

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6643460号  
(P6643460)

(45) 発行日 令和2年2月12日(2020.2.12)

(24) 登録日 令和2年1月8日(2020.1.8)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>GO3B 19/07 (2006.01)</b>	GO3B 19/07	
<b>GO3B 17/17 (2006.01)</b>	GO3B 17/17	
<b>GO2B 30/00 (2020.01)</b>	GO2B 27/22	
<b>HO4N 5/225 (2006.01)</b>	HO4N 5/225	100
<b>HO4N 5/232 (2006.01)</b>	HO4N 5/232	380
請求項の数 14 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2018-509613 (P2018-509613)	(73) 特許権者	500341779
(86) (22) 出願日	平成28年8月18日 (2016.8.18)		フラウンホーファー・ゲゼルシャフト・ツール・フェルデルング・デル・アンゲヴァンテン・フォルシュング・アインゲトラーゲネル・フェライン
(65) 公表番号	特表2018-532145 (P2018-532145A)		ドイツ連邦共和国, 80686 ミュンヘン, ハンザシュトラッセ 27ツェー
(43) 公表日	平成30年11月1日 (2018.11.1)	(74) 代理人	100085497
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/069630		弁理士 筒井 秀隆
(87) 国際公開番号	W02017/029365	(72) 発明者	ヴィッペルマン, フランク
(87) 国際公開日	平成29年2月23日 (2017.2.23)		ドイツ連邦共和国 98617 マイニンゲン ベルリナー ストラッセ 57
審査請求日	平成30年3月7日 (2018.3.7)	(72) 発明者	ブレックネル, アンドレアス
(31) 優先権主張番号	102015215836.5		ドイツ連邦共和国 07743 イェーナ ドルンブルガー ストラッセ 83
(32) 優先日	平成27年8月19日 (2015.8.19)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		

(54) 【発明の名称】 反射ファセットを有するビーム偏向装置を備えた多開口撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

多開口撮像装置であって、  
 画像センサ(12)と  
 複数の光学チャネル(14; 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>, 14<sub>3</sub>, 14<sub>4</sub>)と、  
 前記複数の光学チャネルの光路(22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>, 22<sub>3</sub>, 22<sub>4</sub>)を偏向するためのビーム偏向装置(24)であって、前記複数の光学チャネルに対して1つの共通のキャリア基板(34)と前記画像センサ(12)に対向する前記キャリア基板(34)の表面上に形成された複数の反射ファセット(26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub>, 26<sub>3</sub>, 26<sub>4</sub>)とを有する、ビーム偏向装置(24)と、を備え、  
 各光学チャネル(14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>, 14<sub>3</sub>, 14<sub>4</sub>)の光路(22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>, 22<sub>3</sub>, 22<sub>4</sub>)を偏向する偏向角度は、前記画像センサ(12)に対する前記キャリア基板の設定角度と、前記キャリア基板(34)に対する前記反射ファセット(26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub>, 26<sub>3</sub>, 26<sub>4</sub>)の個々の傾斜とに基づいており、前記傾斜は前記光学チャネル間で変化し、前記反射ファセットの各々は前記光学チャネルの少なくとも1つに割り当てられており、  
 前記複数の光学チャネル(14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>, 14<sub>3</sub>, 14<sub>4</sub>)は単一線状アレイを形成しており、  
 前記複数の反射ファセット(26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub>, 26<sub>3</sub>, 26<sub>4</sub>)は、前記単一線状アレイの線長さ方向に平行に配置されている、  
 多開口撮像装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の多開口撮像装置において、前記各チャネル ( $14_1, 14_2, 14_3, 14_4$ ) について、前記設定角度は、当該チャネルに割り当てられた反射ファセット ( $26_1, 26_2, 26_3, 26_4$ ) の前記キャリア基板 ( $34$ ) に対する傾斜の傾斜角度よりも大きい、多開口撮像装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の多開口撮像装置において、前記キャリア基板 ( $34$ ) は、前記単一線状アレイの線長さ方向に平行に配置され、前記設定角度は前記線長さ方向に対して垂直な平面内にある、多開口撮像装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置において、前記画像センサ ( $12$ ) に対向する前記ビーム偏向装置 ( $24$ ) の表面は、少なくとも前記光学チャネル ( $14_1, 14_2, 14_3, 14_4$ ) に割り当てられた前記反射ファセット ( $26_1, 26_2, 26_3, 26_4$ ) 上でミラーリングされている、多開口撮像装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置において、前記キャリア基板 ( $34$ ) は平行六面体形状をしており、前記光学チャネルに割り当てられた前記反射ファセット ( $26_1, 26_2, 26_3, 26_4$ ) は平行六面体形状のキャリア基板 ( $34$ ) 上に成形された材料によって形成されている、多開口撮像装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置において、前記キャリア基板 ( $34$ ) は、前記画像センサに対向する表面に前記光学チャネルに割り当てられた前記反射ファセット ( $26_1, 26_2, 26_3, 26_4$ ) と一体形成されている、多開口撮像装置。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置において、前記複数の光学チャネルは 1 つの単一線状アレイを形成し、前記キャリア基板 ( $34$ ) は、前記単一線状アレイの線長さ方向と平行な回転軸の周りに回転可能である、多開口撮像装置。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載の多開口撮像装置において、前記回転軸の周りの前記ビーム偏向装置 ( $24$ ) の回転運動を生じさせるための第 1 アクチュエータ ( $50$ ) を更に含む、多開口撮像装置。

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の多開口撮像装置において、前記第 1 アクチュエータ ( $50$ ) は、前記多開口撮像装置の光学画像安定化制御によって制御され、画像安定化は前記ビーム偏向装置の回転運動を生じることによって行われる、多開口撮像装置。

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載の多開口撮像装置において、前記単一線状アレイの線長さ方向に沿って前記複数の光学チャネルの光学系を並進方式で移動させる第 2 アクチュエータ ( $52$ ) をさらに備え、その第 2 アクチュエータは多開口撮像装置の光学画像安定化制御によって制御され、前記単一線状アレイの線長さ方向に沿って前記複数の光学チャネルの光学系を並進方式で移動させることによって、第 1 の画像軸に沿って画像安定化が行われ、かつ前記ビーム偏向装置の回転運動を生じさせることにより、第 2 の画像軸に沿って画像安定化が行われる、多開口撮像装置。

## 【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置において、前記複数の光学チャネルの光学系を、前記複数の光学チャネルの光路 ( $22_1, 22_2, 22_3, 22_4$ ) に沿って、並進方式で移動させる第 3 アクチュエータ ( $54$ ) をさらに含む、多開口撮像装置。

## 【請求項 12】

請求項 11 に記載の多開口撮像装置において、前記第 3 アクチュエータ ( $54$ ) は、前記多開口撮像装置の焦点制御によって制御される、多開口撮像装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置において、前記キャリア基板 ( 3 4 ) は、前記画像センサとは反対側に面する後側 ( 3 6 ) と、前記線長さ方向に対して平行でかつ互いに平行な 2 つの側面 ( 4 0 , 4 2 ) とを有し、これら側面は前記画像センサと対向する面と前記後側 ( 3 6 ) とを接続しており、前記後側と前記画像センサ ( 1 2 ) から離れた前記側面の 1 つとの間の角度  $\gamma$  は、

【数 1 2】

$$0.9 \cdot (90^\circ - \alpha_x^0) \leq \gamma \leq 1.1 \cdot (90^\circ - \alpha_x^0)$$

の条件を満足し、ここで  $\alpha_x^0$  は設定角度である、多開口撮像装置。

10

## 【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の多開口撮像装置を製造する方法であって、前記光学チャネルに割り当てられた前記反射ファセット ( 2 6 1 , 2 6 2 , 2 6 3 , 2 6 4 ) が以下のステップ、即ち、

( a ) 前記キャリア基板 ( 3 4 ) 上に追加的材料を成形するステップ、又は

( b ) 前記キャリア基板が、前記画像センサに対向する面に前記光学チャネルに割り当てられた反射ファセット ( 2 6 1 , 2 6 2 , 2 6 3 , 2 6 4 ) と一体的に形成されるように、材料を射出成形又は型押しするステップ、

によって形成される、方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、反射ファセット ( reflecting facets ) を含むビーム偏向装置を備えた多開口撮像装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2】

多開口撮像装置は、単一開口撮像装置が設置サイズに関して不利となるような用途において、特に使用される。例えば、全体視野の 1 つの視野の異なる部分が、画像センサの異なる領域上に投影される。このようなことは、複数の光学チャネルを介して行われ、その場合、各チャネルは、画像センサのそれぞれの領域上への投影を実行するそれぞれの光学系によって画定される。光学系の中の光学チャネルの光路は、互いに平行または略平行であってもよい。ある高さ未満にはなり得ない特定の設置高さによって、複数の光学チャネルの光学系に対する画像センサの距離の方向  $z$  がもたらされる。これは光学チャネルの単一線アレイにおいて特に顕著となる。なぜなら、そこでは、光路に沿った方向において計測された画像センサと光学チャネルの光学系との組合せの長さが、設置高さ (  $y$  軸 ) よりも大きくなり、用途に依存するが、画像センサと光学チャネルとの設置は、実際にカバーされるべき全体視野が画像センサと光学チャネルとの組合せの正面側ではなく側面側となるように、行われることが好まれるからである。その場合、光学チャネルの光路を偏向するためにビーム偏向装置を使用することができる。ここで、ビーム偏向装置は、複数の光路の相互方位を平行または略平行な進路から変更するためにも使用可能であり、それにより、例えば光学チャネルの単一線アレイから出発して、1 つの全体視野を複数の部分視野で 2 次元的に、即ち 1 光学チャネル当たり 1 つの部分視野を用いてカバーすることができる。このために、ビーム偏向装置は 1 光学チャネル当たり 1 つの反射ファセットを有する。特に安価な器具においては、一方で画像誤差を防止するための十分な光学的精度を持ち、他方では費用効率的な方法でファセットを製造することは困難である。例えば、ファセット状の面取り面 ( chamfered surface ) を有するポリマーのプリズムを形成することは、その形成プロセスが損失を伴うため、困難である。これはポリマーだけでなくガラスについても当てはまる。いずれの場合も、液体からの遷移、又は固体への融解において損失が発生する。これもまた、ツールと成形ツールとの間の形状のずれをそれぞれもたらし、又は、形状を一方とし成形された構造を他方とした場合のずれをもたらし、それらの形状のず

30

40

50

れは、多開口撮像装置の上述した使用において受け入れられないものである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

よって、本発明の目的は、良好な費用対効果で製造でき、かつ光学的画像の品質を維持できる、多開口撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

この目的は、独立請求項の要旨によって解決できる。

【0005】

本発明の核となる概念は、キャリア基板がビーム偏向装置のために準備された場合に、ビーム偏向装置は良好な費用対効果で製造可能であり、多開口撮像装置の光学的品質が損なわれない、という知見である。ここで、キャリア基板は、複数の光学チャネルにとって共通のものであり、ある設定角度、即ち多開口撮像装置内の画像センサに対して斜めになるように設置され、それにより、各光学チャネルの光路を偏向する偏向角度が、一方では設定角度に基づき、他方では、ビーム偏向装置の画像センサに対向している表面の、光学チャネルに割り当てられた反射ファセットの、キャリア基板に対する個別の傾斜角に基づいている。

【0006】

そのようにして、光学チャネルの光路の「粗い偏向」が設定角度を介して得られる。そのため、この部分はビーム偏向装置を製造するための成形プロセスにおける損失問題を起こさない。むしろ、傾斜角を光学チャネルのビーム偏向の相互の角度差に限定することが可能になり、即ち、その角度差は小さく、形成または成形されるべき体積はごく僅かなものとなる。

【0007】

有利な構成は、従属請求項の主題となっている。本発明の好ましい実施形態を、以下に図面を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施形態に従う多開口撮像装置の概略斜視図である。

【図2a】水平軸に沿ったチャネル指数上にプロットされた、異なるチャネルについてx軸周りのビーム偏向角度  $\theta_x$  を示すグラフであり、 $\theta_x$  は任意の単位で縦軸にそってプロットされている。

【図2b】光学チャネルについての偏向角度  $\theta_z$ 、すなわちyz面からの角度偏向が、縦軸に対して垂直な横断方向にそって縦軸上にプロットされた、個別グラフである。

【図3a】一実施形態に従うビーム偏向装置の側面図であり、ビーム偏向装置の基板がその基板面自体に認識され得る側面図を示し、線長さ方向がその側面図に対して横行している。

【図3b】一実施形態に従うビーム偏向装置の基板面に対して垂直な反射ファセットの平面図である。

【図3c】一実施形態に従うビーム偏向装置の対向方向から見た個別の側面図を示す。

【図3d】線長さ方向に沿って横方向のミラー偏向装置の側面図である。

【図4a】設定角度とチャネル固有の傾斜角度とを持つビーム偏向装置の概略側面図であり、側断面は線長さ方向に対して垂直方向であり、画像センサに近くかつ線長さ方向に対して平行に走る基板の横面が画像センサから反対側に面する対向側横面に比べて薄くなるように、全てのファセットが傾斜している場合を示す。

【図4b】図4aに対する代替的な場合についてのビーム偏向装置の側面図であり、画像センサに対向している基板の横面が画像センサとは反対側に位置する横面よりも厚い場合を示す。

【図4c】図4aに従うファセットと図4bに従うファセットとの双方が存在する場合に

10

20

30

40

50

おけるミラー偏向装置の側面図である。

【図5 a】未だ単一化されていない共通の基板上に成形することによって、量産的に形成された複数のミラー偏向装置の側面図であり、多開口撮像装置に対するミラー偏向装置の後付けが考慮された場合に、その側面図は線長さ方向に対して垂直であるか、又はその側面図は単一化後の状態に対してミラー偏向装置の長手方向に対して垂直である。

【図5 b】図5 aに従う側面図であるが、型押し又は射出成形を用いた一体形成による量産製造が図示され、型押し又は成形された基板が一体的に形成され、画像センサに対向する側にファセットを有する。

【図6 a】線長さ方向又はミラー偏向装置の長手方向に対して平行な単一化切断線に沿った図5 aの側面図である。

10

【図6 b】図6 aに対応する図5 aに対する図5 bの場合の側面図である。

【図7】図5 a又は図5 bに従う量産的に製造されたビーム偏向装置の側面図であり、ここでは例示的に、単一化のための切断面が基板に対して垂直ではなく、基板に対して傾斜している。

【図8】図7に従う傾斜した単一化を使用した図4 bに従うミラー偏向装置の概略側面図であり、設置高さを低減することに関し、傾斜単一化の利点を示すものである。

【図9】ミラー偏向装置の概略側面図であり、第1位置と第2位置との間を移動可能なように、ミラー偏向装置は線長さ方向に平行な回転軸周りに枢支されており、光学チャネルの光路は対向方向に偏向される。

【図10】画像センサ12、チャネルアレイ及びミラー偏向装置の相互の相対位置を変更するための追加的手段を有する、図1に従う多開口撮像装置の概略斜視図である。

20

【図11】多開口撮像装置の装備を示すモバイル装置の斜視図である。

【図12】立体視目的のための2つの多開口撮像装置の装備を示すモバイル装置の斜視図である。

【図13 a】図1の変更例である多開口撮像装置の側面図であり、対となる異なる傾斜を持つファセットの数を減らすために、チャネルの光軸は線長さ方向に対して平行な共通面において偏位するように予偏位(pre-divergence)を有する。

【図13 b】図1の変更例である多開口撮像装置の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

30

図1は、多開口撮像装置の一例を示す。図1の多開口撮像装置10は、1つの画像センサ12と、複数の光学チャネル(optical channel)14とを含み、それらチャネル14の各々は、それぞれ光学系(optics)16<sub>1</sub>、16<sub>2</sub>、16<sub>3</sub>、16<sub>4</sub>により画定されている。各光学チャネル14<sub>1</sub>、14<sub>2</sub>、14<sub>3</sub>、14<sub>4</sub>は、割り当てられた光学系16<sub>1</sub>~16<sub>4</sub>により、多開口撮像装置10の視界の全体領域の、チャネル固有のセクションを、各画像センサ領域12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>、12<sub>3</sub>、12<sub>4</sub>の上に投影する。画像センサ12は、例えば画像センサ領域12<sub>1</sub>~12<sub>4</sub>内に画素アレイを含む、1つのチップであってもよい。代替的に、画像センサ12は、各画像センサ領域12<sub>1</sub>~12<sub>4</sub>毎に、1つの画素アレイチップを含んでもよい。また、画像センサ12は1つの画素アレイを含み、その画素アレイが、画像センサ領域12<sub>1</sub>~12<sub>4</sub>にわたって連続的に伸びる1つの画素アレイを含むこともあり得る。つまり、1つの画素アレイが長方形または可変の拡張部を備え、その拡張部の中に画像センサ領域12<sub>1</sub>~12<sub>4</sub>が存在することも可能であり、その場合には、例えば、画像センサ12のこの共通の連続的な画素アレイの画像センサ領域12<sub>1</sub>~12<sub>4</sub>だけが読み出されるであろう。これらの代替例の異なる組合せもまた可能である。例えば、2個以上のチャネルのために1つのチップが存在し、別のチャネルのためにもう一つのチップが存在するなどの場合である。画像センサ12に複数のチップが存在する場合、画像センサは、例えば1つ又は複数の基板上に、例えば全てが一緒、又はグループ別などの状態で、配置されることができる。

40

【0010】

光学系16<sub>1</sub>~16<sub>4</sub>の各々は、例えば1つのレンズ又は一群のレンズであって、図1に示

50

すように、共通のホルダ 18 によって保持され得るもので構成される。一例として、ホルダ 18 は透明の材料で形成され、光学チャネルの光路 (optical paths) によって透過されることがあり得るが、ホルダの他の代替例もまたあり得る。

【0011】

好ましくは、画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  は、1つの共通平面、即ち光学チャネル 14 の画像平面に配置される。図 1 において、この平面は例示的に、デカルト座標系の  $x$  軸と  $y$  軸とにより形成された平面と平行に示され、その座標系は、以下の説明を簡素にすべく、図 1 において参照符号 20 で示されている。

【0012】

画像センサ 12 に平行な一平面、即ち  $x-y$  平面に平行な一平面内に、光学系  $16_1 \sim 16_4$  も、互いに隣接して並ぶ状態で配置されている。図 1 の例において、画像センサ平面内の画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  の相対位置は、更に、 $x$  軸に沿った光学系  $16_1 \sim 16_4$  の相対位置と  $y$  軸に沿った光学系  $16_1 \sim 16_4$  の相対位置とに対し、合同して位置決めされている。即ち、画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  の相対位置は、画像センサ 12 に対して横方向に、光学系  $16_1 \sim 16_4$  の各光学中心が画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  の各中央部に対してセンタリングされるように、位置決めされている。これにより、図 1 の例において、各光学チャネル  $14_1 \sim 14_4$  の各光軸 (optical axes)  $22_1 \sim 22_4$  は互いに平行に伸びることになり、また、座標系 20 の  $z$  軸に対しても平行に伸び、これら光軸に対し、各画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  と各光学系  $16_1 \sim 16_4$  とが、センタリングされている。しかしまた、上述のような、各画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  と各光学系  $16_1 \sim 16_4$  との配置に関し、代替例も存在することに注意すべきである。例えば、光軸  $22_1 \sim 22_4$  が僅かに逸脱していることもあり得る。更に、例えば画像安定化のために、多開口撮像装置が、光学系  $16_1 \sim 16_4$  の画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  に対する相対位置を、横方向に、即ち  $x$  軸及び / 又は  $y$  軸方向に、変化させ得る 1 つ以上の手段を含むことも可能である。この点については、図 10 を参照されたい。

【0013】

各光学系  $16_1 \sim 16_4$  は、多開口撮像装置 10 の全体又は総合的な視界を有する 1 つのシーン内に、割り当てされた画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  上に、各オブジェクトを投影する。そのため、各光学系  $16_1 \sim 16_4$  は、画像センサ 12 から各々の間隔又は各々の距離を置いて位置決めされている。この距離は固定であってもよいが、多開口撮像装置はまた代替的に、このセンサから光学系までの距離を変化させる手段、例えば手動または自動の焦点変更手段を有していてもよい。

【0014】

図 1 において、光学チャネル  $14_1 \sim 14_4$  の集合体 14 は単一線状アレイ (single-line array) として形成される。図 1 の場合には、光学チャネル  $14_1 \sim 14_4$  は  $x$  軸に沿って横に並ぶように配置されている。よって、 $x$  軸はアレイ 14 の線長さ方向 (line extension direction) と対応する。画像センサ領域  $12_1 \sim 12_4$  も、この方向に沿って互いに隣接して並ぶように配置されている。図 1 において、光学チャネルの個数は例示的に 4 個であるが、2 個以上の他の個数もまた可能である。図 1 に示す光学チャネルの線形アレイの場合、画像センサ 12 及び光学系 16 により底面方向に制限されるので、多開口撮像装置 10 のサイズ長さは、線長さ方向に沿って最大となる。 $z$  軸に沿った、即ち光学チャネル  $14_1 \sim 14_4$  の光軸または光路に沿った、画像センサ 12 と光学系 16 との相互配置により決定される多開口撮像装置 10 の最小長さは、 $x$  軸に沿った最小長さよりも小さい。しかし、光学チャネル  $14_1 \sim 14_4$  の単一線状アレイとしての構成に起因して、その  $z$  軸に沿った最小長さは、線長さ方向  $x$  に垂直な横方向  $y$  における多開口撮像装置の最小長さよりも大きい。 $y$  軸に沿った最小長さは、各個別の光学チャネル  $14_1 \sim 14_4$  の横方向長さにより与えられ、例えば各光学系  $16_1 \sim 16_4$  の  $y$  軸に沿った長さの場合によってはホルダ 18 を含む。この状況において、例えば携帯電話などの携帯型デバイスのハウジング内、つまり非常に平坦なハウジング内へと多開口撮像装置を設置するなどの用途に応じて、ビーム偏向がない光学チャネルの視野が、多開口撮像装置 10 の実際に望ましい視野方向か

10

20

30

40

50

らずれた方向へと現実に向けられるように、画像センサ 1 2 及び光学系 1 6<sub>1</sub> ~ 1 6<sub>4</sub> を整列させることが望ましい場合も発生する。例えば画像センサ 1 2 及び光学系 1 6<sub>1</sub> ~ 1 6<sub>4</sub> が、平坦なハウジングの最大側面又は主側面に対して垂直に整列されるように、多開口撮像装置 1 0 を設置することが望ましい場合も起こり得る。即ち、画像センサ 1 2 と光学系 1 6<sub>1</sub> ~ 1 6<sub>4</sub> との間の光軸 2 2<sub>1</sub> ~ 2 2<sub>4</sub> がこれらの主側面に対して平行であり、他方では、捕捉されるべきシーンがそれらの主側面に対して垂直、即ち、例えば表側である例えばスクリーンを含む 1 つの主側面の正面にあるか、又は、例えばハウジングの裏側である他の主側面の正面にある場合が起こり得る。

【 0 0 1 5 】

このような理由から、多開口撮像装置 1 0 から見た多開口撮像装置 1 0 の全体視野が、z 軸方向ではなく、他の方向とするため、多開口撮像装置 1 0 は、複数の光学チャネル 1 4 の光路または光軸 2 2<sub>1</sub> ~ 2 2<sub>4</sub> を偏向させるビーム偏向装置を含む。図 1 は、偏向後の多開口撮像装置 1 0 の全体視野がほぼ y 軸に沿った例示的な場合、即ち偏向がほぼ z y 平面において行われる例を示している。

10

【 0 0 1 6 】

ビーム偏向装置 2 4 の更なる機能を説明する前に、光学チャネルのアレイ 1 4 の単一線状の特性に関する説明は限定的に解釈されるべきでなく、本出願の実施形態は、複数の光学チャネルが二次元アレイ内に配置される構成をも含むことに留意すべきである。例えば、上述した視点とは異なる視点から見て、多開口撮像装置 1 0 の全体視野の、画像センサ 1 2 及び光学系 1 6<sub>1</sub> ~ 1 6<sub>4</sub> の組合せに対する再配向(reorientation)を実行することが望ましい場合もあり得る。そのような視点は、例えば以下に説明するようなビーム偏向装置 2 4 の追加的な機能にも関連し得る。

20

【 0 0 1 7 】

上述したように、図 1 の実施形態において、光軸 2 2<sub>1</sub> ~ 2 2<sub>4</sub> は、ビーム偏向装置 2 4 による偏向の前または偏向なしのときには互いに平行であり、又は、例えば図 1 に示すように、光学系 1 6<sub>1</sub> ~ 1 6<sub>4</sub> において、光軸が平行状態から僅かにずれている。光学系 1 6<sub>1</sub> ~ 1 6<sub>4</sub> 及び画像センサ領域 1 2<sub>1</sub> ~ 1 2<sub>4</sub> が対応してセンタリングされる位置決めは、製造が容易であり、設置空間を最小化する意味でも好ましい。光学チャネルの各光路が平行位置にあると、更なる効果として、個別のチャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>N</sub> によりカバーされる部分視野または各画像センサ領域 1 2<sub>1</sub> ~ 1 2<sub>4</sub> 上に投影される部分視野が、追加的な手段、即ちビーム偏向を用いずに、完全にオーバーラップするであろうという効果を有する。多開口撮像装置 1 0 によってより大きな全体視野をカバーするために、図 1 のビーム偏向装置 2 4 の更なる機能として、チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>N</sub> の各部分視野の相互のオーバーラップがより小さくなるように、光路に偏位(divergence)を付与することができる。

30

【 0 0 1 8 】

例えば、光学チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>4</sub> の光路の光軸 2 2<sub>1</sub> ~ 2 2<sub>4</sub> は、ビーム偏向装置 2 4 による偏向の前または偏向なしの場合に、互いに平行であるか、又は、光学チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>N</sub> の各部分視野の最小開口角度の 1 0 分の 1 よりも小さい角度だけ、全てのチャネルに亘って平均化された方位に沿った平行方位からずれている。追加的な手段が無い場合、部分視野は殆どオーバーラップするであろう。従って、図 1 のビーム偏向装置 2 4 は、各光学チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>N</sub> について、そのチャネルに対して明確に割り当てられた反射ファセット 2 6<sub>1</sub> ~ 2 6<sub>4</sub> を含み、それらファセットは各々光学的に平面であり、互いに対して傾斜している。つまり、各光学チャネルの部分視野が空間角度に関してより小さくオーバーラップして、例えば光学チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>N</sub> の個別の部分視野の開口角度の 1 . 5 倍より大きい開口角度を有する全体視野をカバーするように、傾斜している。図 1 の例示的な場合、反射ファセット 2 6<sub>1</sub> ~ 2 6<sub>4</sub> の相互の傾斜の効果として、例えば、現実には x 軸に沿って互いに隣接して線形に配置された光学チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>N</sub> が、部分視野 3 0<sub>1</sub> ~ 3 0<sub>4</sub> の二次元配置に従って全体視野 2 8 をカバーすることになる。

40

【 0 0 1 9 】

図 1 の実施形態において、光学チャネル 1 4<sub>1</sub> ~ 1 4<sub>4</sub> の光軸 2 2<sub>1</sub> ~ 2 2<sub>4</sub> の角度偏向を、

50

ビーム偏向前の光軸の平均化された方向とビーム偏向後の光軸の平均化された方向とにより決定され又は定義される平面において考察した場合、即ち図1の実施形態におけるx y平面と、そのx y平面に対して垂直に延びかつビーム偏向後の光軸の平均化された方向と平行な平面とにおいて考察した場合、図2 a及び図2 bに示す挙動が結果として生まれる。図2 aは前者の平面におけるビーム偏向  $\alpha_x$  を示し、図2 bは後者の平面におけるビーム偏向、即ち  $\alpha_z$  を示す。図2 a及び図2 bは、ビーム偏向後の平均方向がy軸に対応するように、光軸の平均的なビーム偏向が行われる場合を示す。平均では、光学チャネルの光軸はy z平面においてx軸の周りに90°偏向され、平均すれば光軸はy z平面から傾斜してはいない。

【0020】

10

図1において点線32で示すように、ほぼプリズム形状の本体がビーム偏向装置として形成され得るが、これは本願の明細書の導入部で既に説明したような欠点を伴い得る。つまり、成形過程で発生する損失が、形成されるべき材料の材料量に依存しており、よって、符号32で示すような本体の成形は、製造コストを増大させるという困難性を伴うか、又は光学チャネル14<sub>1</sub>~14<sub>N</sub>の光学的投影の品質を低下させるという結果をもたらすであろう。

【0021】

後者の理由のために、以下により詳細に説明するように、図1のビーム偏向装置24は、この偏向装置が共通のキャリア基板34を含み、このキャリア基板を複数の光学チャネル14が共有し、つまりキャリア基板が全ての光学チャネルにわたって延びるように、製造される。キャリア基板34は、光学チャネルの光軸の平均方向が偏向される軸、即ち図1のx軸の周りに、設定角度  $\alpha_x^0$  をもって傾斜した状態で画像センサ12に対して配置される。その設定角度の効果として、ビーム偏向装置24の画像センサに対向する表面が、既に光学チャネルの光路の「粗い偏向」をもたらす。

20

【0022】

$\alpha_x^{min}$  が光学チャネル14<sub>1</sub>~14<sub>4</sub>の光軸22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>のx軸周りの最小ビーム偏向である場合、即ち、

【数1】

$$\alpha_x^{min} = \min\{\alpha_x^i\}$$

30

であって、 $\alpha_x^i$  が光学チャネル14<sub>i</sub>のビーム偏向と等しく、 $\alpha_x^i = 0$  である場合、つまり、ビーム偏向が何も起こらない場合、キャリア基板34は、画像センサ12に対し、

【数2】

$$90^\circ - \alpha_x^0 \leq \frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{min}$$

が当てはまるように傾斜され得る。ここで、 $\alpha_x^0$  は0°よりも大きくかつ90°よりも小さく、 $\alpha_x^0 = 0^\circ$  はキャリア基板34の画像センサ12に対する面平行配向(plane-parallel orientation)に対応する。この場合については、図4 aを参照しながら以下に説明する。図から分かるように、この場合、反射ファセット26<sub>1-4</sub>は、基板に対してy z平面において傾斜しておらず、又は一方向にだけ傾斜しており、その結果、画像センサに近い基板の横面が逆方向を向いた横面よりも幅狭となっている。等式が当てはまる場合、即ち

40

【数3】

$$90^\circ - \alpha_x^0 = \frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{min}$$

の場合、基板に対してy z平面において傾斜していない少なくとも1つのファセットが存在する。

【0023】

$\alpha_x^{max}$  は、例えば光学チャネル14<sub>1</sub>~14<sub>4</sub>の光軸22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>のx軸周りの最大ビーム偏向、即ち

50

【数 4】

$$\alpha_x^{max} = \max\{\alpha_x^i\}$$

であり得る。その場合、例えば、キャリア基板 3 4 も画像センサ 1 2 に対し、

【数 5】

$$90^\circ - \alpha_x^0 \geq \frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{max}$$

が当てはまるように傾斜され得る。この場合については、図 4 b を参照しながら以下に説明する。図から分かるように、この場合、反射ファセット  $2 6_{1-4}$  は、基板に対して y z 平面において傾斜しておらず、又は一方向にだけ傾斜しており、その結果、画像センサに近い基板の横面が逆方向を向いた横面よりも幅広となっている。等式が当てはまる場合、即ち

【数 6】

$$90^\circ - \alpha_x^0 = \frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{max}$$

の場合、基板に対して y z 平面において傾斜していない少なくとも 1 つのファセットが存在する。

【0 0 2 4】

上述のような方法で、ビーム偏向装置 2 4 は、反射ファセット  $2 6_{1-4}$  の相互傾斜を形成するために、純粋な平行六面体形状に加え、（純粋な平行六面体形状に追加して）追加的材料を、画像センサ 1 2 に対向する側にだけ含み得る。しかし、このような傾斜角は、光路の残差偏向(residual deflections)を実行するだけのものであるため、全体の偏向角度  $\alpha_x^i$  よりもずっと小さい。y z 平面における傾斜角  $\alpha_x^i$  について、即ち x 軸周りの残差偏向について、

【数 7】

$$\beta_x^i = \left| \frac{1}{2} \left( \alpha_x^i - 2(90^\circ - \alpha_x^0) \right) \right|$$

が当てはまる。y z 平面における各傾斜角は、より微細な個別の偏向の各半分に相当する。y z 平面からのビーム偏向に関する他の横断方向において、x 軸に沿った基板平面からのファセットの偏向角度  $\alpha_z^i$  及び傾斜角  $\alpha_z^i$  は、いずれにしる小さい。

【0 0 2 5】

ビーム偏向装置 2 4 によって各光学チャネルの光路を偏向する偏向角度にとって、このことは、偏向角度  $\alpha_z^i$  及び傾斜角  $\alpha_z^i$  の各々が、設定角度  $\alpha_x^0$  と、光学チャネルに割り当てられた反射ファセットのキャリア基板 3 4 そのものに対するそれぞれの傾斜とに基づくことを意味する。ファセット  $2 6_{1-4}$  のこれら前述の各面固有の傾斜は、上述したように、y z 平面における傾斜角と、キャリア基板 3 4 の y z 平面に垂直な平面における法線に対する傾斜角と、によって表すことができる。各チャネルについて設定角度  $\alpha_x^0$  が傾斜よりも大きい、つまり、全てのチャネルについて

【数 8】

$$\alpha_x^0 > \max(|\beta_x|, |\beta_z|)$$

が当てはまる場合、望ましい。前記不等式が  $\alpha_x^0 / 2$  について又は  $\alpha_x^0 / 3$  についても既に満足している場合、更に好ましい。換言すれば、設定角度がファセット  $2 6_{1-2 6_N}$  の傾斜角よりも大きいことが好ましく、それによりビーム偏向装置 2 4 の純粋な平行六面体形状に関する追加的材料が削減される。 $\alpha_x^0$  は、例えば  $30^\circ$  以上  $60^\circ$  以下であり得る。

【0 0 2 6】

図 3 a ~ 図 3 d は、図 1 で例示的に示したように、線形に又は一方側に配置された 4 個の光学チャネルの一例について、一実施形態に係るビーム偏向装置の側面図を示す。図 3 a ~ 図 3 d のビーム偏向装置 2 4 は、図 1 のビーム偏向装置としても使用され得る。その場

10

20

30

40

50

合、部分視野は全体視野を、図 1 内で時計周りの方向 3, 4, 2, 1 にカバーするのではなく、代わりに 4, 2, 1, 3 の順序に従って時計周りの方向にカバーするであろう。ファセット 2 6<sub>1</sub> ~ 2 6<sub>4</sub> の傾斜角は図 3 a ~ 図 3 d に示される。それらファセット 2 6<sub>1</sub> ~ 2 6<sub>4</sub> は互いに区別され、又は上付きのインデックス 1 ~ 4 によってそれぞれのチャンネルに対して割り当てられている。ここで、 $\alpha_x^1$  及び  $\alpha_x^4$  の両方が 0° である。キャリア基板の裏側、即ちファセット 2 6<sub>1</sub> ~ 2 6<sub>4</sub> が設けられた表面の反対側は、図 3 a ~ 図 3 d において符号 3 6 で示されている。キャリア基板 3 4 の平行六面体形状部分を形成する材料は、点線 3 8 の下方にある。平行六面体形状部分に追加される追加的材料は、成形が容易となるように、小さい体積を有することがわかる。

【 0 0 2 7 】

図 3 a ~ 図 3 d のビーム偏向装置 2 4 の製造は、例えば追加的材料が成形ツールによりキャリア基板 3 4 上に成形されるという方法で実行され得る。ここで、キャリア基板 3 4 はガラスでもよく、他方、その上の成形される追加的材料はポリマーでもよい。更なる選択肢として、図 3 a ~ 図 3 d のビーム偏向装置 2 4 を射出成形またはその他によって一体的に成形してもよい。

【 0 0 2 8 】

上段で説明したように、図 4 a に示す通り、チャンネル 1 4<sub>i</sub> のファセット 2 6<sub>i</sub> の傾斜角は、x 軸周り又は y z 平面内で同じ方向に傾けられ得ること、即ち、ビーム偏向装置 2 4 のキャリア基板 3 4 の設定角度  $\alpha_x^0$  分だけ画像センサ 1 2 に対して傾けられ得ることを既に説明してきた。その場合、画像センサ 1 2 からより遠い位置にあるビーム偏向装置 2 4 の側面 4 0 の厚みが、画像センサ領域 1 2 に近い側面 4 2 よりも大きくなるのが、全てのチャンネルの全てのファセット 2 6<sub>i</sub> について当てはまる。しかし、これには図 4 b 及び図 4 c に示すような代替例もある。図 4 b によれば、このような状況は逆となる。つまり、y z 平面におけるファセット 2 6<sub>i</sub> の傾斜角、即ち傾斜  $\alpha_x^i$  は、ビーム偏向装置 2 4 が画像センサ領域と対向する側面 4 2 を有し、その側面 4 2 が画像センサ領域 1 2 からより遠い位置に向いている側面 4 0 よりも厚くなるのが、全てのファセット 2 6<sub>i</sub> について当てはまるように設定される。従って、図 4 b は、図 2 a 及び図 2 b を参照して、次式が当てはまる。

【 数 9 】

$$90^\circ - \alpha_x^0 \geq \frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{max}$$

図 4 c によれば、両方の場合が発生することも可能である。即ち、あるファセット 2 6<sub>i</sub> が図 4 a に従って傾斜し、あるファセット 2 6<sub>j</sub> が図 4 b に従って傾斜し得る。従って、

【 数 1 0 】

$$\frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{max} \leq 90^\circ - \alpha_x^0 \leq \frac{1}{2} \cdot \alpha_x^{min}$$

が当てはまる。

【 0 0 2 9 】

このように、図 3 の偏向装置を有する図 1 の実施形態は多開口撮像装置を表しており、各チャンネルが画像センサ領域 1 2<sub>i</sub> 上への投影を画定し、割り当てられた撮像光学系 1 6<sub>i</sub> を含み、ビーム偏向装置 2 4 の割り当てられたセグメント又はファセット 2 6<sub>i</sub> によって偏向される。ファセット 2 6<sub>i</sub> は、画像センサ 1 2 に対向するビーム偏向装置 2 4 の表面または側面の部分を表している。そのファセットは、ガラス、ポリマー、金属、シリコン又は他の適切な材料の共通平面基板 3 4 の上に、UV 硬化性ポリマーなどのポリマーを成形することで製造され得る。平面基板 3 4 と、その上に成形された複数のプリズムであって各チャンネル 1 4<sub>i</sub> について 1 つのプリズムとからなる、偏向装置 2 4 を形成している本体は、撮像チャンネル 1 4<sub>i</sub> の光軸 2 2<sub>i</sub> と整列されることができ、その場合、基板 3 4 の垂直な面、即ちビーム偏向装置 2 4 の平行六面体部分の上の法線が、光軸 2 2<sub>i</sub> に対して 0° よりも大きく 90° よりも小さく、好ましくは約 45° であるか、又は 30° 以上 60° 以下である、角度を持つ。

## 【0030】

一実施形態によれば、複数の偏向装置24が1つの基板上に反復処理によって同時に製造される。以下に一実施形態について説明する。反射性を持つファセット26<sub>i</sub>を提供する目的で、1つの反射材料が成形されてもよく、又は、ファセット26<sub>i</sub>の前面がミラーリングされてもよい。それらミラーは、金属層および誘電体層の両方を含み得る。

## 【0031】

また換言すれば、図3に係る偏向装置は、量産的に製造されてもよい。ここでは、図5aに示す偏向装置は、平坦な基板の上に例えばポリマーを成形(molding)するか、又は、ガラス若しくはポリマーを注型(casting)もしくは型押し(impressing)することで製造され、図5bに示すような単一構成材の実体物が結果として得られる。次に、個々の偏向装置は、ソーイング、レーザー、サンド又はウォータージェット切断などで単体化され得る。そのような分離は、キャリア基板34に対して垂直、又はキャリア基板34の裏面38に対して垂直なソーイング切断43を用いて実行され得ることが明らかである。しかしながら、有利なことに、そのような分離は、単体化切断によって切断面が生まれるように、基板34の面法線に対して0でない角度を持って切断することで、実行され得る。図6aはキャリア基板34上にポリマーを成形する場合の垂直切断を示し、図6bは材料を型押ししてその後に垂直切断する場合を示し、図7は、平坦なキャリア基板上にポリマーを成形し、斜め切断面43に沿って、即ちキャリア基板の垂直領域に対して角度をもつ切断面に沿って単体化する場合を例示的に示している。

## 【0032】

図8はこの根拠を示す。つまり、隣接する偏向装置の間に位置し、線長さ方向と平行に延びる単体化切断面の切断角は、偏向装置を多開口撮像装置10内へと設置した場合に、ビーム偏向前またはビーム偏向が無いときこれら切断面が光学チャネル14<sub>i</sub>の光軸22<sub>i</sub>に対して平行または略平行となるように選択されることができ、その結果、概して、多開口撮像装置10の全体システムの最小の設置高さをもたらされるようになる。図8は、そこから生まれた最小設置高さを示しており、これは図4bの場合を説明するものである。つまり、各チャネルiについて、yz平面、即ち設定角度が最大である平面におけるファセットが傾斜しており、それにより、画像センサ12から最も遠く離れたキャリア基板34の側面40であって、上述した平面に垂直に延び、即ち画像センサ12の線長さ方向に平行に延びる側面40が、キャリア基板34の平行六面体形状と比べ、ファセット26<sub>i</sub>を形成するための追加的材料によって、キャリア基板34の厚み方向において全く増大させないか殆ど増大させない。図8に示すように、これら側面40と42とは、画像センサ側の光路の一部または光軸22<sub>i</sub>に対して平行に延びる。有利なことに、図4bの構成の場合、図6a、図6b、図7において線43により示される単体化平面は、ファセットを形成する追加的材料と交差しない。図4aの構成の場合、このことは、全てのファセットについて当てはまる訳ではなく、図4cの構成の場合、図4aの構成と対応するファセットについて当てはまる訳ではない。しかし、図4bと図8とを比較すればわかるように、y方向における設置高さは、図4bと比べて図8の場合に低減されている。yz平面における側面40と裏面36との間の角度に関して、次式が当てはまる。

## 【数11】

$$0.9 \cdot (90^\circ - \alpha_x^0) \leq \gamma \leq 1.1 \cdot (90^\circ - \alpha_x^0)$$

## 【0033】

図9は図4aの場合についての一例を示し、裏面36に対して対称的に、ビーム偏向装置が、同様に形成された基板34'を、基板34に追加して含む。線長さ方向に沿って又はx軸に沿って延びる軸48周りに回転可能なビーム偏向装置24のサスペンションにより、ビーム偏向装置24は、上述の設定角度を有する位置Iから、画像センサ12に対して反対方向の傾斜に対応する設定角度を有する位置IIへと変化することができ、これにより、位置Iにおいてはファセット26<sub>i</sub>が上述のビーム偏向を達成し、他方で、位置IIにおいては、図9で符号22<sub>i</sub>又は22<sub>i</sub>'により示されるように、ファセット26<sub>i</sub>'が略反対

方向のビーム偏向を達成する。軸 4 8 周りの回転によるこの可逆性を、図 4 b 又は図 4 c に係る構成の中に適用することも可能であることは明らかである。製造については、例えば、2 つの基板 3 4 及び 3 4 ' の裏面を接着接合または他の結合処理などにより互いに接合してもよい。

#### 【 0 0 3 4 】

就中、ビーム偏向前またはビーム偏向無しの場合に、光路または光軸が平行位置からずれてもよいことは、既に記載した通りである。この状況については、チャンネルはある種の予偏位 (pre-divergence) を与えられても良いという事実により、以下に説明する。光軸  $2 2_1 \sim 2 2_4$  の予偏位により、例えば全てのファセット傾斜が異なる訳ではなく、例えばチャンネルの幾つかのグループが同一傾斜のファセットを持つということが可能になり得るであろう。同一傾斜のファセットの場合、線長さ方向において隣接するチャンネルのこのグループに対して割り当てられた事実上 1 つのファセットとして、一体的に又は連続的に互に合体して形成されることができる。その場合、これらチャンネルの光軸の偏位は、光学系の光学中心とチャンネルの画像センサ領域との間の横方向オフセットにより得られた、これら光軸の偏位に起因し得る。予偏位は、例えば一平面に制限されてもよい。ビーム偏向前またはビーム偏向無しの場合に、光軸は、例えば 1 つの共通平面内に延びるが、その平面内において偏位しており、ファセットは、他の横断面における追加的な偏位にだけ影響を及ぼす。即ち、それらファセットは、全てが線長さ方向に平行に傾斜しており (全ての  $i$  について  $i_z = 0$ )、かつ、光軸の上述した共通平面から互いに対して異なるだけであり、複数のファセットが、同一の傾斜を有するか、又はあるグループのチャンネルと一緒に割り当てられてもよく、そのグループのチャンネルの光軸は、例えば、ビーム偏向前またはビーム偏向無しの場合に、光軸の上述した共通平面内でペア毎に既に異なっているもよい。

#### 【 0 0 3 5 】

上述した存在可能な予偏位は、例えば複数の光学系の光学中心を線長さ方向に沿って一直線上に配置する一方で、複数の画像センサ領域の中心が、画像センサ平面内の一直線の複数の点で、画像センサ領域の平面の法線に沿って光学中心の投影からずれた状態で配置されることで、取得可能である。上述の点は、例えば線長さ方向に沿って、及び / 又は、線長さ方向および画像センサの法線の両方に対して垂直な方向に沿って、チャンネル固有の状態画像センサ平面内の上述した直線上の点からずれていてもよい。代替的に、予偏位は、画像センサの中心が線長さ方向に沿って一直線上にある一方で、光学中心平面内の一直線の複数の点において、画像センサの光学中心の投影からの光学系の中心が光学系の光学中心平面の法線に沿ってずれた状態で配置されることで、取得可能である。上述の点は、例えば線長さ方向に沿って、及び / 又は、線長さ方向および光学中心平面の法線の両方に対する垂直方向に沿って、チャンネル固有の状態画像センサ平面内の上述した直線上の点からずれていてもよい。それぞれの投影からの上述したチャンネル固有のずれが線長さ方向においてだけ存在することが望ましく、即ち、共通平面内にある光軸が予偏位を有することが望ましい。その場合、光学中心と画像センサ領域の中心との両方が、線長さ方向と平行な一直線上にあるが、異なる中間距離を持つことになる。対照的に、線長さ方向に対して横の垂直方向のレンズと画像センサとの間の横方向オフセットは、設置高さの増大をもたらさずであろう。線長さ方向の平面内だけのオフセットは、設置高さを変更するものではないが、ファセットの個数が減少するか、及び / 又は、複数のファセットが一つの角度方向における傾斜だけを持つことになり、それは構造の簡素化をもたらさずであろう。このことは図 1 3 a 及び図 1 3 b に示され、そこでは、隣接するチャンネル  $1 4_1$  及び  $1 4_2$  を一方とし、隣接するチャンネル  $1 4_3$  及び  $1 4_4$  を他方とするものが、共通平面内を通りかつ互いに対して斜視状態で延びる、即ち予偏位を与えられた光軸  $2 2_1$  及び  $2 2_2$ 、又は  $2 2_3$  及び  $2 2_4$  を有する。ファセットのそれぞれのペアの間の点線により示されているように、ファセット  $2 6_1$  及び  $2 6_2$  は 1 つのファセットによって形成されることができ、ファセット  $2 6_3$  及び  $2 6_4$  はもう 1 つのファセットによって形成されることができ、2 個のファセットだけが一方向に傾斜し、かつ両方が線長さ方向と平行である。即ち、(全ての  $i$  について  $i_z = 0$  かつ  $i_x = 0$ 、及び  $1_x = 2_x$  かつ  $3_x = 4_x$ )

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 6 】

更に、スーパー解像度のため、又は幾つかの光学チャネルによってそれぞれの部分視野がサンプリングされる解像度を増大させるため、これらの光学チャネルが同じ部分視野に割り当てられるということも意図され得る。その場合、そのような1グループ内の光学チャネルは、ビーム偏向前には平行して延び、1つのファセットによって1つの部分視野へと偏向されるであろう。有利なことに、あるグループの1つのチャネルの画像センサのピクセル画像は、このグループの別のチャネルの画像センサのピクセルの画像間の中間位置に位置するであろう。

## 【 0 0 3 7 】

線長さ方向に直に隣接するチャネルのあるグループが、それらの部分視野を用いて全体視野を完全にカバーし、しかも、直に隣接するチャネルの別のグループがそれらの部分上で全体視野を完全にカバーすることも、例えばスーパー解像度のためでなく、単に立体視目的として、可能であろう。

10

## 【 0 0 3 8 】

図10は、図1の多開口撮像装置10が、線長さ方向に対して平行な軸、またはx軸の周りでビーム偏向装置24の回転を可能にする手段50を更に含む場合を示す。回転軸は、例えば、光軸 $22_1 \sim 22_4$ の平面内にあるか、又は光学系 $16_1 \sim 16_4$ の直径の4分の1よりも小さい距離だけその平面から離れている。代替的に、回転軸が、例えば1つの光学系の直径よりも小さい距離、又は4個の光学系の直径よりも小さい距離だけさらに離れることも可能であろう。この手段50は、設定角度を適応的に変換させることでx軸周りのぼやけ(blurs)を補償することにより、及び/又は、図9を参照して説明した位置I及びIIの間でビーム偏向装置24をシフトするための、例えば装置10の画像安定化制御の一部になり得る。

20

## 【 0 0 3 9 】

更に、図10の多開口撮像装置10は、追加的または代替的に、x軸に沿った光学系 $16_i$ の並進移動(translatory movement)を可能にする手段52を含む得る。その手段52もまた、画像安定化の一部であってもよく、例えば、手段50を介する上述したぼやけ補償に対して垂直方向におけるぼやけに対し、効果を発揮し得る。

## 【 0 0 4 0 】

追加的または代替的に、装置10は、焦点調節のために、画像センサ12と光学系 $16_i$ との間の光軸 $22_i$ に沿った距離を調節する手段54を含む得る。手段54は、自動焦点制御によって、又は装置10が設置された装置のユーザーによる手動によって、制御され得る。

30

## 【 0 0 4 1 】

手段52は光学系のサスペンションとしての役割を担い、好ましくは図10に示すように、手段52は、設置高さを増大させないように、線長さ方向に沿って横方向に光学系に隣接して配置される。同様に、手段50及び54についても、それらが設置高さを増大させないように、好ましくは光路の平面内に配置される。

## 【 0 0 4 2 】

注意すべきは、光学系 $16_1 \sim 16_4$ は、例えば既に上述した透明基板を介してそれら同士間で互いに保持され得るだけでなく、例えば適切なフレームを介してビーム偏向装置に対して一定の相対位置で保持されてもよく、そのフレームは、好ましくは設置高さを増大させず、よって好ましくは構成要素12、14及び24の平面内又は光路の平面内に延びるものである。その相対位置の一貫性は、光軸に沿った光学系とビーム偏向装置との間の距離に限定されることができ、そのために、手段54が例えば光学系 $16_1 \sim 16_4$ とビーム偏向装置とを一緒に光軸に沿って並進方式で運動させる。光学系からビーム偏向装置までの距離は、チャネルの光路がビーム偏向装置24のセグメントによって横方向に制限されないように、最短距離に設定されることができ、これにより設置高さが低減される。さもないければ、光路を制限しないように、セグメント $26_i$ は、横方向拡張に関して光学系からビーム偏向装置までの最大距離のために寸法設定される必要があったであろう。追加的

40

50

に、上述したフレームの相対位置の一貫性は光学系とビーム偏向装置とをx軸に沿って互いに固定方式で保持することができ、その場合には、手段52が光学系16<sub>1</sub>~16<sub>4</sub>とビーム偏向装置とを一緒に線長さ方向に沿って並進方式で移動させるであろう。

【0043】

光学チャネルの光路を偏向するための上述したビーム偏向装置24と、多開口撮像装置の光学画像安定化制御のビーム偏向装置24の回転運動を発生させるアクチュエータ50とにより、2次元における画像または全体視野の安定化が可能になる。即ち、基板18の並進運動による、ビーム偏向装置とほぼ平行して延びる第1画像軸に沿った画像安定化と、ビーム偏向装置24の回転運動を発生させることによる、ビーム偏向前またはビーム偏向無しのときの光軸とほぼ平行に延びる、又は、偏向された光軸が考慮されるならばその光軸および線長さ方向に対して垂直方向の、第2画像軸に沿った画像安定化とである。さらに、上述した配置は、焦点調節を実現するため及びそれにより自動焦点機能を構成するために使用され得る上述したアクチュエータ54によって、上述したフレーム内に固定されたビーム偏向装置と線長さ方向に対して垂直なアレイ14との並進移動を可能にし得る。

【0044】

完璧を期すため、上述の説明について次のことに注意されたい。即ち、この装置は、画像センサ領域を介して捕捉するとき、各チャネル当たり1シーンの1画像、即ち画像センサ領域上にチャネルによって投影された画像を捕捉すること、及び、この装置は任意選択的にプロセッサを備えることができ、そのプロセッサは、複数の画像を全体視野におけるシーンに相当する1つの全体画像へと結合または合体させ、及び/又は、オブジェクトシーンの3D画像データ及び深度情報のような追加的データを提供することができる。これら追加的データは、深度マップの生成のため、及び、リフォーカシング(実際の捕捉後の画像定義領域の決定)、全焦点画像(All-in-Focus images)、仮想グリーンスクリーン(前景と背景の分離)など、ソフトウェア実現のためである。後者の作業は、そのプロセッサによって、又は外部的に実行されることができ、しかし、そのプロセッサは多開口撮像装置に対する外部の構成要素を表していてもよい。

【0045】

上述の説明に関し、ファセット26<sub>1</sub>はミラー化されていてもよいことにさらに留意すべきである。代替的に、キャリア基板の平行六面体形状部分に加え、別のミラーリングを省略できるように、ミラーリング材料の追加的材料を形成することも可能であろう。

【0046】

図11は、上述した種々の例の装置10が携帯電話やメディアプレーヤーなどの例えば携帯デバイス200の平坦なハウジング内に組み込まれ得ることを示し、その場合、例えば、画像センサ12又は画像センサ領域の平面とチャネル14の光学系のレンズ平面とが、平坦なハウジングの平坦な拡張方向に対して垂直に、または厚み方向に対して平行に、整列されている。そのようにして、例えば、ビーム偏向装置24は、多開口撮像装置10の全体視野が、例えばモニター204をも含む平坦なハウジングの前側202の正面になる、という効果をもたらすであろう。代替的に、前側202とは反対側の平坦なハウジングの裏側の正面に視野がくるように、偏向を行うことも可能であろう。光学チャネル14の光路が通過できるようにするため、ハウジングは、透過側202内に透明な窓206を有し得る。更に、前側及び/又は裏側の窓の開口部を通過する入光に影響を与えるために、(機械的に可動で、エレクトロクロミックの)切り替え可能なダイアフラムが取り付けられてもよい。ハウジング内への装置10の図示された配置に起因して、ハウジングの厚みと平行である装置10の設置高さが低く抑えられ得るので、デバイス200のハウジング又はデバイス自体は平坦であり得る。次のような切り替えを行うことも可能である。即ち、側面202と反対側の側面に窓が設けられており、ビーム偏向装置を2位置の間で移動可能とし、その一方の位置が他方の位置に対して回転されるように、例えば図9に示すような前面上および裏面上でミラーリングするミラーとしてビーム偏向装置を構成するか、又は、1つの位置のための一組のファセットと他の位置のための別の組のファセットとを有し、それらファセットの組同士が線長さ方向において互いに隣接して配置されている1

10

20

30

40

50

つのファセットミラーとして構成し、それら2つの位置間の切り替えが、ビーム偏向装置を線長さ方向に沿って並進方式で前後に移動させることで実行される。装置10を、例えば車両のような非携帯型でもあり得る他の装置の中に設置することも可能であろう。図12は、複数のモジュール10であって、それらのチャンネルの部分視野が完全に又は任意選択的に合同して同一視野をカバーするモジュールが、デバイス200内に設置された例を示しており、例えば立体的映像を目的として、それらモジュールの相互間に例えば両方のモジュールにとって同じである線長さ方向に沿う基礎距離Bを持つ様子を示す。3個以上のモジュールがあってもよい。それらモジュール10の線長さ方向は、同一線上になくてもよく、単に互いに平行であるだけでもよい。しかしながら、上述したように、複数のチャンネルがグループ単位で同じの全体視野を完全にカバーするように、1つの装置10又はモジュールが複数のチャンネルを備えてもよいことに留意すべきである。

10

**【0047】**

このように、上述の実施形態は、単一線状のチャンネル配置を有する多開口撮像装置の形態で実装されてもよく、各チャンネルは全体視野の1つの部分視野を伝送し、それら部分視野が部分的にオーバーラップしてもよい。3D画像を捕捉するためのステレオ、トリオ、クアトロなどの構造に関し、複数の当該多開口撮像装置を有する構造も可能である。その場合、複数のモジュールは連続線として構成され得る。その連続線は、複数の同等のアクチュエータと1つの共通のビーム偏向要素を使用してもよい。光路内に存在し得る1つ又は複数の増幅基板が、ステレオ、トリオ、クアトロ構造を形成し得るように、全長にわたって延びていてもよい。スーパー解像度のための方法も使用可能であり、その場合、複数のチャンネルが同じ部分画像領域を投影する。ビーム偏向ユニット上に必要なファセットの個数を減らすため、光軸は、ビーム偏向装置が無い場合でも偏位していてもよい。有利なことに、その場合、ファセットはただ1つの角度要素を有していてもよい。画像センサは一体形のユニットであってもよく、ただ1つの連続した画素行列または複数の非連続的なピクセル行列を持ち得る。画像センサは、例えば1つのプリント回路基板上に互いに隣接して配置された複数の部分的センサの組合せであってもよい。自動焦点駆動は、ビーム偏向要素が光学系と同期して動作するか又は静止するように、構成されてもよい。

20

【図1】

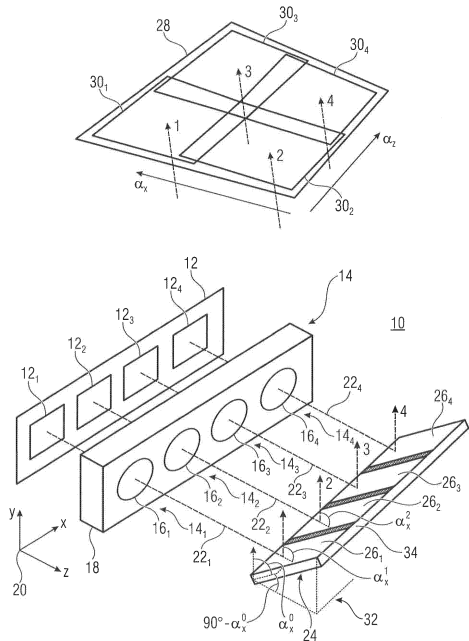


Fig. 1

【図2a】

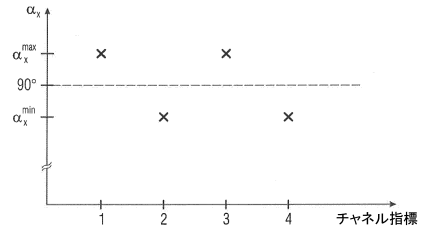


Fig. 2a

【図2b】

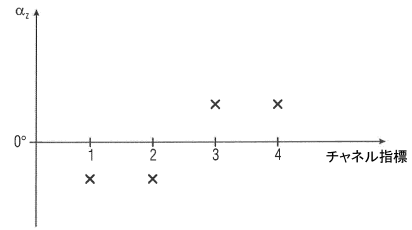


Fig. 2b

【図3a】

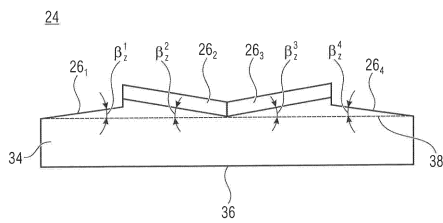


Fig. 3a

【図3c】

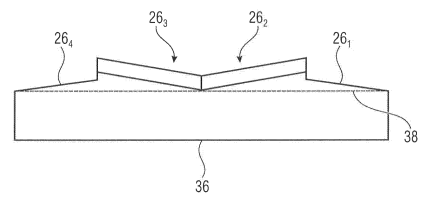


Fig. 3c

【図3b】

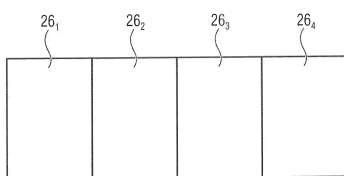


Fig. 3b

【図3d】

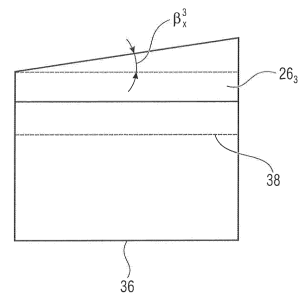


Fig. 3d

【 図 4 a 】

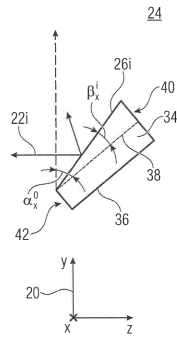


Fig. 4a

【 図 4 c 】

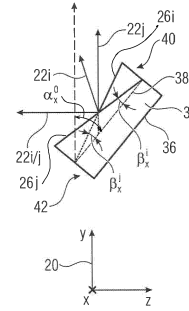


Fig. 4c

【 図 4 b 】

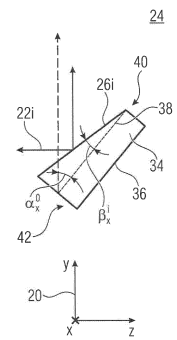


Fig. 4b

【 図 5 a 】

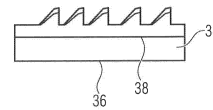


Fig. 5a

【 図 5 b 】

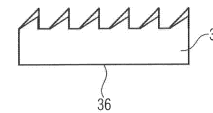


Fig. 5b

【 図 6 a 】

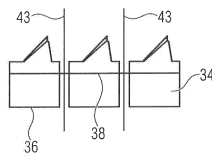


Fig. 6a

【 図 8 】

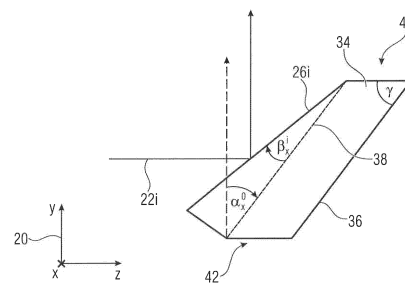


Fig. 8

【 図 6 b 】

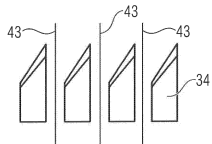


Fig. 6b

【 図 9 】

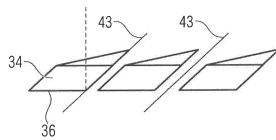


Fig. 7

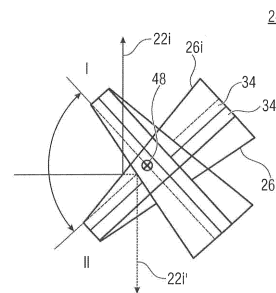


Fig. 9

【 図 1 0 】

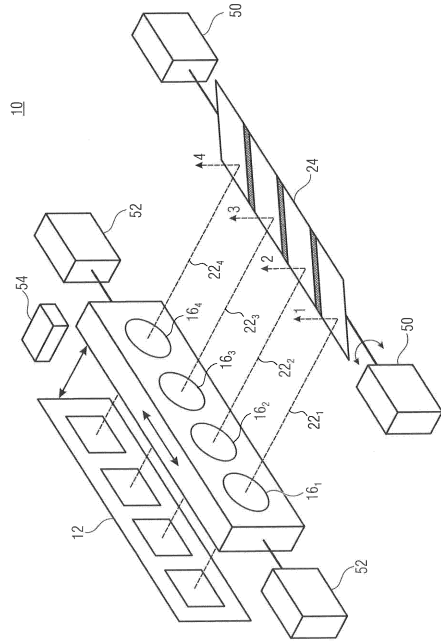


Fig. 10

【 図 1 1 】

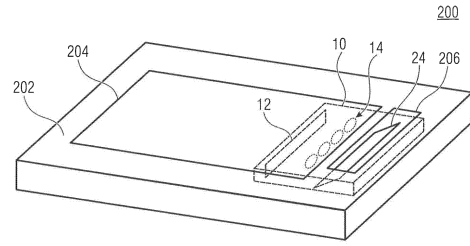


Fig. 11

【 図 1 2 】

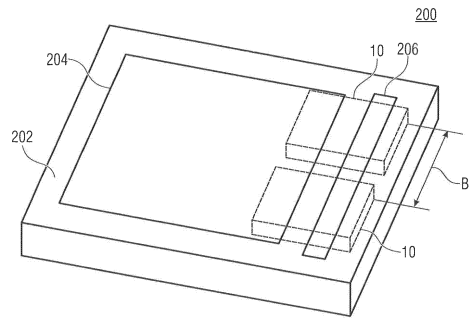


Fig. 12

【 図 1 3 a 】

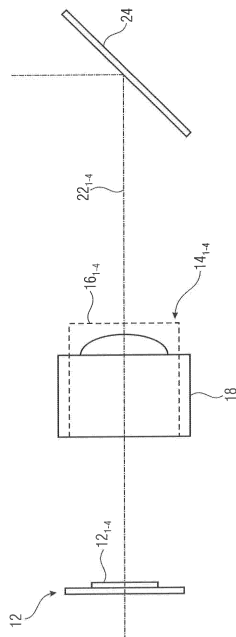


Fig. 13a

【 図 1 3 b 】

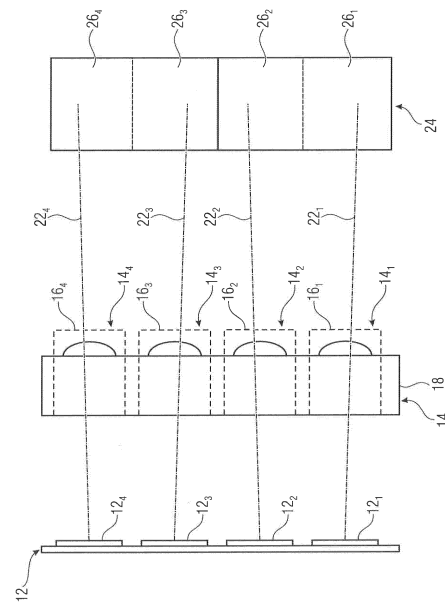


Fig. 13b

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>G 0 3 B</i>	<i>5/00</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 4 N	5/232	4 8 0
<i>G 0 2 B</i>	<i>7/04</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 4 N	5/225	4 0 0
<i>G 0 2 B</i>	<i>7/02</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 3 B	5/00	J
<i>G 0 2 B</i>	<i>5/09</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 2 B	7/04	E
<i>G 0 3 B</i>	<i>15/00</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 2 B	7/02	Z
			G 0 2 B	5/09	
			G 0 3 B	15/00	W

- (72)発明者 ブロイエル, アンドレアス  
 ドイツ連邦共和国 0 7 6 4 6 シュレーベン ラビス 1 9
- (72)発明者 オーベルデルステル, アレクサンデル  
 ドイツ連邦共和国 0 7 7 4 9 イェーナ カール-リープクネヒト-ストラッセ 6

審査官 登丸 久寿

- (56)参考文献 国際公開第2014/062481(WO, A1)  
 米国特許出願公開第2011/0102872(US, A1)  
 独国特許発明第102014213371(DE, B3)  
 特開2008-180773(JP, A)  
 特開2002-171430(JP, A)  
 特開2000-321410(JP, A)  
 特開2002-131518(JP, A)  
 米国特許出願公開第2009/0268081(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 0 3 B | 1 9 / 0 7 |
| G 0 2 B | 5 / 0 9   |
| G 0 2 B | 7 / 0 2   |
| G 0 2 B | 7 / 0 4   |
| G 0 2 B | 2 7 / 2 2 |
| G 0 3 B | 5 / 0 0   |
| G 0 3 B | 1 5 / 0 0 |
| G 0 3 B | 1 7 / 1 7 |
| H 0 4 N | 5 / 2 2 5 |
| H 0 4 N | 5 / 2 3 2 |