

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-542821

(P2008-542821A)

(43) 公表日 平成20年11月27日(2008.11.27)

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)

F 1

G02B 13/00
G02B 13/18

テーマコード(参考)

2 H 08 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2008-513495 (P2008-513495)
 (86) (22) 出願日 平成18年4月26日 (2006.4.26)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年11月26日 (2007.11.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2006/015705
 (87) 國際公開番号 WO2006/130275
 (87) 國際公開日 平成18年12月7日 (2006.12.7)
 (31) 優先権主張番号 11/139,312
 (32) 優先日 平成17年5月27日 (2005.5.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

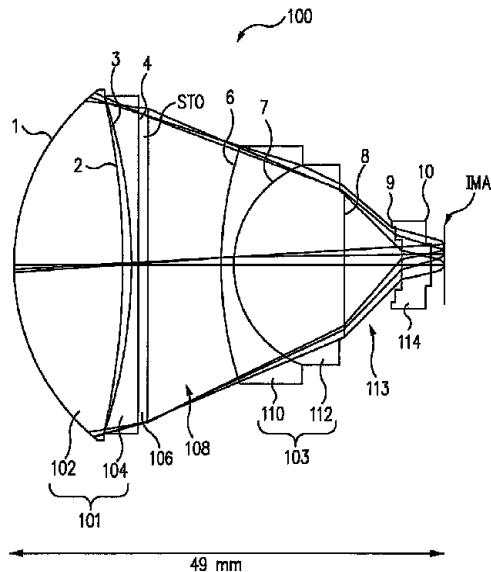
(71) 出願人 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-1596
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100083703
 弁理士 仲村 義平
 (74) 代理人 100096781
 弁理士 堀井 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】コンパクトで軽量なデジタルカメラレンズ

(57) 【要約】

コンパクトで軽量な高機能レンズおよびその使用方法を提供する。一つの実施形態では、レンズは、第1の非球面を有するクラウンガラスと、クラウンガラスに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントガラスと、クラウンガラスとフリントガラスとの間のエアギャップと、を含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第1の非球面を有するクラウンレンズと、
前記クラウンレンズに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントレンズ
と、

前記クラウンレンズと前記フリントレンズとの間のエアギャップと、を含む、光学レン
ズ。

【請求項 2】

前記クラウンレンズに光学的に結合されて無彩色対を形成する第2のフリントレンズを
さらに含む、請求項1のレンズ。 10

【請求項 3】

前記クラウンレンズと前記第1のフリントレンズとの間に開口絞りをさらに含む、請求
項1のレンズ。

【請求項 4】

前記第1のフリントレンズの表面に結合されて無彩色対を形成する第2のフリントレン
ズをさらに含む、請求項1のレンズ。

【請求項 5】

前記第1のフリントレンズの表面に結合された第2のクラウンレンズをさらに含む、請
求項1のレンズ。

【請求項 6】

前記第2のフリントレンズに光学的に結合された結像レンズをさらに含む、請求項4の
レンズ。 20

【請求項 7】

前記第2のフリントレンズと前記結像レンズとの間に第2のエアギャップをさらに含む
、請求項6のレンズ。

【請求項 8】

前記結像レンズと結像焦点面との間に第2のエアギャップをさらに含む、請求項6のレ
ンズ。

【請求項 9】

質量が62g未満であり長さが50mm未満である、請求項1のレンズ。 30

【請求項 10】

第1の非球面を有するクラウンレンズと、
前記クラウンレンズに光学的に結合された第1のフリントレンズと、
前記第1のフリントレンズに隣接した開口絞りと、
前記開口絞りに光学的に結合され、第2の非球面を有する第2のフリントレンズと、
前記第2のフリントレンズに結合された第3のフリントレンズと、
前記第3のフリントレンズに光学的に結合された結像レンズと、を含む、光学レンズ。

【請求項 11】

前記クラウンレンズと前記第1のフリントレンズは、第1の無彩色対を形成し、前記第
2のフリントレンズと前記第3のフリントレンズは、第2の無彩色対を形成する、請求項
10のレンズ。 40

【請求項 12】

前記開口絞りは、前記クラウンレンズと前記第1のフリントレンズとの間にある、請
求項10のレンズ。

【請求項 13】

前記開口絞りの直径は、約38mmである、請求項10のレンズ。

【請求項 14】

前記第3のフリントレンズは、前記第2のフリントレンズの表面に接合されている、請
求項10のレンズ。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記クラウンレンズ、前記第1のフリントレンズ、前記第2のフリントレンズ、前記第3のフリントレンズおよび前記結像レンズの質量は、62g未満である、請求項10のレンズ。

【請求項16】

前記開口絞りと前記第2のフリントレンズとの間の第1のエアギャップと、
前記第3のフリントレンズと前記結像レンズとの間の第2のエアギャップと、
前記結像レンズと結像焦点面との間の第3のエアギャップと、をさらに含む、請求項10のレンズ。

【請求項17】

前記第1の非球面と前記結像焦点面との距離は、50mm未満である、請求項16のレンズ。 10

【請求項18】

画像源から、第1の非球面を有するクラウンレンズ、次いでエアギャップ、次いで前記クラウンレンズに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントレンズを介して光を送るステップと、

前記第1の非球面、前記第2の非球面および前記エアギャップで色収差を制御するステップと、

前記光を画像焦点面に向けるステップと、を含む、撮像方法。

【請求項19】

前記画像源からの光を、前記クラウンレンズに光学的に結合された第2のフリントレンズおよび前記第1のフリントレンズに光学的に結合された第3のフリントレンズを介して送るステップをさらに含む、請求項18の方法。 20

【請求項20】

前記画像源からの光を、前記第3のフリントレンズに光学的に結合された結像レンズを介して送るステップをさらに含む、請求項19の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、光学素子に関し、より詳細には、コンパクトで軽量なレンズおよびその使用方法に関する。 30

【背景技術】

【0002】

背景

デジタルカメラレンズは、様々な用途に使用されており、該用途としては、小型衛星用画像センサ、および携帯電話やPDA用の小型デジタルカメラなどの家庭用電化製品が挙げられるが、それらに限定されない。

【0003】

レンズは、典型的には、小型カメラおよびセンサの部品の中で、最も大きく最も重い部類に入り、およそ140gの重量のものもある。しかし、レンズの長さを短くしてサイズを低減する、またはガラス量を減らして質量を低下させると、典型的にはレンズ性能が悪影響を受け、例えば、ぶれなしでの画像生成能が低下する。 40

【0004】

したがって、高機能をも提供するコンパクトで軽量なレンズが、非常に望ましい。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

概要

本発明は、コンパクトで軽量であるが高機能のレンズおよびその使用方法を提供する。一つの実施形態では、レンズは5つの光学素子を含み、それらの2つはゼロでない円錐定数を有する低次の非球面を含んでいる。 50

【0006】

本発明の一つの実施形態によれば、光学レンズが提供され、該レンズは、第1の非球面を有するクラウンガラスと、前記クラウンガラスに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントガラスと、前記クラウンガラスと前記フリントガラスとの間のエアギャップと、を含む。

【0007】

本発明の別の実施形態によれば、別の光学レンズが提供され、該レンズは、第1の非球面を有するクラウンガラスと、前記クラウンガラスに光学的に結合された第1のフリントガラスと、前記第1のフリントガラスに隣接した開口絞りと、前記開口絞りに光学的に結合され、第2の非球面を有する第2のフリントガラスと、前記第2のフリントガラスに結合された第3のフリントガラスと、前記第3のフリントガラスに光学的に結合された結像レンズと、を含む。

10

【0008】

本発明のさらに別の実施形態によれば、撮像方法が提供され、該方法は、画像源から、第1の非球面を有するクラウンガラス、次いでエアギャップ、次いで前記クラウンガラスに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントガラスを介して光を送るステップと、前記第1の非球面、前記第2の非球面および前記エアギャップで色収差を制御するステップと、前記光を画像焦点面に向けるステップと、を含む。

【0009】

有利なことに、本発明は、高機能を提供する非常にコンパクトで軽量なレンズを提供し、該レンズは多くの市販されている商用レンズよりも多くの光を集め。本発明は、衛星デジタルカメラまたは他の高精度デジタル写真、または工場機械の映像などのビデオ用途のためや、携帯電話およびPDAなどの商用用途のために、優れた像を提供する。

20

【0010】

本発明の範囲は、請求項によって規定され、それは参照することによってこの節に含めるものとする。当業者は、1つまたは複数の実施形態についての以下の詳細な説明を検討することによって、本発明のさらなる利点を認識するとともに、本発明の実施形態についてより完全に理解することができる。添付の図面を参照して、まずそれらを簡単に説明することとする。

【0011】

30

本発明の実施形態およびそれらの利点は、以下の詳細な説明を参照することにより最もよく理解される。当然のことながら、同じ参照数字を使用して、1つまたは複数の図面に説明される同じ要素を特定する。同様に当然のことながら、図面は、必ずしも原寸に比例して描かれていない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

詳細な説明

本発明は、コンパクトで、軽量で、高機能なレンズ、およびその使用方法を提供する。一つの実施形態では、本発明のレンズは5つの光学素子を含み、それらの2つは円錐曲線を含んでいる。一つの実施例において、約49mmの長さ（焦点面へのレリーフを含む）および約61gの（ガラスレンズ素子の）質量を有する38mmの絞りレンズは、速く（良好な集光）、f/0.9で良好に作動し、f/8で可視領域において回折限界であるように構成されてもよい。

40

【0013】

図1は、本発明の一つの実施形態による光学レンズ100の簡略化した側面図を示す。レンズ100は、第2のレンズ群103（例えば、無彩色対（複レンズ））に光学的に結合され、スペース108によって隔てられた第1のレンズ群101（例えば、無彩色対（複レンズ））を含む。第1のレンズ群101と第2のレンズ群103との間には、系開口絞り106が設けられている。第2のレンズ群103には結像レンズ114が光学的に結合され、スペース113によって隔てられており、次いで、基準IMAによって示された

50

結像焦点面に物体（図示せず）の画像が付与される。

【0014】

一つの実施例では、第1のレンズ群101は、クラウンガラス102およびフリンガラス104を含み、第2のレンズ群103は、フリンガラス110およびフリンガラス112を含む。レンズ群101、103の各第1のガラスの前面（例えば、クラウンガラス102の前面1およびフリンガラス110の前面6）に、非球面の円錐表面が設けられて、スペース108（例えば、エアギャップ）と一緒に機能し、色収差に対する制御を維持する。一つの実施例では、第1のレンズ群101のクラウンガラス102とフリンガラス104との間には、小さなエアギャップが存在するが、第2のレンズ群103のフリンガラス110およびフリンガラス112は「接合」されている。

10

【0015】

系絞り106としては、一実施例において、金属リング、または虹彩（市販のカメラにおいて利用可能なものに類似する）が挙げられ、それによって、光学系を介して送られた光線を制限し、光学系によって送られた光束量を規定するように機能する。一実施例において、系絞り106の直径は、約38mmである。

【0016】

一実施例において、結像レンズ114は、画像に最終視野平坦化効果をもたらし、別の面では、古典的なメニスカスレンズの機能に類似する最終画像を改良する（例えば、焦点距離を明確にし、合わせ、短くし、光行差を取り除く）。

20

【0017】

レンズ100を速く、コンパクトにする一態様は間隔であり、該間隔は一実施例において、スペース108、113によって（例えば、空気または他のガスの媒体を介して）設けられたものであり、焦点面IMAに対してレンズを介しておおよそ一定の光線角度を維持し、およそ45度の円錐状に先細になる。非球面1、6も、色収差（色分散）の制御を可能にし、したがって、レンズ群101、103間でのガラスの減少（従って、質量の減少）を可能にする。レンズ100はまた、第1のレンズ群101の後ろに系絞り106を含むように構成されており、これにより、実質的にすべての系素子の直径、したがって質量が減少する。

【0018】

この実施形態では、2対のレンズが無彩色複レンズとして設けられ、他のレンズが特有の構成で設けられているが、当業者は、（図4～6と関連して以下に検討するように）他のガラスを選定してもよく、特に、より大きな視野が望まれる場合、レンズを系に加えて／系から除いて、さらに画像を鮮明にしてもよいことが留意される。一実施例において、フリンガラスからの第2の非球面を設ける限り、第2のレンズ群は、2つの異なるフリンガラス（1つはフリンガラス、つまりクラウンガラスおよびフリンガラス）を含むことができる。典型的な無彩色レンズが、クラウンレンズおよびフリントレンズである一方、フリント・フリント対が、その形態が類似するので、この文書において、無彩色複レンズと称することもあることにも留意すべきである。

30

【0019】

例えば、カリフォルニア州サンディエゴのゼマックスディベロップメントコーポレーションのZEMAX（登録商標）などの一般に市販されている光学設計ソフトウェアを、光学系100内の個々の素子／群の個々の表面領域に対応する様々な特性（例えば、半径、厚み、ガラスの種類、直径、および表面が円錐状であるかどうか）について記載する場合の支援に使用してもよい。図1に示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表1に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

40

【0020】

【表1】

表 1

光学系100を表すZEMAXソフトウェア出力

一般的レンズデータ :

表面 : 11
 紋り : 5
 系開口 : 入射瞳直径 = 38
 有効焦点距離 : 33.37436 (系温度および圧力の空気中)
 合計トラック : 49.40845
 画像空間F/# : 0.8782726
 紋り半径 : 14.23872
 近軸像の高さ : 4.242641
 視野の種類 : ミリメートルで表した近軸像の高さ
 最大視野 : 4.242641
 主要波 : 0.5875618
 レンズ単位 : ミリメートル

10

視野 : 5
 視野の種類 : ミリメートルで表した近軸像高さ

#	X- 値	Y- 値	重量
1	0.000000	0.000000	3.000000
2	0.000000	2.000000	1.000000
3	2.000000	2.000000	1.000000
4	0.000000	3.000000	1.000000
5	3.000000	3.000000	1.000000

20

波長 : 3

単位 : μm

#	値	重量
1	0.486133	1.000000
2	0.587562	1.000000
3	0.656273	1.000000

【0 0 2 1】

【表2】

(表1の続き)

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	22.81299	12.96409	PSK3	39.15649	-0.4562032
2	標準	-66.62921	0.4783454		38.61559	0
3	標準	-58.04508	0.7271603	SF1	37.84834	0
4	標準	750.8621	1.210387		35.54713	0
STO	標準	無限大	8.921799		34.55775	0
6	標準	40.10207	0.9818026	SF1	26.80649	-2.897021
7	標準	12.00049	13.44143	LAF2	22.70695	0
8	標準	-91.26881	6.413307		19.66926	0
9	標準	-12.6565	3.257546	LAF2	10.45281	0
10	標準	-32.03257	1.012579		9.600586	0
IMA	標準	無限大			9.438423	0

屈折率データ :

系温度 : 20.00
 系圧力 : 1.00

表面	ガラス	温度	圧力	0.486133	0.587562	0.656273
1	PSK3	20.00	1.00	1.55835488	1.55232187	1.54965090
3	SF1	20.00	1.00	1.73462020	1.71735985	1.71031348
6	SF1	20.00	1.00	1.73462020	1.71735985	1.71031348
7	LAF2	20.00	1.00	1.75568493	1.74400238	1.73904801
9	LAF2	20.00	1.00	1.75568493	1.74400238	1.73904801

素子体積データ :

表面	体積 (cc)	密度 (g/cc)	質量 (g)
素子表面	1 ~ 2	8.325991	2.910000
素子表面	3 ~ 4	2.717820	4.460000
素子表面	6 ~ 7	1.571076	4.460000
素子表面	7 ~ 8	3.945672	4.340000
素子表面	9 ~ 10	0.309327	4.340000

全質量 : 61.823802

10

20

30

40

【0022】

表面OBJ(物体)に関する表面データは、画像化される物体(図示せず)に対応する。表面1、2および3、4に関する表面データは、第1のレンズ群101のクラウンガラス102およびフリンガラス104のそれぞれに対応する。表面STO(絞り)に関する表面データは、系絞り106に対応する。表面6、7、8に関する表面データは、第2のレンズ群103のフリンガラス110およびフリンガラス112に対応する。表面9、10およびIMAに関する表面データは、結像レンズ114および結像焦点面にそれぞれ対応する。

【0023】

一実施例においては、上述するように、クラウンガラス102の表面1およびフリンガラス110の表面6は、それぞれ、ゼロでない円錐定数を有する低次の非球面を備えている。一実施例においては、表面1は楕円であり、表面6は双曲面であり、両方ともポジ型表面である。

【0024】

エアギャップは、「ガラス」の欄の下の空白によって示すように、表面2と3の間、STOと6、8、9の間、10とIMAの間に存在する。

【0025】

一実施例において、表面データ概要における素子の厚みおよび素子体積データにおける

50

素子の質量によって示すように、本発明は、38mmの絞りレンズ、約49mmの長さ（焦点面へのレリーフを含む）、および約61gの（ガラスレンズ素子の）質量を有するレンズ系を提供し、それは、従来のレンズよりコンパクトで軽量である。

【0026】

表1に提示するような素子の形状、構成および定義を表わす特定の用語は、ZEMAXマニュアルに記載の標準に従う。レンズとしては、クラウンガラスタイプPSK3およびフリンガラスタイプSF1、LAF2などのガラス、およびゼネラルエレクトリック社から市販されているLexan（登録商標）などの光学プラスチックが挙げられるが、これらに限定されず、様々な適用可能な材料で構成されてもよい。個々の素子／群に関する他の表面データ値は、本開示に照らして当業者に明らかになり、したがって、光学系100内の個々の素子／群の全体的な構成および位置決めに依存する慣例的な実験、および望まれる画質によって決定されてもよい。

10

【0027】

図2、3は、本発明の実施形態による、f/0.87およびf/2.4での、図1の光学レンズ100の一実施例の変調伝達関数(MTF)をそれぞれ示す。MTFは、レンズ、フィルムなどが、画像中の細部を再生することができる範囲の指標である。MTFは、電気系での周波数特性の空間的アナログである。

20

【0028】

点広がり関数の2次元のフーリエ変換は、光学的伝達関数(OTF)として知られている。任意の半径に沿ったこの関数の値は、同じ方向の線広がり関数のフーリエ変換である。MTFは、線広がり関数のフーリエ変換の絶対値である。

20

【0029】

同様に、レンズのMTFは、空間周波数の関数として、正弦波状に変化する明るさで、物体の相対的物体コントラストで除される相対画像コントラストの比率である。理想的なレンズ（必然的な回折の影響を無視する）に関するMTFは、すべての点および方向において、0から無限大までの空間周波数に関して定数1である。実際のレンズについては、典型的な光学系のMTFが、画像の端でより悪く、中心で最良である状態で、約1からスタートし、空間周波数が増加するとともに減少する。

【0030】

線201、301は、典型的な7μmのピクセルを有する（例えば、現在の衛星カメラの）検知器に関する近似サンプリング範囲（カットオフ）を示す。グラフのX軸は画像高さであり、各ラインは実線がある範囲を横切り、破線が別の範囲を横切る状態で、異なる空間周波数にある。図2、3は、f/0.87およびf/2.4に関して、10、20、30および60ライン対(1p)/mmでのMTFをそれぞれ示す。

30

【0031】

有利なことに、本発明は、優れた性能特性を有するコンパクトで軽量なレンズを提供する。一実施例において、本発明は、自律宇宙船（例えば、非常に小さなナノスケールの衛星の新しい種類における電気光学系）用の小さく軽量のセンサと共に使用して、品質管理などの工場機械の映像用途で、一般消費者カメラ、携帯電話およびPDAなどの商用用途で、およびロボット用途で、空間内の他の物体を決定してもよい。

40

【0032】

以下、図4、5、6、追加の実施形態を参照して、光学レンズを本発明に従って示す。

図4は、クラウンガラス402およびフリンガラス404を含む第1のレンズ群を含むレンズ400を示す。フリンガラス404に隣接して開口絞り406が設けられている。第2のレンズ群は、フリンガラス408およびフリンガラス410を含む。第2のレンズ群に、結像レンズ412が光学的に結合され、物体（図示せず）の画像は、次いで、基準IMAによって示された結像焦点面に付与される。

【0033】

図4に示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表2に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

50

【0034】

【表3】

表 2

光学系400を表すZEMAXソフトウェア出力

一般的なレンズデータ :

表面	:	11
絞り	:	5
系開口	:	入射瞳直径 = 18
ガラスカタログ	:	ショット
光線照準	:	オフ
アペティゼーション	:	ユニフォーム、ファクタ = 0.00000E+000
温度 (C)	:	2.00000E+001
圧力 (ATM)	:	1.00000E+000
有効焦点距離	:	36.01015 (系温度および圧力での空気中)
有効焦点距離	:	36.01015 (画像空間中)
背面焦点距離	:	10.0778
合計トラック	:	43.01304
画像空間F/#	:	2.000564
近軸機能F/#	:	2.000564
機能F/#	:	1.994172
画像空間NA	:	0.2424713
物体空間NA	:	9e-010
絞り半径	:	6.524289
近軸像高さ	:	7.204498
近軸倍率	:	0
入射瞳直径	:	18
入射瞳位置	:	16.83506
出射瞳直径	:	11.1336
出射瞳位置	:	-22.19567
視野の種類	:	角度
最大視野	:	11.31371
主要波	:	0.455
レンズ単位	:	ミリメートル
角倍率	:	1.616728

視野 : 3

視野の種類: 角度	X 値	Y 値	重量
#			
1	0.000000	0.000000	1.000000
2	0.000000	8.000000	5.000000
3	8.000000	8.000000	10.000000

波長 : 6

波長	値	重量
#		
1	0.455000	20.000000
2	0.505000	20.000000
3	0.555000	20.000000
4	0.605000	20.000000
5	0.655000	12.000000
6	0.700000	7.000000

【0035】

10

20

30

40

【表4】

(表2の続き)

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	15.44311	7	PSK3	24	-0.2309592
2	標準	-160.3136	3		24	0
3	標準	-26.32848	2	SF1	16	0
4	標準	16.28292	2.128283		16	0
STO	標準	無限大	0.7595053		15.85363	0
6	標準	20.77184	2	SF1	14	-1.327658
7	標準	19.19067	4	LAF2	14	0
8	標準	-21.81758	10.12526		14	0
9	標準	-12.2472	2	LAF2	12	0
10	標準	-25.19672	10		12	0
IMA	標準	無限大			14.40202	0

素子体積データ :

素子表面			体積 (cc)	密度 (g/cc)	質量 (g)
1	~	2	1.910044	2.910000	5.558227
3	~	4	0.732597	4.460000	3.267381
6	~	7	0.318207	4.460000	1.419202
7	~	8	0.427218	4.340000	1.854125
9	~	10	0.272184	4.340000	1.181278
全質量 :					13.280214

【0036】

図5は、クラウンガラス502およびフリントガラス504を含む第1のレンズ群を含むレンズ500を示す。フリントガラス504に隣接して開口絞り506が設けられている。第2のレンズ群は、フリントガラス508を含む。第2のレンズ群(つまり、フリントガラス508)に、結像レンズ510が光学的に結合されており、物体(図示せず)の画像は、次いで、基準IMAによって示された結像焦点面に付与される。

【0037】

図5に示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表3に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

【0038】

【表5】

表 3

光学系500を表すZEMAXソフトウェア出力

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	15.32647	7	PSK3	24	-0.2071472
2	標準	-391.7632	3		24	0
3	標準	-28.98024	2	SF1	16	0
4	標準	18.26125	0.9112846		16	0
STO	標準	無限大	2.775979		14.9505	0
6	標準	40.1985	4	LAF2	14	-20.90341
7	標準	-19.54904	11.64467		14	0
8	標準	16.2611	2	LAF2	12	0
9	標準	10.76643	10		12	0
IMA	標準	無限大			14.48255	0

【0039】

図6は、クラウンガラス602およびフリントガラス604を含む第1のレンズ群を含

50

むレンズ600を示す。フリントガラス604に隣接して開口絞り606が設けられている。第2のレンズ群は、フリントガラス608およびクラウンガラス610を含む。第2のレンズ群に結像レンズ612が光学的に結合されており、物体(図示せず)の画像は、次いで、基準IMAによって示された結像焦点面に付与される。

【0040】

図6に示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表4に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

【0041】

【表6】

表 4

10

光学系600を表すZEMAXソフトウェア出力

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	13.46652	7	PSK3	24	-0.3030542
2	標準	35.18615	3		24	0
3	標準	21.67603	2	SF1	16	0
4	標準	9.140547	6.190861		16	0
STO	標準	無限大	6.843253		14.00481	0
6	標準	17.72794	2	SF1	14	-1.695101
7	標準	14.60109	3.971766	BK7	14	0
8	標準	-17.8388	6.91552		14	0
9	標準	13.65838	2	LAF2	12	0
10	標準	8.195292	10		12	0
IMA	標準	無限大			14.78756	0

20

30

30

【0042】

表2、3、4に提示される素子の形状、構成および定義を表わす特定の用語は、ZEMAXマニュアルに記載の標準に従う。レンズとしては、クラウンガラスタイプPSK3およびフリントガラスタイプSF1、LAF2などのガラス、およびゼネラルエレクトリック社から市販されているLexan(登録商標)などの光学プラスチックが挙げられるが、これらに限定されず、様々な適用可能な材料で構成されてもよい。個々の素子/群に関する他の表面データ値は、本開示に照らして当業者に明らかになり、したがって、光学系400、500、600内の個々の素子/群の全体的な構成および位置決めに依存する慣例的な実験、および望まれる画質によって決定されてもよい。数字1~10、STOおよびIMAで、表面を参照した。

【0043】

上記の実施形態は、本発明を説明するが、限定しない。また、多くの修正および変形が、本発明の原則に従って可能であることも理解されるべきである。例えば、多かれ少なかれ、レンズまたは、傾斜の変化または調整、またはレンズまたはほかの素子のセンタリングを、所望の画質に従って行なってもよい。従って、本発明の範囲は、以下の請求の範囲によってのみ定められる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の実施形態による光学レンズの簡略化した側面図を示す。

【図2】本発明の実施形態によるf/0.9での光学レンズの変調伝達関数(MTF)を示す。

【図3】本発明の実施形態によるf/2.4での光学レンズの変調伝達関数(MTF)を示す。

【図4】本発明の実施形態による光学レンズの異なる実施形態を示す。

【図5】本発明の実施形態による光学レンズの異なる実施形態を示す。

40

40

50

50

【図6】本発明の実施形態による光学レンズの異なる実施形態を示す。

【図1】

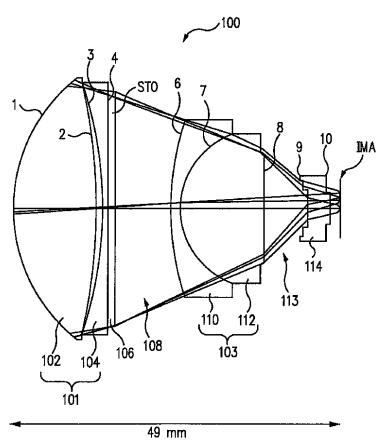


FIG. 1

【図2】

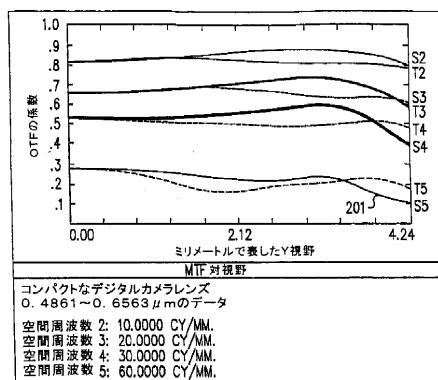


FIG. 2

【図3】

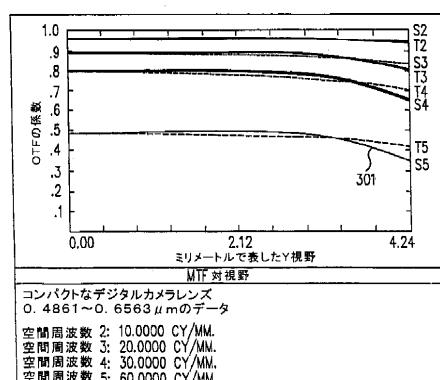


FIG. 3

【図 4】

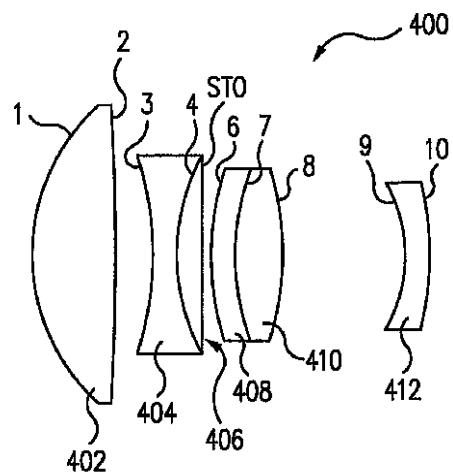


FIG. 4

【図 5】

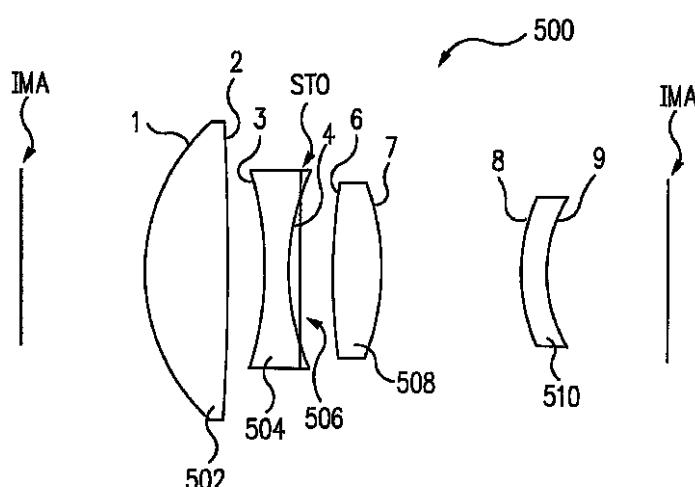


FIG. 5

【図 6】

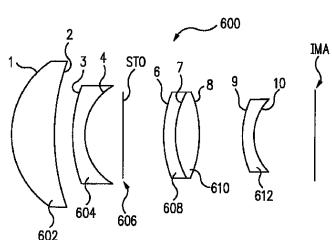


FIG. 6

【手続補正書】

【提出日】平成19年12月12日(2007.12.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の非球面(1)を有するクラウンレンズ(102)と、

前記クラウンレンズに光学的に結合された第1のフリントレンズ(104)と、

前記第1のフリントレンズに隣接した開口絞り(106)と、

前記開口絞りに光学的に結合され、第2の非球面(6)を有する第2のフリントレンズ(110)と、

前記第2のフリントレンズに光学的に結合された第3のフリントレンズ(112)と、

前記第3のフリントレンズに光学的に結合された結像レンズ(114)と、を含む、光学レンズ。

【請求項2】

前記クラウンレンズと前記第1のフリントレンズは、第1の無彩色対(101)を形成し、前記第2のフリントレンズと前記第3のフリントレンズは、第2の無彩色対(103)を形成する、請求項1のレンズ。

【請求項3】

前記開口絞りの直径は、約38mmである、請求項1のレンズ。

【請求項4】

前記第3のフリントレンズは、前記第2のフリントレンズの表面(7)に接合されている、請求項1のレンズ。

【請求項5】

前記クラウンレンズ、前記第1のフリントレンズ、前記第2のフリントレンズ、前記第3のフリントレンズおよび前記結像レンズの質量は、62g未満である、請求項1のレンズ。

【請求項6】

前記開口絞りと前記第2のフリントレンズとの間の第1のエアギャップ(108)と、

前記第3のフリントレンズと前記結像レンズとの間の第2のエアギャップ(113)と

、前記結像レンズと結像焦点面(117)との間の第3のエアギャップ(115)と、をさらに含む、請求項1のレンズ。

【請求項7】

前記第1の非球面と前記結像焦点面との距離は、50mm未満である、請求項6のレンズ。

【請求項8】

画像源から、第1の非球面(1)を有するクラウンレンズ(102)、次いでエアギャップ(108)、次いで前記クラウンレンズに光学的に結合され、第2の非球面(6)を有する第1のフリントレンズ(110)を介して光を送るステップと、

前記第1の非球面、前記第2の非球面および前記エアギャップで色収差を制御するステップと、

前記光を画像焦点面(117)に向けるステップと、を含む、撮像方法。

【請求項9】

前記画像源からの光を、前記クラウンレンズに光学的に結合された第2のフリントレンズ(104)および前記第1のフリントレンズに光学的に結合された第3のフリントレンズ(112)を介して送るステップをさらに含む、請求項8の方法。

【請求項 10】

前記画像源からの光を、前記第3のフリントレンズに光学的に結合された結像レンズ(114)を介して送るステップをさらに含む、請求項9の方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本発明は、概して、光学素子に関し、より詳細には、コンパクトで軽量なカメラレンズおよびその使用方法に関する。デジタルカメラレンズは、特に様々な用途に使用されており、該該用途としては、小型衛星用画像センサ、および携帯電話や携帯情報端末(PDA)用の小型デジタルカメラなどの家庭用電化製品が挙げられるが、それらに限定されない。レンズは、典型的には、小型カメラおよびセンサの部品の中で、最も大きく最も重い部類に入り、およそ140gの重量のものもある。しかし、レンズの長さを短くしてサイズを低減する、またはガラス量を減らして質量を低下させると、典型的にはレンズ性能が悪影響を受け、例えば、ぶれなしでの画像生成能が低下する。したがって、高機能をも提供するコンパクトで軽量なレンズが、非常に望ましい。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0002】

概要

本発明は、コンパクトで軽量であるが高機能のレンズおよびその使用方法を提供する。一つの実施形態では、レンズは5つの光学素子を含み、それらの2つはゼロでない円錐定数を有する低次の非球面を含んでいる。開示された様々な実施形態を、サイズおよび重量の制限により、特にデジタルカメラでの使用に適合させててもよいが、このことは、限定とは解釈されない。

【0003】

本発明の一つの実施形態によれば、光学レンズが提供され、該レンズは、第1の非球面を有するクラウンガラスと、前記クラウンガラスに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントガラスと、前記クラウンガラスと前記フリントガラスとの間のエアギャップと、を含む。

【0004】

一つの実施形態において、該レンズは、第1の非球面を有するクラウンレンズと、前記クラウンレンズに光学的に結合された第1のフリントレンズと、前記第1のフリントレンズに隣接した開口絞りと、前記開口絞りに光学的に結合され、第2の非球面を有する第2のフリントレンズと、前記第2のフリントレンズに光学的に結合された第3のフリントレンズと、前記第3のフリントレンズに光学的に結合された結像レンズと、を含む。

【0005】

本発明のさらに別の実施形態によれば、撮像方法が提供され、該方法は、画像源から、第1の非球面を有するクラウンガラス、次いでエアギャップ、次いで前記クラウンガラスに光学的に結合され、第2の非球面を有する第1のフリントガラスを介して光を送るステップと、前記第1の非球面、前記第2の非球面および前記エアギャップで色収差を制御するステップと、前記光を画像焦点面に向けるステップと、を含む。

【0006】

有利なことに、本発明は、高機能を提供する非常にコンパクトで軽量なレンズを提供し、該レンズは多くの市販されている商用レンズよりも多くの光を集め。本発明は、衛星デジタルカメラまたは他の高精度デジタル写真、または工場機械の映像などのビデオ用途

のためや、携帯電話およびPDAなどの商用用途のために、優れた像を提供する。

【0007】

本発明の範囲は、請求項によって規定され、それは参照することによってこの節に含めるものとする。当業者は、1つまたは複数の実施形態についての以下の詳細な説明を検討することによって、本発明のさらなる利点を認識するとともに、本発明の実施形態についてより完全に理解することができる。添付の図面を参照して、まずそれらを簡単に説明することとする。

【0008】

本発明の実施形態およびそれらの利点は、以下の詳細な説明を参照することにより最もよく理解される。当然のことながら、同じ参照数字を使用して、1つまたは複数の図面に説明される同じ要素を特定する。同様に当然のことながら、図面は、必ずしも原寸に比例して描かれていない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

詳細な説明

本発明は、コンパクトで、軽量で、高機能なレンズ、およびその使用方法を提供する。一つの実施形態では、本発明のレンズは5つの光学素子を含み、それらの2つは円錐曲線を含んでいる。一つの実施例において、約49mmの長さ（焦点面へのレリーフを含む）および約61gの（ガラスレンズ素子の）質量を有する38mmの絞りレンズは、速く（良好な集光）、f/0.9で良好に作動し、f/8で可視領域において回折限界であるように構成されてもよい。

【0010】

図1は、本発明の一つの実施形態による光学レンズ100（すなわち、光学系100）の簡略化した側面図を示す。レンズ100は、第2のレンズ群103（例えば、無彩色対（複レンズ））に光学的に結合され、スペース108によって隔てられた第1のレンズ群101（例えば、無彩色対（複レンズ））を含む。第1のレンズ群101と第2のレンズ群103との間には、系開口絞り106が設けられている。第2のレンズ群103には結像レンズ114が光学的に結合され、スペース113によって隔てられており、次いで、基準117、あるいは基準IMAによって示された結像焦点面に物体（図示せず）の画像が付与され、ここで、結像レンズ114およびIMAは、スペース117によって隔てられている。本明細書において、用語「レンズ」としては1つまたは複数の光学素子が挙げられ、一方、用語「ガラス」は、特定のレンズ素子をいうことがある。

【0011】

一つの実施例では、第1のレンズ群101は、クラウンレンズまたはガラス102およびフリンントレンズまたはガラス104を含み、第2のレンズ群103は、フリントガラス110およびフリントガラス112を含む。レンズ群101、103の各第1のガラスの前面（例えば、クラウンガラス102の前面1およびフリントガラス110の前面6）に、非球面の円錐表面が設けられて、スペース108（例えば、エアギャップ）と一緒に機能し、色収差に対する制御を維持する。このように、クラウンレンズ102および第1のフリントルenz104は第1の無彩色対101を形成し、一方、第2のフリントルenz110および第3のフリントルenz112は、第2の無彩色対103を形成する。一つの実施例では、第1のレンズ群101のクラウンガラス102とフリントガラス104との間には、小さなエアギャップが存在するが、第2のレンズ群103のフリントガラス110およびフリントガラス112は「接合」されている。

【0012】

クラウンレンズ102と第1のフリントルenz104との間に配置された開口絞り106（つまり、系開口絞り）は、一実施例において、金属リング、または虹彩（市販のカメラにおいて利用可能なものに類似する）が挙げられ、それによって、光学系を介して送られた光線を制限し、光学系によって送られた光束量を規定するように機能する。一実施例において、開口絞り106の直径は、約38mmである。

【 0 0 1 3 】

一実施例において、結像レンズ 114 は、画像に最終視野平坦化効果をもたらし、別の面では、古典的なメニスカスレンズの機能に類似する最終画像を改良する（例えば、焦点距離を明確にし、合わせ、短くし、光行差を取り除く）。

【 0 0 1 4 】

レンズ 100 を速く、コンパクトにするのに寄与する一態様は関係する素子の適切な間隔であり、該間隔は一実施例において、スペース 108、113、115によって（例えば、空気または他のガスの媒体を介して）設けられたものであり、焦点面 IMA に対してレンズを介しておおよそ一定の光線角度を維持し、およそ 45 度の円錐状に先細になる。スペース 108、113、115 のいずれかが空気で満たされる場合、それらは、エアギヤップと考へてもよい。非球面 1、6 も、色収差（色分散）のよりよい制御を可能にし、したがって、レンズ群 101、103 間でのガラスの減少（従って、質量の減少）を可能にする。レンズ 100 はまた、第 1 のレンズ群 101 の後ろに系絞り 106 を含むように構成されており、これにより、実質的にすべての系素子の直径、したがって質量が減少する。

【 0 0 1 5 】

この実施形態では、2 対のレンズが無彩色複レンズとして設けられ、他のレンズが特有の構成で設けられているが、当業者は、（図 4～6 と関連して以下に検討するように）他のレンズを選定してもよく、特に、より大きな視野が望まれる場合、レンズを系に加えて／系から除いて、さらに画像を鮮明にしてもよいことが留意される。一実施例において、フリントガラスからの第 2 の非球面を設ける限り、第 2 のレンズ群は、2 つの異なるフリントガラス（1 つはフリントガラス、つまりクラウンガラスおよびフリントガラス）を含むことができる。典型的な無彩色レンズが、クラウンレンズおよびフリントレンズである一方、フリント・フリント対が、その形態が類似するので、この文書において、無彩色複レンズと称することもあることにも留意すべきである。

【 0 0 1 6 】

例えば、カリフォルニア州サンディエゴのゼマックスディベロップメントコーポレーションの ZEMAX（登録商標）などの一般に市販されている光学設計ソフトウェアを、光学系 100 内の個々の素子／群の個々の表面領域に対応する様々な特性（例えば、半径、厚み、ガラスの種類、直径、間隔、および表面が円錐状であるかどうか）について記載する場合の支援に使用してもよい。図 1 に示す例示の構成では、ZEMAX ソフトウェアは、表 1 に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

【 0 0 1 7 】

【表1】

表 1

光学系100を表すZEMAXソフトウェア出力

一般的レンズデータ :

表面 : 11
 紋り : 5
 系開口 : 入射瞳直径 = 38
 有効焦点距離 : 33.37436 (系温度および圧力の空気中)
 合計トラック : 49.40845
 画像空間F/# : 0.8782726
 紋り半径 : 14.23872
 近軸像の高さ : 4.242641
 視野の種類 : ミリメートルで表した近軸像の高さ
 最大視野 : 4.242641
 主要波 : 0.5875618
 レンズ単位 : ミリメートル

視野 : 5

視野の種類 : ミリメートルで表した近軸像高さ

#	X- 値	Y- 値	重量
1	0.000000	0.000000	3.000000
2	0.000000	2.000000	1.000000
3	2.000000	2.000000	1.000000
4	0.000000	3.000000	1.000000
5	3.000000	3.000000	1.000000

波長 : 3

単位 : μm

#	値	重量
1	0.486133	1.000000
2	0.587562	1.000000
3	0.656273	1.000000

【 0 0 1 8 】

【表2】

(表1の続き)

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	22.81299	12.96409	PSK3	39.15649	-0.4562032
2	標準	-66.62921	0.4783454		38.61559	0
3	標準	-58.04508	0.7271603	SF1	37.84834	0
4	標準	750.8621	1.210387		35.54713	0
STO	標準	無限大	8.921799		34.55775	0
6	標準	40.10207	0.9818026	SF1	26.80649	-2.897021
7	標準	12.00049	13.44143	LAF2	22.70695	0
8	標準	-91.26881	6.413307		19.66926	0
9	標準	-12.6565	3.257546	LAF2	10.45281	0
10	標準	-32.03257	1.012579		9.600586	0
IMA	標準	無限大			9.438423	0

屈折率データ :

系温度 : 20.00
 系圧力 : 1.00

表面	ガラス	温度	圧力	0.486133	0.587562	0.656273
1	PSK3	20.00	1.00	1.55835488	1.55232187	1.54965090
3	SF1	20.00	1.00	1.73462020	1.71735985	1.71031348
6	SF1	20.00	1.00	1.73462020	1.71735985	1.71031348
7	LAF2	20.00	1.00	1.75568493	1.74400238	1.73904801
9	LAF2	20.00	1.00	1.75568493	1.74400238	1.73904801

素子体積データ :

表面		体積 (cc)	密度 (g/cc)	質量 (g)
素子表面	1 ~ 2	8.325991	2.910000	24.228633
素子表面	3 ~ 4	2.717820	4.460000	12.121477
素子表面	6 ~ 7	1.571076	4.460000	7.006997
素子表面	7 ~ 8	3.945672	4.340000	17.124215
素子表面	9 ~ 10	0.309327	4.340000	1.342480
全質量 :				61.823802

【0019】

表面OBJ(物体)に関する表面データは、画像化される物体(図示せず)に対応する。表面1、2および3、4に関する表面データは、第1のレンズ群101のクラウンガラス102およびフリンガラス104のそれぞれに対応する。表面STO(絞り)に関する表面データは、系絞り106に対応する。表面6、7、8に関する表面データは、第2のレンズ群103のフリンガラス110およびフリンガラス112に対応する。表面9、10およびIMAに関する表面データは、結像レンズ114および結像焦点面にそれぞれ対応する。

【0020】

一実施例においては、上述するように、クラウンガラス102の表面1およびフリンガラス110の表面6は、それぞれ、ゼロでない円錐定数を有する低次の非球面を備えている。一実施例においては、表面1は楕円であり、表面6は双曲面であり、両方ともポジ型表面である。

【0021】

エアギャップは、「ガラス」の欄の下の空白によって示すように、表面2と3の間、STOと6、8、9の間、10とIMAの間に存在する。

【0022】

一実施例において、表面データ概要における素子の厚みおよび素子体積データにおける

素子の質量によって示すように、本発明は、38mmの絞りレンズ、約49mmの長さ（焦点面へのレリーフを含む）、および約61gの（ガラスレンズ素子の）質量を有するレンズ系を提供し、それは、従来のレンズよりコンパクトで軽量である。このように、クラウンレンズ、第1のフリンントレンズ、第2のフリンントレンズ、第3のフリントルレンズおよび結像レンズの質量は62g未満であり、第1の非球面と結像焦点面との距離は50mm未満である。

【0023】

表1に提示するような素子の形状、構成および定義を表わす特定の用語は、ZEMAXマニュアルに記載の標準に従う。レンズとしては、クラウンガラスタイプPSK3およびフリントルガラスタイプSF1、LAF2などのガラス、およびゼネラルエレクトリック社から市販されているLexan（登録商標）などの光学プラスチックが挙げられるが、これらに限定されず、様々な適用可能な材料で構成されてもよい。個々の素子／群に関する他の表面データ値は、本開示に照らして当業者に明らかになり、したがって、光学系100内の個々の素子／群の全体的な構成および位置決めに依存する慣例的な実験、および望まれる画質によって決定されてもよい。

【0024】

図2、3は、本発明の実施形態による、 $f/0.87$ および $f/2.4$ での、図1の光学レンズ100の一実施例の変調伝達関数(MTF)をそれぞれ示す。MTFは、レンズ、フィルムなどが、画像中の細部を再生することができる範囲の指標である。MTFは、電気系での周波数特性の空間的アナログであるとみなしてよい。

【0025】

点広がり関数の2次元のフーリエ変換は、光学的伝達関数(OTF)として知られている。任意の半径に沿ったこの関数の値は、同じ方向の線広がり関数のフーリエ変換である。MTFは、線広がり関数のフーリエ変換の絶対値である。

【0026】

同様に、レンズのMTFは、空間周波数の関数として、正弦波状に変化する明るさで、物体の相対的物体コントラストで除される相対画像コントラストの比率である。理想的なレンズ（必然的な回折の影響を無視する）に関するMTFは、すべての点および方向において、0から無限大までの空間周波数に関して定数1である。実際のレンズについては、典型的な光学系のMTFが、画像の端でより悪く、中心で最良である状態で、約1からスタートし、空間周波数が増加するとともに減少する。

【0027】

線201、301は、典型的な7μmのピクセルを有する（例えば、現在の衛星カメラの）検知器に関する近似サンプリング範囲（カットオフ）を示す。グラフのX軸は画像高さであり、各ラインは実線がある範囲を横切り、破線が別の範囲を横切る状態で、異なる空間周波数にある。図2、3は、 $f/0.87$ および $f/2.4$ に関して、10、20、30および60ライン対(1p)/mmでのMTFをそれぞれ示す。

【0028】

有利なことに、本発明は、優れた性能特性を有するコンパクトで軽量なレンズを提供する。一実施例において、本発明は、自律宇宙船（例えば、非常に小さなナノスケールの衛星の新しい種類における電気光学系）用の小さく軽量のセンサと共に使用して、品質管理などの工場機械の映像用途で、一般消費者カメラ、携帯電話およびPDAなどの商用用途で、およびロボット用途で、空間内の他の物体を決定してもよい。

【0029】

以下、図4、5、6、追加の実施形態を参照して、光学レンズを本発明に従って示す。

図4は、クラウンガラス402およびフリントルガラス404を含む第1のレンズ群を含むレンズ400を示す。フリントルガラス404に隣接して開口絞り406が設けられている。第2のレンズ群は、フリントルガラス408およびフリントルガラス410を含む。第2のレンズ群に、結像レンズ412が光学的に結合され、物体（図示せず）の画像は、次いで、基準117、あるいは基準IMAによって示された結像焦点面に付与される。図4に

示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表2に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

【0030】

【表3】

表 2

光学系400を表すZEMAXソフトウェア出力

一般的なレンズデータ :

表面	:	11	
絞り	:	5	= 18
系開口	:	入射瞳直径	
ガラスカタログ	:	ショット	
光線照準	:	オフ	
アボディゼーション	:	ユニフォーム、ファクタ	= 0.00000E+000
温度 (C)	:	2.00000E+001	
圧力 (ATM)	:	1.00000E+000	
有効焦点距離	:	36.01015	(系温度および圧力での空気中)
有効焦点距離	:	36.01015	(画像空間中)
背面焦点距離	:	10.0778	
合計トラック	:	43.01304	
画像空間F/#	:	2.000564	
近軸機能F/#	:	2.000564	
機能F/#	:	1.994172	
画像空間NA	:	0.2424713	
物体空間NA	:	9e-010	
絞り半径	:	6.524289	
近軸像高さ	:	7.204498	
近軸倍率	:	0	
入射瞳直径	:	18	
入射瞳位置	:	16.83506	
出射瞳直径	:	11.1336	
出射瞳位置	:	-22.19567	
視野の種類	:	角度	
最大視野	:	11.31371	
主要波	:	0.455	
レンズ単位	:	ミリメートル	
角倍率	:	1.616728	

視野 : 3

視野の種類:角度

#	X 値	Y 値	重量
1	0.000000	0.000000	1.000000
2	0.000000	8.000000	5.000000
3	8.000000	8.000000	10.000000

波長 : 6

単位 : μm

#	値	重量
1	0.455000	20.000000
2	0.505000	20.000000
3	0.555000	20.000000
4	0.605000	20.000000
5	0.655000	12.000000
6	0.700000	7.000000

【0031】

【表4】

(表2の続き)

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	15.44311	7	PSK3	24	-0.2309592
2	標準	-160.3136	3		24	0
3	標準	-26.32848	2	SF1	16	0
4	標準	16.28292	2.128283		16	0
STO	標準	無限大	0.7595053		15.85363	0
6	標準	20.77184	2	SF1	14	-1.327658
7	標準	19.19067	4	LAF2	14	0
8	標準	-21.81758	10.12526		14	0
9	標準	-12.2472	2	LAF2	12	0
10	標準	-25.19672	10		12	0
IMA	標準	無限大			14.40202	0

素子体積データ :

素子表面			体積 (cc)	密度 (g/cc)	質量 (g)
1	~	2	1.910044	2.910000	5.558227
素子表面	3	~	0.732597	4.460000	3.267381
素子表面	6	~	0.318207	4.460000	1.419202
素子表面	7	~	0.427218	4.340000	1.854125
素子表面	9	~	0.272184	4.340000	1.181278
全質量 :					13.280214

【0032】

図5は、クラウンガラス502およびフリントガラス504を含む第1のレンズ群を含むレンズ500を示す。フリントガラス504に隣接して開口絞り506が設けられている。第2のレンズ群は、フリントガラス508を含む。第2のレンズ群(つまり、フリントガラス508)に、結像レンズ510が光学的に結合されており、物体(図示せず)の画像は、次いで、基準IMAによって示された結像焦点面に付与される。図5に示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表3に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

【0033】

【表5】

表 3

光学系500を表すZEMAXソフトウェア出力

表面データ概要 :

表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	15.32647	7	PSK3	24	-0.2071472
2	標準	-391.7632	3		24	0
3	標準	-28.98024	2	SF1	16	0
4	標準	18.26125	0.9112846		16	0
STO	標準	無限大	2.775979		14.9505	0
6	標準	40.1985	4	LAF2	14	-20.90341
7	標準	-19.54904	11.64467		14	0
8	標準	16.2611	2	LAF2	12	0
9	標準	10.76643	10		12	0
IMA	標準	無限大			14.48255	0

【0034】

図6は、クラウンガラス602およびフリントガラス604を含む第1のレンズ群を含むレンズ600を示す。フリントガラス604に隣接して開口絞り606が設けられてい

る。第2のレンズ群は、フリントガラス608およびクラウンガラス610を含む。第2のレンズ群に結像レンズ612が光学的に結合されており、物体(図示せず)の画像は、次いで、基準IMAによって示された結像焦点面に付与される。図6に示す例示の構成では、ZEMAXソフトウェアは、表4に示すように、これらの表面特性を表す表面データを出力する。

【0035】

【表6】

表 4

光学系600を表すZEMAXソフトウェア出力						
表面データ概要 :						
表面	種類	半径	厚み	ガラス	直径	円錐曲線
OBJ	標準	無限大	無限大		0	0
1	標準	13.46652	7	PSK3	24	-0.3030542
2	標準	35.18615	3		24	0
3	標準	21.67603	2	SF1	16	0
4	標準	9.140547	6.190861		16	0
S TO	標準	無限大	6.843253		14.00481	0
6	標準	17.72794	2	SF1	14	-1.695101
7	標準	14.60109	3.971766	BK7	14	0
8	標準	-17.8388	6.91552		14	0
9	標準	13.65838	2	LAF2	12	0
10	標準	8.195292	10		12	0
IMA	標準	無限大			14.78756	0

【0036】

表2、3、4に提示される素子の形状、構成および定義を表わす特定の用語は、ZEMAXマニュアルに記載の標準に従う。レンズとしては、クラウンガラスタイプPSK3およびフリントガラスタイプSF1、LAF2などのガラス、およびゼネラルエレクトリック社から市販されているLexan(登録商標)などの光学プラスチックが挙げられるが、これらに限定されず、様々な適用可能な材料で構成されてもよい。個々の素子/群に関する他の表面データ値は、本開示に照らして当業者に明らかになり、したがって、光学系400、500、600内の個々の素子/群の全体的な構成および位置決めに依存する慣例的な実験、および望まれる画質によって決定されてもよい。数字1~10、STOおよびIMAで、表面を参照した。

【0037】

上記の実施形態は、本発明を説明するが、限定しない。また、多くの修正および変形が、本発明の原則に従って可能であることも理解されるべきである。例えば、多かれ少なかれ、レンズまたは、傾斜の変化または調整、またはレンズまたはほかの素子のセンタリングを、所望の画質に従って行なってもよい。従って、本発明の範囲は、以下の請求の範囲によってのみ定められる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の実施形態による光学レンズの簡略化した側面図を示す。

【図2】本発明の実施形態によるf/0.9での光学レンズの変調伝達関数(MTF)を示す。

【図3】本発明の実施形態によるf/2.4での光学レンズの変調伝達関数(MTF)を示す。

【図4】本発明の実施形態による光学レンズの異なる実施形態を示す。

【図5】本発明の実施形態による光学レンズの異なる実施形態を示す。

【図6】本発明の実施形態による光学レンズの異なる実施形態を示す。

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】

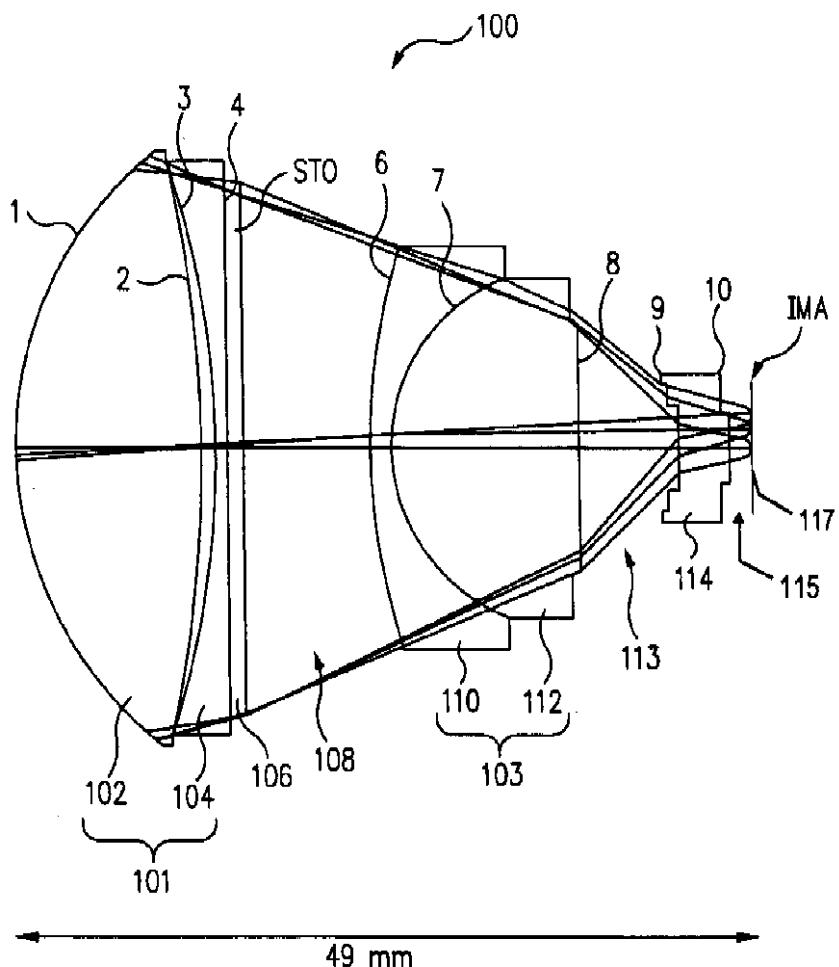


FIG. 1

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No PCT/US2006/015705
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02B13/00 ADD. G02B13/18		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/014218 A1 (HAGIMORI HITOSHI ET AL) 20 January 2005 (2005-01-20) figure 1; example 1	1, 3, 4, 6-10, 12, 16-20
X	US 2004/051960 A1 (MIHARA SHINICHI) 18 March 2004 (2004-03-18) figures 6, 7; example 2	1, 3-8, 10, 12, 14, 16-20
X	US 2005/018313 A1 (KUBA KEIICHI) 27 January 2005 (2005-01-27) paragraph [0185]; figure 3; example 1	1-4, 6-8, 18-20
X	EP 1 531 353 A (KONICA MINOLTA OPTO, INC) 18 May 2005 (2005-05-18) figure 13; example 7; table 7	1, 3, 5, 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the International filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
16 August 2006	23/08/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jacobs, A	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2006/015705

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2005014218	A1	20-01-2005	NONE		
US 2004051960	A1	18-03-2004	JP	2004093649 A	25-03-2004
US 2005018313	A1	27-01-2005	JP	2004348082 A	09-12-2004
EP 1531353	A	18-05-2005	WO	2005047951 A1	26-05-2005
			US	2005105194 A1	19-05-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100098316

弁理士 野田 久登

(74)代理人 100109162

弁理士 酒井 將行

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 ラングレン , マーク・エイ

アメリカ合衆国、92831 カリフォルニア州、フラートン、エヌ・オークデール・アベニュー、
1025

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 PA04 PA17 PA18 PB04 PB05 QA02 QA06 QA07
QA12 QA14 QA22 QA25 QA26 QA37 QA41 QA42 QA46 RA05
RA12 RA32