(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5292291号
(P5292291)

(45)発行日　平成25年9月18日(2013.9.18)　(24)登録日　平成25年6月14日(2013.6.14)

(51)Int.Cl.		F I		
H04N 5/225	(2006.01)	H04N	5/225	D
H01L 27/14	(2006.01)	H01L	27/14	D
G02B 3/00	(2006.01)	G02B	3/00	Z
G02B 7/02	(2006.01)	G02B	7/02	A

請求項の数 1　(全 23 頁)

(21)出願番号	特願2009-520799 (P2009-520799)
(86)(22)出願日	平成19年7月17日 (2007.7.17)
(65)公表番号	特表2009-544226 (P2009-544226A)
(43)公表日	平成21年12月10日 (2009.12.10)
(86)国際出願番号	PCT/US2007/016156
(87)国際公開番号	WO2008/011003
(87)国際公開日	平成20年1月24日 (2008.1.24)
審査請求日	平成22年7月15日 (2010.7.15)
(31)優先権主張番号	11/487,580
(32)優先日	平成18年7月17日 (2006.7.17)
(33)優先権主張国	米国(US)
(31)優先権主張番号	60/855,365
(32)優先日	平成18年10月31日 (2006.10.31)
(33)優先権主張国	米国(US)

前置審査

(73)特許権者　508021772
デジタルオプティクス・コーポレイション・イースト
ＤｉｇｉｔａｌＯｐｔｉｃｓ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ　Ｅａｓｔ
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(74)代理人　100101454
弁理士　山田　卓二
(74)代理人　100081422
弁理士　田中　光雄
(74)代理人　100100479
弁理士　竹内　三喜夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】カメラシステムの作製方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
カメラシステムの作製方法であって、
第１および第２のウエハを有し、複数の画像形成システムを形成する光学的積層体ウエハを位置合わせするステップと、
第１および第２のウエハの対向表面上にある領域において光学的積層体ウエハを固定するステップと、対向表面は互いに平行でかつ画像形成システムの光軸に対して垂直であり、
対向表面を貫通するように第１および第２のウエハを分断して、複数の光学的積層体を形成するステップと、各光学的積層体は画像形成システムを有し、
活性領域を有する検出器基板に光学的積層体を固定するステップとを有し、
屈折性表面の径は活性領域の対角線より小さく、
光学的積層体が許容可能か否かを診断するステップと、
活性領域が許容可能か否かを診断するステップと、
許容可能な光学的積層体のみを許容可能な活性領域に固定するステップと、
活性領域を含むように検出器基板を分断するステップとをさらに有することを特徴とする作製方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】

本発明の実施形態は、カメラシステムおよびカメラシステムを大量生産するための方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ますますより小型化するデバイスにカメラがより広く利用されるにつれ、カメラシステムの小型化、軽量化、薄型化、高品質化および低価格化の要求が増大している。しかし現在市販されているものは、すべてのデザインパラメータを最適かつ同時に満足するものではない場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】米国特許第6,096,155号明細書
【特許文献２】米国特許第6,669,803号明細書
【特許文献３】米国特許第7,208,771号明細書
【特許文献４】米国特許第7,224,856号明細書
【特許文献５】米国特許第5,912,872号明細書
【特許文献６】米国特許第6,027,595号明細書
【特許文献７】米国特許第6,451,150号明細書
【特許文献８】米国特許第6,483,627号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

本発明に係る実施形態は、カメラシステムおよび関連する方法に関し、関連技術が有する制限および不都合による１つまたはそれ以上の問題点を実質的に解消するものである。

【０００５】

本発明に係る実施形態の特徴は、カメラシステムおよび関連する方法を提供することであって、物品の画像形成するレンズシステムが検出器基板に固定される前に単品化される垂直光学的積層体を構成する。

【０００６】

本発明に係る実施形態の別の特徴は、検出器のためのカバー構造体の直上に固定された光学的積層体を有するカメラシステムおよび関連する方法を提供することである。

【０００７】

本発明に係る実施形態の別の特徴は、複数の光学的積層体が複数の検出器を含むウエハに固定されるカメラシステムおよび関連する方法を提供することである。

【０００８】

本発明に係る実施形態の別の特徴は、検出器のカバー構造体が光学的積層体を越えて延びるカメラシステムおよび関連する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明に係る上記および他の特徴および利点のうちの少なくとも１つが以下のカメラシステムを提供することにより実現される。すなわち、そのカメラシステムは、２つの基板を有する光学的積層体であって、光学的積層体は画像形成システムを構成し、各基板は互いに対して平行でかつ画像形成システムの光軸に対して垂直な２つの表面を有し、光学的積層体は２つの基板の対向する表面上に固定領域を有し、２つの基板はウエハレベルで固定領域において一体に固定され、２つの基板のうちの少なくとも１つの表面は画像システムの屈折性表面を有する光学的積層体と、活性領域を有する検出器基板と、少なくとも検出器基板の活性領域を保護するカバー構造体とを備え、光学的構造体はカバー構造体の上側表面に固定されるものである。

【００１０】

光学的構造体の屈折性表面の径は画像形成システムに対応する活性領域の対角線より小

さくてもよい。
【００１１】
このカメラシステムは、検出器基板を表面実装するために構成された導電性構造物を検出器基板の下側表面上に配設されている。
【００１２】
光学的積層体の少なくとも１つの基板は、カバー構造体の上側表面より小さい面積を有する。
【００１３】
２つの基板およびカバー構造体は、ウエハレベルで固定されるものであってもよい。
【００１４】
２つの基板は、同一の広がりを有していてもよい。
【００１５】
カバー構造体は、最後の光学部品を有するものであってもよい。
【００１６】
光学的積層体とカバー構造体との間に最後の光学部品を有していてもよい。
【００１７】
カバー構造体および検出器基板は、ウエハレベルで固定されるものであってもよい。
【００１８】
カバー構造体および光学的構造体は、ウエハレベルで固定されるものであってもよい。
【００１９】
カメラシステムは複数のサブカメラを有し、各サブカメラは光学的構造体の同一平面上に対応する屈折性表面を有するものであってもよい。
【００２０】
このカメラシステムは、対向する表面の固定領域の間にスペーサ構造体を有してもよい。スペーサ構造体は接着剤であってもよい。
【００２１】
電気的内部結線が活性領域から導電性構造物まで、検出器基板の端部の周りを包囲するように設けられてもよい。
【００２２】
カメラシステムにおいて、検出器基板が表面実装される回路基板を有し、導電性構造物が回路基板に半田付けされてもよい。
【００２３】
導電性構造物は半田であってもよい。
【００２４】
２つの表面は平坦な領域を有するものであってもよい。
【００２５】
固定領域は平坦であってもよい。
【００２６】
本発明に係る上記および他の特徴および利点のうちの少なくとも１つが以下のカメラシステムを提供することにより実現される。すなわち、そのカメラシステムは、第１の屈折性部品を有する第１の基板、第２の屈折性部品を有する第２の基板、および隣接する基板の間にある第１の分離体を有し、第１および第２の基板がウエハレベルで固定される光学的構造体と、活性領域を有する検出器基板と、光学的構造体と活性領域の間にある第２の分離体とを備え、第２の分離体が第１の分離体より小さいものである。
【００２７】
光学的構造体は、検出器基板に隣接する第３の基板を有していてもよい。
【００２８】
第１の分離体は第１および第２の基板の間にあるか、第２および第３の基板の間にあってもよい。
【００２９】

活性領域に最も近接する屈折性部品の径は、光学的構造体の他の屈折性部品の径より大きくてもよい。

【００３０】

カメラシステムは、活性領域をカバーするカバー構造体を有し、光学的構造体は、カバー構造体上に直接的に実装されるものであってもよい。

【００３１】

カメラシステムは、複数のサブカメラを有し、各サブカメラはそれぞれ、第１の基板の第１の表面上に第１の屈折性部品、および第２の基板の第１の表面上に第２の屈折性部品を有していてもよい。

【００３２】

本発明に係る上記および他の特徴および利点のうちの少なくとも１つが以下のカメラシステムを提供することにより実現される。すなわち、そのカメラシステムは、第１の径を有する第１の屈折性部品を有する第１の基板と、第１の遮蔽開口部を有する第１の遮蔽体と、第１の径より大きい第２の径を有する第２の屈折性部品を有する第２の基板と、活性領域を有する検出器基板と、第１の遮蔽体と検出器基板との間にある第２の遮蔽体とを備え、検出器基板は第１の基板より第２の基板より近接して配置され、第１の基板、第２の基板および検出器基板のうちのすくなくとも２つは、ウエハレベルで固定され、第２の遮蔽体は、第１の遮蔽開口部より大きい第２の遮蔽開口部を有するものである。

【００３３】

第１の遮蔽体は、第１の基板上にあってもよいし、検出器基板からより離れた第１の基板の第１の表面上にあってもよい。

【００３４】

本発明に係る上記および他の特徴および利点のうちの少なくとも１つが以下のカメラシステムの作製方法を提供することにより実現される。すなわち、その作製方法は、第１および第２のウエハを有し、複数の画像形成システムを形成する光学的積層体ウエハを位置合わせするステップと、第１および第２のウエハの対向表面上にある領域において光学的積層体ウエハを固定するステップと、対向表面は互いに平行でかつ画像形成システムの光軸に対して垂直であり、対向表面を貫通するように第１および第２のウエハを分断して、複数の光学的積層体を形成するステップと、各光学的積層は画像形成システムを有し、活性領域を有する検出器基板に光学的積層体を固定するステップとを有し、屈折性表面の径は活性領域の対角線より小さいことを特徴とするものである。

【００３５】

光学的積層体を固定するステップは、検出器基板が検出器ウエハの一部であるとき、光学的積層体を検出器基板に固定するステップを有していてもよい。

【００３６】

この作製方法は、カバー構造体ウエハを検出器ウエハに固定するステップをさらに有していてもよい。

【００３７】

この作製方法は、対向表面を貫通するように、固定されたカバー構造体ウエハ、検出器ウエハおよび光学的積層体ウエハを分断して、複数のカメラシステムを形成するステップを有し、各カメラシステムがカバー構造体、検出器および光学的積層体を有していてもよい。

【００３８】

光学的積層体のうちの少なくとも１つの基板は、カバー構造体の上側表面領域より小さい表面領域を有していてもよい。

【００３９】

この作製方法は、光学的積層体が許容可能か否かを診断するステップと、活性領域が許容可能か否かを診断するステップと、許容可能な光学的積層体のみを許容可能な活性領域に固定するステップとをさらに有していてもよい。

【００４０】

この作製方法は、平行な対向表面上の固定領域の間にスペーサ構造体を設けるステップをさらに有する。

【００４１】

スペーサ構造体は接着剤であり、接着剤に光路を穿孔することにより形成してもよい。

【００４２】

本発明に係る上記および他の特徴および利点のうちの少なくとも１つが以下のカメラシステムの作製方法を提供することにより実現される。すなわち、その作製方法は、第１および第２のウエハを有し、複数の画像形成システムを形成する光学的積層体ウエハを位置合わせするステップと、第１および第２のウエハの対向表面上にある領域において光学的積層体ウエハを固定するステップと、対向表面は互いに平行でかつ画像形成システムの光軸に対して垂直であり、平行な表面を貫通するように第１および第２のウエハを分断して、複数の光学的積層体を形成するステップと、各光学的積層は画像形成システムを有し、活性領域を有する検出器基板に光学的積層体を固定するステップと、カメラシステムを表面実装するために構成された導電性構造物を検出器基板の下側表面上に形成するステップとを有するものである。

【００４３】

この作製方法は、活性領域から導電性構造物まで、検出器基板の端部の周りを包囲する電気的内部結線を形成するステップを有するものである。

【００４４】

この作製方法は、平行な対向表面上の固定領域の間にスペーサ構造体を設けるステップをさらに有する。

【００４５】

スペーサ構造体は、接着剤であってもよい。この作製方法は、接着剤に光路を穿孔するステップをさらに有する

【００４６】

この作製方法は、回路基板を提供するステップと、導電性構造物と回路基板を固定するために半田リフロするステップとを有する。

【００４７】

導電性構造物が半田である。

【図面の簡単な説明】

【００４８】

【図１Ａ】本発明に係る実施形態によるカメラシステムの概略的な側面図である。

【図１Ｂ】図１Ａのカメラシステムの概略的な斜視図である。

【図１Ｃ】図１Ａのカメラシステムの断面図である。

【図１Ｄ】図１Ｃの光学的積層体を含むカメラシステムの断面図である。

【図１Ｅ】図１Ｄのカメラシステムの平面図である。

【図２Ａ】図１Ｄの光学的積層体を作製する方法の段階（ステップ）を示す断面図である。

【図２Ｂ】図１Ｄの光学的積層体を作製する方法の段階（ステップ）を示す断面図である。

【図３Ａ】本発明に係る実施形態による図１Ｄのカメラシステムを作製する方法の段階を示す断面図である。

【図３Ｂ】本発明に係る実施形態による図１Ｄのカメラシステムを作製する方法の段階を示す断面図である。

【図４Ａ】本発明に係る別の実施形態による光学的積層体を作製する方法の段階を示す断面図である。

【図４Ｂ】本発明に係る別の実施形態による光学的積層体を作製する方法の段階を示す断面図である。

【図５】ウエハレベルで固定されるセンサ基板および凹面部材を有する光学基板の断面図である。

【図６Ａ】本発明に係る実施形態による図４Ｂおよび図５に示す部品を有するカメラシステムを作製する方法の段階を示す断面図である。
【図６Ｂ】本発明に係る実施形態による図４Ｂおよび図５に示す部品を有するカメラシステムを作製する方法の段階を示す断面図である。
【図７Ａ】本発明に係る別の実施形態によるカメラシステムの概略的な分解斜視図である。
【図７Ｂ】携帯デバイスに組み込まれた図７Ａのカメラシステムを示す。
【図８Ａ】本発明に係る別の実施形態によるカメラシステムを製造する方法の段階を示す断面図である。
【図８Ｂ】本発明に係る別の実施形態によるカメラシステムを製造する方法の段階を示す断面図である。
【図９Ａ】本発明に係る別の実施形態によるカメラシステムの概略的な側面図である。
【図９Ｂ】図９Ａのカメラシステムの概略的な断面図である。
【図１０】本発明に係る別の実施形態によるカメラシステムの概略的な側面図である。
【図１１】本発明に係る別の実施形態によるカメラシステムの概略的な側面図である。
【発明を実施するための形態】
【００４９】
本発明に係る上記および他の特徴および利点は、当業者にとっては添付図面を参照しながら以下の実施形態の詳細な説明を参照すると明白である。
【００５０】
添付図面を参照しながら、本発明に係る実施形態についてより詳細に以下説明する。本発明は、さまざまな実施形態において具現化することができ、本明細書に記載の実施形態に限定して解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、その開示内容が十分かつ完全であり、当業者に対し本発明の概念を明瞭に開示するように提供されるものである。
【００５１】
図面を明確とするために、層および領域の厚みが誇張される場合がある。ある層が別の層または基板の直接的に「上に」と記載された場合、別の層または基板の直上にあるか、もしくは介在する層があるものと理解されたい。さらに、ある層が別の層または基板の直接的に「下に」と記載された場合、別の層または基板の直下にあるか、もしくは介在する層があるものと理解されたい。加えて、ある層が２つの層の間にあると記載された場合、２つの層のみの間にあるか、２つ以上の層が介在するものと理解されたい。図面全体を通して、同様の符号は同様の構成部品を示す。本明細書で用いられる「ウエハ」なる用語は、その上の平坦な表面上に複数の構成部品が形成され、この平坦な表面を分断して、最終的な利用に供されるものを意図するものである。また本明細書で用いられる「カメラシステム」なる用語は、光信号を画像取込システムなどの検出システムへ搬送し、画像などの情報を出力する光学的画像システムを含む任意のシステムを意図するものである。
【００５２】
本発明に係る実施形態によれば、検出器の活性領域の対角線より小さい径を有するレンズなどを用いたカメラシステムは、ウエハレベルで固着された少なくとも２つの基板を有する光学的積層体を有するものであってもよい。光学的積層体は、光学的画像システムを有していてもよい。光学的積層体は、検出器を保護する被覆構造体に直接的に固着するものであってもよいし、被覆構造体が光学的積層体の一部であってもよい。被覆構造体は光学的積層体を越えて延びるものであってもよい。
【００５３】
本発明に係る実施形態によるカメラシステムを図１Ａ～図１Ｃに示す。図１Ａ～図１Ｃにおいて、単一の画像システムがすべての色に対して用いられ、カラーフィルタアレイが検出器アレイ２４上に直接的に配設されていてもよい。当然に、画像システムは、以下説明するように、各カメラの複数のサブカメラを構成する３つまたは４つなどの任意の数で提供され、カラーフィルタアレイの各カラーフィルタのデザインと配置位置は適宜変更してもよい。

【００５４】
図１Ａおよび図１Ｂにおいて、さまざまな光路がオブジェクトからのさまざまなフィールドポイント（field points）に対応している。画像システムは、第１の基板１１０、第２の基板１２０および第３の基板１３０を含む光学的積層体１４０に具現化されるものであってもよい。
【００５５】
第１の基板１１０の第１の表面は、画像システムの焦点距離に影響を与え、そして／または収差を補正するなどして、入射光の画像形成を支援する第１の屈折性表面１１２であってもよい。第１の基板１１０の第２の表面１１４は平坦で、赤外線フィルタ１１５を有するものであってもよい。この構成は適宜変更でき、赤外線フィルタ１１５任意の表面に設けてもよい。
【００５６】
第２の基板１２０の第１の表面１２２は、光の画像形成のさらなる支援を可能にする回折性部品１２３を有するものであってもよい。第２の基板１２０の第２の表面は、光の画像形成をさらに支援可能な第２の屈折性表面１２４を有するものであってもよい。
【００５７】
第３の基板１３０の第１の表面は、第３の屈折性表面１３２を有するものであってもよい。第３の屈折性表面１３２は、画像フィールドを平坦化して、図１Ｂに示すように画像ポイントを同一平面１３５上で像形成して、検出器アレイ２４上に画像形成してもよい。
【００５８】
図１Ａおよび図１Ｂに示すように、第１の屈折性表面１１２および第２の屈折性表面１２４は凸面であり、第３の屈折性表面１３２は凹面であってもよい。当然に、以下詳細に説明するように、少なくとも１つの凹部と少なくとも１つの凸部とを有するより複合的な非球面屈折性表面を特定のデザインのために採用してもよい。
【００５９】
画像形成媒体としてセンサを用いるカメラは、フィルムを用いるカメラとは異なり、像形成平面に直交して配置される光学部品を有していてもよい。図１Ｂおよび図１Ｃに示すように、最後の基板、ここでは第３の屈折性表面１３２を有する第３の基板１３０は、検出器アレイ２４に直接的に固着されるものであってもよい。光学的積層体１４０と検出器アレイを固着するためのさまざまな形態について以下詳細に説明する。検出器アレイ２４がカバープレートを有する場合、第３の基板１３０はカバープレートに接合させてもよい。検出器アレイがカバープレートを有さない場合、第３の基板１３０は、検出器アレイに設けられた複数のマイクロレンズをカバーし包囲するために固定され、そして環境因子から検出器アレイを封止するためのカバープレートとして機能させるものであってもよい。
【００６０】
こうした構成により、能動的に焦点を調整する必要性を排除することができる。追加的な光学部品を用いて、所望の焦点距離および／または色収差からの逸脱を補償することができる。
【００６１】
図１Ｃの断面図においてより詳細に図示するように、第１、第２および第３の基板１１０，１２０，１３０は、画像システムの光軸に対して垂直な対向平坦領域を有し、その上に光学的要素１１２，１１５，１２３，１２４，１３２が形成されていてもよい。レンズシステム内のすべての構成要素の傾きを制御することができるので、こうした平坦領域を有する基板を用いることは有用である。また平坦領域を有する基板を用いることにより、構成部品を積層し、そして対向する平坦領域を直接的に接合することを可能にし、光学部品の３つの軸に沿った位置合わせを可能にし、ウエハレベルでの作製（アセンブリ）を支援してハウジング部材の必要性を排除することができる。基板の平坦領域は、各光学部品の周りの周縁部にあり、そして／または適当なマテリアル（material：部材）を積層することにより、各光学部品の周縁部の周りに形成されるものであってもよい。択一的には、たとえば同一の譲受人に譲渡された米国特許第6,096,155号に開示されたように、スタン

ドオフ内の溝に接着剤を充填して、平坦でない固着領域において基板を固着させてもよい。これらの固着領域は、同様に、光学部品が形成される表面上に配設されるものであってもよい。

【００６２】

カメラは、パワー（power：レンズジオプタ）を有する光学部品間における能動的な焦点調節機能を有するものとして設計されていないので、間隔（分離体）Ｓ１２，Ｓ２３は正確に規制される。間隔（分離体）Ｓ１２に関するいくつかの事例では、薄いスペーサが好ましい場合がある。間隔（分離体）Ｓ２３に関する別の事例では、より厚いスペーサが必要となる場合がある。いずれの事例においても、複数の光学部品間のＸ方向すなわち光軸に沿った距離を正確に規制し、光学部品を粒子、小片（debris）および他の環境因子から保護するために封止するような分離体を設けることが好ましい。分離体Ｓ１２，Ｓ２３を光路上から外して配置することは、少なくとも２つの理由で好適である。第１に、光を空気中に伝播させることにより、カメラの全体的な長さを短くしやすくなる。第２に、分離体がレンズ開口部の外側に配置されていれば、不透明材料を用いて、分離体を遮蔽体（バッフル）として機能させることができる。

【００６３】

必要とされる間隔に依存するが、分離体Ｓ１２，Ｓ２３は、リソグラフィ技術を用いて、あるいは別個のウエハを用いて具現化することができる。利用可能なリソグラフィ技術は、光学部品の周縁部が光学部品の最上部より上方に配置されるように、マテリアル（部材）を積層し、光学部品を平坦な基板上にパターン形成またはエッチングすることを含む。マテリアルが積層され、パターン形成された場合、たとえば金属や光吸収性ポリマなどの不透明性または光吸収性のマテリアルを用いることができる。たとえばＳＵ－８などのポリマを用いて、リソグラフィ技術により、５０～１００μｍの厚みに制御しつつパターン形成することができる。ただし、こうしたポリマは透光性を有していてもよいので、遮光材（baffle）として機能させるため、不透明材料をコーティングしてもよいし、吸光性を有するように着色してもよい。同一の譲受人に譲渡された米国特許第5,912,872号および米国特許第6,096,155号等に開示されたようにスタンドオフを形成するか、あるいは同一の譲受人に譲渡された米国特許第6,669,803号に開示されたようにスペーサウエハを形成してもよい。これらの米国特許文献はここに一体のものとして参考に統合される。さらに、固着すべき表面上に接着層などの層を設け、必要な光路を貫通させるために層に適当な通路を穿孔することによりスタンドオフを形成してもよい。

【００６４】

さらに、金属などの不透明で吸光性マテリアルからなる最初の分離体Ｓ０１は、光学的積層体１４０のトップ表面上、すなわち第１の屈折性表面と同一の表面上に形成してもよい。最初の分離体Ｓ０１は、主要な開口絞りとして機能することもできる。最初の分離体Ｓ０１は、リソグラフィ技術を用いて第１の基板１１０上に形成される。

【００６５】

最小限のエアギャップ（空気の間隙）、対向する光学的表面の間のエアギャップ、すなわちたとえば約５～１０μｍのオーダといった、屈折性表面または回折性部品の最上部と対向する基板表面の間のエアギャップにより、それぞれの光学部品が適正に作動しやすくなる。さらに、光は空気中では基板中より大きい角度で屈折するため、より大きいエアギャップを設けて、より小型に設計することができる。同様に、異なる光学的効果のために異なる焦点距離を有するレンズシステムを提供すると、上述と同様、異なるレンズシステムに対して異なるエアギャップを設けることができる。

【００６６】

図１Ｃに示す特定の実施形態において、検出器アレイ２４に像を満たすことができるように分離体Ｓ２３は分離体Ｓ１２より厚く、分離体Ｓ１２，Ｓ２３の両方は、最後の基板１３０と検出器アレイ２４の間の分離体（エアギャップがまったくなくてもよいが）より大きい。最初の屈折性表面と最後の屈折性表面の間により大きいエアギャップを設けることにより、本発明の実施形態に係る光学積層体１４０と検出器アレイ２４との間のギャッ

プを極力小さく抑えつつ、光学的システムと光学的センサとの間にスペースを必要とする従来式のアプローチに比して、カメラをより薄く作製することができる。分離体Ｓ０１，Ｓ１２，Ｓ２３は、異なるマテリアルで異なる手法で作製してもよい。

【００６７】

図１Ａ～図１Ｃ中の最も大きいエアギャップは、最後の屈折性部品１３２の前であるが、最初の屈折性部品１１２の後に形成される点について留意されたい。従来式のカメラ設計において、最大のエアギャップは、通常、最後の光学部品とセンサとの間に形成される。この実施形態が従来式の態様と異なるのはいくつかの理由がある。第１に、できるだけ大きなエアギャップをカメラ内に設けることにより、カメラの厚みを最小限に抑えることができる。一般に、光は基板中よりも空気中において大きな角度で伝播するので、エアギャップが大きいほど、厚みを極力小さくすることができる。ただし、基板が構成部品を保持するための空間も必要であり、エアギャップを設けることにより、厚みを最小限に抑えるとともに、特性を最適化することを支援することができる。

【００６８】

さらに、複数の屈折性表面のうちの少なくとも１つの表面の透明な開口部、およびすべての屈折性表面のおそらくは透明な開口部は、検出器アレイ２４の活性領域より小さくてもよい。各レンズ部品の開口を小さくすると、屈折性表面のそれぞれのサグ（撓み：sag）を小さくすることができる。一般に、各屈折性表面は、ウエハにエッチングする場合には特に、その撓みが小さいほど作製がより容易で安価にすることができる。一般に、屈折性表面の径が小さいほど、撓みは小さくなる。一番最後の表面まで、検出器アレイ２４の活性領域よりビーム径を小さくすることにより、屈折性表面の径を極力小さくすることができる。

【００６９】

この最後の表面を用いて、ビーム径を増大すると同時に、フィールドを平坦化することができる。このようにフィールド平坦化部材を用いたとき、フィールド平坦化部材は、入射瞳の径とセンサの径の中間の径を有していてもよい。さらに、この実施形態において、第１の屈折性凸状表面１１２が入射瞳と等しい開口を有するように、入射瞳は第１の屈折性凸状表面１１２上に配置される。すなわち、フィールド平坦化部材は、第１の屈折性表面１１２の開口と検出器アレイ２４の活性領域の開口の中間の開口を有していてもよい。

【００７０】

すなわち、より小さい径の屈折性表面を入射瞳にまたは近接して配置して、光が入射瞳から検出器アレイ２４の活性領域に伝播するとき、すべての光学部品の開口が拡張してもよい。最終的な屈折性表面は、第１の屈折性表面１１２の径と検出器アレイ２４の活性領域の径の中間の径を有するものであってもよい。

【００７１】

カメラを設計する際、第１および第２の屈折性表面１１２，１２４の径、すなわちサグを小さく維持するためには、第３の屈折性表面１３２は凹面状で、フィールド平坦化部材として機能するとともに、フィールドサイズを増大させるように機能する。フィールド平坦化部材を用いた場合、第３の屈折性表面１３２の前に、大きなエアギャップを必要とする場合がある。

【００７２】

上述のように、センサダイは、通常、光学ダイより大きい。サイズの違いは、上記のようにカメラシステムにおいては発散し、このとき検出器の活性領域の対角線より小さい径を有するレンズが用いられる。換言すると、レンズは検出器とは異なるピッチを有する。こうした任意の設計において、カメラシステムの製造歩留まりが重要な意義を有する場合、すべての構成部品をウエハレベルで固着させること、および検出器を基板上に設けることは、こうしたカメラシステムを製造する際の最も経済的な手法ではあり得ない。

【００７３】

本発明に係る実施形態によるカメラシステム１００が図１Ｄおよび図１Ｅに図示されている。カメラシステム１００は、光学的積層体１４０に加え、カバープレート１５０、ス

タンドオフ１６０、および検出器基板１７０を有する。検出器基板１７０は、活性領域１７６、マイクロレンズのアレイ１７４、およびボンディングパッド１７２を有する。

【００７４】

スタンドオフ１６０は、光学的積層体１４０と検出器基板１７０の間の正確な間隔を設けるものである。カバープレート１５０およびスタンドオフ１６０は、活性領域１７６を封止するものである。

【００７５】

スタンドオフ１６０は検出器基板１７０およびカバープレート１５０とは別体の部品であるように図示されているが、スタンドオフは、検出器基板１７０およびカバープレート１５０の一方または両方と一体のものであってもよい。さらにスタンドオフ１６０の側壁は、ダイシング工程およびパターン形成工程により形成されて、直線的であるように図示されているが、スタンドオフ１６０が利用される特定の構成材料の所定のエッチング角度で形成される手法に応じて、傾斜しているものであってもよい。別の実施例によれば、同一の譲受人に譲渡された米国特許第6,669,803号に開示され、ここに一体のものとして参考に統合されるように、スタンドオフ１６０は、検出器基板１７０およびカバープレート１５０の一方または両方に正確に配置された接着剤であってもよい。

【００７６】

カバープレート１５０は、面取りされた端部を有するものとして図示されているが、カバープレート１５０の作製プロセスで生じる副産物であり、異なるプロセスにより作製してもよい。たとえばダイ切断される表面より下方の構成部品を保護する必要があるとき、固着したすべてのウエハを分断するようにダイ切断されることはなく、傾斜したダイ切断ブレードが用いられることがある。さらにカバープレート１５０は、カメラシステム１００により記録すべき光に対して透明であり、ガラス製であってもよい。

【００７７】

図１Ｄおよび図１Ｅの両方から明らかであるが、上述したようにより小さい径とした結果、光学的積層体１４０は検出器基板１７０より小さくてもよい。図１Ｅに示す特定の実施例では、光学的積層体１４０は１．３ｍｍ×１．５ｍｍであり、活性領域は１．０ｍｍ×１．５ｍｍである。検出器基板１７０は２．０ｍｍ×３．０ｍｍである。屈折性表面１１２，１２４，１３２の径が大きくなっていることが認められ、これらの径は活性領域１７６の対角線よりも小さい。

【００７８】

この径の違いは、光学的積層体１４０が同一サイズのウエハから検出器基板１７０より数多く形成され得ることを意味する。すなわち、光学的積層体１４０を検出器基板１７０に固着して単品化する前に、光学的積層体１４０を形成することにより、製造コストを低減することができる。とりわけ、光学的積層体１４０の良品のみを検出器基板１７０に固定されるので、光学的積層体１４０の歩留まりはあまり高くなくてもよい。さらに、光学的積層体と検出器基板はウエハレベルで固定される場合に比して、同一の材料でより数多くの光学的積層体１４０を形成することができる。

【００７９】

光学的積層体１４０を製造する方法の段階（ステップ）を図２Ａおよび図２Ｂに示す。図から明らかなように、光学的積層体１４０’は、屈折性表面１１２をそれぞれ有する第１の基板１１０からなる第１のウエハ１１０’と、屈折性表面１２４をそれぞれ有する第２の基板１２０からなる第２のウエハ１２０’と、屈折性表面１３２をそれぞれ有する第３の基板１３０からなる第３のウエハ１３０’とを有する。第１および第２のウエハ１１０’，１２０’はそれぞれの分離体Ｓ１２により固定され、第２および第３のウエハ１２０’，１３０’はそれぞれの分離体Ｓ２３により固定される。

【００８０】

図２Ａに示すように、第１、第２および第３のウエハ１１０’，１２０’，１３０’は、位置合わせされ、固定された後、図２Ｂに示すように、ダイ切断ステップやエッチングステップなどにより垂直方向に分断して、個別の光学的積層体１４０を形成してもよい。

【００８１】
図３Ａおよび図３Ｂに示すように、個別の光学的積層体１４０をカバーウエハ１５０’と位置合わせし、固着した後さらに、それぞれのスタンドオフ１６０を介して、カバーウエハを検出器基板１７０’に固着することができる。図３Ａに示すように、個別の光学的積層体１４０をカバーウエハ１５０’と位置合わせし、固着した後、ダイ切断ステップやエッチングステップ等により、検出器基板１７０’およびカバーウエハ１５０’を垂直方向に分断して、個別のカメラシステムを作製することができる。図３Ｂに示すように、カバーウエハ１５０’および検出器ウエハ１７０’に対する垂直方向の分断ステップは異なる技術を用いて行ってもよい。たとえば同一の譲受人に譲渡され、ここに一体のものとして参考に統合される米国特許第7,208,771号に開示されたように、図３Ｂに示す特定の実施例では、カバーウエハ１５０’はその上側表面からダイ切断することにより分断し、検出器基板１７０’はその下側表面からダイ切断することにより分断してもよい。この分断ステップにより、接触パッド１７２を露出させてもよい。
【００８２】
本発明に係る別の実施形態によるカメラシステム２００を図４Ａ～図６Ｂに示す。この実施形態において、最後の屈折性表面２３２（たとえば凹状表面）を有するカバー光学基板２３０をカバープレート１５０の代わりに用いて、構成部品を省略することができる。ただし、被覆構造体として、単純なカバープレートの代わりにこうしたカバー光学基板を用いると、カバー光学基板２３０と光学的積層体２４０の間のより厳格な位置合わせが必要となる。さらに、構成部品が光学的システムに存在しなくなるので、光学的積層体２４０を検出器基板１７０に固着する前に、光学的積層体２４０の許容性をテストすることが困難となり得る。
【００８３】
光学的積層体２４０を製造する方法の段階（ステップ）を図４Ａおよび図４Ｂに示す。図から明らかなように、光学的積層体２４０’は、レンズ１１２をそれぞれ有する第１の基板１１０からなる第１のウエハ１１０’と、レンズ１２４をそれぞれ有する第２の基板１２０からなる第２のウエハ１２０’とを有する。第１および第２のウエハ１１０’，１２０’はそれぞれの分離体Ｓ１２により固定される。分離体Ｓ２３のそれぞれが第２のウエハ１２０’の下側表面上に設けられている。
【００８４】
図４Ａに示すように、第１および第２のウエハ１１０’，１２０’は、位置合わせされ、固定された後、図４Ｂに示すように、ダイ切断ステップやエッチングステップなどにより垂直方向に分断して、個別の光学的積層体２４０を形成してもよい。
【００８５】
図５は、それぞれのスタンドオフ２６０を介して、検出器ウエハ１７０’に固着された光学的カバーウエハ２３０’の断面図である。凹状の屈折レンズは、光学的カバーウエハ２３０’が検出器ウエハ１７０’に固定される前または後に形成される。さらに、光学的積層体２４０上に分離体Ｓ２３を設ける代わりに、あるいはこれに追加的に光学的カバーウエハ２３０’の上にも分離体Ｓ２３を設けてもよい。
【００８６】
図６Ａおよび図６Ｂに示すように、個別の光学的積層体２４０を光学的カバーウエハ２３０’と位置合わせし、固着した後さらに、それぞれのスタンドオフ２６０を介して、カバーウエハを検出器基板１７０’に固着することができる。図６Ａに示すように、個別の光学的積層体２４０を光学的カバーウエハ２３０’と位置合わせし、固着した後、ダイ切断ステップやエッチングステップ等により、検出器基板１７０’およびカバーウエハ１５０’を垂直方向に分断して、個別のカメラシステムを作製することができる。図６Ｂに示すように、カバーウエハ２３０’および検出器ウエハ１７０’に対する垂直方向の分断ステップは異なる技術を用いて行ってもよい。図６Ｂに示す特定の実施例では、光学的カバーウエハ２３０’はその上側表面からダイ切断することにより分断し、検出器ウエハ１７０’はその下側表面からダイ切断することにより分断してもよい。この光学的カバーウエ

ハ２３０’の分断ステップにより、スタンドオフ２６０に影響を与え、たとえば部分的に切除してもよい。この分断ステップにより、接触パッド１７２を露出させてもよい。

【００８７】

図７Ａに示すように、本発明に係る別の実施形態によるカメラシステム３００は、４つのサブカメラを有していてもよい。カメラシステム３００は、光学的積層体３４０と、カバープレート３５０と、検出器基板３７０とを有するものであってもよい。

【００８８】

光学的積層体３４０は、フィルタ基板３０２、第１の基板３１０、第２の基板３２０、および第３の基板３３０を有する。フィルタ基板３０２は、その第１の表面に一連のレンズ（レンズアレイ）３０４、およびその第２の表面に一連のカラーフィルタ（カラーフィルタアレイ）３０６を有するものであってもよい。第１の基板３１０は、一連の第１の屈折性表面（第１の屈折性表面アレイ）３１２を有する。第２の基板３２０は、一連の第２の屈折性表面（第２の屈折性表面アレイ）３２４を有する。第３の基板３３０は、一連の第３の屈折性表面（第３の屈折性表面アレイ）３３２を有する。

【００８９】

各サブカメラは、カラーフィルタ３０６、ならびに第１、第２および第３の屈折性表面３１２，３１４，３２３を有するものであってもよい。３つのサブカメラのそれぞれに対し、カラーフィルタ３０６は赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタであってもよい。４つ目のフィルタは、緑色であるか、完全に透明であってもよく、そのサブ撮像器は、他のサブカメラとは異なる焦点距離を有していてもよい。択一的には、４つのサブカメラ態様において、複数のレンズ、すなわち４つのレンズには個々のカラーフィルタを設けず、ベイヤーパターン（Bayer pattern）を有し、異なる光学的効果を実現するために、たとえば望遠レンズ、広角レンズ、マクロレンズ、魚眼レンズなどのＩＬＡにおける他のレンズシステムとは異なる焦点距離を有するレンズには個々のカラーフィルタを設けなくてもよい。さらに、各レンズシステムは、異なる焦点距離を有し、かつ、フルカラーを実現するためにベイヤーパターンを有するものであってもよい。

【００９０】

繰り返しになるが、光学的積層体３４０は、検出器基板３７０より小さくてもよいし、上述のカメラシステム３００を製造するための上記いずれかの方法を採用することができる。ここで、各サブカメラのレンズ径は、サブカメラが像形成するそれぞれの活性領域の対角線より小さい。

【００９１】

さらに図７Ａに示すように、カバープレート３５０および検出器基板３７０は同一の広がり（coextensive）を有していてもよく、検出器基板３７０は、検出器基板の端部の周りを包囲するように設けられた電気的内部結線３７２および導電性構造物３７４であって、検出器基板３７０の活性領域を回路基板に電気的に接続するためのものを有するものであってもよい。択一的には、ここに一体のものとして参考に統合される、同一の譲受人に譲渡された米国特許第7,224,856号に開示されたように、活性領域は、検出器基板３７０の下側表面に設けた複数の導電性バイアホールを介して導電性構造物に接続してもよい。

【００９２】

本実施形態に係る画像形成システムを構成するすべての構成部品は、図７Ｂに示すように、導電性構造物３７４を回路基板３８０に固定するために必要とされる温度条件に耐えることができる。たとえば、導電性構造物３７４が半田であるとき、画像形成システムを構成するすべての構成部品は、半田リフロ条件に耐えることができるものである。すなわち、本発明に係る実施形態による光学的積層体３４０を含む検出器基板３７０は、たとえばリフロ半田を用いて回路基板３８０に表面実装されるものであってもよい。とりわけ、プラスティック製の筐体はもはや必要ではなく、複製マテリアルまたはガラスに、すべての構成部品を形成することができ、画像形成システムは、カメラを表面実装する場合に直面する条件にあまり影響を受けないようにすることができる。

【００９３】

図７Ｂに示すように、回路基板３８０をセル方式電話などの携帯デバイスに組み込むことができる。図７Ｂの側面図から明らかなように、カメラシステム３００が携帯デバイスの最も厚い構成部品となり得る。

【００９４】

別の択一的な実施形態が図８Ａおよび図８Ｂに図示されており、光学的積層体４４０は図６Ｂに示すものと同一の構造を有するが、この実施形態ではレンズを有する基板が光学的カバープレート基板２３０と同じ大きさとなるように広がり、この基板をウエハレベルで光学積層体に集積することができる。固定された積層体全体を分離することができるので、光学的カバープレート基板は直線的な端部を有することに留意されたい。

【００９５】

特に、レンズ径は、図６Ｂに示すものと同一であるが、光学的積層体４４０は１．８ｍｍ×２．０ｍｍの大きさを有するものであってもよい。すなわち光学的積層体２４０が検出器基板１７０のほぼ１／３の面積を有するのに対し、光学的積層体の大きさを０．５ｍｍだけ大きくしても、光学的積層体は依然として検出器基板１７０の大きさの２／３以下である。一般に、光学的積層体の面積が検出器基板の２０％以下である場合、検出器ウエハに光学的積層体を固着して単品化する前に、光学的積層体を固定することが有用である。こうすると、許容可能な光学的積層体のみが許容可能な検出器に固定することができるので、歩留まりを増大させることができる。

【００９６】

さらに図８Ａに示すように、スタンドオフ４６０は、光学的積層体４４０とともにウエハレベルで形成される。スタンドオフ４６０は、上述の任意の変形例にかかるスタンドオフであってもよい。さらに光学的積層体４４０のすべての基板が同一の広がり（面積）を有するものとして図示されているが、光学的積層体は、ウエハレベルで光学的カバープレートウエハに固定され、分断され、このとき光学的カバープレートウエハは他のレンズ基板を越えて広がり（延び）、たとえば図６Ｂに示すように、直線的な端部または面取りされた端部を有するものであってもよい。

【００９７】

図８Ｂに示すように、個別の光学的積層体４４０を検出器ウエハ１７０’に位置合わせして固定した後、独立したカメラシステム４００を形成するために、ダイ切断ステップまたはエッチングステップにより、この構造体を垂直方向に分断してもよい。さらに、検出器基板１７０の活性領域１７６のみを保護する必要があるので、スタンドオフ４６０は活性領域１７６に隣接して設けられ、追加的な回路部をボンディングまたは集積化などをするための利用可能な領域を増大させることができる。図８Ａおよび図８Ｂに示すように、スタンドオフ４６０は、光学的積層体４４０上にウエハレベルで作製してもよいが、択一的には検出器基板１７０の上に設けてもよい。この手法を用いて、任意の上記設計を行ってもよく、光学的積層体または少なくとも最後の基板の水平方向の面積を十分に拡大することができる。

【００９８】

光学的積層体５４０の別の実施例が図９Ａおよび図９Ｂに図示されている。再び、すべての色について単一のレンズシステムを用いてもよいし、単一レンズシステムが複数のレンズシステムのうちの１つであってもよい。

【００９９】

図９Ａにおいて、異なる光路がオブジェクトからの異なるフィールドポイントに対応している。第１の基板５５０は、カメラに入射する光を制限する主要開口絞りＳ０５を有する。第２の基板５６０は、入射光の画像形成を支援する第１の屈折性表面５６２を有する。第２の基板５６０は、光の画像形成をさらに支援する第２の屈折性表面５６２を有する。第３の基板５７０上には色収差および画像収差を補正する回折部品５７２が設けられている。第３の基板５７０は、光の画像形成をさらに支援する第３の屈折性表面５７４を有する。最後の基板５８０は、第４の屈折性表面５８２を有する。第４の屈折性表面５８２は凹面状で、画像のフィールドを平坦化して、すべての画像ポイントが同一平面に写像さ

れ、検出器アレイ２４上に画像形成されるようにしたものである。

【０１００】

図９Ｂに最も明確に表されているように、対向する基板間の分離体Ｓ５６，Ｓ６７，Ｓ７８は別々のものである。図９Ａおよび図９Ｂに示す特定の実施形態においては、最も大きい分離体Ｓ５６は、主要開口絞りＳ０５と第１の屈折性表面５６２との間にある。ただし他の実施形態では、たとえば分離体Ｓ６７などの他の分離帯が最大のものであってもよい。

【０１０１】

画像形成システムの別の実施例が図１０に図示されている。図示のように、画像形成システムは、第１の基板６５０および第２の基板６６０からなるレンズ積層体を有する。画像形成システムが、検出器の活性領域６７４をカバーするカバープレート６７０から離間して、これに取り付けられる。

【０１０２】

第１の基板６５０は、第１の表面上に第１の屈折性部品６５２、および第１の表面に平行な第２の表面上に第２の屈折性部品６５４を有する。図１０に示すように、光学部品が形成された表面に対して光学的積層体がどのように分断されるかに応じて、第１の基板６５０の側面は互いに平行でなくてもよい。

【０１０３】

第２の基板６６０は、第１の基板６５０の第２の表面に対向する第１の表面上に第３の屈折性部品６６２、および当該第１の表面に平行な第２の表面上に第４の屈折性部品６６４を有する。図１０に示すように、屈折性部品６６２，６６４全体にわたって曲率半径が変化するものであってもよい。

【０１０４】

第１および第２の基板６５０，６６０は、これらの対向表面上の固着領域６５６，６６６を用いてウエハレベルで一体に固着してもよい。たとえばスタンドオフ、穿孔接着剤、スペーサウエハなど、基板間を正確に離間させるための上述のさまざまな技術を用いることができる。上述のように、光学的積層体は、ウエハレベルまたはダイレベルでカバー基板６７０に固着させることができる。このとき、上述の離間技術を用いて、光学的積層体をカバー基板６７０から離間させる場合であっても、第１および第２の基板６５０，６６０の間のエアギャップは、光学的積層体間のエアギャップ、すなわち第２の基板６６０の第２の表面とカバー基板６７０の間のエアギャップより大きい。

【０１０５】

画像形成システムの別の具体的な実施形態を図１１に示す。図示のように、画像形成システムは、第１の基板７４０、第２の基板７５０および第３の基板７６０からなる。この画像形成システムは、検出器の活性領域７７４をカバーするカバープレート７７０に直接的に取り付けられている。

【０１０６】

第１の基板７４０は、第１の表面上に第１の屈折性部品７４２を有し、第１の表面に平行な第２の表面の光路上には構成部品が形成されていない。第２の基板７５０は、第１の基板７４０の第２の表面に対向する第１の表面上に第２の屈折性部品７５２を有し、第１の表面に平行な第２の表面の光路上には構成部品が形成されていない。第３の基板７６０は、第２の基板７５０の第２の表面に対向する第１の表面上に第３の屈折性部品７６２を有し、第１の表面に平行な第２の表面の光路上には構成部品が形成されていない。第３の基板７６０の第２の表面は平坦であり、カバープレート７７０に直接的に取り付けられている。

【０１０７】

図１１に示すように、屈折性部品７５２，７６２の曲率半径はその全体にわたって変化するものであってもよい。第２の屈折性部品７５２は、たとえば第１の曲率半径を有する中央凸面領域と、変化する曲率半径を有する周縁凹面領域とを有する。第３の屈折性部品は、第２の曲率半径を有する中央凹面領域と、第３の曲率半径を有する周縁凸面領域とを

有する。

【０１０８】

第１、第２および第３の基板７４０，７５０，７６０は、それぞれの対向する表面上の固着領域７４６，７５６，７５８，７６６を用いてウエハレベルで一体に固着される。たとえばスタンドオフ、穿孔接着剤、スペーサウエハなど、基板間を正確に分離するための上述のさまざまな技術を用いることができる。上述のように、光学的積層体は、ウエハレベルまたはダイレベルでカバー基板７７０に固着させることができる。

【０１０９】

すなわち本発明に係る実施形態によるカメラシステムは、ウエハレベルで形成され、平坦な表面を介して固着される光学部品を用いて作製することができる。さまざまな機構を用いて、これらの光学部品間を分離させることができる。分離機構を有するバッフルを光学アセンブリ全体に配設してもよい。これらの分離機構は、光学アセンブリの光学部品を封止し、保護するものである。光学的システムの最後の平坦な表面は検出アレイ、すなわち検出器マイクロレンズアレイまたは検出器カバープレートの最上面に直接的に配置される。回折性部品および他の矯正部品を用いて、焦点距離のばらつきまたは収差などの所望の光学的機能からの逸脱を矯正する。さらなる光学的機能を実現するために、異なる焦点距離を有するレンズがカメラシステムのアレイとして配設される。

【０１１０】

本発明のいくつかの実施形態は、カメラシステムのそれぞれに対するレンズシステムのアレイを用い、レンズシステムは光学的システムを用いて各色に対して画像形成するものである。本発明の他の実施形態は、各カメラシステムのための単一のレンズシステムを利用するものである。各色に対してレンズシステムを用いると、各レンズを特定の関連する波長範囲に最適化することができ、薄くすることができ、カラーフィルタを光学的システム内に、すなわち最上面から検出器アレイまでの間に配置することができる。ただし、各カメラシステムに対する複数のレンズシステムを用いることは、得られた画像を複合するための最終信号処理を増大させることになる。単一レンズシステムを用いることは、より典型的なアプローチに適合し、その後の処理を減らすことになるが、それほど薄くすることはできず、検出器アレイ内にカラーフィルタを存置する必要がある。

【０１１１】

ウエハ形態にある受動光学部品（非発光部品）を形成すること、ウエハレベルまたはダイレベルで受動光学部品を他の受動光学部品または電気光学部品に固定すること、およびウエハ間の構成部品を封止するためにウエハおよび／またはウエハを固定する接着剤を用いることは、同一の譲受人に譲渡された米国特許第5,912,872号および第6,096,155号に開示されている。上記説明したように、基板は平坦な表面上に固着され、そしてエポキシ樹脂、半田、ＵＶ硬化接着剤、熱硬化性接着剤などの接着剤を用いて固定され、あるいは隣接する基板を溶融するものであってもよい。これらの特許文献でさらに開示されているように、基板を適合させ、位置合わせしやすくするために、リソグラフィ技術を用いて構造力学的な特徴物を形成してもよい。

【０１１２】

これらの特許文献に記載されているように、リソグラフィ技術を用いて受動光学部品を形成するか、あるいはモールド成形加工技術、リソグラフィ技術、マシーン加工技術などを用いてマスター（原盤）を作製し、受動光学部品をこのマスターから複製してもよく、いずれの場合も本明細書では「リソグラフ加工品」という。さらに、ここに一体のものとして参考に統合される米国特許第6,027,595号に記載のように、複製されたリソグラフ加工品は、基板に転写してもよい。受動光学部品を作製するための方法および材料は、受動光学部品の設計に依存して決定してもよい。たとえば、大きなサグを有する屈折性光学部品が必要な場合、エッチング時間はサグに直接的に比例し、レンズの作製に莫大な時間を必要とするので、直接的なリソグラフィ技術は有用である。

【０１１３】

直接的なリソグラフィ技術に適した透明材料は数少なく、たとえば溶融シリカなどのガ

ラスといったものである。残念ながら、直接的なリソグラフィ技術に適した数多くの材料は、同様の屈折率および分散率を有する。このため、高品位カメラシステム、すなわちウエハレベルで作製された光学部品を用いた、フィールド全体においてＭＴＦが高いカメラシステムを設計することが極めて困難となっている。特に色収差はＭＴＦを低減する特定の要因となり得る。この問題に対する１つの解決手段は、色収差を低減する回折部品を用いることである。さらに、各レンズシステムに対して異なる色を用いて、各レンズシステムの波長範囲を狭くして、色収差をいっそう低減することができる。たとえば複製されたリソグラフ加工品が最終的な部品である場合、別の潜在的な解決手段によれば、いくつかのレンズ表面についてポリマなどのプラスティック材料を用いることができる。これらのプラスティック材料は、通常、ガラスより安価で軽量であるが、熱膨張率がより高く、ガラスより高い分散率を有し得る。

【０１１４】

しかしながら、色分散特性が異なる複数の材料を用いると、すなわち分散率の高い材料と低い材料を用いると、単一の材料を用いた場合と比較して、高いＭＴＦを得ることができる。たとえば複製された部品をポリマで、リソグラフ加工部品をガラスで形成してもよい。これらの材料は、異なる熱膨張率、異なる屈折率、および異なる色分散特性を有していてもよい。ポリマ製光学部品およびガラス製光学部品の両方を用いるシステムを設計することにより、単一の材料を用いるシステムに比してより高いＭＴＦを実現することができる。すなわち、最も小さい径を有する第１の屈折性部品など、いくつかの光学部品について直接的なリソグラフィ技術システムを用い、他の光学部品については複製技術を用いて、システムを形成することができる。当然に、すべての構成部品は、複製物であるか、あるいは直接的に形成されたものである。

【０１１５】

第１の基板、第２の基板、最後の基板、および検出器アレイの内の少なくとも２つは、ウエハレベルで形成され、固定され、すなわちこれらの複数の構成部品は、同時に形成され、固定された後、単品化されて、たとえば図２、図６Ｂ、図７または図８Ａに示す積層体が形成される。こうしたウエハレベルの作製は、ここに一体のものとして参考に統合される同一の譲受人に譲渡された米国特許第6,451,150号および第6,483,627号の教示内容に基づいて実現される。さらに光学部品は、ダイレベルでのみ固定される場合であっても、すべての光学部品はウエハレベルで形成することができる。

【０１１６】

カメラシステムの構成部品は、固着され、単品化され、そして同様に先に固定され、他の構成部品とともに単品化された別の構成部品に固着される。択一的には、カメラシステムを単品化する代わりに、異なる焦点距離など、異なる光学的効果を有するこれらのカメラシステムのアレイを異なるカメラシステムを用いて実現することができる。たとえば、２×２のカメラシステムアレイであって、その１つのカメラシステムが標準的なレンズ構成として形成され、別の１つが広角レンズとして、また別の１つが望遠レンズとして、さらに別の１つがマクロレンズとして形成される。

【０１１７】

先に詳細説明したように、カメラシステムを設計する際、第１のレンズとセンサとの間にいくつかのポイントで大きなエアギャップを設けることが好ましい。ただし、ウエハに基づく光学部品を用いる場合、ウエハ全体にわたって構成部品を支持するのに十分な厚みを有する基板上に光学部品を作製することが好ましい。これにより、大きなエアギャップを配置できる位置が制限される。すなわち大きなエアギャップが２つの構成部品間に配置されたとき、数多くの場合、カメラシステムに必要なすべての基板および構成部品を薄い空間的制約に適合させつつ、大きなエアギャップを利用できる場所はそこしかない。したがって、大きなエアギャップの位置または任意の２つの部品間の最大のエアギャップの位置は、極めて重要な設計パラメータである。

【０１１８】

典型的なカメラシステム設計において、最大のエアギャップは、通常、最後のレンズ表

面とセンサとの間に配置される。センサ平面の直上またはこれに隣接するレンズ部品を配置することは困難であるので、典型的な設計においては、しばしばそのようにされる。上述のように、ウエハスケールのカメラシステムについては、こうした制約は排除されている。上述のように、光学表面は容易にセンサ平面に隣接して配置することができる。フィールド平坦化部材をセンサ平面に隣接して配置することにより、図１Ａに示す部品１１２，１２４などのカメラ光学部品の塊がより小さい開口を有すること、より小さい径のサグを有すること、より大きいフィールド曲率およびより小さい縮小率を有するカメラ機能を実現することを可能とし、ひいてはフィールド平坦化部材を用いて矯正して、フィールドを拡大するとともに、平坦化するものである。すなわち、最後のレンズ部品表面とセンサの間ではなく、任意の２つの構成部品の表面間の最大のエアギャップを設けることにより、ウエハスケールのカメラシステムについての製造可能な設計をより簡便に行うことができる。たとえば図１Ａおよび図６Ｂに示すように、フィールド平坦化部材に至る前の最後のレンズ表面と、フィールド平坦化部材との間に、最大のギャップが形成される。

【０１１９】

さらに、本発明に係る実施形態による光学的積層体を越えて延びるカバー構造体を設けると、カメラシステムの他の構成部品のための土台としてカバー構造体を機能させることができる。たとえば迷光を低減するために光学的積層体を包囲するカバー構造体上に遮光マテリアルを配設してもよい。

【０１２０】

最後に、カメラシステムのための特定のレンズシステムについて説明するが、上述の原理は、任意のレンズシステム設計に対して採用することができ、このとき、光学基板は検出器基板に比して十分に小さく、数多くの検出器に対応してウエハ上で作製される数多くのレンズシステムを十分に増やすことができる。

【０１２１】

以上のように、本発明の実施形態について説明する際に特定の用語を用いたが、これらは一般的な用語であって記述的用語としてのみ解釈すべきであり、限定する意図を有するものとして解釈すべきではない。たとえば、典型的な３色の構成部品を説明したが、フルカラーカメラを実現するための任意の適当な３つまたはそれ以上の数の色の構成部品を採用してもよい。さらに、サブ画像形成器の設計として円形レンズについて説明したが、より大きなフィルファクタ（fill factor）のためのより高記録密度を実現するために、六角形レンズなどの他の形状を採用してもよい。さらに、同一色を有するサブカメラにおいて異なる画像を得るための異なる開口について説明したが、違いが得られる他の光学部品を用いてもよい。たとえば異なるサブカメラに対して、画素の活性領域が異なる形状を有していてもよい。任意の実施形態において、任意の電気的Ｉ／Ｏによる解決手段を採用してもよい。以上のように、当業者には容易に理解されるところではあるが、添付クレームに記載された本発明の精神および範疇から逸脱することなくなされたさまざまな変形例および変更例を想到することができる。

【符号の説明】

【０１２２】

２４：検出器アレイ、１１０：第１の基板、１１２：第１の屈折性表面、１１４：第１の基板の第２の表面、１１５：赤外線フィルタ、１２０：第２の基板、１２２：第２の基板の第１の表面、１２３：回折性部品、１２４：第２の屈折性表面、１３０：第３の基板、１３２：第３の屈折性表面、１４０：光学的積層体、１５０：カバープレート、１６０：スタンドオフ、１７０：検出器基板、１７２：ボンディングパッド、１７４：マイクロレンズのアレイ、１７６：活性領域、Ｓ０１，Ｓ１２，Ｓ２３：分離体。

【図１Ａ】

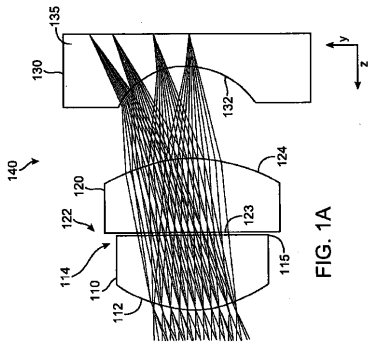

FIG. 1A

【図１Ｂ】

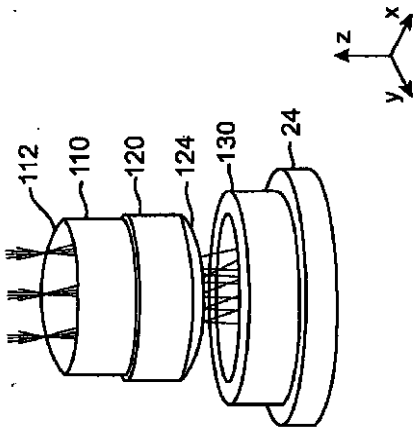

FIG. 1B

【図１Ｃ】

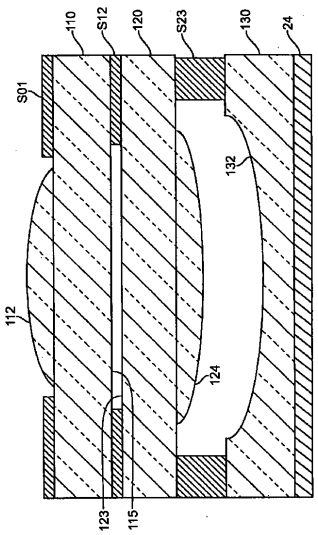

FIG. 1C

【図１Ｄ】

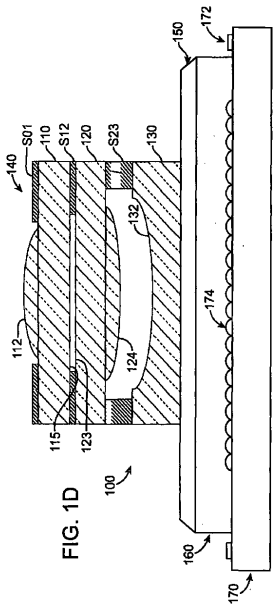

FIG. 1D

【図１Ｅ】

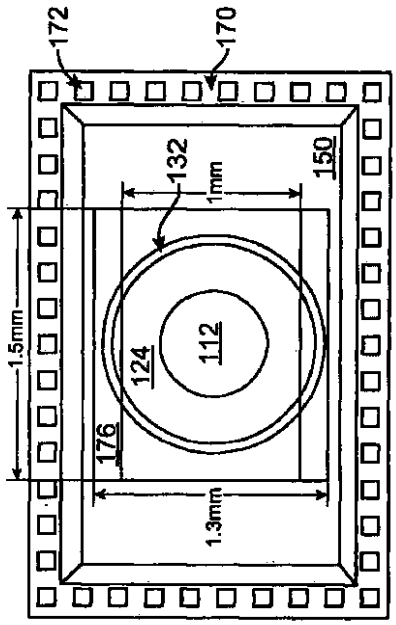

FIG. 1E

【図２Ａ】

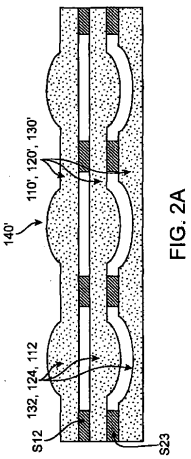

FIG. 2A

【図２Ｂ】

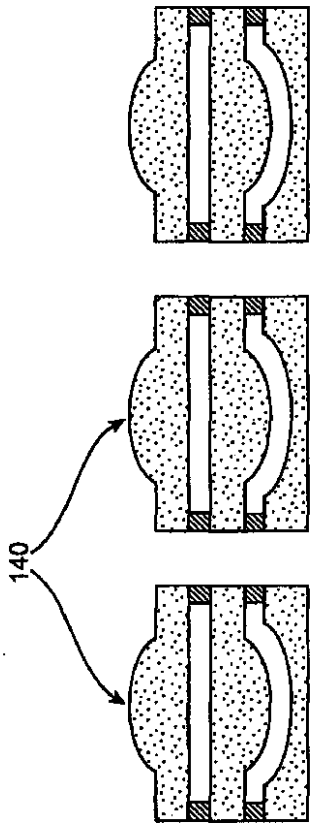

FIG. 2B

【図３Ａ】

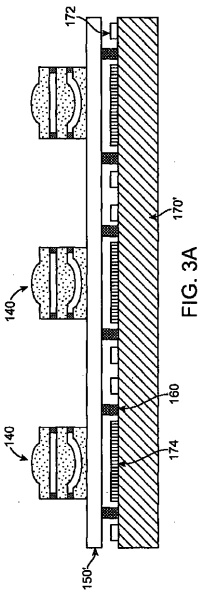

FIG. 3A

【図３Ｂ】

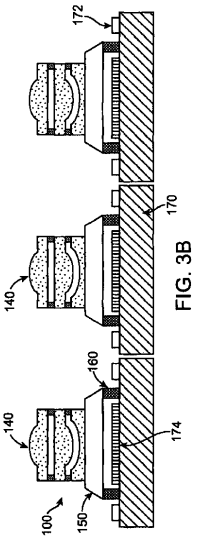

FIG. 3B

【図４Ａ】

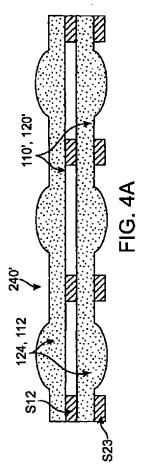

FIG. 4A

【図４Ｂ】

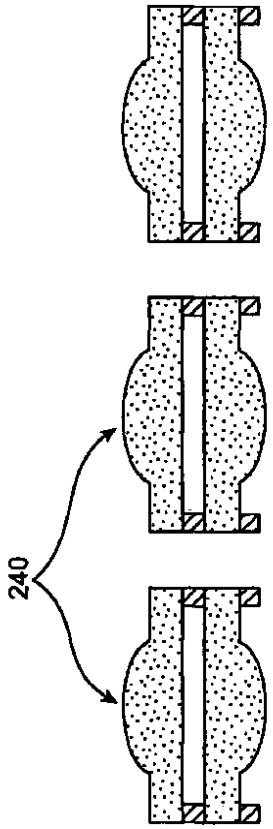

FIG. 4B

【図５】

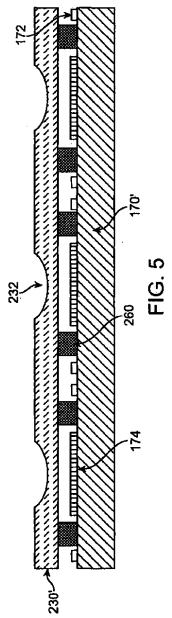

FIG. 5

【図６Ａ】

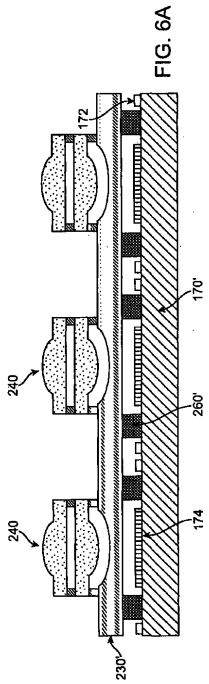

FIG. 6A

【図６Ｂ】

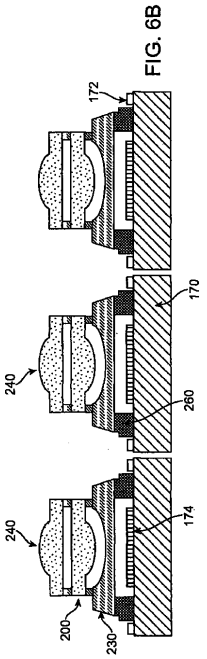

FIG. 6B

【図７Ａ】

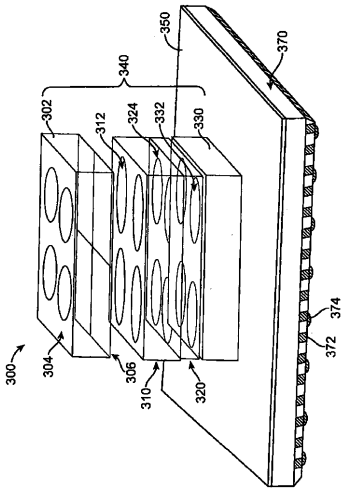

FIG. 7A

【図７Ｂ】

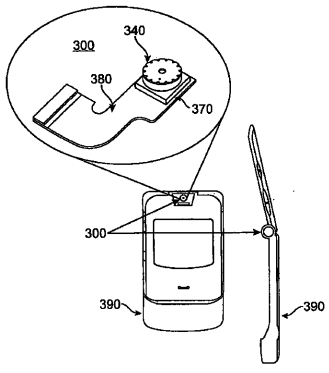

FIG. 7B

【図８Ａ】

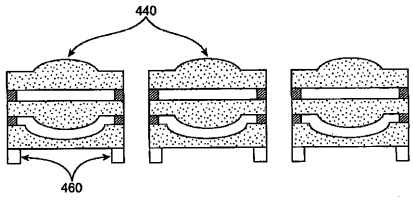

FIG. 8A

【図８Ｂ】

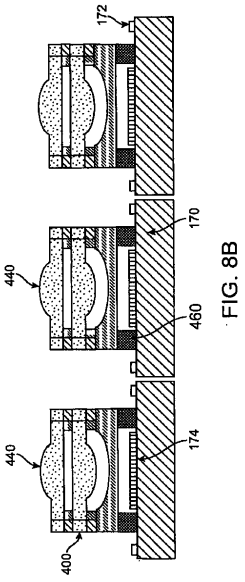

FIG. 8B

【図９Ａ】

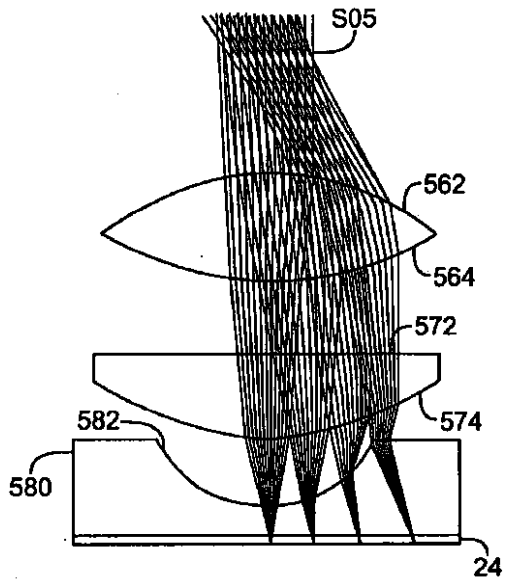

FIG. 9A

【図９Ｂ】

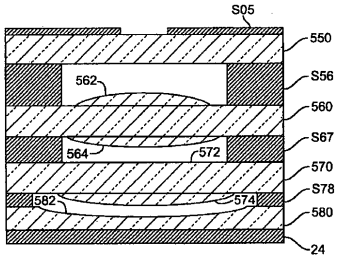

FIG. 9B

【図１０】

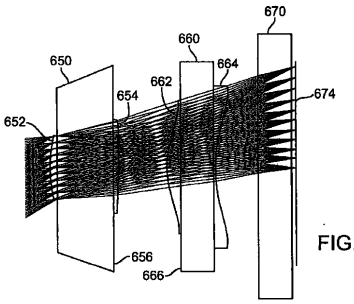

FIG. 10

【図１１】

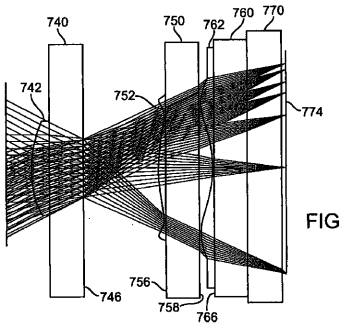

FIG. 11

フロントページの続き

(72)発明者　マイケル・アール・フェルドマン
アメリカ合衆国２８０７８ノースカロライナ州ハンターズビル、キャンバーリー・ロード８５３８番
(72)発明者　ジェイムズ・イー・モリス
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(72)発明者　ロバート・ディ・テコルスト
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番

審査官　佐藤　直樹

(56)参考文献　特表２００５－５３９２７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０８１０４３（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２８９４５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０８０５９７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－００４５６６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１９８１０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｎ　　５／２２５
Ｇ０２Ｂ　　３／００
Ｇ０２Ｂ　　７／０２
Ｈ０１Ｌ　２７／１４