 1 0 の光軸 1 1 6 に対して同心円状に配置され得るハウジング 1 1 8 における開口 1 2 4 は、好ましくは検出器 1 1 0 の視野 1 2 6 の方向を規定し得る。

30

【 0 5 2 8 】

光学検出器 1 1 0 は、少なくとも 1 個の物体 1 1 2 の位置を判定するよう適応され得る。加えて、光学検出器 1 1 0、具体的にはカメラ 2 0 2 を含む実施形態は、物体 1 1 2 の少なくとも 1 つの画像、好ましくは 3 D 画像の取得向けに適応され得る。上記にて概説のとおり、光学検出器 1 1 0 および/または検出器システム 2 0 0 の使用による物体 1 1 2 および/またはその一部の位置の判定は、少なくとも 1 項目の情報を機械 2 2 2 へ提供するためのヒューマンマシンインターフェース 2 0 4 の提供向けに使用され得る。図 8 に概略図が示されている実施形態において、機械 2 2 2 は、データ処理装置 1 6 6 を含む少なくとも 1 台のコンピュータおよび/またはコンピュータシステムであるか、またはそれらを含み得る。他の実施形態も実現可能である。評価装置 1 4 0 はコンピュータであるか、および/またはコンピュータを含み得、および/または別の装置として完全にまたは部分的に具現化され得、および/または全体的にまたは部分的に、機械 2 2 2、特にコンピュータに組み込まれ得る。同じことが、追跡システム 2 0 8 の追跡制御装置にも当てはまり、これは全体的にまたは部分的に装置 1 4 0 および/または機械 2 2 2 の一部を形成し得る。

40

【 0 5 2 9 】

50

同様に、上記にて概説のとおり、ヒューマンマシンインターフェース204は娯楽装置206の一部を形成し得る。このように、物体112として作用する使用者218および/または物体112として作用する制御要素216によって、使用者218は、少なくとも1つの制御コマンドなどの少なくとも1項目の情報を機械222、特にコンピュータへ入力することができる結果、コンピュータゲームの過程の制御など、娯楽機能を変化させることができる。

【0530】

図9は、縦方向光学センサ114としての個々の光導電体を相互接続した配列を含む検出器における縦方向センサ信号の抵抗性のパーセント単位での変化のシミュレーションを示している。図9では、完全に照らされた配列を出発点として、光ビーム132の焦点が段階的に増える一方で、そこに示されるように、50mWから1000mWのレベル毎に照明の入射パワーを連続的に維持する、多数の合焦過程を表す、相互接続された配列を含む格子全体の抵抗性が描かれている。ここでは、完全に照らされた配列に相当する第1工程についての抵抗値を基準として使用した。

10

【0531】

このシミュレーションに対して、抵抗器ネットワークソフトウェアをまず、縦方向光学センサの光導電性材料としてPbSを含む光導電性材料に関する実験結果と比較した。シミュレーションと実験との間で合理的な一致を達成した後、個々の光導電体を相互接続した配列をシミュレーション用に採用した。ここでは、この配列から合計DC抵抗が得られたが、これは個々の光導電体がすべて均等に照らされない限り、照明密度に関して非線形であることが判明した。この特徴は、個々の光導電体が照明密度に対して完璧に線形の抵抗応答を示す場合であっても観察することができた。したがって、この特徴を、センサ領域130内の配列上での光ビーム132の断面積と、その結果として、検出器110と光源またはIR放射源との間の距離を、たとえばLWIRスペクトル範囲内、すなわち5 μ mから15 μ mまでであっても判定できるよう、採用することができた。シミュレーションの目的上、第1段階では配列を大幅にはみ出すほど照らし、次の段階で直径が連続的に減少する、光ビーム132について、ガウスプロファイルを想定した。

20

【0532】

図10Aは、縦方向光学センサ114の配列のさらなる典型的な一実施形態を示している。ここでは縦方向光学センサ114が、第1電極228と第2電極230との間に位置して電流を持続する能力のある材料の層226を有する。ここではセンサ領域130が、電流を持続する能力のある材料を含み、材料の電流は、照明の総出力が同じである場合、センサ領域130内の光ビーム132のビーム断面積に依存する。特に、光ビーム132が層226に到達することを可能にするため、入射光ビーム132のビーム経路232内に配置される第1電極228は、少なくとも一部が光学的に透明である。好ましくは、少なくとも一部が光学的に透明な第1電極228は、このように、1種または複数の透明導電性酸化物(TCO)、特にインジウムドープスズ酸化物(ITO)を含む。第2電極は「背面電極」とも表わされ、これはここでは光学的に不透明であるものが選択され、したがって金属電極を含み得る。図10Aで概略的に描かれているとおり、第2電極230は、ここでは、均一な金属層を含む。あるいは、第2電極230は分割電極であってもよく、分割電極は多数の部分電極として配列されているか、または金属格子の形の分割電極であってもよい。この実施形態において、層226はPINダイオード234を形成するように、典型的に配列される。図10Aに示すように、PINダイオード234は、n型半導体層238とp型半導体層240との間に位置するi型半導体層236を含む。特に、i型半導体層236は、n型半導体層238同様p型半導体層240の厚さを超える厚さを示す。

30

40

【0533】

図10Bに示す例では、3つの層、すなわちi型、n型およびp型の半導体層236、238、240がすべて、光学的に透明な水素化非晶質シリコン(a-Si:H)を含んだ。ここでは、i型半導体層の厚さが約690nmであった一方、n型およびp型の半導

50

体層の厚さはいずれも50nm以下であった。半導体層236、238、240のうち少なくとも1つにおいてa-Siおよび/またはa-Si:Hを含むPINダイオード234は、好ましくは、入射ビーム132の波長が可視光スペクトル範囲、特に380nmから700nmの範囲内である場合、検出器110に採用され得る。

【0534】

図10Bに示すように、図10Aにおいて概略的に描かれている配列を含む縦方向光学センサ114において、正のFiP効果を観察することができた。ここでは、変調周波数が375Hzの場合の結果的なFiP曲線、すなわちnA単位の光電流I、対、物体112からの縦方向光学センサ114の距離dが、変調照明源160としての発光ダイオード158の制御要求に従ってmA単位の制御電流で与えられる多数の様々な照明強度について提示されている。ここで強調される点として、発光ダイオード158を制御するための1mAの制御電流は、非常に弱い5nAの縦方向センサ信号に相当する。このように、図10Bはさらに、他の既知のFiP装置と比べ大幅に高い信号対ノイズ比がここで観察され得たことを実証する。

10

【0535】

その上、図10Cから導き出され得るとおり、縦方向センサ信号としての交流電流Iは、0Hzから60Hzの光ビーム変調周波数fの範囲内で実質的に非周波数依存の挙動を示す。ここでは実線が合焦位置での個々の曲線を表わす一方、破線は2cmの焦点外位置を指す。様々な曲線は1mAから367mAのバイアス電流の様々な設定に関連する。ここに記載の曲線はすべて、室内灯がない状態で取得されている。

20

【0536】

さらに、図10Dでは27Hz(実線)、375Hz(破線)および2177Hz(点線)異なる変調周波数について観察されたFiP曲線の変形を例示しており、69mAの変調電流および530nmの照明波長は一定に保たれた。ここでは試料にバイアス電圧が全く印加されなかった。さらに、図10Eから、光学的に透明なa-Si:Hの光学的伝送の増幅が、500nmから800nmの波長範囲にわたりi型半導体層の厚さに依存することを、導き出すことができる。図10Eに示すように、光学的伝送は光学的に透明な水素化非晶質シリコン(a-Si:H)の厚さに依存する。ここでは、iは光学的に透明な層の厚さ230nmを表わす一方、2iは460nmの厚さ、3iは690nmの厚さを指す。

30

【0537】

代替的な一実施形態(ここでは不記載)において、PINダイオード234におけるi型半導体層236、n型半導体層238、およびp型半導体層240のうち少なくとも1つは非晶質シリコン炭素合金(a-SiC)、好ましくは水素化非晶質シリコン炭素合金(a-SiC:H)を含む。この代替的实施形態では、p型半導体層240またはi型半導体層236のいずれか1つが2nmから20nm、好ましくは4nmから10nm、特に約5nmの厚さを示し得る。この種の代替的PINダイオード234は、好ましくは本発明の検出器110において、特に315nmから400nmのUVA波長範囲および280nmから315nmのUVB波長範囲の少なくとも1つを完全にカバーするUV波長範囲内で、入射ビーム132の波長を検出するために使用され得る。

40

【0538】

図10Fに示すさらなる代替的实施形態において、3種類の層のうち少なくとも1つ、好ましくは3種類の層のすべて、すなわちPINダイオード234におけるi型半導体層236、n型半導体層238、およびp型半導体層240は、微結晶シリコン(μ c-Si)、好ましくは水素化微結晶シリコン(μ c-Si:H)を含む。あるいは(ここでは不記載)、ゲルマニウムおよびシリコンの非晶質合金(a-GeSi)、好ましくは水素化非晶質ゲルマニウムシリコン合金(a-GeSi:H)を使用してもよい。このさらなる種類のPINダイオード234は、好ましくは760nmから1400nm、特に760nmから1000nmのNIR波長範囲内の波長検出に適切となり得る。したがって、図10Fに示す曲線は、波長が850nm、変調周波数が375Hzの照明源の使用に

50

よって記録されている。この種の代替的PINダイオード234を備える縦方向光学センサ114は、特に、暗視能力または霧中視界向けに、あるいは何らかの理由でNIR照明源の使用によって動物または人間を攪乱されない状態に維持するために採用され得る。

【0539】

紫外光(UV)スペクトル範囲の少なくとも一部内で縦方向光学センサ114を感応にするため、リン化ガリウム(GaP)光ダイオードが使用されている図10Gに示すような、さらなる代替の実施形態が採用され得る。当業者にとっては既知であるとおり、材料GaPは約140nmから580nmのスペクトル範囲内で無視できないスペクトル応答を示すことから、この目的に対して採用され得る。相応に、図10Gに示す曲線は波長490nmの照明を使用して記録されており、発光ダイオードは100mAの電流で駆動された。ただし、UVスペクトル範囲の少なくとも一部の範囲内で無視できない異なるスペクトル応答を示し得る、さらなる材料も実用可能となり得る。

10

【0540】

図11Aは、縦方向光学センサ114が典型的な薄膜太陽電池242の装置構造を示し、p型半導体層240が前述のようなp型吸収材料を含む、さらなる配列での光学検出器110のさらなる好適な例を示している。好ましくは、第1族-第3族-第6族₂化合物、特に硫化銅インジウム(CuInS₂、CIS)またはセレン化銅インジウムガリウム(CIGS、図11E参照)、または第1族₂-第2族-第4族-第6族₄化合物、特に硫化銅亜鉛スズ(CZTS、図11Fから11H参照)、セレン化銅亜鉛スズ(CZTSe)、または銅-亜鉛-スズ-硫黄-セレンカルコゲニド(CZTSSe)、およびこれらすべてのドーピング変形が、この目的について適用され得る。あるいは、ハロゲン化物ペロブスカイト化合物、特に有機-無機ハロゲン化物ペロブスカイト、特にメチルアンモニウムヨウ化鉛(CH₃NH₃PbI₃)を採用してもよい。ただし、テルル化カドミウム(CdTe、図11C参照)またはテルル化亜鉛カドミウム(ZnCdTe、図11D参照)がp型吸収材料244として使用されているさらなる例は、本明細書に記載の概念がより一般的であることを実証するものである。

20

【0541】

ここでは、ソーダ石灰ガラスなど厚さ約1mmから3mmのガラスが一般的に、透明基板170、180として使用され得るが、これは特に、ガラス基板中にナトリウムが存在することにより、おそらく表面および/または粒子境界の欠陥不動態化を通じ、かなりの開回路電圧上昇を得ることができるからである。ただし、入射光ビーム132のビーム経路232が基板170を横断できないことから透明である必要がない、図11Aに示すこの例のように、他の種類の基板170、特にポリイミドシートまたは金属箔など、より軽量で柔軟性のある基板も実現可能となり得る。

30

【0542】

バック接点として作用し得るのに加え、かなりの量の未吸収光を吸収性p型半導体層240へと反射させることができる、バック接点層246は、モリブデン(Mo)金属層など薄い金属層を含み得、これは個々の金属の基板170へのスパッタリングなどによる被着によって製造され得る。さらに、モリブデン被着後、例えばW.Hermes at al. などによる記載の様々な方法の1つにより、バック接点層の表面でp型吸収材料244を増殖させることができる。相応に、薄膜は一般的に2段階工程経由で製造することができる。第1段階の間、p型吸収材料の薄膜244を、真空法または溶液法によって被着させることができる。この目的に対し、元素または前駆体物質を逐次的に被覆または混合させてもよく、この場合、膜中で既に混合されている元素について高い効率を得られる。代替的に、p型吸収材料244を含むナノ粒子を被着させてもよい。第2段階で層を500から600の温度帯で焼きなますと、元素から望ましいp型吸収材料244が形成されるか、またはナノ粒子が焼結する結果となり得る。p型吸収材料244を代替的にワンステップアプローチで製造するため、同時スパッタリングまたは同時蒸発を通じ、高温条件で同時に元素を加熱基板上に被着させ、その結果、被着中に、p型吸収材料244の直接形成をもたらすことができる。ただし、他の種類の材料も実現可能となり得る。

40

50

【0543】

さらに、特にこの例のようなバック接点層246中に存在するモリブデン(Mo)金属と、隣接する硫黄(S)元素を含むp型吸収材料244との間での直接接触の結果として、硫化モリブデン MoS_2 を含む層を、バック接点層246とp型吸収材料244との間に位置する薄い境界層248として、原位置で取得することができる。

【0544】

p型吸収材料244に加え、好ましくは緩衝層250として作用し得る薄いn型半導体層238を提供してもよい。薄膜ソーラー装置242の場合のように、典型的に、緩衝層250は、硫化カドミウム(CdS)など、例えば薬浴被着を介して被着され得る材料を含み得る。加えて、緩衝層250の上に薄い保護層252を重ねてもよく、これをさらに、比較的厚めの電荷担体収集層253で覆ってもよい。一般的に、保護層252は、電荷担体収集層254の蒸着中に無保護だと発生するおそれのあるスパッタリング損傷から緩衝層250とp型吸収材料244の双方を保護するために特に使用され得る、固有酸化亜鉛(i-ZnO)層を含み得る。ここでは、電荷担体収集層254は、好ましくはアルミニウム(Al)ドーブZnO層(ZnO:Al)を含み、この層は通常、ZnO:Alウィンドウ層と表わされ、通常はかなり損傷を生じやすい工程として知られるDCスパッタリングによって生産され得る。例えば有毒なカドミウム(Cd)を避けるために、緩衝層250内における硫化亜鉛(ZnS)、酸化亜鉛(ZnO)、または水酸化亜鉛(ZnOH)など、他の種類の材料も各層内での使用が可能となり得る。電荷担体収集層254は、好ましくは、電荷担体収集層254の上に配列される少なくとも1個の第1電極176および少なくとも1個の第2電極178への光ビーム132から入射光を吸収するp型吸収材料244から電荷担体を収集および移動させるための、透明導電性酸化物層256として作用し得る。相応に、光ダイオード258はこのように、少なくともn型半導体層238とp型半導体層240によって形成され、これを、図11Aでさらに詳しく例示されているとおり、ここに記載のもの、すなわちバック接点層246、境界層248、保護層252および電荷担体収集層254のような他の種類の付加的な1つまたは複数の層によって、または、少なくとも1個の第1電極176および少なくとも1個の第2電極178によるのと同様な1つまたは複数のさらなる層によって、補うことができる。

【0545】

図11Bは、典型的な薄膜太陽電池242の装置構造を図11Aの描写から多少相違する光ダイオード258として、縦方向光学センサ114が示す配列における光学検出器110のさらなる好適な一例を示している。図11Aに関する装置の構成とは特に対照的に、図11Bに記載の薄膜太陽電池242は、この例では透明性があることから入射光ビーム132のビーム経路232が基板170を横断可能となり得るという設定で採用され得る。相応に、透明基板170、180、好ましくはガラス、石英または固体透明ポリマーは、透明導電性酸化物層256が第1透明電極228として作用するための基礎として使用される。光学的に透明な特性または好ましくは不透明な特性を示し得る、透明電極228と第2電極230との間に、光ダイオード258が、同じく、少なくともp型半導体層240およびn型半導体層238によって形成され、ここでは付加的に、上記にて詳述の緩衝層250が採用される。好ましくは、前述のp型吸収材料244の1種が、ここではp型半導体層240として使用される。この種の配列について詳しくは図11Aの説明を参照するとよい。

【0546】

図11Cから11Hは、好ましくは図11Aまたは11Bに記載の配列のうち1つに従って、縦方向光学センサ114が薄膜太陽電池242を光ダイオード258として使用する本発明に係る光学検出器110の採用によって既に取得済みの実験結果を示している。

【0547】

図11Cは、図11Bに関する構成の光ダイオード258として薄膜太陽電池242を使用する縦方向光学センサ114における3種類のFiP曲線を示しており、その光ダイオード258では、テルル化カドミウム(CdTe)を含むp型半導体層240、硫化カ

10

20

30

40

50

ドミウム (CdS) を含む n 型半導体層 238、および酸化スズ (SnO₂) を含む付加的な緩衝層 250 が、ガラス基板 170、180 上に配置される第 1 電極としての透明なインジウムスズ酸化物 (ITO) の層と第 2 電極としての金属層との間に配列される。ここでは、この配列内での負の F i P 効果の発生を実証する 3 種類の F i P 曲線が、バイアス電圧の印加なしに、それぞれ 100 mA (実線)、500 mA (破線) または 1000 mA (点線) の電流で駆動された発光ダイオード 158 によって提供される 850 nm の照明波長、すなわち N I R スペクトル範囲で記録される。

【0548】

同様の例が図 11D に示されている。ここでは厚さ 2.5 μm のテルル化亜鉛カドミウム (ZnCdTe) の層を含む p 型半導体層 240 と、厚さ 220 nm のセレン化亜鉛 (ZnSe) の層を含む n 型半導体層 238 が、第 1 電極 228 としての透明なインジウムスズ酸化物 (ITO) と第 2 電極 230 としての金属銀 (Ag) 層との間に配列される。同じく、バイアス電圧の印加なしに記録された図 11D に示す F i P 曲線から負の F i P 効果を導き出すことができ、この場合、照明源 156 は、1000 mA の振幅を示す長さ 100 ms の電流パルスを使用して、375 Hz の変調周波数で変調された。

【0549】

図 11E から 11H は、縦方向光学センサ 114 が薄膜太陽電池 242 を光ダイオード 258 として使用する実験結果を示しており、p 型半導体層 240 は前述の p 型吸収材料 244、すなわち第 1 族 - 第 3 族 - 第 6 族₂ 化合物であるセレン化銅インジウムガリウム (CIGS、図 11E 参照) または第 1 族₂ - 第 2 族 - 第 4 族 - 第 6 族₄ 化合物である硫化銅亜鉛スズ (CZTS、図 11F から 11H 参照) のうち 1 種を含む。あるいは、ハロゲン化物ペロブスカイト化合物、特に有機 - 無機ハロゲン化物ペロブスカイト、特にメチルアンモニウムヨウ化鉛 (CH₃NH₃PbI₃) を、この目的に対して採用してもよい。一般性を失うことなく、ただし CIGS および CZTS は下記の説明において系列的な例として使用されるが、図 11C および 11D からの例は、薄膜太陽電池 242 を光ダイオード 258 として使用するという概念をもっと一般的に適用可能であることを例証した。

【0550】

このように、図 11E は、p 型半導体層 240 が p 型吸収材料 244 として第 1 族 - 第 3 族 - 第 6 族₂ 化合物であるセレン化銅インジウムガリウム (CIGS) を含むという実験結果を示している。ここに示す F i P 曲線は、バイアス電圧の印加なしに、比較的高い 500 mA の電流で駆動される発光ダイオード 158 によって提供される 850 nm の照明波長、すなわち N I R スペクトル範囲で記録されており、この種の配列における正の F i P 効果の発生を明確に実証している。

【0551】

さらに、図 11E から 11H は、p 型半導体層 240 が p 型吸収材料 244 として第 1 族₂ - 第 2 族 - 第 4 族 - 第 6 族₄ 化合物である硫化銅亜鉛スズ (CZTS) を含むという実験結果を示している。一方の図 11F および 11H と、他方の図 11G との比較から導き出すことができるとおり、ここで実証され得るのは、光ダイオード 258 が光導電モードで駆動される場合、F i P 効果の正負は、3 mm × 3 mm のサイズを示す p 型吸収材料 244 の CZTS に衝突する入射光ビーム 132 の強度に依存し得るということである。このように、入射光ビーム 132 の強度について適度に異なる 2 つ値の使用により、同じく、特に、縦方向センサ信号に関する前述の曖昧さを 2 つの個別の測定曲線の比較によって解消するための参照ベースとして使用され得る、2 つの個別の測定曲線の取得が実現可能となり得る。

【0552】

図 11F で例示されているように、比較的高い強度が高く、照明源 156 に含まれる緑色発光ダイオード (LED) 158 が 530 nm の波長を放出し且つ比較的高い 600 mA の電流で駆動される場合、負の F i P 効果が観察され得た。同じ検出器 110 における比較的高い強度の場合のさらなる一例として、850 nm の波長を放出し、且つ、さらに高い

10

20

30

40

50

1000mAの電流で駆動されるNIR発光ダイオード(LED)158が、図11Hに示すような、同じく負のFIP効果を示す測定曲線を得るために採用された。

【0553】

これらの所見とは対照的に、正のFIP効果は、振幅が比較的小さいものの、図11Gで例示されているとおり、同じ光学検出器110において、縦方向光学センサ114内のp型吸収材料244、すなわちCZTSを比較的低い強度で照らすことによって観察することができた。この目的に対し、照明源156は530nmの波長を放出する緑色発光ダイオード(LED)158を含み、この実験ではこれをわずか8mAのかなり低い電流で駆動した結果、比較的低い入射光ビーム132が提供された。

【0554】

入射光ビーム132の強度に応じたFIP効果の挙動は、特に、照明の総出力が同じである場合に、入射光ビーム132のビーム断面積174が小さいことからそのビーム断面174の範囲内で高い強度を引き起こす場合、p型吸収材料244であるCZTS内で多数の生成された電荷担体の再結合が発生し得る、という想定によって説明され得る。反対に、照明の総出力が同じである場合に、入射光ビーム132のビーム断面積174が大きいことからそのビーム断面174の範囲内では低い強度しかまねき得ないという状況では、p型吸収材料244であるCZTS内での再結合が事実上全く発生し得せず、その上、この種の材料は特に、多数の欠陥を有し得る。

【0555】

結果的に、縦方向光学センサ114の少なくとも2つの操作モード間での切り替えにより、このように、2つの個別の測定曲線の取得が実現可能となり得、個別の曲線の1つは特に、参照目的で使用され得る。光ダイオード258は一般的に、光起電モードではFIP効果を示すことができない一方、同じ光ダイオード258が光導電モードでは実際にFIP効果を示すことができることから、相応に、縦方向センサ信号に関する前述の曖昧さを2つの個別の測定曲線の比較によって解消するための参照ベースとして、光起電モードで取得される測定曲線の使用が可能となり得る。

【0556】

縦方向光学センサ114のセンサ領域130がカルコゲニド136である硫化鉛(PbS)またはセレン化鉛(PbSe)を光導電性材料134として含む検出器110と比べ、図11Aから11Hで例示されているようなこの種の検出器110は多数の優位性を有し、特に、均質な膜形成、観察可能な低い電圧、高い信号対ノイズ比に帰結する暗電流の欠如、ゼロオフセット、照明の総出力が同じである場合の、より高い電流、および縦方向光学センサ114が透明または透光性であり得る能力が挙げられる。

【0557】

さらに、図11Jで例示されているとおり、ここに記載の縦方向光学センサ114を通る光電流は相応に、検出器110の使用によって判定することができ、この目的に対し、バイアス電圧を特にグラウンド152より上方で提供するように構成設定されたバイアス電圧源150を、好ましくは光導電モードでの光ダイオード258の駆動に使用することができる。この目的に対し、光ダイオード258は逆バイアスモードで採用され、光ダイオード258のn型半導体層238はp型半導体層240に関して正の電圧で駆動される。これは、光ダイオード258のn型半導体層238とp型半導体層240との間で使用されるバイアスがゼロである、いわゆる「光起電モード」とは対照的である。光導電モードを光ダイオード258に適用すると、一般的に、光ダイオード258におけるFIP効果の観察、すなわち照明の総出力が同じである場合、光ダイオード258によって生成される光電流はセンサ領域130内での光ビームのビーム断面積に依存すると認められるという観測に繋がる。結果的に、縦方向センサ信号がセンサ領域130内での導電性に依存することから、少なくとも1つの縦方向センサ信号を記録すれば、センサ領域130内の光ビームのビーム断面積の判定が可能となることにより、物体112の縦方向位置に関する少なくとも1項目の情報の生成が可能となる。図11Jにおける詳細については、図11Aまたは11Bの説明を参照するとよい。

10

20

30

40

50

【0558】

図11Jで詳しく例示されているとおり、好適な一実施形態において、切り替え装置260を付加的に採用することができ、切り替え装置260を特に、バイアス電圧を少なくとも2つの、互いに異なっていてもよい個別の値に設定するために、バイアス電圧源150に対して影響を及ぼすよう適応させることができる。このように、縦方向光学センサ114の少なくとも2つの操作モードの間で切り替えることが可能となり得る形で、少なくとも2つの異なるバイアス電圧を光ダイオード258に印加するようバイアス電圧源150を構成設定することができる。結果として、縦方向光学センサ114のセンサ領域130内の導電性は、異なるバイアス電圧の印加によって調整可能となり得る。この実施形態において、第1の操作モード、特に逆バイアスモードでは光ダイオード258に対して非ゼロのバイアス電圧を印加することができ、光ダイオード258のn型半導体層238は、前述のとおり、p型半導体層240に関して正の電圧で駆動され得る。このように、第1の操作モードでは、第1の縦方向センサ信号を取得することができる。さらに、第2の操作モードではゼロバイアスを光ダイオード258に適用することができ、これは結果的に、光ダイオード258を非バイアスの状態にすることにより、同じく前述のとおり、光起電モードを採用することができるという観察に繋がり得る。このように、第2の操作モードでは第2の縦方向センサ信号も同様に取得することができ、これは一般的に第1の縦方向センサ信号とは異なる。

10

【0559】

図12A、12Bおよび12Dでは縦方向光学センサ114のさらなる好適な3つの例を例示しており、光導電性材料134は量子ドット264を含むコロイド膜262の形で提供される。さらに、図12Bでは、図12Aに関する縦方向光学センサ114における負のFIP効果の発生を実証する実験結果を示しており、量子ドット264向けに選択された光導電性材料は硫化鉛(PbS)であった。

20

【0560】

図12Aで例示されているように、第1の実施形態では縦方向光学センサ114が、例えばJ. P. Clifford et al. などによる記載のように、ショットキーダイオード266として振舞い、光導電性材料134として作用するコロイドPbS量子ドット264の膜262(PbS CQD膜)は、第1電極268と第2電極270との間に挟まれる。ここでは、入射光ビーム132が衝突する第1電極268は、好ましくは導電性でかつ少なくとも一部が光学的に透明な電極272の層と、より好ましくは少なくとも1種の透明導電性酸化物(TCO)、特にインジウムドープスズ酸化物(ITO)の電極274とを含む。ただし、他の種類の導電性で且つ光学的に透明な材料272が第1電極268として適切である場合もあり、特に、フッ素ドープスズ酸化物(FTO)、酸化マグネシウム(MgO)、アルミニウムドープ酸化亜鉛(AZO)、または代替的に金属ナノワイヤー、例えばAgまたはCuのナノワイヤーの1種または複数挙げられる。これとは対照的に、第2電極270は少なくとも1個の光学的に不透明な電極であってもよいことから、好ましくは金属電極276、特にアルミニウム(Al)電極278を含み得る。この特定の例では、第2電極270は好ましくは均一な金属層を含み得る。この構成の結果として、ショットキーバリア280がPbS CQD膜262とアルミニウム電極278との間の界面に形成し得る。ITO電極274を通る入射光ビーム132はCQD膜262内で電子およびホールを生成し、これらはそれぞれITO電極274およびアルミニウム電極278膜へと向かう境界で収集され得る。結果として、ショットキーバリア280のCQD膜262内で空乏領域が形成し得、これは金属-CQD界面に位置する一方、CQD膜262内の残存容積をp型半導体層240として捉えることができる。

30

40

【0561】

この特定の例では、直径が5nmを超えるPbS量子ドット264を含むPbS CQD膜262でもなお、1000nm超で良好な吸収を示す。この結果を達成するため、非極性有機溶媒、好ましくはオクタン中のPbS量子ドット264の100mg/ml溶液が提供され、この溶液から、被着法により、好ましくは1000rpmから6000rpm

50

m、例えば4000rpmの回転数でのスピンコーティング法により、2つの後続層がITO電極274上に形成された。2つの層をそれぞれ個別に、好ましくは10秒から10分間、より好ましくは10秒から1分、例えば30秒間の処理時間にわたり、エタンジチオールで処理した後、乾燥過程を好ましくは1分から2時間、より好ましくは10分から1時間、例えば30分間の乾燥時間にわたり、50 から250 、好ましくは100 から200 の乾燥温度で実施した。この種の手順は、縦方向光学センサ114向けに、CQD膜262を通る短絡が可能な限り少ない構成の取得に関して、特に有利であることが判明した。最後に、厚さ100nmのアルミニウム層を、蒸発を経て、コロイド膜262上に金属電極276として被着させた。この種の標本における負のFiP効果の発生を実証する実験結果が、100 から180 の範囲で20 間隔の乾燥温度について、図12Bに記載されている。上記同様、850nmの波長を放出し、1000mAの比較的高い電流で駆動されるNIR発光ダイオード(LED)158を、図12Aに従って、ショットキーダイオード266として作用する縦方向光学センサ114の照明用として採用した。

10

【0562】

図12Cで例示されている代替的な一実施形態において、好ましくは二酸化チタン(TiO_2)層284を含む阻止層282を、好ましくは導電性で少なくとも一部が光学的に透明な電極272、より好ましくは少なくとも1種の透明導電性酸化物(TCO)、特にフッ素ドーパズ酸化物($SnO_2:F$ 、FTO)電極286を含む第1電極268の層に被着させた後、CQD膜262を阻止層282の表面に、図12Aと似た光導電性材料134として被着させた。図12Cで例示されている例において、導電性ポリマー288、好ましくはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT)層290を、CQD膜262へ被着させた。外部の電気的手段への良好な電氣的接触を達成するため、200nmの蒸着銀(Ag)電極294を少なくとも2個含む分割電極292を、PEDOT層290へ被着させた。あるいは、分割電極292を、白金(Pt)電極および金(Au)電極から成る群から選択してもよい。ここでは分割電極292は、好ましくは多数の部分電極として配列されているか、または金属格子の形の分割電極であってもよい。あるいは、図12Cで例示されているとおり、メソ多孔質酸化チタン(TiO)層296を付加的に、二酸化チタン(TiO_2)阻止層284とCQD膜262との間に被着させてもよく、この特定の実施形態においても、メソ多孔質酸化チタン(TiO)層296をこ

20

30

【0563】

図12Dで例示されているさらなる一実施形態において、好ましくは二酸化チタン(TiO_2)層284を含む阻止層282を、導電性で少なくとも一部が光学的に透明な電極272、より好ましくは少なくとも1種の透明導電性酸化物(TCO)、特にフッ素ドーパズ酸化物($SnO_2:F$ 、FTO)電極286を含む第1電極268の層に被着させた後、CQD膜262を阻止層282の表面に、図12Cと似た光導電性材料134として被着させた。ただし、図12Cとは対照的に、単一の200nmの蒸着銀(Ag)電極294を含む金属電極276を、この実施形態では第2電極270として使用する。あるいは、メソ多孔質酸化チタン(TiO)層296を付加的に、二酸化チタン(TiO_2)阻止層284とCQD膜262との間に、図12Cに示す実施形態での説明と同様の形で被着させてもよい。ただし、図12Dに記載の付加的なメソ多孔質酸化チタン(TiO)層296を省略すると、層がより均質になると考えられる。

40

【0564】

上記にて概説のとおり、検出器110は直線ビーム経路または傾斜ビーム経路、有角ビーム経路、分岐ビーム経路、偏向または分割ビーム経路または他の種類のビーム経路を有し得る。さらに、光ビーム132は各ビーム経路または部分ビーム経路に沿って、1回または反復的に、一方向または二方向で伝播し得る。以上により、上記の構成要素または以下に詳しく挙げる任意のさらなる構成要素は全体的にまたは部分的に、縦方向光学センサ

50

1 1 4 の前方および / または縦方向光学センサ 1 1 4 の後方に配置され得る。

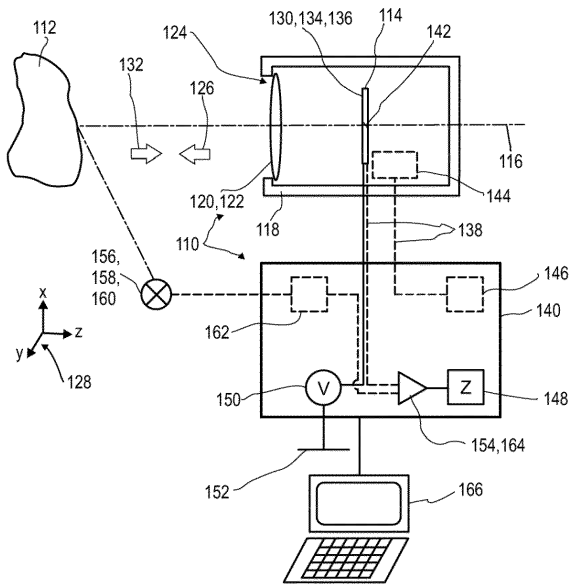
【符号の説明】

【 0 5 6 5 】

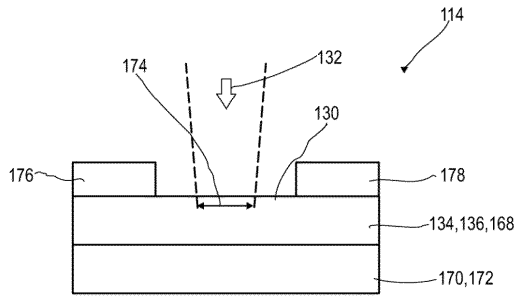
1 1 0	検出器	
1 1 2	物体	
1 1 4	縦方向光学センサ	
1 1 6	光軸	
1 1 8	ハウジング	
1 2 0	転送装置	
1 2 2	屈折レンズ	10
1 2 4	開口	
1 2 6	視野方向	
1 2 8	座標系	
1 3 0	センサ領域	
1 3 2	光ビーム	
1 3 4	光導電性材料	
1 3 6	カルコゲニド	
1 3 8	信号リード線	
1 4 0	評価装置	
1 4 2	焦点	20
1 4 4	アクチュエータ	
1 4 6	アクチュエータ制御ユニット	
1 4 8	縦方向評価ユニット	
1 5 0	バイアス電圧源	
1 5 2	グラウンド	
1 5 4	増幅器	
1 5 6	照明源	
1 5 8	発光ダイオード	
1 6 0	変調照明源	
1 6 2	変調装置	30
1 6 4	ロックイン増幅器	
1 6 6	データ処理装置	
1 6 8	光導電性材料層	
1 7 0	基板	
1 7 2	セラミック基板	
1 7 4	ビーム断面積	
1 7 6	第 1 電極	
1 7 8	第 2 電極	
1 8 0	透明基板	
1 8 2	透光性基板	40
1 8 4	横方向光学センサ	
1 8 6	透明導電性酸化物層	
1 8 8	透明導電性酸化物	
1 9 0	第 1 電極	
1 9 2	第 2 電極	
1 9 4	第 1 分割電極	
1 9 6	第 2 分割電極	
1 9 8	センサエリア	
2 0 0	検出器システム	
2 0 2	カメラ	50

2 0 4	ヒューマンマシンインターフェース	
2 0 6	娯楽装置	
2 0 8	追跡システム	
2 1 0	横方向評価ユニット	
2 1 2	位置情報	
2 1 4	撮像装置	
2 1 6	制御要素	
2 1 8	使用者	
2 2 0	ビーコン装置	
2 2 2	マシン	10
2 2 4	進路制御装置	
2 2 6	電流を持続する能力のある材料層	
2 2 8	第 1 電極	
2 3 0	第 2 電極	
2 3 2	ビーム経路	
2 3 4	P I Nダイオード	
2 3 6	i 型半導体層	
2 3 8	n 型半導体層	
2 4 0	p 型半導体層	
2 4 2	薄膜太陽電池	20
2 4 4	p 型吸収材料	
2 4 6	バック接点層	
2 4 8	境界層	
2 5 0	緩衝層	
2 5 2	保護層	
2 5 4	電荷担体収集層	
2 5 6	透明導電性酸化物層	
2 5 8	光ダイオード	
2 6 0	切り替え装置	
2 6 2	コロイド膜	30
2 6 4	量子ドット	
2 6 6	ショットキーダイオード	
2 6 8	第 1 電極	
2 7 0	第 2 電極	
2 7 2	光学的に透明な電極	
2 7 4	インジウムドーブスズ酸化物 (I T O) 電極	
2 7 6	金属電極	
2 7 8	アルミニウム (A l) 電極	
2 8 0	ショットキーバリア	
2 8 2	阻止層	40
2 8 4	二酸化チタン (T i O 2) 層	
2 8 6	フッ素ドーブスズ酸化物 (S n O 2 : F 、 F T O) 電極	
2 8 8	導電性ポリマー	
2 9 0	P E D O T 層	
2 9 2	分割電極	
2 9 4	銀 (A g) 電極	
2 9 6	メソ多孔質酸化チタン (T i O 2) 層	

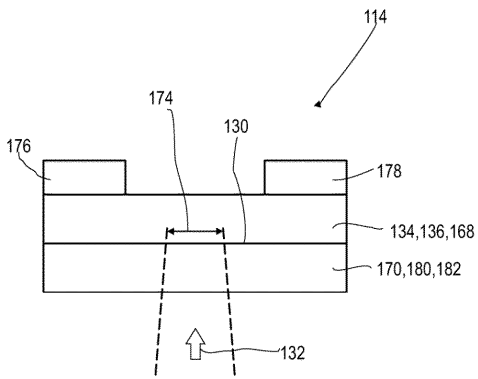
【図 1】



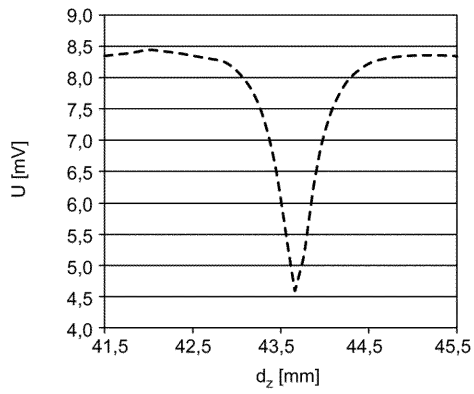
【図 2 A】



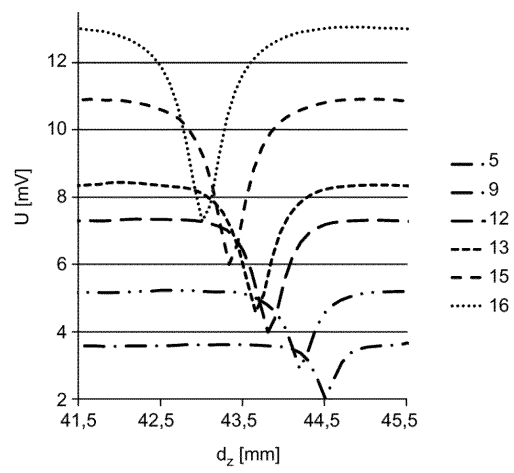
【図 2 B】



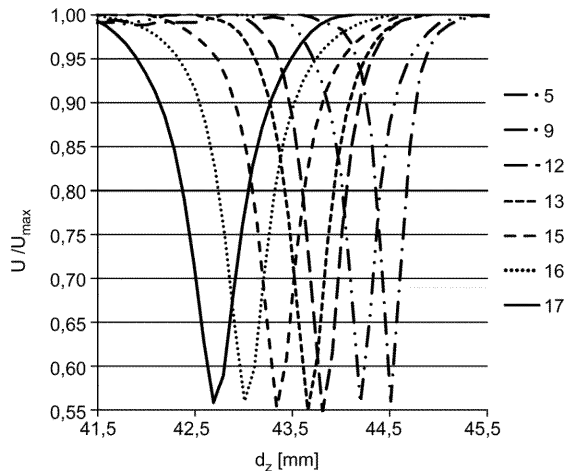
【図 3 A】



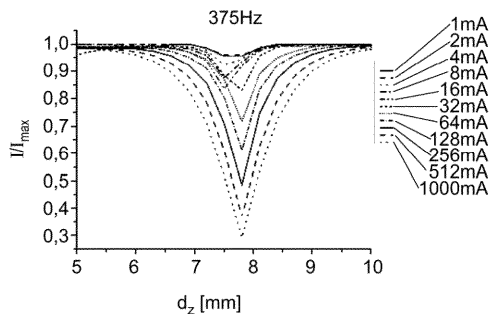
【図 3 B】



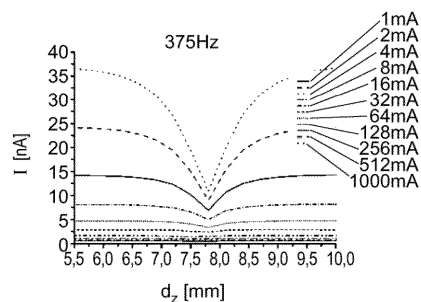
【 図 3 C 】



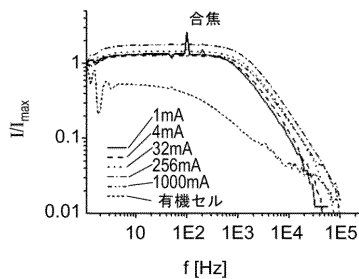
【 図 4 B 】



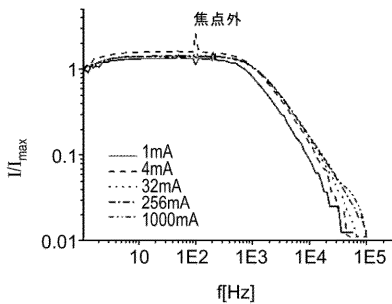
【 図 4 A 】



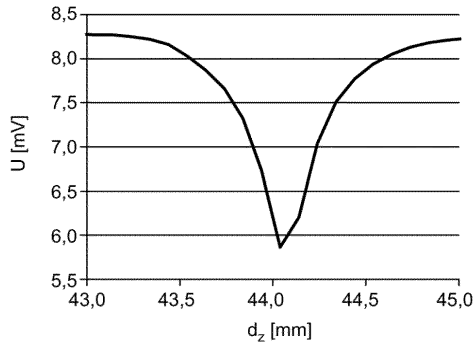
【 図 4 C 】



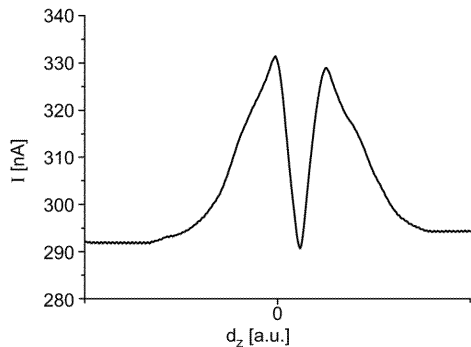
【 図 4 D 】



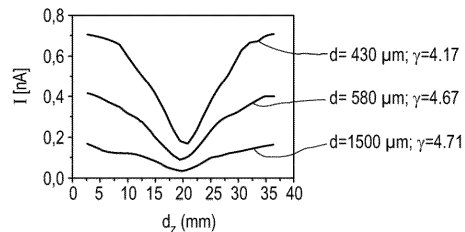
【 図 6 A 】



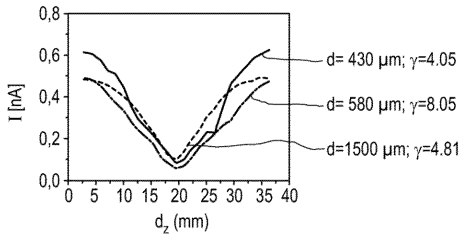
【 図 5 】



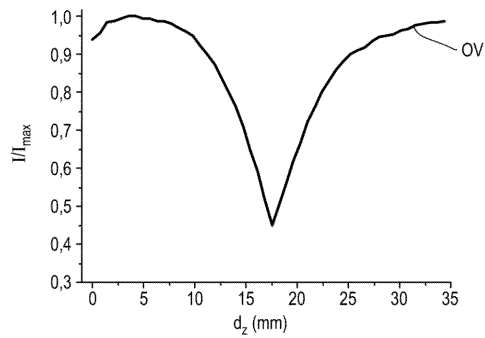
【 図 6 B 】



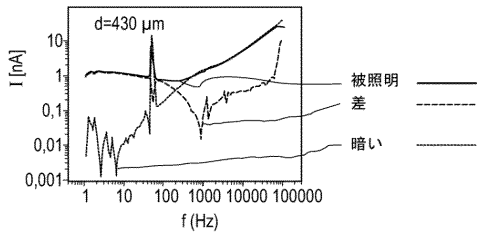
【図 6 C】



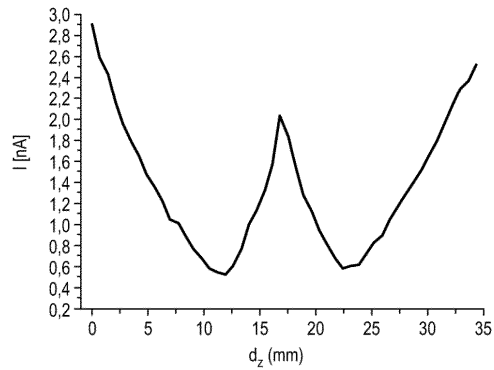
【図 6 F】



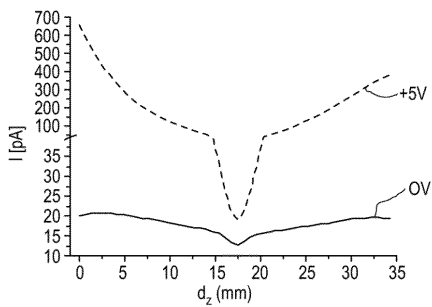
【図 6 D】



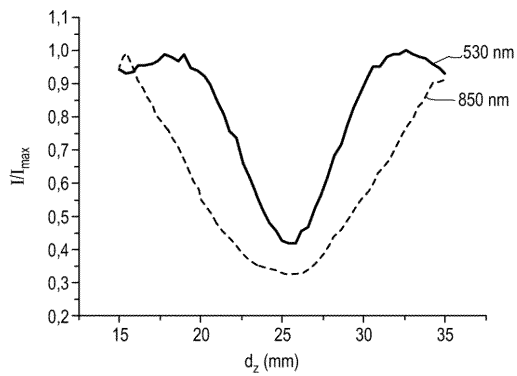
【図 6 G】



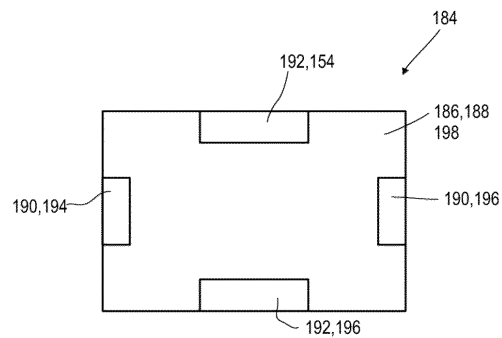
【図 6 E】



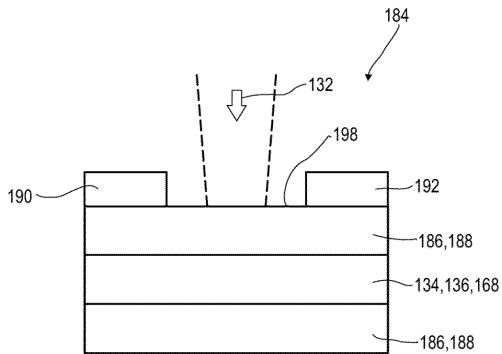
【図 6 H】



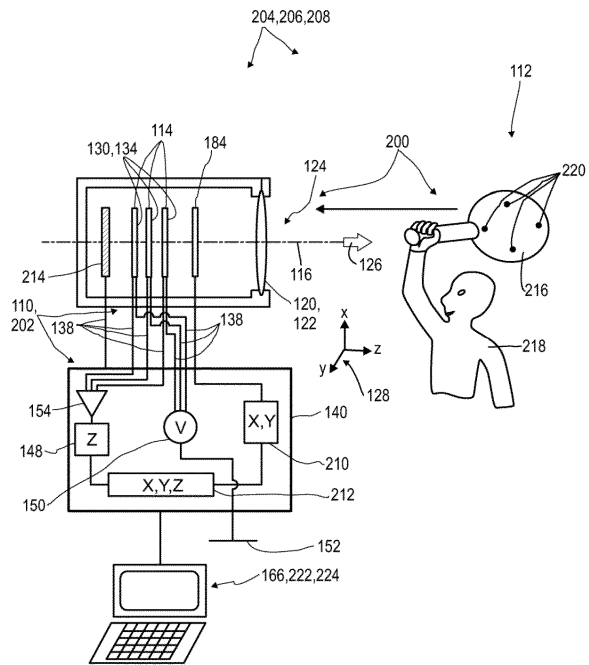
【図 7 B】



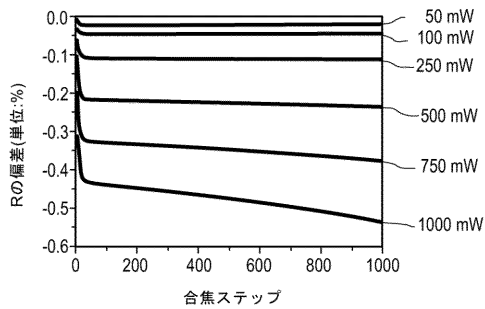
【図 7 A】



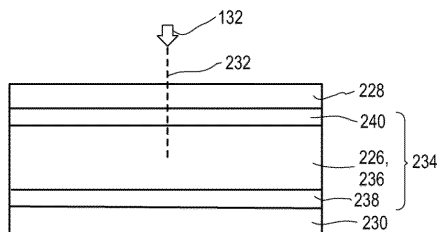
【図8】



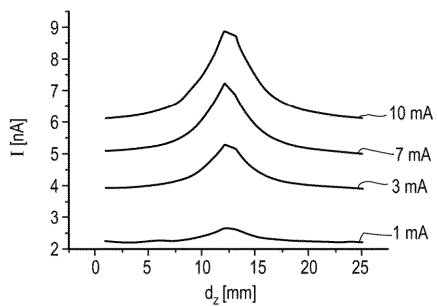
【図9】



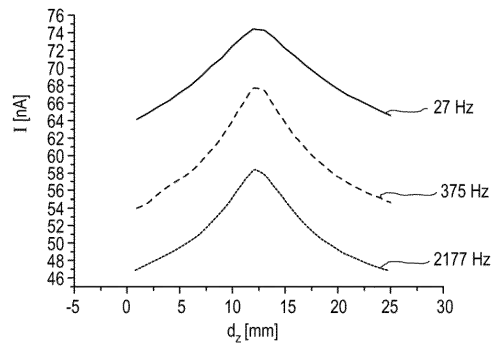
【図10A】



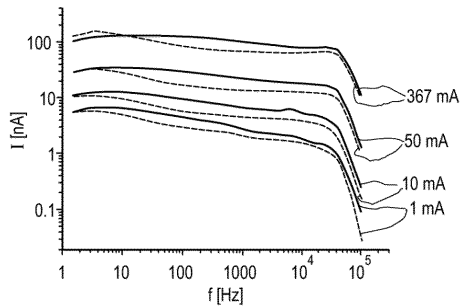
【図10B】



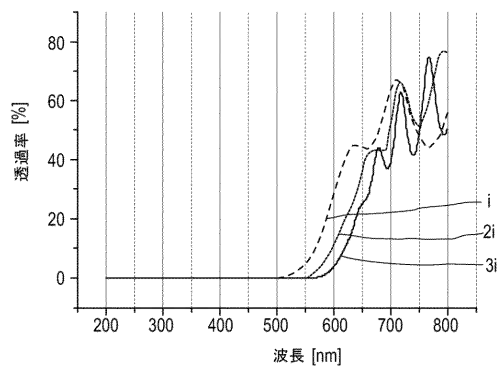
【図10D】



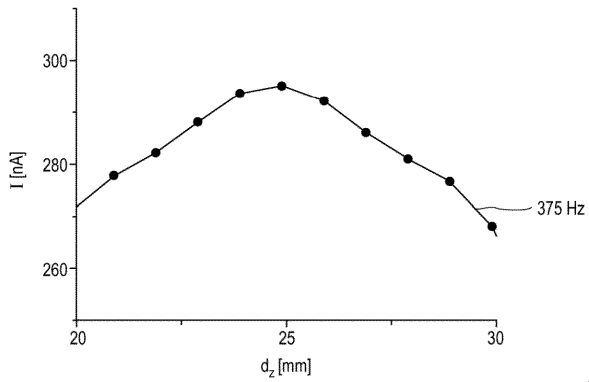
【図10C】



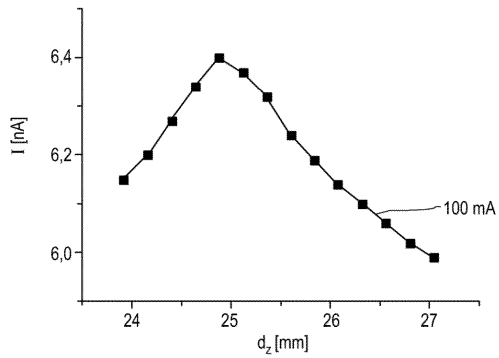
【図10E】



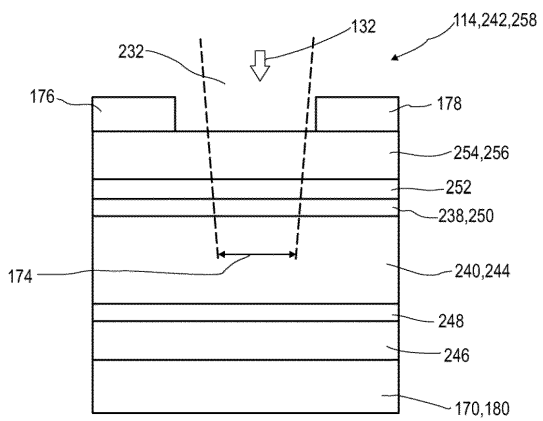
【 1 0 F】



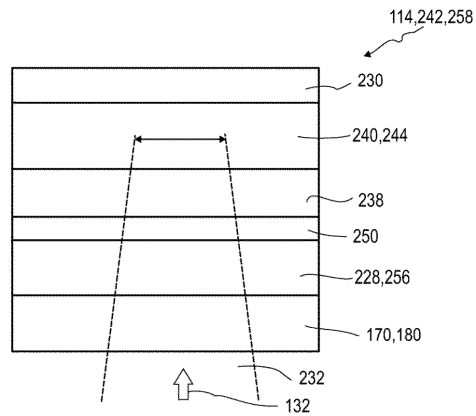
【 1 0 G】



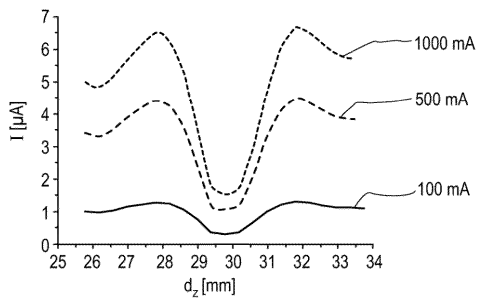
【 1 1 A】



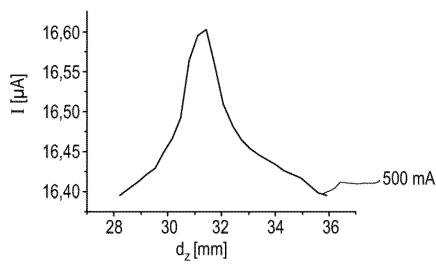
【 1 1 B】



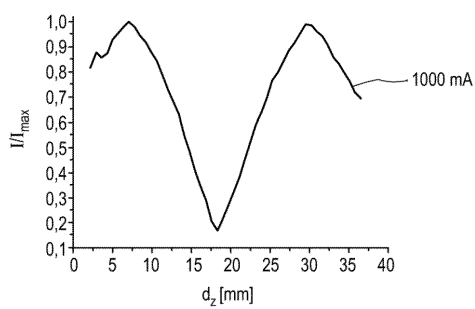
【 1 1 C】



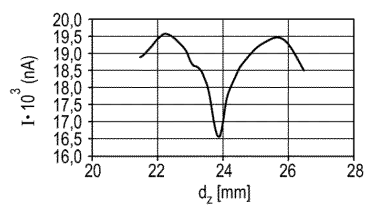
【 1 1 E】



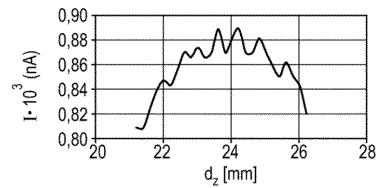
【 1 1 D】




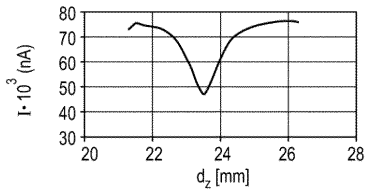
【 1 1 F】




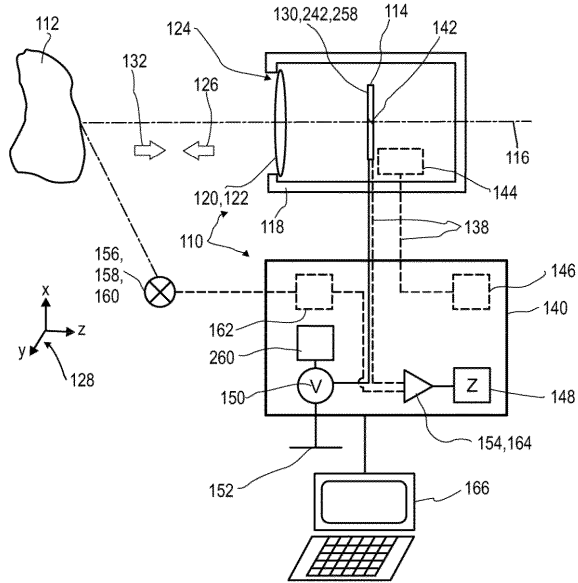
【 1 1 G】




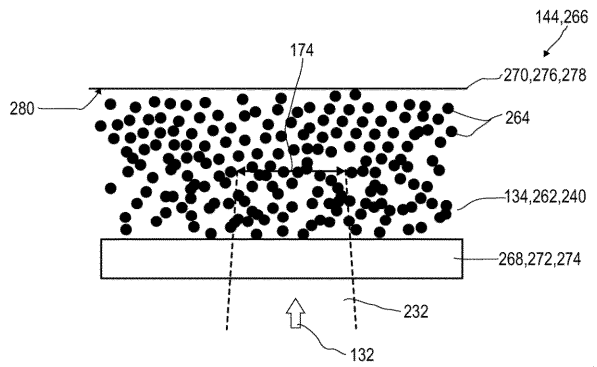
【 1 1 H】




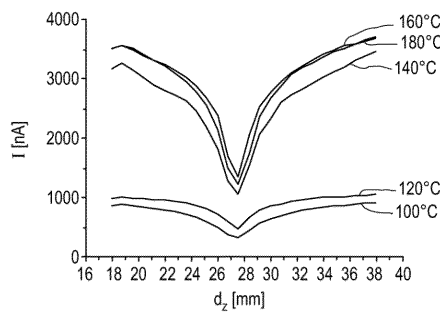
【 1 1 J】




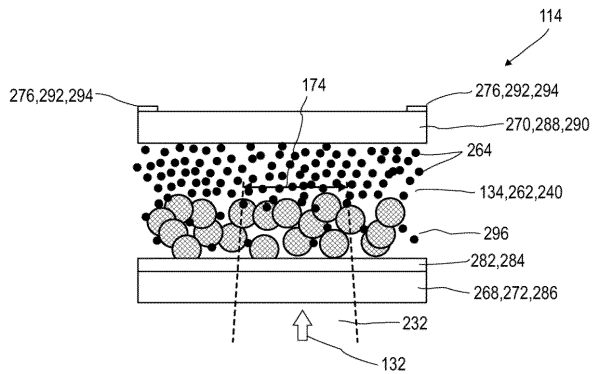
【 1 2 A】




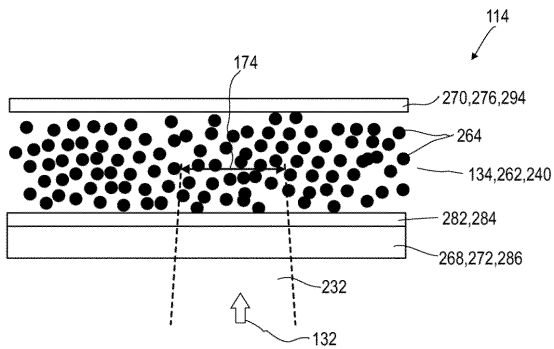
【 1 2 B】



【 1 2 C】



【 1 2 D】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
 G 0 1 J 1/42 (2006.01) G 0 1 J 1/42

- (31)優先権主張番号 15178493.1
 (32)優先日 平成27年7月27日(2015.7.27)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)
- (31)優先権主張番号 15191960.2
 (32)優先日 平成27年10月28日(2015.10.28)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)
- (31)優先権主張番号 15197728.7
 (32)優先日 平成27年12月3日(2015.12.3)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)

- (72)発明者 ゼント, ロベルト
 ドイツ、7 6 1 3 7 カールスルーエ、ルイーゼンシュトラッセ 2 5
- (72)発明者 ルンゲンシュミット, クリストフ
 ドイツ、6 8 1 5 9 マンハイム、ツェー4、1 2
- (72)発明者 ヘルメス, ヴィルフリート
 ドイツ、7 6 1 3 7 カールスルーエ、ルイーゼ-リーガー シュトラッセ 4 8
- (72)発明者 ティール, エルヴィン
 ドイツ、5 7 0 7 6 ジーゲン、シェーンタールシュトラッセ 4
- (72)発明者 イルレ, シュテファン
 ドイツ、5 7 0 7 4 ジーゲン、テオドルシュトラッセ 1 3

審査官 仲野 一秀

- (56)参考文献 国際公開第2014/097181(WO, A1)
 特表2012-519584(JP, A)
 特開昭61-245579(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 G 0 1 B 9 / 0 0
 G 0 1 J 1 / 4 2
 H 0 1 L 2 7 / 1 4 6
 2 7 / 3 0
 3 1 / 1 0
 3 1 / 1 0 8