

(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2016-523382

(P2016-523382A)

(43) 公表日 平成28年8月8日(2016.8.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 13/00 (2006.01)	GO2B 13/00	2H087
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2016-521521 (P2016-521521) (86) (22) 出願日 平成26年6月17日 (2014. 6. 17) (85) 翻訳文提出日 平成28年2月17日 (2016. 2. 17) (86) 国際出願番号 PCT/US2014/042799 (87) 国際公開番号 W02014/204998 (87) 国際公開日 平成26年12月24日 (2014. 12. 24) (31) 優先権主張番号 13/924, 423 (32) 優先日 平成25年6月21日 (2013. 6. 21) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 314015767 マイクロソフト テクノロジー ライセン シング, エルエルシー アメリカ合衆国 ワシントン州 9805 2 レッドモンド ワン マイクロソフト ウェイ (74) 代理人 100107766 弁理士 伊東 忠重 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (74) 代理人 100091214 弁理士 大貫 進介
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 湾曲したセンサシステム用のレンズ

(57) 【要約】

この開示は、マルチエレメントレンズアセンブリを含んだ湾曲面用のレンズに向けられる。1つ以上の実装において、被写体側のメニスカスレンズが、両凸レンズを含んだ像/湾曲面側のサブアセンブリに結合される。このサブアセンブリは、単一の両凸レンズを有し、あるいは両凸レンズと負メニスカスレンズとを有し得る。このレンズアセンブリは、湾曲したセンシング面(1448)を持つカメラ(1440)に組み込まれることができる。

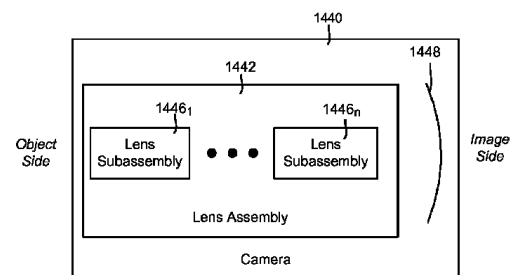


FIG. 14

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マルチエレメントレンズアセンブリを有するシステムであって、前記マルチエレメントレンズアセンブリは、被写体に面する正の面を持つ被写体側の屈折素子と、前記被写体側の屈折素子に光学的に結合され且つ湾曲面上に光の焦点を合わせるように構成された 1 つ以上のレンズとを含む、システム。

【請求項 2】

前記被写体側の屈折素子は正メニスカスレンズを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記被写体側の屈折素子と光学的に結合された前記 1 つ以上のレンズは、両凸レンズを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記両凸レンズは、前記被写体側の屈折素子に物理的に結合されている、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記被写体側の屈折素子と光学的に結合された前記 1 つ以上のレンズは、a) 単一の両凸レンズを有し、あるいは b) 2 つ以上の光学的に結合された素子を含むサブアセンブリを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記湾曲面は、半球面又は実質的に半球状の面を有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

全体で正の屈折を持つ被写体側サブアセンブリと、前記被写体側サブアセンブリに光学的に結合された像側サブアセンブリとを有し、

前記像側サブアセンブリは、前記被写体側サブアセンブリから光を受け取り、受け取った光を湾曲面上にフォーカシングするように構成される、
レンズアセンブリ。

【請求項 8】

前記像側サブアセンブリは、両凸レンズを有し、あるいは両凸レンズと負メニスカスレンズとを有する、請求項 7 に記載のレンズアセンブリ。

【請求項 9】

湾曲面上に光の焦点を合わせるように構成されたレンズアセンブリを有し、前記レンズアセンブリは、少なくとも 2 つの光学的に結合された屈折光学素子又は反射光学素子を有する、カメラ。

【請求項 10】

前記レンズアセンブリは、被写体側の正屈折レンズと、少なくとも 2 つの中間レンズと、像側の負屈折レンズとを有する、請求項 9 に記載のカメラ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示はレンズに関する。

【背景技術】**【0002】**

現行のレンズは、平面の画像面上に焦点を合わせるように設計 / 最適化されている。しかしながら、光学レンズ系は一般に、それらの最良の焦点を、平面の結像面上には持たない。例えば、球面レンズ系は、ペッツパール面と呼ばれるおおよそ半球面の上に最も良く焦点が合う傾向にある。レンズ設計の複雑さの多くは、ペッツパール面から懸け離れた平面の結像面上に最良の焦点を達成するようにレンズ系に強いていることにある。

【0003】

センサ技術における発展が、画像の品質を改善する幾分低い分解能の湾曲したセンサを生み出している。しかしながら、そのような湾曲したセンサを用いる場合、平面の画像面

10

20

30

40

50

に合わせて最適化されたレンズは適切でない。

【発明の概要】

【0004】

この概要は、以下の詳細な説明に更に記載される複数の代表的な概念の一部を簡略化した形態で紹介するために提示されるものである。この概要は、特許請求に係る事項の主要な特徴や本質的な特徴を特定することを意図したものではないし、特許請求に係る事項の範囲を限定するように使用されることを意図したものでもない。

【0005】

手短かにいえば、ここに記載される事項の様々な態様のうちの1つ以上は、多素子（マルチエレメント）のレンズアセンブリに向けられる。1つの実装例は、被写体に面する正の面を持つ被写体側の屈折素子と、被写体側の屈折素子に光学的に結合され且つ湾曲面上に光の焦点を合わせるように構成された1つ以上のレンズとを有する。他の一実装例は、全体で正の屈折を持つ被写体側サブアセンブリと、被写体側サブアセンブリに光学的に結合された像側サブアセンブリとを有する。像側サブアセンブリは、被写体側サブアセンブリから光を受け取り、受け取った光を湾曲面上にフォーカシングするように構成される。

【0006】

図面とともに用いられるとき、以下の詳細な説明から、他の利点が明らかになり得る。

【図面の簡単な説明】

【0007】

以下の図を含む添付の図面に、限定ではなく例として本発明を示す。図面において、同様の要素は、似通った参照符号が指し示す。

【図1】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正メニスカスレンズと像側の両凸レンズとを含んだ、2素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図2】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正メニスカスレンズと像側の両凸レンズとを含んだ、2素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図3】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正メニスカスレンズと像側の両凸レンズとを含んだ、2素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図4】1つ以上の実装例に従った、被写体側のメニスカスレンズと、両凸レンズ及び負メニスカスレンズを有する像側のサブアセンブリとを含んだ、3素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図5】1つ以上の実装例に従った、被写体側のメニスカスレンズと、両凸レンズ及び負メニスカスレンズを有する像側のサブアセンブリとを含んだ、3素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図6】1つ以上の実装例に従った、被写体側のメニスカスレンズと、両凸レンズ及び負メニスカスレンズを有する像側のサブアセンブリとを含んだ、3素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図7】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図8】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図9】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図10】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図11】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図12】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図13】1つ以上の実装例に従った、被写体側の正屈折レンズと像側の負屈折レンズとを含んだ、4素子レンズアセンブリの例を描写する図である。

【図 1 4】 1 つ以上の実装例に従った、湾曲したセンシング面を持つカメラに組み込まれた複数レンズアセンブリを例示するブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

ここに記載される技術の様々な態様は概して、例えば曲面状のセンサといった、半球面若しくは実質的に半球状の面などの湾曲面、の上に焦点を合わせるように構成される複数レンズ（マルチレンズ）アセンブリに向けられる。ここでは、2 素子、3 素子、及び 4 素子のマルチレンズアセンブリを例示するが、理解されるように、任意の実用的な個数まで、4 よりも多い素子を有するマルチレンズアセンブリも実現可能である。また、2 つ以上のレンズが物理的に結合されるとして示される場合はいつも、材料が同じであるという条件の下で、単一の素子として研削、成形又はその他の方法で製造された単一のレンズを有するのであってもよい。

10

【0009】

理解されるべきことには、ここでの例は何れも非限定的なものである。例えば、ここに示される屈折光学素子は何れも、例えばガラス又はプラスチックといった如何なる好適材料で製造されてもよく、何れのレンズアセンブリにおいても、そのような材料が単独で使用されてもよいし、何らかの組み合わせで使用されてもよい。また、屈折光学素子の代わりに、あるいは加えて、1 つ以上の反射素子が存在してもよい。従って、本発明は、ここに記載される何れか特定の実施形態、態様、概念、構造、機能又は例に限定されるものではない。むしろ、ここに記載される実施形態、態様、概念、構造、機能又は例の何れもが非限定的なものであり、本発明は、一般にレンズテクノロジーにおける利益及び利点を提供する様々な手法で使用され得る。

20

【0010】

図 1 は、凸面の被写体側表面と凹面の反対側とにより被写体から像への方で正の屈折力を持つ屈折光学素子（例えば、概して正のメニスカスレンズ 102）を含んだ、2 素子屈折光学素子アセンブリ 100 の一例を示している。図 1 に概略的に表すように、被写体に面するレンズ 102 の凸側は、反対側の、像に面する凹側よりも大きい曲率半径を有している。なお、図 1 は、実際のサイズ又は寸法を伝えることを意図していない。

【0011】

正メニスカスレンズ 102 は、湾曲面 108 上に光の焦点を合わせるように、概して両凸のレンズ 104 に結合されている。図 1 にて見て取れるように、レンズ 104 は、レンズ 102 から光を受け取るように構成される。レンズ 104 は、その像 / 湾曲面に面する側よりも小さい曲率半径を有した、被写体に面する側を有している。

30

【0012】

レンズ 102 及び 104 は、物理的に結合されるように示されているが、理解されるように、それらは、何らかの液体又は気体（空気を含め）で充たされた好適な間隙によって離隔されてもよい。レンズ 102 及び 104 は、プラスチックやガラスで製造されることができ、例えば、一方がプラスチック、一方がガラスで製造され得る。以下は、図 1 に対応する一実装例のデータを示している。

【0013】

40

【表 1】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
STO	EVENASPH	2.149059	1.143113	1.477866	0.3033693
2	EVENASPH	0.5794461	1.250096	2.454417	-0.8047933
3	EVENASPH	-2.715948	2.577189	2.676481	-0.7515823
IMA	STANDARD	-4.180481	4.085812	-0.4251225	IMA

10

面 S T O 偶数次非球面

r²についての係数： -0.098497123r⁴についての係数： -0.040043231r⁶についての係数： 0.026768729r⁸についての係数： -0.061589691r¹⁰についての係数： 0.041752082r¹²についての係数： 0r¹⁴についての係数： 0r¹⁶についての係数： 0

面 2 偶数次非球面

r²についての係数： -0.45158306r⁴についての係数： -0.014772696r⁶についての係数： -0.28951155r⁸についての係数： 0.19693689r¹⁰についての係数： -0.089640559r¹²についての係数： 0r¹⁴についての係数： 0r¹⁶についての係数： 0

面 3 偶数次非球面

r²についての係数： -0.03789558r⁴についての係数： -0.0063094918r⁶についての係数： 0.0026530481r⁸についての係数： -0.0048491677r¹⁰についての係数： 0.0027909406r¹²についての係数： 0r¹⁴についての係数： 0r¹⁶についての係数： 0。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、図 1 と類似しており、故に、湾曲面 2 2 8 上に光の焦点を合わせるように正メニスカスレンズ 2 2 2 を概して両凸のレンズ 2 2 4 に結合した、2 素子アセンブリ 2 0 0 を示している。図 1 と図 2 との間の相違は、レンズ 2 2 2 及び 2 2 4 の厚さ、並びに、各アセンブリの素子の厚さの比を含む。

【 0 0 1 5 】

以下は、図 2 に対応する一実装例のデータを示している。

【 0 0 1 6 】

20

30

40

【表 2】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
STO	EVENASPH	6.432122	1.799185	1.79147	0
2	EVENASPH	4.164469	1.833238	2.654085	0.
3	EVENASPH	-5.779919	2.572927	3.290749	0
IMA	STANDARD	-4.979109	4.4	-0.1449482	IMA

10

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.016949412
 r^4 についての係数： -0.0060254369
 r^6 についての係数： 0.002018416
 r^8 についての係数： -0.003288917
 r^{10} についての係数： 0.0013935683
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

20

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.10488576
 r^4 についての係数： 0.0080114777
 r^6 についての係数： -0.013581529
 r^8 についての係数： 0.0040498405
 r^{10} についての係数： -0.00072005712
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

30

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.064406122
 r^4 についての係数： -0.0011588418
 r^6 についての係数： -0.00049122944
 r^8 についての係数： 0.00020124711
 r^{10} についての係数： 2.7372079e-005
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

40

【0 0 1 7】

図 3 は、図 1 及び 2 と類似しており、湾曲面 3 3 8 上に光の焦点を合わせるように正（被写体側）メニスカスレンズ 3 3 2 を概して両凸のレンズ 3 3 4 に結合した、2 素子アセンブリ 3 0 0 を有している。以下は、図 3 に対応する一実装例のデータを示している。

【0 0 1 8】

【表 3】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
STO	EVENASPH	1.91288	1.110882	1.623566	-0.1702735
2	EVENASPH	0.4475397	1.378157	2.557306	-0.8949009 -
3	EVENASPH	-2.76981	2.49896	2.797017	0.7235262
IMA	STANDARD	-4.156886	4	-0.4313463	IMA

10

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.11783356
 r^4 についての係数： -0.03550621
 r^6 についての係数： 0.02213866
 r^8 についての係数： -0.043313454
 r^{10} についての係数： 0.024704316
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

20

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.7091958
 r^4 についての係数： 0.0034960593
 r^6 についての係数： -0.31902203
 r^8 についての係数： 0.1978099
 r^{10} についての係数： -0.078643857
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

30

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.035138687
 r^4 についての係数： -0.0051648925
 r^6 についての係数： 0.0030843072
 r^8 についての係数： -0.0044482251
 r^{10} についての係数： 0.002190287
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

40

【 0 0 1 9 】

2 素子設計においては、一般に、高い負の円錐定数、ひいては、大きい相対的な非球面性が存在する。コマ収差及び非点収差の補正は、後述の3素子設計と同様に行われることができ、概して、絞りから遠い面、及びゼロに関して S_{II} 及び S_{III} :

【 0 0 2 0 】

【数 1】

$$0 = S_{II} + \varepsilon_2 \cdot S_{I2}^* + \varepsilon_3 \cdot S_{I3}^*$$

$$0 = S_{III} + \varepsilon_2^2 \cdot S_{I2}^* + \varepsilon_3^2 \cdot S_{I3}^*$$

を同時に解くことに基づく。ただし、 S_{II} 及び S_{III} は、それぞれ、補正前のシステム全体のコマ収差及び非点収差の項であり、 ε_2 及び ε_3 は、第 2 及び第 3 の面での主光線高さと周辺光線高さととの比であり、 S_{I2}^* 及び S_{I3}^* は、第 2 及び第 3 の面での追加の球面収差の項である。

【0 0 2 1】

可視域で使用される光学材料に関するこれらの境界での n の相対的な大きさを考えると、明らかなことには、表面沈下（サグ）に関する実際の非球面性が、面 3 でよりも面 2 で大きい必要がある。

【0 0 2 2】

図 4 は、被写体側の正の概してメニスカスのレンズ 4 4 2 を概して両凸の中間レンズ 4 4 4 に光学的に結合した、3 素子アセンブリ 4 4 0 を示している。次いで、中間レンズ 4 4 4 は、湾曲面 4 4 8 上に光の焦点を合わせる概して負のメニスカスレンズ形状のレンズ 4 4 6 に（例えば、物理的に、あるいは少なくとも光学的に）結合されている。

【0 0 2 3】

図 1 - 3 においてのように、図 4 でも大きさ又は寸法を伝えることは意図していないが、個々の素子及び間隙の相対的な曲率半径が、焦点距離が適切であるようなものにされる。以下は、図 4 に対応する一実装例のデータを示している。

【0 0 2 4】

【表 4】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
STO	EVENASPH	6.644491	0.9350005	4.586162	2.190639
2	EVENASPH	8.539573	1.159836	4.023222	10.7804
3	EVENASPH	4.935623	1.153228	2.607965	-4.112604
4	EVENASPH	-3.927883	0.9223948	2.604223	-0.2457859
5	EVENASPH	-4.481268	2.140144	3.366548	-3.722884
IMA	STANDARD	-4.128595	4.4	0.113461	IMA

面 1 偶数次非球面

r²についての係数： 0.067316768r⁴についての係数： 0.0013146276r⁶についての係数： 0.00035928207r⁸についての係数： -1.936854e-005r¹⁰についての係数： 0r¹²についての係数： 0r¹⁴についての係数： 0r¹⁶についての係数： 0

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.0017789485
 r^4 についての係数： 0.0013930933
 r^6 についての係数： 3.0658734e-005
 r^8 についての係数： -9.2314671e-005
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.042529249
 r^4 についての係数： 0.00303047
 r^6 についての係数： 0.0044255189
 r^8 についての係数： -0.00060161924
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 4 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.36101226
 r^4 についての係数： -0.025921905
 r^6 についての係数： -0.0023854566
 r^8 についての係数： 0.0022634492
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 5 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.07956166
 r^4 についての係数： 0.0021746083
 r^6 についての係数： 6.0171164e-006
 r^8 についての係数： 0.00059107681
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、他の 3 素子レンズアセンブリ 5 5 0 の一実施形態を示している。被写体側のレンズ 5 5 2 は、平凸に近いが、なおも幾分、概して正のメニスカスレンズである。両凸レンズ 5 5 4 が、被写体側レンズ 5 5 2 から光を受け取り、また、湾曲面 5 5 8 上に光の焦点を合わせる負のメニスカスレンズ 5 5 6 に物理的に結合されているように示されている。

【 0 0 2 6 】

以下は、図 5 に対応する一実装例のデータを示している。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

【表 5】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
STO	EVENASPH	10.04376	2.500336	5.938842	-2.612775
2	EVENASPH	12.47944	0.7280293	3.826284	18.71383
3	EVENASPH	5.209887	1.091996	2.482273	-1.745061
4	EVENASPH	-2.867931	1.300414	2.532966	-1.174326
5	EVENASPH	-5.473922	1.711776	3.566488	4.812232
IMA	STANDARD	-4.024843	4.4	0.457535	IMA

10

面 1 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.062615788
 r^4 についての係数 : 0.00059644135
 r^6 についての係数 : 9.8295376e-006
 r^8 についての係数 : -9.0673164e-006
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

20

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.012678592
 r^4 についての係数 : -0.00047655241
 r^6 についての係数 : -0.00079881155
 r^8 についての係数 : 5.0952505e-005
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

30

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.036716283
 r^4 についての係数 : 0.00017478943
 r^6 についての係数 : 0.001604258
 r^8 についての係数 : -0.00029375864
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

40

面 4 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.2496809
 r^4 についての係数 : -0.04802043
 r^6 についての係数 : -0.037620033
 r^8 についての係数 : 0.023786848
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0

50

r¹⁴についての係数： 0

r¹⁶についての係数： 0

面 5 偶数次非球面

r²についての係数： -0.071578632

r⁴についての係数： 0.0054829717

r⁶についての係数： 0.00016838389

r⁸についての係数： 0.00044381629

r¹⁰についての係数： 0

r¹²についての係数： 0

r¹⁴についての係数： 0

r¹⁶についての係数： 0。

【 0 0 2 8 】

図 6 は、他の 3 素子レンズアセンブリ 6 6 0 の一実施形態を示している。被写体側のレンズ 6 6 2 は、概して正のメニスカスレンズである。両凸レンズ 6 6 4 が、被写体側レンズ 6 6 2 から光を受け取り、また、湾曲面 6 6 8 上に光の焦点を合わせる負のメニスカスレンズ 6 6 6 に物理的に結合されているように示されている。

【 0 0 2 9 】

以下は、図 6 に対応する一実装例のデータを示している。

【 0 0 3 0 】

【 表 6 】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
STO	EVENASPH	2.982782	1.579595	4.635227	0
2	EVENASPH	8.397587	0.6721739	3.783354	0
3	EVENASPH	3.775295	1.038479	2.383311	0
4	EVENASPH	-1.307395	0.8361284	2.462342	0
5	EVENASPH	-2.109334	1.640701	3.354517	0
IMA	STANDARD	-3.623487	3.992889	0.2323074	IMA

面 1 偶数次非球面

r²についての係数： 0.026790834

r⁴についての係数： 0.001466062

r⁶についての係数： 0.00018799414

r⁸についての係数： 1.1263726e-005

r¹⁰についての係数： 0

r¹²についての係数： 0

r¹⁴についての係数： 0

r¹⁶についての係数： 0

面 2 偶数次非球面

r²についての係数： -0.0075103766

r⁴についての係数： 0.0044773476

r⁶についての係数： -0.00096070056

r⁸についての係数： 8.9569244e-005

r¹⁰についての係数： 0

r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0
 面 S T O 偶数次非球面
 r^2 についての係数： -0.0082692559
 r^4 についての係数： -0.0035430794
 r^6 についての係数： -0.0047729108
 r^8 についての係数： 0.0037146523
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

10

面 4 偶数次非球面
 r^2 についての係数： 0.012763776
 r^4 についての係数： 0.021906493
 r^6 についての係数： 0.0034661071
 r^8 についての係数： 0.010609723
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

20

面 5 偶数次非球面
 r^2 についての係数： 0.046717901
 r^4 についての係数： 0.0094163635
 r^6 についての係数： 0.0016692686
 r^8 についての係数： -8.2571674e-005
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

30

【 0 0 3 1 】

図 7 - 1 3 は、4 素子レンズアセンブリの例である。見て取れるように、これらのレンズアセンブリ例の各々は、負のメニスカスレンズである湾曲したセンサに非常に近いレンズを有する（図 1 2 及び図 1 3 の例ではレンズは平凹に近いが）。簡潔さのため、例示する 4 素子アセンブリの各々にて個々のレンズを記述するのではなく、各々のデータを提示する。

【 0 0 3 2 】

以下は、図 7 に対応する一実装例のデータを示している。

【 0 0 3 3 】

【表 7】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	224.3738	18.41708	95.81648	-11.33441
2	EVENASPH	273.4945	42.98881	81.69407	32.00641
3	EVENASPH	-231.447	13.22963	47.1052	-480.5678
STO	EVENASPH	81.19232	7.7093	11.33238	-73.30876
5	EVENASPH	-33.06094	4.035196	12.72217	17.45717
6	EVENASPH	-27.76914	20.93704	17.26029	4.856911
IMA	STANDARD	-29.79523	32	0.2489563	IMA

10

面 1 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.0009050068
 r^4 についての係数 : -1.2866628e-007
 r^6 についての係数 : -2.9977403e-011
 r^8 についての係数 : -6.285853e-016
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

20

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.0016432507
 r^4 についての係数 : -5.968454e-007
 r^6 についての係数 : -5.8903375e-011
 r^8 についての係数 : -2.4605836e-014
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

30

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.0027362957
 r^4 についての係数 : 1.7252281e-006
 r^6 についての係数 : -1.9753377e-009
 r^8 についての係数 : 4.4952875e-013
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

40

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.0061035575
 r^4 についての係数 : -1.1573733e-005
 r^6 についての係数 : -3.8576759e-007
 r^8 についての係数 : 3.8540073e-009
 r^{10} についての係数 : 0

50

r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0
 面 5 偶数次非球面
 r^2 についての係数 : -0.048220655
 r^4 についての係数 : -0.00017573318
 r^6 についての係数 : -8.9580864e-007
 r^8 についての係数 : -2.3634797e-009
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

10

面 6 偶数次非球面
 r^2 についての係数 : -0.022321611
 r^4 についての係数 : -2.5698424e-005
 r^6 についての係数 : -1.2705637e-008
 r^8 についての係数 : 5.0233863e-010
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0。

20

【 0 0 3 4 】

図 8 のレンズアセンブリ例の詳細は以下である。

【 0 0 3 5 】

【表 8】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	162.123	32.50005	119.0927	3.010826
2	EVENASPH	129.3732	34.26242	81.72527	4.196508
3	EVENASPH	32.65833	5.173827	23.27261	-2.239026
4	EVENASPH	51.06849	3.007101	19.19739	-5.892531
STO	EVENASPH	31.85256	5.302895	10.03037	24.96704
6	EVENASPH	-24.50952	4.964779	9.685754	20.14663
7	EVENASPH	-27.137	14.95837	15.27177	-6.28567
IMA	STANDARD	-24.65858	32	0.3400413	IMA

30

40

面 1 偶数次非球面
 r^2 についての係数 : 0.00026574669
 r^4 についての係数 : 1.3090292e-007
 r^6 についての係数 : -8.067507e-011
 r^8 についての係数 : 3.2095808e-015
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0

50

r^{14} についての係数 : 0

r^{16} についての係数 : 0

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.00084216787

r^4 についての係数 : 6.1215846e-007

r^6 についての係数 : -5.3812441e-010

r^8 についての係数 : 3.5072263e-014

r^{10} についての係数 : 0

r^{12} についての係数 : 0

r^{14} についての係数 : 0

r^{16} についての係数 : 0

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.0092935737

r^4 についての係数 : -5.5951183e-006

r^6 についての係数 : -7.2230948e-008

r^8 についての係数 : -7.3651341e-010

r^{10} についての係数 : 0

r^{12} についての係数 : 0

r^{14} についての係数 : 0

r^{16} についての係数 : 0

面 4 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.0024420196

r^4 についての係数 : -2.2371721e-006

r^6 についての係数 : -8.2333791e-008

r^8 についての係数 : -4.4480187e-010

r^{10} についての係数 : 0

r^{12} についての係数 : 0

r^{14} についての係数 : 0

r^{16} についての係数 : 0

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.0097938162

r^4 についての係数 : -2.3705972e-006

r^6 についての係数 : 4.256789e-007

r^8 についての係数 : -1.4665789e-010

r^{10} についての係数 : 0

r^{12} についての係数 : 0

r^{14} についての係数 : 0

r^{16} についての係数 : 0

面 6 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.073096589

r^4 についての係数 : 5.7190799e-005

r^6 についての係数 : 4.6297098e-007

r^8 についての係数 : -1.1106303e-009

r^{10} についての係数 : 0

r^{12} についての係数 : 0

r^{14} についての係数 : 0

r^{16} についての係数 : 0

面 7 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.014538394

r^4 についての係数 : 4.4184008e-005

10

20

30

40

50

r^6 についての係数 : 3.8845346e-007
 r^8 についての係数 : 3.6819816e-009
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0。

【 0 0 3 6 】

図 9 のレンズアセンブリ例の詳細は以下である。

【 0 0 3 7 】

【 表 9 】

10

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	62.96768	44.60342	66.41456	0.3010589
2	EVENASPH	31.11318	0.71308981	27.68156	1.258264
3	EVENASPH	24.76477	4.99275	26.88566	1.960634
4	EVENASPH	115.5418	0.1125	19.6447	107.2977
STO	EVENASPH	38.72699	10.74507	17.99032	10.32326
6	EVENASPH	-17.98552	3.940343	18.76694	2.402588
7	EVENASPH	-26.68607	10.7144	22.89597	2.670887
IMA	STANDARD	-21.95436	21.99506	0.4361121	IMA

20

面 1 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.0027228227
 r^4 についての係数 : 2.7447576e-007
 r^6 についての係数 : -8.0962734e-011
 r^8 についての係数 : -1.1754249e-013
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

30

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.00080108496
 r^4 についての係数 : 1.7707049e-005
 r^6 についての係数 : 1.2244301e-008
 r^8 についての係数 : 1.5406142e-010
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

40

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.010033911
 r^4 についての係数 : 9.1856009e-006
 r^6 についての係数 : -7.4005883e-009
 r^8 についての係数 : -2.3732676e-011

50

r¹⁰についての係数 : 0
 r¹²についての係数 : 0
 r¹⁴についての係数 : 0
 r¹⁶についての係数 : 0

面 4 偶数次非球面

r²についての係数 : -0.014248381
 r⁴についての係数 : 2.4639797e-005
 r⁶についての係数 : -3.0974358e-007
 r⁸についての係数 : 2.1326118e-009

r¹⁰についての係数 : 0
 r¹²についての係数 : 0
 r¹⁴についての係数 : 0
 r¹⁶についての係数 : 0

10

面 S T O 偶数次非球面

r²についての係数 : 0.0031486196
 r⁴についての係数 : -6.719473e-006
 r⁶についての係数 : -4.2952055e-007
 r⁸についての係数 : 2.3378143e-010

r¹⁰についての係数 : 0
 r¹²についての係数 : 0
 r¹⁴についての係数 : 0
 r¹⁶についての係数 : 0

20

面 6 偶数次非球面

r²についての係数 : -0.024585082
 r⁴についての係数 : -0.00015759285
 r⁶についての係数 : 7.5876778e-007
 r⁸についての係数 : -1.7075289e-009

r¹⁰についての係数 : 0
 r¹²についての係数 : 0
 r¹⁴についての係数 : 0
 r¹⁶についての係数 : 0

30

面 7 偶数次非球面

r²についての係数 : -0.012329076
 r⁴についての係数 : -1.0162983e-005
 r⁶についての係数 : 1.9008622e-007
 r⁸についての係数 : -5.7975021e-010

r¹⁰についての係数 : 0
 r¹²についての係数 : 0
 r¹⁴についての係数 : 0
 r¹⁶についての係数 : 0。

40

【 0 0 3 8 】

図 1 0 のレンズアセンブリ例の詳細は以下である。

【 0 0 3 9 】

【表 10】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	15.48462	6.4366753	18.01328	0.7350255
2	EVENASPH	8.848879	0.55726	11.00158	1.003955
3	EVENASPH	9.032038	6.399996	10.93563	1.201861
4	EVENASPH	52.28122	0.6596292	8.418669	-102.507
STO	EVENASPH	11.75226	4.029279	5.893034	7.760635
6	EVENASPH	-5.062495	1.4752	6.311816	0.8644125
7	EVENASPH	-9.769045	3.78492	7.504619	0.3084521
IMA	STANDARD	-8.85309	8.334322	0.4148249	IMA

10

20

面 1 偶数次非球面

r^2 についての係数: -0.0071907745
 r^4 についての係数: 3.5659214e-005
 r^6 についての係数: -6.2172173e-008
 r^8 についての係数: -4.0974779e-009
 r^{10} についての係数: 0
 r^{12} についての係数: 0
 r^{14} についての係数: 0
 r^{16} についての係数: 0

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数: -0.0088366866
 r^4 についての係数: 0.00040564053
 r^6 についての係数: 9.3202089e-007
 r^8 についての係数: -1.0213473e-007
 r^{10} についての係数: 0
 r^{12} についての係数: 0
 r^{14} についての係数: 0
 r^{16} についての係数: 0

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数: 0.017895107
 r^4 についての係数: 0.00040857664
 r^6 についての係数: -3.2173946e-006
 r^8 についての係数: -3.0588291e-007
 r^{10} についての係数: 0
 r^{12} についての係数: 0
 r^{14} についての係数: 0
 r^{16} についての係数: 0

面 4 偶数次非球面

r^2 についての係数: -0.038343155
 r^4 についての係数: 0.00049343981

30

40

50

r^6 についての係数： $-2.6827802e-005$
 r^8 についての係数： $7.0872313e-007$
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.0057852056
 r^4 についての係数： 0.00020538583
 r^6 についての係数： $-3.5523241e-005$
 r^8 についての係数： $-1.8504176e-007$
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

10

面 6 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.070725522
 r^4 についての係数： -0.001121991
 r^6 についての係数： $5.9885948e-005$
 r^8 についての係数： $8.3858477e-006$
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

20

面 7 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.019022298
 r^4 についての係数： 0.00011123481
 r^6 についての係数： $2.6657465e-005$
 r^8 についての係数： $-2.3693164e-007$
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

30

【 0 0 4 0 】

図 1 1 のレンズアセンブリ例の詳細は以下である。

【 0 0 4 1 】

【表 1 1】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	34.46149	21.6879	36.8607	0
2	EVENASPH	22.25803	3.200012	18.05265	0
3	EVENASPH	-43.37931	15.34823	17.64078	0
4	EVENASPH	-15.71166	3.197076	12.67488	0
STO	EVENASPH	33.63017	7.563545	6.623186	0
6	EVENASPH	-9.632602	6.408138	9.044731	0
7	EVENASPH	-25.75564	9.774625	12.14408	0
IMA	STANDARD	-24.33541	16.11549	0	IMA

10

20

面 1 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.0023330882
 r^4 についての係数： -2.0063176e-006
 r^6 についての係数： 1.712178e-009
 r^8 についての係数： -4.8168342e-012
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.0039164919
 r^4 についての係数： 8.2553246e-006
 r^6 についての係数： 2.4164262e-007
 r^8 についての係数： 3.8123788e-010
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.012882344
 r^4 についての係数： -5.6454175e-005
 r^6 についての係数： 3.7235058e-007
 r^8 についての係数： -2.5203063e-009
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 4 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.0052614684
 r^4 についての係数： 0.0001875086

30

40

50

r^6 についての係数： -2.2633249e-006
 r^8 についての係数： 1.5881566e-008
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.0034148683
 r^4 についての係数： 0.00026669857
 r^6 についての係数： -4.7164879e-006
 r^8 についての係数： 8.4829314e-008
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

10

面 6 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.016533876
 r^4 についての係数： -0.00028941833
 r^6 についての係数： -1.0187295e-005
 r^8 についての係数： 9.2891838e-007
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

20

面 7 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.0062723283
 r^4 についての係数： 4.010936e-005
 r^6 についての係数： 6.2071785e-007
 r^8 についての係数： 1.0114067e-008
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

30

【 0 0 4 2 】

図 1 2 のレンズアセンブリ例の詳細は以下である。

【 0 0 4 3 】

【表 1 2】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	7.057435	2.988707	5.674679	1.814324
2	EVENASPH	3.258223	0.08128771	3.426519	-0.5657294
3	EVENASPH	2.901909	0.9694701	3.392434	0.05291388
4	EVENASPH	-31.11675	0	3.368211	0
STO	EVENASPH	2.944861	1.764741	2.528473	-0.3409325
6	EVENASPH	-1.574102	0.3459662	2.519126	-1.902648
7	EVENASPH	-5.186811	1.116115	2.59444	-28.09088
IMA	STANDARD	-3.470872	3.036393	0.2865449	IMA

10

20

面 1 偶数次非球面

r^2 についての係数: -0.032551323
 r^4 についての係数: -0.0048517168
 r^6 についての係数: -0.00019793491
 r^8 についての係数: 1.3280715e-005
 r^{10} についての係数: 0
 r^{12} についての係数: 0
 r^{14} についての係数: 0
 r^{16} についての係数: 0

面 2 偶数次非球面

r^2 についての係数: 0.028308733
 r^4 についての係数: -0.002587907
 r^6 についての係数: 0.0076772372
 r^8 についての係数: -0.0013908962
 r^{10} についての係数: 0
 r^{12} についての係数: 0
 r^{14} についての係数: 0
 r^{16} についての係数: 0

面 3 偶数次非球面

r^2 についての係数: 0.052136909
 r^4 についての係数: -0.0025480509
 r^6 についての係数: 0.0063986009
 r^8 についての係数: -0.00051891927
 r^{10} についての係数: 0
 r^{12} についての係数: 0
 r^{14} についての係数: 0
 r^{16} についての係数: 0

面 4 偶数次非球面

r^2 についての係数: -0.055267632
 r^4 についての係数: 0.0010476998

30

40

50

r^6 についての係数 : 0.0031384482
 r^8 についての係数 : -0.00032573638
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.052303764
 r^4 についての係数 : 0.0013254458
 r^6 についての係数 : 0.011041063
 r^8 についての係数 : -0.0042722676
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

10

面 6 偶数次非球面

r^2 についての係数 : -0.12060363
 r^4 についての係数 : 0.032302384
 r^6 についての係数 : -0.032302727
 r^8 についての係数 : -0.0035113698
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0

20

面 7 偶数次非球面

r^2 についての係数 : 0.015231714
 r^4 についての係数 : 0.012736379
 r^6 についての係数 : 0.005512558
 r^8 についての係数 : 0.0040815702
 r^{10} についての係数 : 0
 r^{12} についての係数 : 0
 r^{14} についての係数 : 0
 r^{16} についての係数 : 0。

30

【 0 0 4 4 】

図 1 3 のレンズアセンブリ例の詳細は以下である。

【 0 0 4 5 】

【表 1 3】

面	タイプ	曲率半径	厚さ	直径	円錐
OBJ	STANDARD	Infinity	Infinity	0	0
1	EVENASPH	5.859769	1.839874	3.996322	-0.0417652
2	EVENASPH	2.831865	0.2170869	2.506635	-0.5090163
3	EVENASPH	2.306807	0.5873021	2.334853	0.5058974
4	EVENASPH	80.21697	0.1369206	2.228267	4182.971
STO	EVENASPH	3.152057	1.341948	1.701928	-1.099714
6	EVENASPH	-1.410627	0.3361722	1.949082	-1.114667
7	EVENASPH	-4.960287	1.375117	2.223864	-21.00731
IMA	STANDARD	-3.508075	3.001053	0	IMA

10

面 1 偶数次非球面

20

r^2 についての係数： -0.02899649
 r^4 についての係数： -0.010051793
 r^6 についての係数： -0.00048326198
 r^8 についての係数： 9.7659737e-005
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 2 偶数次非球面

30

r^2 についての係数： 0.024143729
 r^4 についての係数： -0.00055718234
 r^6 についての係数： 0.0058160331
 r^8 についての係数： -0.0023649112
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 3 偶数次非球面

40

r^2 についての係数： 0.049071226
 r^4 についての係数： 0.0097786873
 r^6 についての係数： 0.0089052798
 r^8 についての係数： 0.0023761706
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 4 偶数次非球面

50

r^2 についての係数： -0.050967198
 r^4 についての係数： 0.0062549297
 r^6 についての係数： 0.013279928

r^8 についての係数： -0.0047169231
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

面 S T O 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.036069468
 r^4 についての係数： -0.0019326477
 r^6 についての係数： 0.010929391
 r^8 についての係数： -0.019845718
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

10

面 6 偶数次非球面

r^2 についての係数： -0.04959238
 r^4 についての係数： -0.03986785
 r^6 についての係数： -0.040731282
 r^8 についての係数： 0.012511117
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0

20

面 7 偶数次非球面

r^2 についての係数： 0.022642757
 r^4 についての係数： 0.010081191
 r^6 についての係数： 0.013106754
 r^8 についての係数： 0.00031467056
 r^{10} についての係数： 0
 r^{12} についての係数： 0
 r^{14} についての係数： 0
 r^{16} についての係数： 0。

30

【 0 0 4 6 】

図 1 4 は、ここに記載した技術に従って構築されたレンズアセンブリ 1 4 4 2 を収容したカメラ 1 4 4 0 の一例を示している。理解され得るように、レンズサブアセンブリ 1 4 4 6₁ - 1 4 4 6_n が、可視光及び / 又はその他の光（例えば赤外線など）とし得る光を湾曲面 1 4 4 8 上にフォーカシングする。

【 0 0 4 7 】

更なる詳細例

一般に、例示した設計の一部は、比較的広いアパチャーで比較的広い像界であり、高次の非球面を用いて構築され得る。より低いアパチャーに合わせて設計が最適化され直されてもよく、高次項が落とされてもよい。これは設計を、ザイデル収差解析が適当である領域、それ故に、様々な面の光学関数を説明することを可能にする領域である、1 次及び 3 次の波面を用いる記述の届く範囲内に持ち込む。

40

【 0 0 4 8 】

これらのレンズ素子は一般に、それらの間隔と比較して厚く、故に、薄レンズ解は適当でない。

【 0 0 4 9 】

【表 1 4】

ザイデル収差	注釈	補正要か
S_I	球面収差	Yes
S_{II}	コマ	Yes
S_{III}	非点収差	Yes
S_{IV}	ペッツバール和($S_{III}=0$ の場合の像面湾曲)	No
S_V	歪曲	No*
C_I	軸上色収差	Yes
C_{II}	横色収差	Yes

10

20

これらの設計において、像面湾曲は実効的にフロートに対して左であり、イメージセンサはペッツバール面に置かれる。なお、原理的には歪曲補正が望ましいが、歪曲を補正することの効果は、像界を平坦にすること、すなわち、湾曲した像界の利益の一部を無くすものであり、故に、補正されないままにされる。

【0050】

30

なお、非球面を用いなくても、ほどほどのアパチャーにおけるシステムは、最初の3つの基本的な単色収差に関して良好に補正される。主犯は非点収差であり、故に、 $f/4$ でほんの数波長のこれが存在する。比較して、絞りにおいて同等のパワーの薄レンズは、約21波長の非点収差を有することになる。開始時の低い収差は設計に役立つ傾向がある。

【0051】

一態様において、この設計は疑似対称であり、これはコマ及び横色収差を当初から低くする。この設計はまた、概して疑似中心対称であり、これはレンズの外表面においてコマ及び非点収差を低くする（主光線はこの表面におおよそ垂直である）。

【0052】

1つ以上の実装は、（大抵のレンズと同様に）正曲率で開始し、トータルの経路を最小化する助けとなるよう全体が正の第1素子を持つ。1つ以上の実装は、絞りの前に1つの無収差面を使用し、且つ/或いは、周辺光線がこの面に垂直に近く、絞りにおける面を先行面とほぼ同心にする。曲率を用いて、非点収差を所望のように制御し得る。

40

【0053】

埋め込まれた面は、軸上色収差を補正するとともに過剰に補正された（負の）球面収差を導入し、それにより、レンズの外表面においてそれを補償する助けとなる。

【0054】

実装が非球面を許容する場合、絞りから離れた面に非球面を導入することによって、非点収差が補正され得る。非球面の効果は、球面収差項を導入し、それが、周辺光線高さに対する主光線高さの比に応じて、非点収差の一部又は全てを補正することである。しかし

50

ながら、幾らかのコマ収差が存在し得る。これは既に低いものであったため、この追加のコマ収差は別の面で補正される。

【 0 0 5 5 】

残余の球面収差を補正することは、絞り位置での非球面によって行われ得る。1つの基本的な手法は、像面湾曲を無視するが結果として得られる自由度の一部を用いてトータルの経路を最小化し、低い横方向及び軸方向の色収差を与えるガウス解を見出しており、これは、解が全体で低いコマ及び球面収差を有していてそれ故に非球面が過度である必要がない場合に助けとなる。非点収差は、背面（又は、絞りから最も遠い面）を用いて補正され得る。コマ収差は、前面（又は、その次に絞りから遠い面）を用いて補正され得る。残存する球面収差は、絞り位置の面を用いて補正され得る。

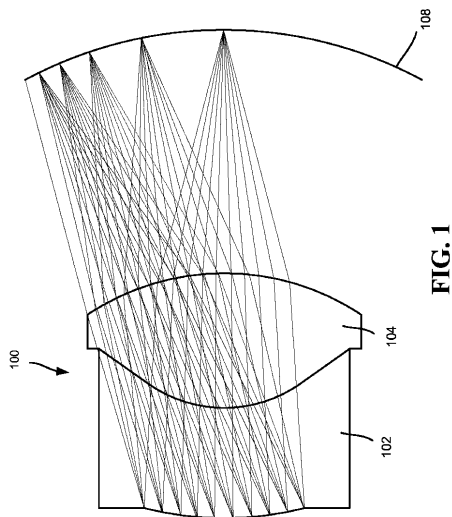
10

【 0 0 5 6 】

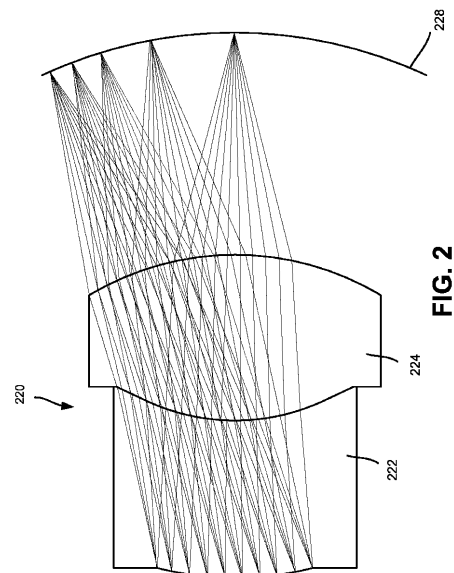
まとめ

本発明は、様々な変更及び代替構成を受け入れる余地があり、その特定の例示実施形態を図面に示して詳細に上述した。しかしながら、理解されるべきことには、開示した特定の形態に本発明を限定する意図はなく、対照的に、本発明の精神及び範囲に入る全ての変更、代替構成、及び均等なものに及ぶことが意図される。

【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】

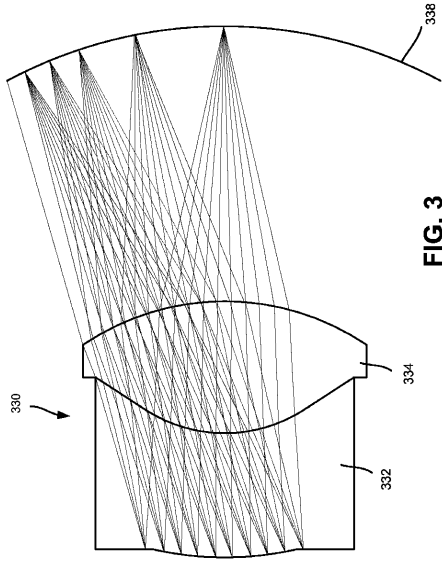


FIG. 3

【図 4】

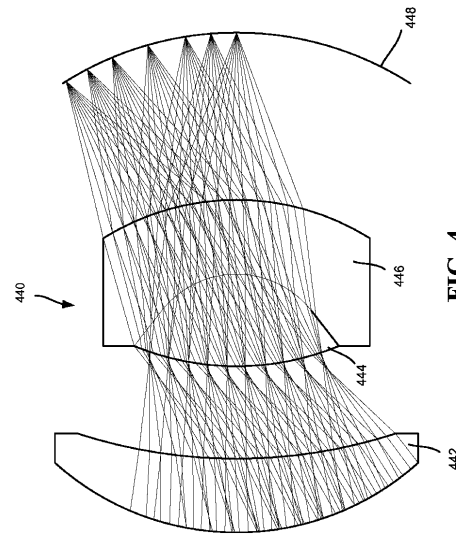


FIG. 4

【図 5】

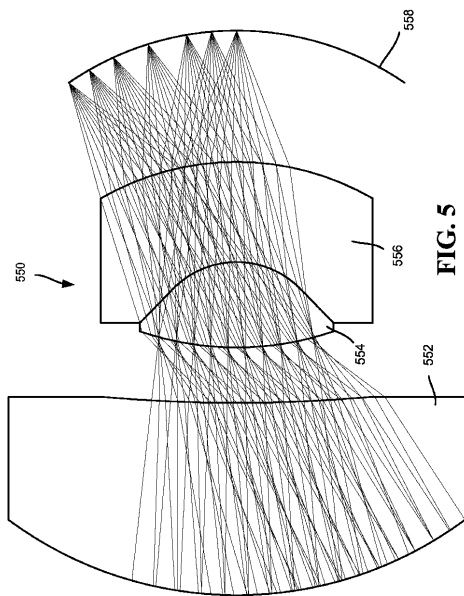


FIG. 5

【図 6】

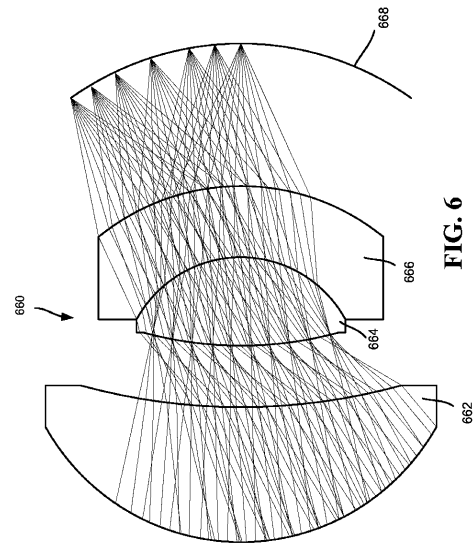


FIG. 6

【図 7】

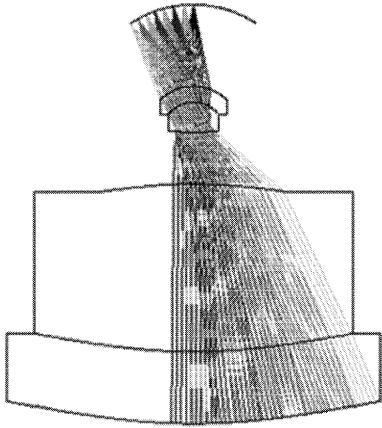


FIG. 7

【図 9】

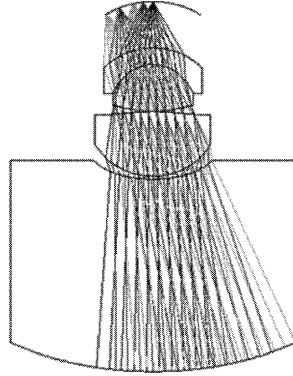


FIG. 9

【図 8】

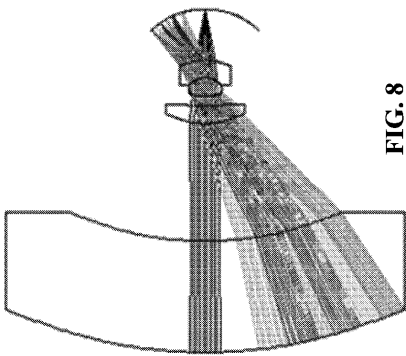


FIG. 8

【図 10】

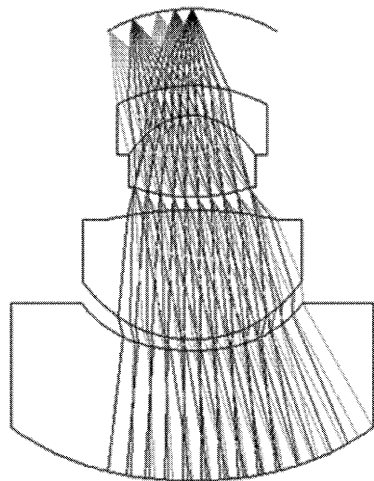


FIG. 10

【図 11】

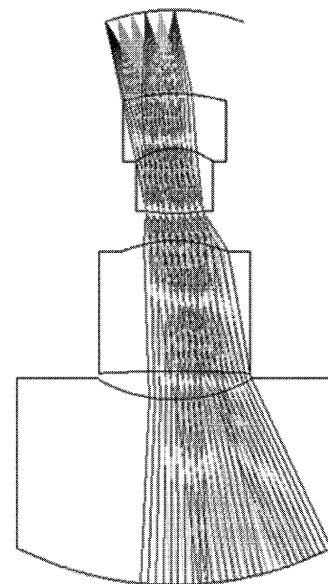


FIG. 11

【図 1 2】

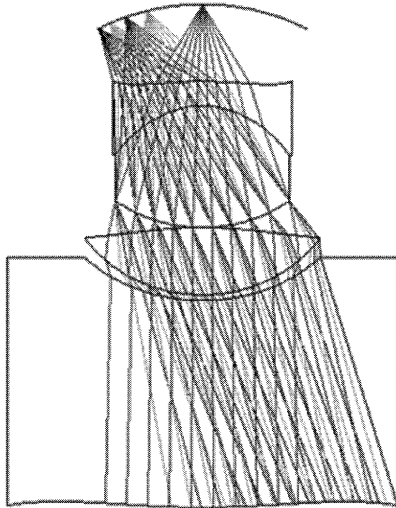


FIG. 12

【図 1 3】

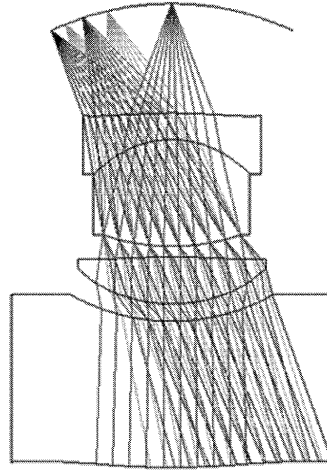
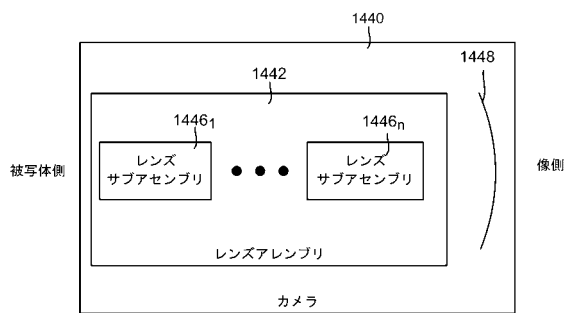


FIG. 13

【図 1 4】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2014/042799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02B13/00 ADD.		
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 practicable, search terms used) EP0-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/063634 A1 (YAMANO HIROKI [JP]) 14 March 2013 (2013-03-14) paragraphs [0047] - [0050]; figure 1 paragraphs [0107] - [0113]; figure 3 paragraphs [0120] - [0126]; figure 5 paragraphs [0159] - [0168]; figure 11 paragraph [0196]; figure 14 -----	1-10
X	US 2013/003196 A1 (GUENTER BRIAN KEVIN [US] ET AL) 3 January 2013 (2013-01-03) paragraphs [0010], [0016], [0021]; figures 1,2 -----	1-9
A		10
X	JP 2008 249909 A (FUJIFILM CORP) 16 October 2008 (2008-10-16) abstract; figures 1,3 paragraphs [0019], [0020], [0023] ----- -/--	1-9
<input checked="" 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 application or patent 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
7 October 2014		16/10/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Ciarrocca, Marco

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2014/042799

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/076900 A1 (MROZEK FRED [US] ET AL) 28 March 2013 (2013-03-28) paragraphs [0086] - [0090], [0097], [0098], [0109]; figures 3a,3e -----	1-9
X	US 2005/219716 A1 (KOIKE KAZUMI [JP]) 6 October 2005 (2005-10-06) paragraph [0009]; figures 1,17,25,31,35,37,41,43,45,49,51,53,55,57 -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/042799

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013063634 A1	14-03-2013	CN 102998772 A JP 2013061476 A KR 20130029013 A TW 201312169 A US 2013063634 A1	27-03-2013 04-04-2013 21-03-2013 16-03-2013 14-03-2013
US 2013003196 A1	03-01-2013	NONE	
JP 2008249909 A	16-10-2008	NONE	
US 2013076900 A1	28-03-2013	EP 2758822 A1 US 2013076900 A1 WO 2013043215 A1	30-07-2014 28-03-2013 28-03-2013
US 2005219716 A1	06-10-2005	CN 1673793 A EP 1580585 A2 KR 20060044511 A US 2005219716 A1	28-09-2005 28-09-2005 16-05-2006 06-10-2005

フロントページの続き

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

(72)発明者 ギュンター, ブライアン ケイ.

アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト コーポレーション エルシーイー - インターナショナル パテンツ (8 / 1172) 内

(72)発明者 エマートン, ニール

アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト コーポレーション エルシーイー - インターナショナル パテンツ (8 / 1172) 内

F ターム(参考) 2H087 KA01 LA01 PA01 PA02 PA03 PA18 PA19 PB02 PB03 PB04
QA02 QA07 QA12 QA17 QA21 QA25 QA26 QA34 QA37 QA41
QA42 QA45 RA05 RA44 UA01