

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号

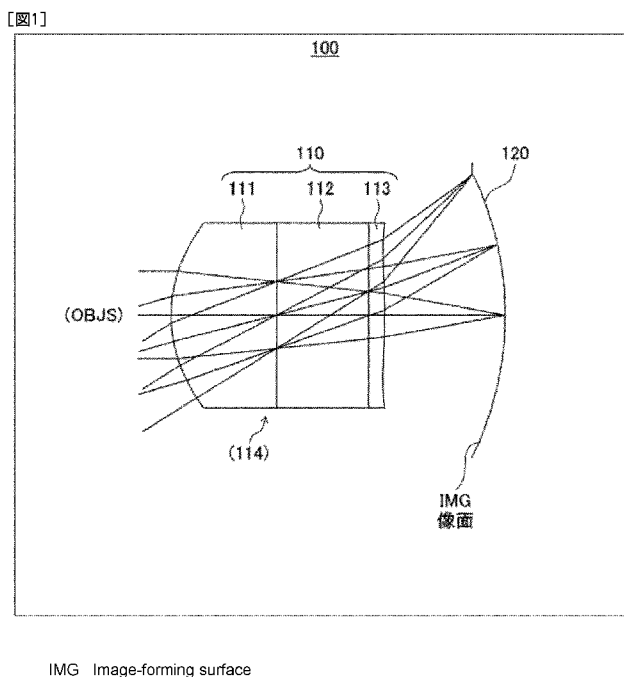
WO 2012/147841 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
G02B 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/061190
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 26 日(26.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-098113 2011 年 4 月 26 日(26.04.2011) JP
特願 2011-245392 2011 年 11 月 9 日(09.11.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 馬場 友彦 (BABA Tomohiko) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 稲本 義雄, 外 (INAMOTO Yoshio et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 2 5 号 西新宿木村屋ビルディング 9 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PICKUP DEVICE AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 撮像装置および電子機器



向けて湾曲している。

(57) Abstract: The present technology relates to an image pickup device having a small size and high resolution at low cost, which can be applied to high pixel density and wide angle, and an electronic apparatus. The electronic apparatus has an image pickup device, and a signal processing circuit, which performs signal processing with respect to output signals of the image pickup device, and the image pickup device has a group of lenses, and an image pickup element having images formed thereon through the lenses. The lenses include, a first lens having the object-side surface protruding to the object side, a transparent body, and a second lens, which are sequentially disposed from the object side toward the image-forming surface side without having air among the first lens, the transparent body, and the second lens, and the image pickup element is bent with the recessed side facing the object side.

(57) 要約: 本技術は、小型かつ低コストの高解像度で、高画素、広角に対応することが可能な撮像装置および電子機器に関する。電子機器は、撮像装置と、上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、を有し、上記撮像装置は、一群のレンズと、上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、透明体と、第2レンズと、を含み、上記撮像素子は、物体側に凹を



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像装置および電子機器

技術分野

[0001] 本技術は、撮像機器に適用される撮像装置および電子機器に関するものである。

背景技術

[0002] 近年の携帯電話やパーソナルコンピュータ（ＰＣ）等に搭載される撮像機器には、高解像度・ローコスト・小型化が強く求められている。

[0003] ＣＣＤ (Charge Coupled Device)やＣＭＯＳ (Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサ等の撮像素子のセルピッチが劇的に小さくなり、光学系には通常光学系よりも光学収差、特に軸上色収差を抑えた高い結像性能が要求される。

[0004] ところが、レンズ系のみでこれらを解決しようとする、と、レンズ枚数が多くなり、高い組み立て精度が要求される。

レンズを製造不可能なほど小さくしないといけなくなる等の問題が発生する。

[0005] これらを解決するには、撮像素子を湾曲させて、光学系での像面補正の必要性を少なくして、レンズを簡易化することが一つの方法である。

これらの例としては、代表的なものに特許文献１に開示された技術が知られている。

この例では、一群２枚構成の光学設計に関する技術が記載されているが、プラスチックモールドの個別成型した２枚を張り合わせ、前絞りで構成されたものである。厳密には、群間に空気間隔があるので２群２枚構成になる。また、赤外線カットフィルタを入れていない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２００４－３１２２３９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところが、上記した技術では、撮像素子を湾曲させることから、撮像素子を湾曲させて発生する、たる型の光学歪の解決方法を示していない等の問題があり、C I F規格、V G A規格等の低画素にしか対応できない。

また、広角化も困難である。

[0008] 本技術は、小型かつ低コストの高解像度で、高画素、広角に対応することが可能な撮像装置および電子機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本技術の第1の観点の撮像装置は、一群のレンズと、上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、透明体と、第2レンズと、を含み、上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している。

また、撮像装置は、正の光学歪を有するレンズ群と、上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より生じる負の光学歪を、上記レンズ群の正の光学歪により打ち消す。

[0010] 本技術の第2の観点の電子機器は、撮像装置と、上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、を有し、上記撮像装置は、一群のレンズと、上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、透明体と、第2レンズと、を含み、上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している。

また、電子機器は、撮像装置と、上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、を有し、上記撮像装置は、正の光学歪を有するレンズ群と、上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より生じる負の光学歪を

、上記レンズ群の正の光学歪により打ち消す。

発明の効果

[0011] 本技術によれば、小型かつ低コストの高解像度で、高画素、広角に対応することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本技術の第1の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図2]本第1の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[図3]実施例1において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図4]実施例1におけるディストーション格子を示す図である。

[図5]本第2の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図6]本第2の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

[図7]実施例2において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図8]実施例2におけるディストーション格子を示す図である。

[図9]本第3の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図10]本第3の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

[図11]実施例3において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図12]実施例3におけるディストーション格子を示す図である。

[図13]本第4の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図14]本第4の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

す図である。

[図15]実施例4において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図16]実施例4におけるディストーション格子を示す図である。

[図17]本第5の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図18]本第5の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

[図19]実施例5において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図20]実施例5におけるディストーション格子を示す図である。

[図21]本第6の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図22]本第1の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[図23]実施例6において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図24]実施例6におけるディストーション格子を示す図である。

[図25]本第7の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図26]本第8の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図27]本第9の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図28]本第9の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[図29]実施例9において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図30]実施例9におけるディストーション格子を示す図である。

[図31]本第10の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図32]図31の撮像装置において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

[図33]撮像装置におけるディストーション格子を示す図である。

[図34]第6の実施形態に係るウエハーレベルオプティクスを概念的に示す図である。

[図35]本に係る撮像装置が採用される電子機器の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本技術の実施形態を添付図面に関連付けて説明する。

なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施形態（撮像装置の第1の構成例）
2. 第2の実施形態（撮像装置の第2の構成例）
3. 第3の実施形態（撮像装置の第3の構成例）
4. 第4の実施形態（撮像装置の第4の構成例）
5. 第5の実施形態（撮像装置の第5の構成例）
6. 第6の実施形態（撮像装置の第6の構成例）
7. 第7の実施形態（撮像装置の第7の構成例）
8. 第8の実施形態（撮像装置の第8の構成例）
9. 第9の実施形態（撮像装置の第9の構成例）
10. 第10の実施形態（撮像装置の第10の構成例）
11. 第11の実施形態（ウエハーオプトの概念）
12. 第12の実施形態（電子機器の構成例）

[0014] <1. 第1の実施形態>

図1は、本第1の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0015] 本第1の実施形態の撮像装置100は、図1に示すように、物体側OBJから像面側に向かって順番に配置された、レンズ110、および撮像素子120を有する。

このレンズ110は、単焦点レンズとして形成されている。

[0016] 本撮像装置100は、基本的に、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子120と一群のレンズ110により構成される。

レンズ 1 1 0 は、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズ 1 1 1 と、絞りと赤外線カットフィルタを施した透明体としてのガラス基板 1 1 2 と、第 2 レンズ 1 1 3 により構成される。

[0017] 第 1 レンズ 1 1 1 は、ガラス基板 1 1 2 上に紫外線（UV）硬化レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。

また、異なるレプリカ硝材を 2 回施しダブルレット構成、もしくは、3 回施しトリプレット構成にし、高性能化を実現することもできる。トリプレット構成以上の構成も可能である。

[0018] 第 2 レンズ 1 1 3 は、ガラス基板 1 1 2 の第 1 レンズ 1 1 1 の裏側に UV 硬化レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。

また、異なるレプリカ硝材を 2 回施しダブルレット構成、もしくは、3 回以上施し、トリプレット構成以上にしてもよい。

[0019] パワー構成は、第 1 レンズ 1 1 1 が強い正のパワーをとり、第 2 レンズ 1 1 3 が弱い正、もしくは、弱い負のパワーとなる。

第 1 レンズ 1 1 1 と第 2 レンズ 1 1 3 の間に絞り 1 1 4 がある。

このために、上記パワー構成の影響によりレンズ群で強い正（糸巻き型）の光学歪を発生して、撮像素子を湾曲することにより発生する負（たる型）の光学歪を打ち消し、撮像素子全体として、好ましい光学歪が実現される。

なお、レンズ群の光学ディストーションが正の 4 % 以上である。

[0020] 単焦点レンズであるレンズ 1 1 0 において、像面 IMG は、CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子の撮像面（受像面）が配置されることを想定している。

また、像側最終面と結像面の間、もしくは物体側の最初の面の前には、樹脂またはガラスで形成されるカバーガラスや赤外カットフィルタやローパスフィルタなどの他、光学部材が配置されていてもよい。

なお、本実施形態では、図 1 において、左側が物体側（前方）であり、右側が像面側（後方）である。

そして、物体側から入射した光束は撮像素子 120 の像面 IMG 上に結像される。

[0021] 以下、本実施形態の撮像レンズの構成とその作用について説明する。

[0022] 単焦点レンズである本実施形態の撮像レンズ 110 は、以下の条件式 (1) ~ (3) を満足するように構成されている。

[0023] 条件式 (1) では、第 1 レンズ 111 のパワーに関する条件が規定されている。

$$[0024] \quad 1.0 \leq f_{L1} / f \leq 100.0 \quad (1)$$

f_{L1} は第 1 レンズ 111 の焦点距離を、 f はレンズ系の焦点距離を示している。

[0025] 条件式 (1) は以下の理由で必要となる。

上限を超えると正（糸巻き型）の光学歪が出なくなり、システムとして光学歪が出てしまうことと、像高ごとに物体側入射第 1 面への入射角が異なり、色収差が出てしまい望ましい光学特性が取れなくなるので必要となる。

下限を超えると物体側入射第 1 面の面形状が強い曲面になり製造できなくなり必要となる。

[0026] 条件式 (2) では、第 2 レンズ 113 のパワーに関する条件が規定されている。

$$[0027] \quad 1.5 \leq f_{L2} / f \quad \text{または} \quad f_{L2} \leq -3.0 \quad (2)$$

f_{L2} は第 2 レンズ 112 の焦点距離を、 f はレンズ系の焦点距離を示している。

[0028] 条件式 (2) は以下の理由で必要となる。

マイナスに関する式の上限を超えると、撮像素子に入射する光の角度が大きくなり望ましいカメラ特性が取れなくなるため必要となる。

プラスに関する式の下限を超えると、正（糸巻き型）の光学歪が出なくなり、システムとして光学歪が出てしまうことにより必要となる。

[0029] 条件式 (3) では、撮像素子 120 の湾曲に関する条件が規定されている。

$$[0030] \quad -5 \leq R_i / f \leq -0.6 \quad (3)$$

R_i は像面 IMG の曲率半径を示している。

[0031] 条件式 (3) は以下の理由で必要となる。

上限を超えるとレンズで像面湾曲を補正しきれなくなり、像高が高くなるに従って MTF が劣化するために必要となる。

下限を超えると像面湾曲が過補正になり、像高が高くなるに従って MTF が劣化し、かつ、製造上、曲げることが困難であるために必要となる。

[0032] 上記の条件式 (1) ~ (3) は、以下で取り扱う第 1 ~ 第 5 の実施形態に係る実施例 1, 2, 3, 4, 5 に共通するものであり、必要に応じて適宜採用することで、個々の撮像素子または撮像装置に適したより好ましい結像性能とコンパクトな光学系が実現される。

[0033] なお、レンズの非球面の形状は、物体側から像面側へ向かう方向を正とし、 k を円錐係数、 A 、 B 、 C 、 D を非球面係数、 r を中心曲率半径としたとき次式で表される。 y は光軸からの光線の高さ、 c は中心曲率半径 r の逆数 ($1/r$) をそれぞれ表している。

ただし、 X は非球面頂点に対する接平面からの距離を、 A は 4 次の非球面係数を、 B は 6 次の非球面係数を、 C は 8 次の非球面係数を、 D は 10 次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0034] [数1]

非球面方程式

$$X = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

[0035] 図 2 は、本第 1 の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0036] 具体的には、第 1 レンズ 111 の物体側面 (凸面) に第 1 番、第 1 レンズ 111 の像面側面とガラス基板 112 の物体側面との境界面 (接合面) に第 2 番の面番号が付与されている。

ガラス基板 1 1 2 の像面側面と第 2 レンズ 1 1 3 の物体側面との境界面(接合面)に第 3 番の面番号が付与され、第 2 レンズ 1 1 3 の像面側面に第 4 番の面番号が付与されている。

[0037] また、図 2 に示すように、本実施形態のレンズ 1 0 0 において、第 1 レンズ 1 1 1 の物体側面 (第 1 番) 1 の中心曲率半径は R_1 に設定される。

第 1 レンズ 1 1 1 の像面側面とガラス基板 1 1 2 の物体側面との境界面 (接合面) 2 の中心曲率半径は R_2 に設定される。

ガラス基板 1 1 2 の像面側面と第 2 レンズ 1 1 3 の物体側面との境界面(接合面) 3 の中心曲率半径は R_3 に設定される。

第 2 レンズ 1 1 3 の像面側面 4 の中心曲率半径は R_4 に設定される。

なお、面 2, 3 の中心曲率半径 R_2 , R_3 は無限 (INFINITY) である。

[0038] また、図 2 に示すように、第 1 レンズ 1 1 1 の厚さとなる面 1 と面 2 間の光軸 O X 上の距離が d_1 に、ガラス基板 1 1 2 の厚さとなる面 2 と面 3 間の光軸 O X 上の距離が d_2 に設定される。

第 2 レンズ 1 1 3 の厚さとなる面 3 と面 4 間の光軸 O X 上の距離が d_3 、第 2 レンズ 1 1 3 の像面側面と像面 I M G 間の光軸 O X 上の距離が d_4 に設定される。

[0039] 以下に、撮像装置 1 0 0 のレンズ 1 1 0 の具体的な数値による実施例 1 を示す。なお、実施例 1 においては、レンズ 1 1 0 の各レンズ、ガラス基板に対して、図 2 に示すような面番号が付与されている。

[0040] [実施例 1]

表 1、表 2、表 3、および表 4 に実施例 1 の各数値が示されている。実施例 1 の各数値は図 1 のレンズ 1 1 0 に対応している。

実施例 1 は、1/6 サイズ、1.1 μm ピッチの 3 メガピクセル (Mega pixel) CMOS イメージャ用の設計例である。

本実施例 1 は、前述したように、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子 1 2 0 と一群のレンズ 1 1 0 より構成される。

レンズ 110 は、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズ 111 と、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス基板 112 と、第 2 レンズ 113 により構成される。

第 1 レンズ 111 は、ガラス基板 112 上に UV 硬化レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。第 2 レンズは、ガラス基板 112 の第 1 レンズ 111 の裏側に UV 効果レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。

第 1 レンズ 111 と第 2 レンズ 113 は、たとえば、日東電工社製 NT 33 硝材を使用してレプリカプロセスでショット社 D 263 T ガラス基板上に形成することができる。

パワー構成は、第 1 レンズ 111 が強い正のパワーで焦点距離が 4.1 mm、第 2 レンズ 113 が弱い正で焦点距離が 9.9 mm となる。

撮像素子 120 が半径 3.114 mm の湾曲によって大きいたる型の光学歪発生要因となりながら、第 1 レンズ 111 と第 2 レンズ 113 の間に絞り 114 がある。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の 17.3% の光学歪を発生させ、システムとして TV 歪が図 4 に示すように負（たる型）の 2.0% に抑えられている。

そして、F 値 $F_{no} 2.8$ と明るく、半画角 32 度という広角を有しながら、図 3 に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長 3.23 mm と短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0041] 表 1 は、実施例 1 におけるレンズ 110 の各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（ $R : mm$ ）、間隔（ $d : mm$ ）、屈折率（ n_d ）、および分散値（ ν_d ）を示している。

[0042]

[表1]

実施例 1 レンズ構成データ

面番号	R	d	nd	νd
1:	1.37	1.011	1.51	57.3
2:	INFINITY	0.900	1.52	55.0
3:	INFINITY	0.156	1.51	57.3
4:	-5.084	1.167		
IMG:	-3.114			

[0043] 表 2 は、実施例 1 における非球面を含む第 1 レンズ 1 1 1 の面 1、第 2 レンズ 1 1 3 の面 4 の 4 次、6 次、8 次、1 0 次の非球面係数を示す。

表 2 において、K は円錐定数を、A は 4 次の非球面係数を、B は 6 次の非球面係数を、C は 8 次の非球面係数を、D は 1 0 次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0044] [表2]

実施例 1 非球面データ

第1面	K:-0.630	A:0.579E-02	B:0.156E-01	C:-0.285E-01	D:0.102E-01
第4面	K:-0.599	A:0.142E+00	B:-0.835E-01	C:0.112E+00	D:-0.491E-01

[0045] 表 3 は、実施例 1 におけるレンズ 1 1 0 の焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は 2. 3 6 [mm] に、開口数 F は 2. 8 に、半画角 ω は 3 2. 0 d e g に、レンズ長 H は 3. 2 3 [mm] に設定されている。

[0046] [表3]

実施例 1 構成データ

f (焦点距離)	= 2.36 mm
F (開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 32.0 deg
H (レンズ全長)	= 3.23 mm

[0047] 表 4 は、実施例 1 においては、上記各条件式 (1) ~ (3) を満足することを示す。

[0048]

[表4]

実施例1 条件式の値

条件式\実施例	1
(1)	1.72
(2)	4.21
(3)	-1.31

[0049] 表4に示すように、実施例1では、第1レンズ111のパワー(f_{L1}/f)が1.72に設定され、条件式(1)で規定される条件を満足している。

第2レンズ113のパワー(f_{L2}/f)が4.21に設定され、条件式(2)で規定される正側の条件を満足している。

撮像素子120の像面IMGの曲率半径(R_i)が-1.31に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

[0050] 図3は、実施例1において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図3の(A)が球面収差(色収差)、図3の(B)が非点収差を、図3の(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図4は、実施例1におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例1によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0051] <2. 第2の実施形態>

図5は、本第2の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0052] 図5に示す第2の実施形態に係る撮像装置100Aと図1に示す第1の実施形態に係る撮像装置100とは、次の点が異なる。

撮像装置100Aにおいて、第1レンズ111Aが第1レンズエレメント1111および第2レンズエレメント1112により形成され、ガラス基板112Aが第1ガラス基板1121および第2ガラス基板1122により形成されている。

第2の実施形態では、第1レンズ111Aは第1ガラス基板1121に形成され、第2レンズ113Aが第2ガラス基板1122に形成されている。

[0053] 図6は、本第2の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0054] 具体的には、第1レンズエレメント1111の物体側面（凸面）に第1番、第1レンズエレメント1111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面（接合面）に第2番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第1ガラス基板1121の物体側面との境界面（接合面）に第3番の面番号が付与されている。

第1ガラス基板1121の像面側面と第2ガラス基板1122の物体側面との境界面（接合面）に第4番の面番号が付与されている。

第2ガラス基板1122の像面側面と第2レンズ113Aの物体側面との境界面（接合面）に第5番の面番号が付与され、第2レンズ113Aの像面側面に第6番の面番号が付与されている。

[0055] また、図6に示すように、本実施形態のレンズ110Aにおいて、第1レンズエレメント1111の物体側面（第1番）1の中心曲率半径は R_1 に設定される。

第1レンズエレメント1111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_2 に設定される。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第1ガラス基板1121の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_3 に設定される。

第1ガラス基板1121の像面側面と第2ガラス基板1122の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_4 に設定される。

第2ガラス基板1122の像面側面と第2レンズ113Aの物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_5 に設定される。

第2レンズ113の像面側面の中心曲率半径は R_6 に設定される。

なお、面3、4、5の中心曲率半径 R_3 、 R_4 、 R_5 は無限（INFINITY）である。

[0056] また、図6に示すように、第1レンズエレメント1111の厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離が d_1 に設定される。

第2レンズエレメント1112の厚さとなる面2と面3間の光軸OX上の距離が d_2 に設定される。

第1ガラス基板1121の厚さとなる面3と面4間の光軸OX上の距離が d_3 に設定される。

第2ガラス基板1122の厚さとなる面4と面5間の光軸OX上の距離が d_4 に設定される。

第2レンズ113Aの厚さとなる面5と面6間の光軸OX上の距離が d_5 、第2レンズ113Aの像面側面と像面IMG間の光軸OX上の距離が d_6 に設定される。

[0057] 以下に、撮像装置100Aのレンズ110Aの具体的な数値による実施例2を示す。なお、実施例2においては、レンズ110Aの各レンズ、ガラス基板に対して、図6に示すような面番号が付与されている。

[0058] [実施例2]

表5、表6、表7、および表8に実施例2の各数値が示されている。実施例2の各数値は図5のレンズ110Aに対応している。

実施例2は、1/5サイズ、1.1 μ mピッチの5メガピクセル(Mage pixel)CMOSイメージャ用の設計例である。

本実施例2は、前述したように、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子120Aと一群のレンズ110Aより構成される。

レンズ110Aは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズ111Aと、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス112Aと、第2レンズ113Aにより構成される。

ここで第1レンズ111Aはアッベ数57.3で両凸レンズの第1レンズエレメント1111とアッベ数29.6で凹平形状の第2レンズエレメント1112により形成される。

第1レンズ111Aは、ガラス基板1121上にUV硬化レプリカレンズを2回施すことによって実現することが望ましい。第2レンズ113Aは、

ガラス基板の第1レンズ110Aの裏側にUV硬化レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。もしくは、図5に示すように、第1レンズ110Aと第2レンズ113Aを別の基板1121, 1122に形成して、基板の平面同士を接着して実現してもよい。

第1レンズ110Aはたとえば、日東電工社製NT33硝材と旭化成社製414C硝材を使い、2回レプリカプロセスを行い、ショット社D263Tガラス基板上に形成することができる。そして、第1レンズ110Aの裏側に、日東電工社製NT33硝材を使い第2レンズ113Aをレプリカプロセスで形成することができる。

パワー構成は、第1レンズ110Aが強い正のパワーで焦点距離が4.9mm、第2レンズ113Aが弱い正で焦点距離が71.2mmとなる。

撮像素子120Aが半径4.8mmの湾曲によって大きいたる型の光学歪発生要因となりながら、第1レンズエレメント1111と第2レンズエレメント1112の間に絞りがあがる。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の24.5%の光学歪を発生させ、システムとしてTV歪が図8に示すように負（たる型）の0.4%に抑えられている。

そして、F値Fno2.8と明るく、半画角30.3度という広角を有しながら、図7に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長3.90mmと短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0059] 表5は、実施例2におけるレンズ110Aの各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（R：mm）、間隔（d：mm）、屈折率（nd）、および分散値（ ν_d ）を示している。

[0060] [表5]

実施例2 構成データ

面番号	R	d	nd	ν_d
1:	1.490	0.746	1.51	57.3
2:	INFINITY	0.127	1.59	29.6
3:	INFINITY	0.700	1.52	55.0
4:	INFINITY	0.550	1.52	55.0
5:	INFINITY	0.126	1.51	57.3
6:	-36.475	1.650		
IMG:	-4.800			

[0061] 表 1 6 は、実施例 2 における非球面を含む第 1 レンズ 1 1 1 A の面 1、面 2、第 2 レンズ 1 1 3 A の面 6 の 4 次、6 次、8 次、1 0 次の非球面係数を示す。

表 6 において、K は円錐定数を、A は 4 次の非球面係数を、B は 6 次の非球面係数を、C は 8 次の非球面係数を、D は 1 0 次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0062] [表 6]

実施例 2 非球面データ

第 1 面	K: -0.431	A: 0.304E-02	B: -0.623E-03	C: 0.305E-02	D: -0.302E-02
第 2 面	K: -1.000	A: 0.854E-01	B: -0.811E-01	C: 0.561E-01	D: -0.157E-01
第 6 面	K: -1.000	A: 0.147E+00	B: -0.367E+00	C: 0.829E+00	D: -0.745E+00

[0063] 表 7 は、実施例 2 におけるレンズ 1 1 0 A の焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は 3. 1 2 [mm] に、開口数 F は 2. 8 に、半画角 ω は 3 0. 3 d e g に、レンズ長 H は 3. 9 0 [mm] に設定されている。

[0064] [表 7]

実施例 2 構成データ

f (焦点距離)	= 3.12 mm
F (開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 30.3 deg
H (レンズ全長)	= 3.90 mm

[0065] 表 8 は、実施例 2 においては、上記各条件式 (1) ~ (3) を満足することを示す。

[0066] [表 8]

実施例 2 条件式の値

条件式 \ 実施例	2
(1)	1.56
(2)	22.82
(3)	-1.53

[0067] 表 8 に示すように、実施例 2 では、第 1 レンズ 1 1 1 A のパワー ($f_L 1 / f$) が 1. 5 6 に設定され、条件式 (1) で規定される条件を満足している。

第2レンズ113Aのパワー(f_{L2}/f)が22.82に設定され、条件式(2)で規定される正側の条件を満足している。

撮像素子120Aの像面IMGの曲率半径(R_i)が-1.53に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

[0068] 図7は、実施例2において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図7の(A)が球面収差(色収差)、図7の(B)が非点収差を、図7の(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図8は、実施例2におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例2によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0069] <3. 第3の実施形態>

図9は、本第3の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0070] 図9に示す第3の実施形態に係る撮像装置100Bと図1に示す第1の実施形態に係る撮像装置100とは、次の点が異なる。

撮像装置100Bにおいて、第1レンズ111Bが第1レンズエレメント1111、第2レンズエレメント1112、および第3レンズエレメント1113により形成されている。

[0071] 図10は、本第3の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0072] 具体的には、第1レンズエレメント1111の物体側面(凸面)に第1番、第1レンズエレメント1111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面(接合面)に第2番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第3レンズエレメント1113の物体側面との境界面(接合面)に第3番の面番号が付与されている。

第3レンズエレメント1113の像面側面とガラス基板112Bの物体側面との境界面(接合面)に第4番の面番号が付与されている。

ガラス基板112Bの像面側面と第2レンズ113Bの物体側面との境界面(接合面)に第5番の面番号が付与され、第2レンズ113Bの像面側面に

第6番の面番号が付与されている。

[0073] また、図10に示すように、本実施形態のレンズ110Bにおいて、第1レンズエレメント1111の物体側面（第1番）1の中心曲率半径は R_1 に設定される。

第1レンズエレメント1111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_2 に設定される。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第3レンズエレメント1113の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_3 に設定される。

第3レンズエレメント1113の像面側面とガラス基板112Bの物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_4 に設定される。

ガラス基板112Bの像面側面と第2レンズ113Bの物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_5 に設定される。

第2レンズ113の像面側面の中心曲率半径は R_6 に設定される。

なお、面3，4，5の中心曲率半径 R_3 ， R_4 ， R_5 は無限（INFINITY）である。

[0074] また、図10に示すように、第1レンズエレメント1111の厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離が d_1 に設定される。

第2レンズエレメント1112の厚さとなる面2と面3間の光軸OX上の距離が d_2 に設定される。

第3レンズエレメント1113の厚さとなる面3と面4間の光軸OX上の距離が d_3 に設定される。

ガラス基板112Bの厚さとなる面4と面5間の光軸OX上の距離が d_4 に設定される。

第2レンズ113Bの厚さとなる面5と面6間の光軸OX上の距離が d_5 、第2レンズ113Bの像面側面と像面IMG間の光軸OX上の距離が d_6 に設定される。

[0075] 以下に、撮像装置100Bのレンズ110Bの具体的な数値による実施例

3を示す。なお、実施例3においては、レンズ110Bの各レンズ、ガラス基板に対して、図10に示すような面番号が付与されている。

[0076] [実施例3]

表9、表10、表11、および表12に実施例3の各数値が示されている。実施例3の各数値は図10のレンズ110Bに対応している。

実施例3は、1/5サイズ、1.1 μ mピッチの5メガピクセル (Mega pixel) CMOSイメージャ用の設計例である。

本実施例3は、前述したように、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子120Bと一群のレンズ110Bより構成される。

レンズ110Bは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズ111Bと、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス基板112Bと、第2レンズ113Bにより構成される。

ここで第1レンズ110Bはアッベ数57.3で正のパワーの第1レンズエレメント111とアッベ数29.6で負のパワーの第2レンズエレメント1112とアッベ数57.3で負のパワーの第3レンズエレメント1113により形成される。

第1レンズ110Bは、ガラス基板112B上にUV硬化レプリカレンズを3回施すことによって実現することが望ましい。第2レンズ113Bは、ガラス基板112Bの第1レンズ110Bの裏側にUV硬化レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。

第1レンズ110Bはたとえば、日東電工社製NT33硝材と旭化成社製414C硝材と日東電工社製NT33を順に3回レプリカプロセスを行い、ショット社D263Tガラス基板上に形成することができる。そして、第1レンズ110Bの裏側に、日東電工社製NT33硝材を使い第2レンズ113Bをレプリカプロセスで形成することができる。

パワー構成は、第1レンズ110Bが強い正のパワーで焦点距離が5.0mm、第2レンズ113Bが弱い正で焦点距離が7.0mmとなる。

撮像素子 120B が半径 3.343 mm の湾曲によって大きいたる型の光学歪発生 の要因となりながら、第 1 レンズエレメント 1111 と第 2 レンズエレメント 1112 の間に絞りがあ る。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の 25.5% の光学歪を発生させ、システムとして TV 歪が図 12 に示すように負（たる型）の 3.9% に抑えられている。

そして、F 値 $F_{no} 2.8$ と明るく、半画角 38.2 度という広角を有しながら、図 11 に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長 3.60 mm と短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0077] 表 9 は、実施例 3 におけるレンズ 110B の各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（R：mm）、間隔（d：mm）、屈折率（nd）、および分散値（ νd ）を示している。

[0078] [表 9]

実施例 3 レンズ構成データ

面番号	R	d	nd	νd
1:	1.524	1.043	1.51	57.3
2:	-1.349	0.060	1.59	29.6
3:	-4.833	0.060	1.51	57.3
4:	INFINITY	0.832	1.52	55.0
5:	INFINITY	0.140	1.51	57.3
6:	-3.558	1.466		
IMG:	-3.343			

[0079] 表 10 は、実施例 3 における非球面を含む第 1 レンズ 111B の面 1、第 2 レンズ 113B の面 6 の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数を示す。

表 10 において、K は円錐定数を、A は 4 次の非球面係数を、B は 6 次の非球面係数を、C は 8 次の非球面係数を、D は 10 次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0080] [表 10]

実施例 3 非球面データ

第 1 面	K: 0.689	A: -0.322E-01	B: -0.336E-01	C: 0.209E-01	D: -0.230E-01
第 6 面	K: -0.811	A: 0.797E-01	B: -0.943E-02	C: -0.441E-02	D: 0.122E-01

[0081] 表 11 は、実施例 3 におけるレンズ 110B の焦点距離 f 、開口数 F 、半

画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は2.62 [mm] に、開口数 F は2.8に、半画角 ω は38.2 deg に、レンズ長 H は3.60 [mm] に設定されている。

[0082] [表11]

実施例3 構成データ	
f (焦点距離)	= 2.62 mm
F (開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 38.2 deg
H (レンズ全長)	= 3.60 mm

[0083] 表12は、実施例3においては、上記各条件式(1)～(3)を満足することを示す。

[0084] [表12]

実施例3 条件式の値	
条件式\実施例	3
(1)	1.91
(2)	2.65
(3)	-1.26

[0085] 表12に示すように、実施例3では、第1レンズ111Bのパワー(f_{L1}/f)が1.91に設定され、条件式(1)で規定される条件を満足している。

第2レンズ113Bのパワー(f_{L2}/f)が2.65に設定され、条件式(2)で規定される正側の条件を満足している。

撮像素子120Bの像面IMGの曲率半径(R_i)が-1.26に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

[0086] 図11は、実施例3において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図11の(A)が球面収差(色収差)、図11の(B)が非点収差を、図11の(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図12は、実施例3におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例3によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0087] <4. 第4の実施形態>

図13は、本第4の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0088] 図13に示す第4の実施形態に係る撮像装置100Cと図1に示す第1の実施形態に係る撮像装置100とは、次の点が異なる。

撮像装置100Cにおいて、第1レンズ111Cが第1レンズエレメント1111、第2レンズエレメント1112、および第3レンズエレメント1113により形成されている。

そして、第2レンズ113Cが第4レンズエレメント1131および第5レンズエレメント1132により形成されている。

[0089] 図14は、本第4の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0090] 具体的には、第1レンズエレメント1111の物体側面（凸面）に第1番、第1レンズエレメント1111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面（接合面）に第2番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第3レンズエレメント1113の物体側面との境界面（接合面）に第3番の面番号が付与されている。

第3レンズエレメント1113の像面側面とガラス基板112Bの物体側面との境界面（接合面）に第4番の面番号が付与されている。

ガラス基板112Cの像面側面と第4レンズエレメント1131の物体側面との境界面（接合面）に第5番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント1131の像面側面と第5レンズエレメント1132の物体側面との境界面（接合面）に第6番の面番号が付与され、第5レンズエレメント1132の像面側面に第7番の面番号が付与されている。

[0091] また、図14に示すように、本実施形態のレンズ111Cにおいて、第1レンズエレメント1111の物体側面（第1番）1の中心曲率半径はR1に設定される。

第1レンズエレメント111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径はR2に設定される。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第3レンズエレメント1113の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径はR3に設定される。

第3レンズエレメント1113の像面側面とガラス基板112Bの物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径はR4に設定される。

ガラス基板112Cの像面側面と第4レンズエレメント1131の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径はR5に設定される。

第2レンズエレメント1131の像面側面と第5レンズエレメント1132の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径はR6に設定される。

第5レンズエレメント1132の像面側面の中心曲率半径はR7に設定される。

なお、面4、5の中心曲率半径R4、R5は無限（INFINITY）である。

[0092] また、図14に示すように、第1レンズエレメント1111の厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離がd1に設定される。

第2レンズエレメント1112の厚さとなる面2と面3間の光軸OX上の距離がd2に設定される。

第3レンズエレメント1113の厚さとなる面3と面4間の光軸OX上の距離がd3に設定される。

ガラス基板112Cの厚さとなる面4と面5間の光軸OX上の距離がd4に設定される。

第4レンズエレメント1131の厚さとなる面5と面6間の光軸OX上の距離がd5に設定される。

第5レンズエレメント1132の厚さとなる面6と面7間の光軸OX上の距離がd6に設定される。

第5レンズエレメント1132の像面側面と像面IMG間の光軸OX上の距離がd7に設定される。

[0093] 以下に、撮像装置100Cのレンズ110Cの具体的な数値による実施例4を示す。なお、実施例4においては、レンズ110Cの各レンズ、ガラス

基板に対して、図 14 に示すような面番号が付与されている。

[0094] [実施例 4]

表 13、表 14、表 15、および表 16 に実施例 4 の各数値が示されている。実施例 3 の各数値は図 14 のレンズ 110C に対応している。

実施例 4 は、1/4 サイズ、1.1 μ m ピッチの 8 メガピクセル (Mega pixel) CMOS イメージャ用の設計例である。

本実施例 4 は、前述したように、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子 120C と一群のレンズ 110C より構成される。

レンズ 110C は、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズ 111C と、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス基板 112C と、第 2 レンズ 113C により構成される。

ここで第 1 レンズ 110C はアッベ数 57.3 で正のパワーの第 1 レンズエレメント 111 とアッベ数 29.6 で負のパワーの第 2 レンズエレメント 1112 とアッベ数 57.3 で負のパワーの第 3 レンズエレメント 1113 により形成される。

第 2 レンズ 113C は、アッベ数 57.3 で負のパワーの第 4 レンズエレメント 1131 とアッベ数 29.6 で正のパワーの第 2 レンズエレメント 1132 により形成される。

第 1 レンズ 110C は、ガラス基板 112C 上に UV 硬化レプリカレンズを 3 回施すことによって実現することが望ましい。第 2 レンズ 113C は、ガラス基板 112C の第 1 レンズ 110C の裏側に UV 硬化レプリカレンズを 2 回施すことによって実現することが望ましい。

第 1 レンズ 110C はたとえば、日東電工社製 NT33 硝材と旭化成社製 414C 硝材と日東電工社製 NT33 を順に 3 回レプリカプロセスを行い、ショット社 D263T ガラス基板上に形成することができる。そして、第 2 レンズ 113C は、第 1 レンズ 110C の裏側に、日東電工社製 NT33 硝材と旭化成社製 414C を順にレプリカプロセスで形成することができる。

パワー構成は、第1レンズ110Cが強い正のパワーで焦点距離が5.6 mm、第2レンズ113Cが弱い正で焦点距離が40.5 mmとなる。

撮像素子120Cが半径5.208 mmの湾曲によって大きいたる型の光学歪発生要因となりながら、第1レンズエレメント1111と第2レンズエレメント1112の間に絞りがあつた。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の35.8%の光学歪を発生させ、システムとしてTV歪が図16に示すように負（たる型）の0.6%に抑えられている。

そして、F値Fno2.8と明るく、半画角33.7度という広角を有しながら、図15に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長4.20 mmと短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0095] 表13は、実施例4におけるレンズ110Cの各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（R：mm）、間隔（d：mm）、屈折率（nd）、および分散値（ νd ）を示している。

[0096] [表13]

実施例4 レンズ構成データ

面番号	R	d	nd	νd
1:	1.545	0.596	1.51	57.3
2:	1.387	0.335	1.59	29.6
3:	0.445	0.398	1.53	43.4
4:	INFINITY	0.700	1.47	65.4
5:	INFINITY	0.050	1.51	57.3
6:	8.627	0.214	1.59	29.6
7:	-39.87	2.122		
IMG:	-5.028			

[0097] 表14は、実施例4における非球面を含む第1レンズ111Cの面1、面2、面3、第2レンズ113Cの面6、7の4次、6次、8次、10次の非球面係数を示す。

表14において、Kは円錐定数を、Aは4次の非球面係数を、Bは6次の非球面係数を、Cは8次の非球面係数を、Dは10次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0098]

[表14]

実施例4 非球面データ

第1面	K: 0.284	A: -0.173E-01	B: -0.163E-01	C: -0.542E-02	D: -0.301E-02
第2面	K: -0.377	A: -0.635E+00	B: 0.915E+00	C: -0.753E+00	D: 0.209E+00
第3面	K: -0.570	A: -0.114E+01	B: -0.380E+00	C: 0.479E+01	D: -0.186E+02
第6面	K: -1.000	A: 0.336E+00	B: -0.453E+00	C: 0.309E+00	D: -0.501E-01
第7面	K: 1.000	A: 0.903E-01	B: -0.457E-01	C: 0.328E-02	D: 0.900E-02

[0099] 表15は、実施例4におけるレンズ110Cの焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は3.48 [mm]に、開口数 F は2.8に、半画角 ω は33.7 degに、レンズ長 H は4.20 [mm]に設定されている。

[0100] [表15]

実施例4 構成データ

f (焦点距離)	= 3.48 mm
F (開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 33.7 deg
H (レンズ全長)	= 4.20 mm

[0101] 表16は、実施例4においては、上記各条件式(1)～(3)を満足することを示す。

[0102] [表16]

実施例4 条件式の値

条件式\実施例	4
(1)	1.61
(2)	11.64
(3)	-1.44

[0103] 表16に示すように、実施例4では、第1レンズ111Cのパワー($fL1/f$)が1.61に設定され、条件式(1)で規定される条件を満足している。

第2レンズ113Cのパワー($fL2/f$)が11.64に設定され、条件式(2)で規定される正側の条件を満足している。

撮像素子120Cの像面IMGの曲率半径(Ri)が-1.44に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

[0104] 図15は、実施例4において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図15の(A)が球面収差(色収差)、図15の(B)が非点収差を、図15の(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図16は、実施例4におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例4によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0105] <5. 第5の実施形態>

図17は、本第5の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0106] 図17に示す第5の実施形態に係る撮像装置100Dと図1に示す第1の実施形態に係る撮像装置100とは、次の点が異なる。

撮像装置100Dにおいて、第1レンズ111Dが第1レンズエレメント1111、第2レンズエレメント1112、および第3レンズエレメント1113により形成されている。

そして、第2レンズ113Dが第4レンズエレメント1131および第5レンズエレメント1132により形成されている。

[0107] 図18は、本第5の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0108] 具体的には、第1レンズエレメント1111の物体側面(凸面)に第1番、第1レンズエレメント1111の像面側面と第2レンズエレメント1112の物体側面との境界面(接合面)に第2番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント1112の像面側面と第3レンズエレメント1113の物体側面との境界面(接合面)に第3番の面番号が付与されている。

第3レンズエレメント1113の像面側面とガラス基板112Dの物体側面との境界面(接合面)に第4番の面番号が付与されている。

ガラス基板112Dの像面側面と第4レンズエレメント1131の物体側面との境界面(接合面)に第5番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント1131の像面側面と第5レンズエレメント1132の物体側面との境界面(接合面)に第6番の面番号が付与され、第5レン

ズエレメント 1 1 3 2 の像面側面に第 7 番の面番号が付与されている。

[0109] また、図 1 8 に示すように、本実施形態のレンズ 1 1 1 D において、第 1 レンズエレメント 1 1 1 1 の物体側面（第 1 番）1 の中心曲率半径は R_1 に設定される。

第 1 レンズエレメント 1 1 1 の像面側面と第 2 レンズエレメント 1 1 1 2 の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_2 に設定される。

第 2 レンズエレメント 1 1 1 2 の像面側面と第 3 レンズエレメント 1 1 1 3 の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_3 に設定される。

第 3 レンズエレメント 1 1 1 3 の像面側面とガラス基板 1 1 2 D の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_4 に設定される。

ガラス基板 1 1 2 D の像面側面と第 4 レンズエレメント 1 1 3 1 の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_5 に設定される。

第 2 レンズエレメント 1 1 3 1 の像面側面と第 5 レンズエレメント 1 1 3 2 の物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径は R_6 に設定される。

第 5 レンズエレメント 1 1 3 2 の像面側面の中心曲率半径は R_7 に設定される。

なお、面 4，5 の中心曲率半径 R_4 ， R_5 は無限（INFINITY）である。

[0110] また、図 1 8 に示すように、第 1 レンズエレメント 1 1 1 1 の厚さとなる面 1 と面 2 間の光軸 O X 上の距離が d_1 に設定される。

第 2 レンズエレメント 1 1 1 2 の厚さとなる面 2 と面 3 間の光軸 O X 上の距離が d_2 に設定される。

第 3 レンズエレメント 1 1 1 3 の厚さとなる面 3 と面 4 間の光軸 O X 上の距離が d_3 に設定される。

ガラス基板 1 1 2 D の厚さとなる面 4 と面 5 間の光軸 O X 上の距離が d_4 に設定される。

第 4 レンズエレメント 1 1 3 1 の厚さとなる面 5 と面 6 間の光軸 O X 上の距離が d_5 に設定される。

第5レンズエレメント1132の厚さとなる面6と面7間の光軸OX上の距離がd6に設定される。

第5レンズエレメント1132の像面側面と像面IMG間の光軸OX上の距離がd7に設定される。

[0111] 以下に、撮像装置100Dのレンズ110Dの具体的な数値による実施例5を示す。なお、実施例5においては、レンズ110Dの各レンズ、ガラス基板に対して、図18に示すような面番号が付与されている。

[0112] [実施例5]

表17、表18、表19、および表20に実施例5の各数値が示されている。実施例5の各数値は図18のレンズ110Fに対応している。

実施例5は、1/4サイズ、1.1 μ mピッチの8メガピクセル (Mega pixel) CMOSイメージャ用の設計例である。

本実施例5は、前述したように、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子120Dと一群のレンズ110Dより構成される。

レンズ110Dは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズ111Dと、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス基板112Dと、第2レンズ113Dにより構成される。

ここで第1レンズ110Dはアッベ数57.3で正のパワーの第1レンズエレメント111とアッベ数29.6で負のパワーの第2レンズエレメント1112とアッベ数57.3で負のパワーの第3レンズエレメント1113により形成される。

第2レンズ113Dは、アッベ数57.3で負のパワーの第4レンズエレメント1131とアッベ数29.6で正のパワーの第5レンズエレメント1132により形成される。

第1レンズ110Dは、ガラス基板112D上にUV硬化レプリカレンズを3回施すことによって実現することが望ましい。第2レンズ113Dは、ガラス基板112Dの第1レンズ110Dの裏側にUV硬化レプリカレンズ

を2回施すことによって実現することが望ましい。

第1レンズ110Dはたとえば、日東電工社製NT33硝材と旭化成社製414C硝材と日東電工社製NT33を順に3回レプリカプロセスを行い、ショット社D263Tガラス基板上に形成することができる。そして、第2レンズ113Dは、第1レンズ110Dの裏側に、日東電工社製NT33硝材と旭化成社製414Cを順にレプリカプロセスで形成することができる。

パワー構成は、第1レンズ110Dが強い正のパワーで焦点距離が8.18mm、第2レンズ113Dが弱い負で焦点距離が-647.8mmとなる。

撮像素子120Dが半径8.5mmの湾曲によって大きいたる型の光学歪発生要因となりながら、第1レンズエレメント1111と第2レンズエレメント1112の間に絞りがあがる。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の13.9%の光学歪を発生させ、システムとしてTV歪が図20に示すように負（たる型）の1.9%に抑えられている。

そして、F値Fno2.8と明るく、半画角28.9度という広角を有しながら、図19に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長7.64mmと短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0113] 表17は、実施例5におけるレンズ110Dの各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（R：mm）、間隔（d：mm）、屈折率（nd）、および分散値（ νd ）を示している。

[0114] [表17]

実施例5 レンズ構成データ

面番号	R	d	nd	νd
1:	2.522	2.026	1.51	57.3
2:	1.967	0.060	1.59	29.6
3:	1.116	0.621	1.51	57.3
4:	INFINITY	2.000	1.47	65.4
5:	INFINITY	1.568	1.51	57.3
6:	16.24	0.304	1.59	29.6
7:	88.60	2.063		
IMG:	-8.500	0.000		

[0115] 表 18 は、実施例 5 における非球面を含む第 1 レンズ 1 1 1 D の面 1、第 2 レンズ 1 1 3 C の面 7 の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数を示す。

表 18 において、K は円錐定数を、A は 4 次の非球面係数を、B は 6 次の非球面係数を、C は 8 次の非球面係数を、D は 10 次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0116] [表18]

実施例 5 非球面データ

第1面	K: -0.826	A: 0.384E-02	B: 0.112E-02	C: -0.193E-03	D: 0.238E-04
第7面	K: 1.000	A: -0.362E-02	B: 0.940E-03	C: -0.855E-04	D: 0.654E-05

[0117] 表 19 は、実施例 5 におけるレンズ 1 1 0 D の焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は 5.56 [mm] に、開口数 F は 2.8 に、半画角 ω は 28.9 deg に、レンズ長 H は 7.64 [mm] に設定されている。

[0118] [表19]

実施例 5 構成データ

f (焦点距離)	= 5.56 mm
F (開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 28.9 deg
H (レンズ全長)	= 7.64 mm

[0119] 表 20 は、実施例 5 においては、上記各条件式 (1) ~ (3) を満足することを示す。

[0120] [表20]

実施例 5 条件式の値

条件式\実施例	5
(1)	1.47
(2)	-116.5
(3)	-1.53

[0121] 表 20 に示すように、実施例 5 では、第 1 レンズ 1 1 1 D のパワー (f_L 1 / f) が 1.47 に設定され、条件式 (1) で規定される条件を満足している。

第2レンズ113Dのパワー(f_{L2}/f)が -116.5 に設定され、条件式(2)で規定される負側の条件を満足している。

撮像素子120Dの像面IMGの曲率半径(R_i)が -1.53 に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

[0122] 図19は、実施例5において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図19の(A)が球面収差(色収差)、図19の(B)が非点収差を、図19の(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図20は、実施例5におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例5によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0123] 以上では、第1から第5の実施形態として、撮像素子が、物体側に凹を向けて湾曲している場合であって、一群のレンズで形成され、レンズは物体側から像面側に向かって空気を挟まずに形成されている場合を例に説明した。

以下では、第6から第10の実施形態として、撮像素子が、物体側に凹を向けて湾曲している場合であって、2群またはそれ以上の群のレンズで形成されている場合を例に説明する。

[0124] <6. 第6の実施形態>

図21は、本第6の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0125] 図21に示す第6の実施形態に係る撮像装置200は、基本的に物体側OBJから像面側に向かって順番に配置された第1レンズ群210、第2レンズ群220の2群のレンズLNSと、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子230とを有する。

[0126] このように、撮像装置200は、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子230と2群のレンズLNSより構成される。

レンズLNSは、物体側から像面側に向かって順番に配置された、第1レンズ群210と、第2レンズ群220より構成される。

第2レンズ群220は、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズ221と、透明体222(222-1, 222

ー 2) と、第 2 レンズ 2 2 3 とを有する。

この透明体 2 2 2 は、ガラス基板で構成されることが望ましく、絞りや赤外線カットフィルタを施すことが望ましい。

[0127] 第 1 レンズ群 2 1 0 は、非球面を使った負のパワーのレンズで構成され、第 2 レンズ群 2 2 0 は次のように構成される。

第 2 レンズ群 2 2 0 の第 1 レンズ 2 2 1 は、強い正のパワーを持ち、ガラス基板上に UV 効果レプリカレンズを施すことによって実現することが望ましい。

また、異なるレプリカ硝材を 2 回施しダブルレット構成、もしくは、3 回施しトリプレット構成にし、高性能化を実現することもできる。トリプレット構成以上の構成も可能である。

[0128] 第 2 レンズ群 2 2 0 の第 2 レンズ 2 2 3 は、弱いパワーの正もしくは負のパワーを持ち、ガラス基板の第 1 レンズ 2 2 1 の裏側に UV 効果レプリカレンズを施すことによって実現するのが望ましい。

また、異なるレプリカ硝材を 2 回施しダブルレット構成、もしくは、3 回以上施し、トリプレット構成以上にしてもよい。

[0129] 第 2 レンズ群 2 2 0 の第 1 レンズ 2 2 1 と第 2 レンズ 2 2 3 の間に絞り 2 2 4 がある。

このために、上記パワー構成の影響によりレンズ群で強い正（糸巻き型）の光学歪を発生して、撮像素子 2 3 0 を湾曲することにより発生する負（たる型）の光学歪を打ち消し、撮像素子全体として、好ましい光学歪が実現される。

なお、レンズ群の光学ディストーションが正の 4 % 以上である。

[0130] この単焦点レンズにおいても第 1 の実施形態等と同様に、結像面 IMG は、CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子の撮像面（受像面）が配置されることを想定している。

また、像側最終面と結像面の間、もしくは物体側の最初の面の前には、樹脂またはガラスで形成されるカバーガラスや赤外線カットフィルタやローパス

フィルタなどの他、光学部材が配置されていてもよい。

なお、本実施形態では、図 21 において、左側が物体側（前方）であり、右側が像面側（後方）である。

そして、物体側から入射した光束は撮像素子 230 の像面 IMG 上に結像される。

[0131] 以下、本実施形態の撮像レンズの構成とその作用について説明する。

[0132] 単焦点レンズである本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式（1）～（3）を満足するように構成されている。

[0133] 条件式（1）では、第 1 レンズ群 210 のパワーに関する条件が規定されている。

$$[0134] \quad -1.0 \leq f_{G1} / f \leq -1.0 \quad (1)$$

f_{G1} は第 1 レンズ群 210 の焦点距離を、 f はレンズ系の焦点距離を示している。

[0135] 条件式（1）は以下の理由で必要となる。

上限を超えると、パワーが強くなりすぎて実際にできる組み立て精度にならなくなり必要となる。

下限を超えると負のパワーが弱くなりすぎて、負のパワーを第 1 レンズ群 210 に持ってくる利点が得られなくなる。すなわち、下限を超えると、たとえば見かけ上の射出瞳位置を前に持ってきて、撮像素子への主光線入射角を小さくすることや、バックフォーカスを長くとれる、周辺光量の劣化を防ぐ等が弱くなり、十分な光学特性を得られなくなるので必要である。

[0136] 条件式（2）では、第 2 レンズ群 220 のパワーに関する条件が規定されている。

$$[0137] \quad 0.8 \leq f_{G2} / f \leq 5.0 \quad (2)$$

f_{G2} は第 2 レンズ群 220 の焦点距離を、 f はレンズ系の焦点距離を示している。

[0138] 条件式（2）は以下の理由で必要となる。

上限を超えると、正（糸巻き）の光学ディストーションが出なくなり、シ

ステムとして使えなくなるため必要となる。

下限を超えると、パワーが強くなりすぎて実際に出来る組み立て精度にならなくなり必要となる。

[0139] 条件式(3)では、撮像素子120の湾曲に関する条件が規定されている。

$$[0140] \quad -40 \leq R_i / f \leq -0.6 \quad (3)$$

R_i は像面IMGの曲率半径を示している。

[0141] 条件式(3)は以下の理由で必要となる。

上限を超えるとレンズで像面湾曲を補正しきれなくなり、像高が高くなるに従ってMTFが劣化するために必要となる。

下限を超えると像面湾曲が過補正になり、像高が高くなるに従ってMTFが劣化し、かつ、製造上、曲げることが困難であるために必要となる。

[0142] 上記の条件式(1)～(3)は、以下で取り扱う第6～第9の実施形態に共通するものであり、必要に応じて適宜採用することで、個々の撮像素子または撮像装置に適したより好ましい結像性能とコンパクトな光学系が実現される。

[0143] 上述したように、レンズの非球面の形状は、物体側から像面側へ向かう方向を正とし、 k を円錐係数、 A 、 B 、 C 、 D を非球面係数、 r を中心曲率半径としたとき前述の[数1]で表される。 y は光軸からの光線の高さ、 c は中心曲率半径 r の逆数($1/r$)をそれぞれ表している。

ただし、 X は非球面頂点に対する接平面からの距離を、 A は4次の非球面係数を、 B は6次の非球面係数を、 C は8次の非球面係数を、 D は10次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0144] 図22は、本第1の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0145] 具体的には、第1レンズ群210の物体側面に第1番が付与され、第1レンズ群210の像面側面に第2番の面番号が付与されている。

第2レンズ群220の第1レンズ221の物体側(凸面)面に第3番が付

与され、第1レンズ221の像面側面と透明体222-1の物体側面との境界面(接合面)に第4番の面番号が付与されている。

透明体222-1の像面側面と透明体222-2の物体側面との境界面(接合面)に第5番が付与され、透明体222-2の像面側面と第2レンズ223の物体側面との境界面(接合面)に第6番が付与されている。

そして、第2レンズ223の像面側面に第7番が付与されている。

[0146] また、図22に示すように、本実施形態の撮像装置200において、第1レンズ群210の物体側面(第1番)1の中心曲率半径は R_1 に設定される。

第1レンズ群210の像面側面2の中心曲率半径は R_2 に設定される。

第2レンズ群220の第1レンズ221の物体側(凸面)面3に中心曲率半径は R_3 に設定され、第1レンズ221の像面側面と透明体222-1の物体側面との境界面(接合面)4の中心曲率半径は R_4 に設定される。

透明体222-1の像面側面と透明体222-2の物体側面との境界面(接合面)5の中心曲率半径が R_5 に、透明体222-2の像面側面と第2レンズ223の物体側面6の中心曲率半径は R_6 に設定される。

そして、第2レンズ223の像面側面7の中心曲率半径は R_7 に設定される。

なお、面4, 5, 6の中心曲率半径 R_4 , R_5 , R_6 は無限(INFINITY)である。

[0147] また、図22に示すように、第1レンズ群210の厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離が d_1 に、第1レンズ群210の像側面2と第2レンズ群220の第1レンズ221の物体側面3間の光軸OX上の距離が d_2 に設定される。

第1レンズ221の厚さとなる面3と面4間の光軸OX上の距離が d_3 に設定される。

透明体222-1の厚さとなる面4と面5間の光軸OX上の距離が d_4 に設定される。

透明体 2 2 2 - 2 の厚さとなる面 5 と面 6 間の光軸 O X 上の距離が d_5 に設定される。

第 2 レンズ 2 2 3 の厚さとなる面 6 と面 7 間の光軸 O X 上の距離が d_6 に設定され、第 2 レンズ 2 2 3 の像面側面と像面 I M G 間の光軸 O X 上の距離が d_7 に設定される。

[0148] 以下に、撮像装置 2 0 0 のレンズの具体的な数値による実施例 6 を示す。
なお、実施例 6 においては、各レンズ、透明体に対して、図 2 2 に示すような面番号が付与されている。

[0149] [実施例 6]

表 2 1、表 2 2、および表 2 3 に実施例 6 の各数値が示されている。実施例 6 の各数値は図 2 1 に対応している。

実施例 6 は、1 / 4 サイズ、2 . 8 μ m ピッチの 1 . 3 M 用 C M O S イメージャ用の、車載カメラ、P C カメラ、監視カメラ等の設計例である。

撮像装置 2 0 0 は、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子 2 3 0 と 2 群のレンズより構成され、レンズは、第 1 レンズ群 2 1 0 が、負のパワーを持った非球面レンズで構成される。非球面レンズは、ガラスモールド、プラスチック、キャスト方式レンズ等の材質が適している。

第 2 レンズ群 2 2 0 は、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズ 2 2 1 と、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス基板（透明体）2 2 2 と、弱いパワーの第 2 レンズ 2 2 3 により構成される。

第 1 レンズ 2 2 1 は、絞り、または、I R カットフィルタを施したガラス基板上の絞りの反対面に U V 効果レプリカレンズを施すことによって実現するのが望ましい。

また、第 2 レンズ 2 2 3 は、ガラス基板に U V 効果レプリカレンズを施すことによって実現するのが望ましい。ここでは第 1 レンズ 2 2 1 の裏に第 2 レンズ 2 2 3 を施しても、別のガラス基板上に施し、ガラス基板同士を張り合わせても良い。

第１レンズ２２１と第２レンズ２２３は、たとえば、日東電工ＮＴ３３硝材を使用してレプリカプロセスでショット社Ｄ２６３Ｔガラス基板上に形成することができる。

パワー構成は、第１レンズ群２１０が強い負のパワーで焦点距離が−５．５２ｍｍ、第２レンズ群２２０が弱い正で焦点距離が２．６７ｍｍとなる。

光学系の焦点距離が１．８０ｍｍであるため、条件式（１）は−３．０７、条件式（２）は１．４８となり、条件式の要件を満たしている。

撮像素子２３０が半径−５．５０ｍｍの湾曲によって大きいたる型の光学歪発生要因となりながら、第１レンズ２２１と第２レンズ２２３の間に絞りがある。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の２５．８％の光学歪を発生させ、システムとしてＴＶ歪が図２４に示すように負（たる型）の３．８％に抑えられている。

そして、 $F_n \circ 2.8$ と明るく、半画角５２．５度という広角を有しながら、図２３に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長１０ｍｍと短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0150] 表２１は、実施例６におけるレンズの各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（ R ：ｍｍ）、間隔（ d ：ｍｍ）、屈折率（ n_d ）、および分散値（ ν_d ）を示している。

[0151] [表21]

実施例６レンズ構成データ

面番号	R	d	n_d	ν_d
1:	1858.9	0.600	1.50	67.0
2:	2.755	4.491		
3:	1.553	0.887	1.51	57.3
4:	INFINITY	1.550	1.52	55.0
5:	INFINITY	0.550	1.52	55.0
6:	INFINITY	0.248	1.51	57.3
7:	−3.414	1.517		
IMG:	−5.500			

[0152] 表２２は、実施例６における非球面を含む第１レンズ群２１０の第２面、第２レンズ群の第１レンズ２１１の第３面、第２レンズ２２３の第７面の４次、６次、８次、１０次の非球面係数を示す。

表 2 2 において、K は円錐定数を、A は 4 次の非球面係数を、B は 6 次の非球面係数を、C は 8 次の非球面係数を、D は 1 0 次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0153] [表22]

実施例6非球面データ

第2面	K:-0.810	A:-0.608E-02	B:0.790E-04	C:-0.330E-05	D:0.567E-07
第3面	K:-0.773	A:0.117E-02	B:-0.119E-03	C:-0.315E-03	D:-0.437E-03
第7面	K:-0.805	A:0.110E+00	B:-0.186E+00	C:0.284E+00	D:-0.165E+00

[0154] 表 2 3 は、実施例 6 におけるレンズの焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は 1. 8 0 [mm] に、開口数 F は 2. 8 に、半画角 ω は 5 2. 5 d e g に、レンズ長 H は 1 0. 0 [mm] に設定されている。

[0155] [表23]

実施例6構成データ

f (焦点距離)	= 1.80 mm
F (開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 52.5 deg
H (レンズ全長)	= 10.0 mm

[0156] 図 2 3 は、実施例 6 において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図 2 3 の (A) が球面収差(色収差)、図 2 3 の (B) が非点収差を、図 2 3 の (C) が歪曲収差をそれぞれ示している。

図 2 4 は、実施例 6 におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例 6 によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0157] < 7. 第 7 の実施形態 >

図 2 5 は、本第 7 の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0158] 図 2 5 の撮像装置 2 0 0 A は、基本構成は図 2 1 の撮像装置 2 0 0 と同様で、第 1 レンズ群 2 1 0 A をプラスチックで構成し、前にカバーガラス 2 4 0 を配置して、野外で使えるように対応するものである。

なお、この第 7 の実施形態に対応する実施例 7 は、光学の基本パラメータは実施例 6 とほとんど変わらないのでここでの説明は割愛する。

[0159] < 8. 第 8 の実施形態 >

図 2 6 は、本第 8 の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0160] 図 2 6 の撮像装置 2 0 0 B は、基本構成は図 2 1 の撮像装置 2 0 0 と同様に、第 1 レンズ群 2 1 0 B を平らなガラス基板 2 1 1 B にレプリカレンズ 2 1 2 B を施したものを使う。

これにより、リフローに耐えうる耐熱特性を有し、かつ、最も外側がガラスであるために、野外での使用もできる。

さらに、撮像装置 2 0 0 B では、第 1 レンズ群 2 1 0 B も第 2 レンズ群 2 2 0 もガラス基板上に多数個のレプリカレンズを施すウエハオプトで製造でき、安価な大量生産に適する。

なお、この第 8 の実施形態に対応する実施例 8 は、光学の基本パラメータは実施例 6 とほとんど変わらないのでここでの説明は割愛する。

[0161] < 9. 第 9 の実施形態 >

図 2 7 は、本第 9 の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[0162] 図 2 7 の撮像装置 2 0 0 C は、第 1 レンズ群 2 1 0 C が、負のパワーを持った非球面レンズで構成され、非球面レンズは球面ガラス 2 1 1 C の撮像面側にレプリカレンズを施した通常のレプリカレンズ 2 1 2 C で実現される。

[0163] 図 2 8 は、本第 9 の実施形態に係る撮像装置のレンズおよび基板に対して付与した面番号を示す図である。

[0164] 具体的には、第 1 レンズ群 2 1 0 の球面ガラス 2 1 1 C の物体側面に第 1 番が付与され、球面ガラス 2 1 1 の像面側面とレプリカレンズ 2 1 2 C の物体側面との境界面（接合面）に第 2 番の面番号が付与されている。

レプリカレンズ 2 1 2 C の像面側面に第 3 番の面番号が付与されている。

第 2 レンズ群 2 2 0 の第 1 レンズ 2 2 1 の物体側（凸面）面に第 4 番が付与され、第 1 レンズ 2 2 1 の像面側面と透明体 2 2 2 - 1 の物体側面との境界面（接合面）に第 5 番の面番号が付与されている。

透明体 2 2 2 - 1 の像面側面と透明体 2 2 2 - 2 の物体側面との境界面（接合面）に第 6 番が付与され、透明体 2 2 2 - 2 の像面側面と第 2 レンズ 2

23の物体側面との境界面（接合面）に第7番の面番号が付与されている。

そして、第2レンズ223の像面側面に第8番が付与されている。

[0165] また、図28に示すように、本実施形態の撮像装置200において、第1レンズ群210の物体側面（第1番）1の中心曲率半径はR1に設定される。

球面ガラス211Cの像面側面2とレプリカレンズ212Cの物体側面との境界面（接合面）の中心曲率半径はR2に設定される。

第1レンズ群210のレプリカレンズ212Cの像面側面2の中心曲率半径はR3に設定される。

第2レンズ群220の第1レンズ221の物体側（凸面）面4の中心曲率半径はR4に設定され、第1レンズ221の像面側面と透明体222-1の物体側面との境界面（接合面）5の中心曲率半径はR5に設定される。

透明体222-1の像面側面と透明体222-2の物体側面との境界面（接合面）6の中心曲率半径がR6に、透明体222-2の像面側面と第2レンズ223の物体側面7の中心曲率半径はR7に設定される。

そして、第2レンズ223の像面側面8の中心曲率半径はR8に設定される。

なお、面5、6、7の中心曲率半径R5、R6、R7は無限（INFINITY）である。

[0166] また、図28に示すように、第1レンズ群210の球面レンズ211Cの厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離がd1に、レプリカレンズ212Cの厚さとなる面2と面3間の光軸OX上の距離がd2に設定される。

第1レンズ群210のレプリカレンズ212Cの像側面3と第2レンズ群220の第1レンズ221の物体側面4間の光軸OX上の距離がd3に設定される。

第1レンズ221の厚さとなる面4と面5間の光軸OX上の距離がd4に設定される。

透明体222-1の厚さとなる面5と面6間の光軸OX上の距離がd5に

設定される。

透明体 2 2 2 - 2 の厚さとなる面 6 と面 7 間の光軸 O X 上の距離が d 6 に設定される。

第 2 レンズ 2 2 3 の厚さとなる面 7 と面 8 間の光軸 O X 上の距離が d 7 に設定され、第 2 レンズ 2 2 3 の像面側面と像面 I M G 間の光軸 O X 上の距離が d 8 に設定される。

[0167] 以下に、図 2 7 の撮像装置 2 0 0 C のレンズの具体的な数値による実施例 9 を示す。なお、実施例 9 においては、各レンズ、透明体に対して、図 2 8 に示すような面番号が付与されている。

[0168] [実施例 9]

表 2 4、表 2 5、および表 2 6 に実施例 9 の各数値が示されている。実施例 9 の各数値は図 2 7 に対応している。

実施例 9 は、1 / 4 サイズ、2 . 8 μ m ピッチの 1 . 3 M 用 C M O S イメージャ用の、車載カメラ、P C カメラ、監視カメラ等の設計例である。

本実施例 9 は、物体側に凹を向けて湾曲している撮像素子 2 3 0 と 2 群のレンズより構成される。レンズは、第 1 レンズ群 2 1 0 C が、負のパワーを持った非球面レンズ 2 1 1 で構成され、非球面レンズは球面ガラス 2 1 1 C の撮像面側にレプリカレンズ 2 1 2 C を施した通常のレプリカレンズ 2 1 2 で実現される。

第 2 レンズ 2 2 0 群は、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズ 2 2 1 と、絞りと赤外線カットフィルタを施したガラス基板（透明体） 2 2 2 と、弱いパワーの第 2 レンズ 2 2 3 により構成される。

第 1 レンズ 2 2 1 は、絞り、または、I R カットフィルタを施したガラス基板上の絞りの反対面に U V 効果レプリカレンズを施すことによって実現するのが望ましい。

また、第 2 レンズ 2 2 3 は、ガラス基板 2 2 2 に U V 効果レプリカレンズを施すことによって実現するのが望ましい。ここでは、第 1 レンズ 2 2 1 の

裏に第２レンズ２２３を施しても、別のガラス基板上に施し、ガラス基板同士を張り合わせても良い。

第１レンズ２２１と第２レンズ２２３は、たとえば、日東電工ＮＴ３３硝材を使用してレプリカプロセスでショット社Ｄ２６３Ｔガラス基板上に形成することが出来る。

パワー構成は、第１レンズ群２１０Ｃが強い負のパワーで焦点距離が−５．２０ｍｍ、第２レンズ群が弱い正で焦点距離が２．６４ｍｍとなる。光学系の焦点距離が１．７３５ｍｍであるため、条件式（１）は−３．００、条件式（２）は１．４８となり、条件式の要件を満たしている。

撮像素子２３０が半径−５．７０ｍｍの湾曲によって大きいたる型の光学歪発生要因となりながら、第１レンズ２２１と第２レンズ２２３の間に絞りがある。このために、上記パワー構成の影響により、レンズで正（糸巻き型）の３４．０％の光学歪を発生させ、システムとしてＴＶ歪が図２９に示すように負（たる型）の２．０％に抑えられている。

そして、 $F_n \circ 2.8$ と明るく、半画角５１．８度という広角を有しながら、図３０に示すように光学諸収差をよく補正した、光学全長１０ｍｍと短いコンパクトな撮像システムを実現している。

[0169] 表２４は、実施例９におけるレンズの各面番号に対応した各レンズ、ガラス基板（透明体）の曲率半径（ R ：ｍｍ）、間隔（ d ：ｍｍ）、屈折率（ n_d ）、および分散値（ ν_d ）を示している。

[0170] [表24]

実施例９構成データ

面番号	R	d	n_d	ν_d
1:	85.70	0.600	1.50	67.0
2:	5.236	0.050	1.51	57.3
3:	2.550	4.441		
4:	1.553	0.887	1.51	57.3
5:	INFINITY	1.550	1.52	55.0
6:	INFINITY	0.550	1.52	55.0
7:	INFINITY	0.248	1.51	57.3
8:	−3.108	1.674		
IMG:	−5.700			

[0171] 表２５は、実施例９における非球面を含む第１レンズ群２１０の第３面、

第2レンズ群の第1レンズ211の第5面、第2レンズ223の第8面の4次、6次、8次、10次の非球面係数を示す。

表25において、Kは円錐定数を、Aは4次の非球面係数を、Bは6次の非球面係数を、Cは8次の非球面係数を、Dは10次の非球面係数をそれぞれ表している。

[0172] [表25]

実施例9非球面データ					
第3面	K:-0.883	A:-0.574E-02	B:0.698E-04	C:-0.358E-05	D:0.834E-07
第4面	K:-0.782	A:0.874E-03	B:-0.256E-03	C:-0.589E-03	D:-0.400E-03
第8面	K:0.965	A:0.121E+00	B:-0.185E+00	C:0.283E+00	D:-0.162E+00

[0173] 表26は、実施例9におけるレンズの焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は1.735 [mm]に、開口数 F は2.8に、半画角 ω は51.8 degに、レンズ長 H は10.0 [mm]に設定されている。

[0174] [表26]

実施例9構成データ	
f(焦点距離)	= 1.735 mm
F(開口数)	= 2.8
ω (半画角)	= 51.8 deg
H(レンズ全長)	= 10.0 mm

[0175] 図29は、実施例9において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図29の(A)が球面収差(色収差)、図29の(B)が非点収差を、図29の(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図30は、実施例9におけるディストーション格子を示す図である。

図からわかるように、実施例9によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れたレンズを含む撮像装置が得られる。

[0176] <10. 第10の実施形態>

図31は、本第10の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

図32は、図31の撮像装置において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図32の(A)が球面収差(色収差)、

図 3 2 の (B) が非点収差を、図 3 2 の (C) が歪曲収差をそれぞれ示している。

図 3 3 は、図 3 1 の撮像装置におけるディストーション格子を示す図である。

[0177] 図 3 1 の撮像装置 3 0 0 は、現在携帯電話向けカメラモジュールのレンズで標準的な 4 群レンズに湾曲したセンサを用いた例を示している。

本例は、1. 12 μ m ピッチのセンサを用いた 1 / 3. 06 サイズの 1 3 M 用の設計例である。

構成データは、F n o 2. 8、焦点距離 3. 66 mm、光学全長 4. 0 mm、水平画角 63. 0 度である。

図 3 2 に示すように正（糸巻き型）の光学歪を有するが、図 3 3 に示すように撮像素子が湾曲することによって TV ディストーションは低く抑えられる。

撮像装置 2 0 0 が平らな通常的设计では、光学全長が 4. 4 mm ほどでないと、同等の光学性能を出すことができないので、撮像素子が湾曲することにより、全体の収差補正が有利になり、光学全長を短くできた。

基本的に、何群何枚構成であっても、センサ（撮像素子）湾曲と、正の光学ディストーションを出したレンズを用いて、上記と同様の効果を得られる。

[0178] < 1 1. 第 1 1 の実施形態 >

図 3 4 は、本第 1 1 の実施形態に係るウエハーレベルオプティクスを概念的に示す図である。

[0179] 本実施形態のレンズは、ウエハー 4 0 0 上に多数個同時に作ることが望ましい。図 3 4 は、その概念を示している。

赤外線カットフィルタと遮光絞りを施したガラス基板 4 1 0 の上下に、レプリカプロセスで多数個のレンズを同時に施した概念図である。

このようにガラス基板 4 0 0 上にレプリカプロセスを使った製造方法で多数個のレンズを作り、個々に切り出すことによって、本実施形態 1 群レンズ

、2群レンズを作製できる。

また、この上記レンズウエハーと、センサーウエハーをウエハー状態で接着してから、個々に切り出して撮像素子にしてもよい。

[0180] 以上のように、本実施形態では、高画素に対応できる撮像素子を湾曲させ一群構成のレンズで構成した撮像装置を実現している。

本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

1) 基板上に絞リや赤外線カットフィルタを施すことが可能で、中絞リに出来、光学諸収差を効率よく補正して、赤外線カットフィルタを別部品で置かなくてもいい光学システムを構築できる。

2) ガラス基板に貼り付けられている1群で構成されており、レンズ製造プロセスで精度が決まり、複数レンズの組み立での問題や、レンズ製造後の信頼性の問題等が起こらない。

3) 空気間隔を置かずにレンズエレメントを積層することによって高画素対応出来る構造で、基本構造を変えずに容易に高性能化が可能である。

4) 撮像素子を湾曲させることによって発生する負の光学歪をレンズ系で発生する正の光学歪で打ち消すことが出来、撮像素子を湾曲させて得られるレンズ簡易化の効果を最大限発揮できる。

そして、光学歪の小さい構造の簡単な広角レンズを実現することができる。

5) 撮像素子を湾曲させることによって、レンズでの像面補正の必要が少なくてすむ。よって1群でレンズを構成できる。撮像素子を湾曲させることによって、レンズでの像面補正の必要が少なくてすむ。よって2群で広角レンズを構成でき、通常は3群以上必要だったことから小型化、低コスト化を図ることができる。

6) レンズの物体側入射面が凸で像高によってレンズ入射の角度に差が少なく色収差が出にくい構成をとっている。

7) 上記の効果で狭角から広角まで様々な画角に対応可能である。

8) 投影面積の小さい、撮像デバイスを実現できる。

9) 通常、安価な広角レンズでは困難であった、リフローアブルな硝材で構成でき、リフローアブルな広角カメラ、もしくは車載カメラに最適なシステムを構成できる。

10) レンズをウエハー状で作ることができ、低コストで大量生産することができる。

11) 一群のレンズで構成しているために、レンズ個々のフォーカス方向のばらつきが少ない。

12) これらにより、レンズウエハーとセンサーウエハーを張り合わせてカメラモジュールを作ることができ、安価にカメラモジュールを大量生産することができる。

13) 通常の光学系に湾曲させた撮像素子を用いた場合、通常ではできなかった短い光学長を達成できる。

[0181] 以上説明したような特徴を有する撮像装置100、100A~100D、200、200A~200Cは、CCDやCMOSセンサ等の撮像素子を用いたデジタルカメラ、特に、携帯電話等の小型電子機器に搭載されるカメラ用レンズとして適用可能である。

[0182] <12. 第12の実施形態>

図35は、本実施形態に係る撮像装置が採用される電子機器の構成例を示すブロック図である。

[0183] 本電子機器500は、図35に示すように、本実施形態に係る撮像レンズ100、100A~100D、200、200A~200Cが適用される、光学系510、およびCCDやCMOSイメージセンサ（固体撮像素子）が適用可能な撮像デバイス520を有する。

光学系510は、撮像デバイス520の画素領域を含む撮像面に入射光を導き、被写体像を結像する。

電子機器500は、さらに、撮像デバイス520を駆動する駆動回路(DRV)530、および撮像デバイス520の出力信号を処理する信号処理回路(PRC)540を有する。

[0184] 駆動回路 530 は、撮像デバイス 520 内の回路を駆動するスタートパルスやクロックパルスを含む各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ(図示せず)を有し、所定のタイミング信号で撮像デバイス 520 を駆動する。

[0185] また、信号処理回路 540 は、撮像デバイス 520 の出力信号に対して所定の信号処理を施す。信号処理回路 540 は、たとえば撮像デバイス 520 の出力信号に応じた信号処理時にディストーション補正を行うことも可能である。

信号処理回路 540 で処理された画像信号は、たとえばメモリなどの記録媒体に記録される。記録媒体に記録された画像情報は、プリンタなどによってハードコピーされる。また、信号処理回路 540 で処理された画像信号を液晶ディスプレイ等からなるモニターに動画として映し出される。

[0186] 上述したように、デジタルスチルカメラ等の撮像装置において、光学系 510 および撮像デバイス 520 として、先述した撮像装置 100, 100A ~ 100D、200, 200A ~ 200C を搭載することで、低消費電力で、高精度なカメラが実現できる。

[0187] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 一群のレンズと、

上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、

上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、

物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズと、

透明体と、

第 2 レンズと、を含み、

上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している

撮像装置。

(2) 上記透明体が、ガラス板もしくはプラスチックに類する板により形成される

上記（１）記載の撮像装置。

（３）絞りがレンズ群の中に配置されている

上記（１）または（２）記載の撮像装置。

（４）赤外線カットフィルタがレンズ群の中に配置されている

上記（１）から（３）のいずれかーに記載の撮像装置。

（５）上記第１レンズが、

物体側から順に配置された第１レンズエレメントと第２レンズエレメントのダブルット構造を有する

上記（１）から（４）のいずれかーに記載の撮像装置。

（６）上記第１レンズエレメントが両凸レンズにより形成されている

上記（５）記載の撮像装置。

（７）上記第１レンズが、

物体側から順に配置された第１レンズエレメントと第２レンズエレメントと第３レンズエレメントのトリプレット構造を有する

上記（１）から（４）のいずれかーに記載の撮像装置。

（８）上記第２レンズエレメントのアッペ数が、上記第１レンズエレメントと上記第３レンズエレメントより小さい

上記（７）記載の撮像装置。

（９）上記第２レンズが少なくとも第４レンズエレメントと第５レンズエレメントのダブルット構造を有する

上記（１）から（８）のいずれかーに記載の撮像装置。

（１０）少なくとも１つのレンズエレメントが紫外線硬化樹脂により形成されている

上記（５）から（９）のいずれかーに記載の撮像装置。

（１１）上記第１レンズの焦点距離 f_{L1} と上記第２レンズの焦点距離 f_{L2} が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する

上記（１）から（１０）のいずれかーに記載の撮像装置。

$$1.0 \leq f_{L1} / f \leq 100.0$$

$$1.5 \leq f L 2 / f \quad \text{または} \quad f L 2 \leq -3.0$$

(12) 上記撮像素子の像面の曲率半径 R_i が、レンズ系の焦点距離を f と
して下記の条件式を満足する

上記81) から(11)のいずれか一に記載の撮像装置。

$$-5 \leq R_i / f \leq -0.6$$

(13) 正の光学歪を有するレンズ群と、

上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、

上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より生じる負
の光学歪を、上記レンズ群の正の光学歪により打ち消す

撮像装置。

(14) 2群のレンズと、

上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、

上記レンズは、物体側から像面側に向かって順番に配置された、

第1レンズ群と、

空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1
レンズと、透明体と、第2レンズとを含む第2レンズ群と、を含む

撮像装置。

(15) 上記第2レンズ群が、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず
に順番に配置された、

第1レプリカレンズと、

ガラス基板と、

第2レプリカレンズと、を含む

上記(14)に記載の撮像装置。

(16) 上記第1レンズ群が、ガラスモールド、またはプラスチック、または
キャスト方式のレンズにより形成されている

上記(14)または(15)に記載の撮像装置。

(17) 上記第1レンズ群が、球面のガラスレンズにレプリカレンズを施し
たレンズにより形成されている

上記（１４）または（１５）記載の撮像装置。

（１８）上記第１レンズ群が、ガラス板にレプリカレンズを施したレンズにより形成されている

上記（１４）または（１５）記載の撮像装置。

（１９）上記第１レンズ群の焦点距離 f_{G1} と上記第２レンズ群の焦点距離 f_{G2} が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する

上記（１３）から（１８）のいずれかーに記載の撮像装置。

$$-1.0 \leq f_{G1}/f \leq -1.0$$

$$0.9 \leq f_{G2}/f \leq 5.0$$

（２０）上記撮像素子の像面の曲率半径 R_i が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する

上記（１３）から（１９）のいずれかーに記載の撮像装置。

$$-4.0 \leq R_i/f \leq -0.6$$

（２１）レンズ群が、

正の光学ディストーションを有し、撮像素子湾曲によって生じる負の光学ディストーションを補正する

上記（１）から（２０）のいずれかーに記載の撮像装置。

（２２）上記レンズ群の光学ディストーションが正の４％以上である

上記（１）から（２１）のいずれかーに記載の撮像装置。

（２３）上記撮像素子の出力信号に応じた信号処理時にディストーション補正が行われる 上記（１）から（２２）のいずれかーに記載の撮像装置。

（２４）撮像装置と、

上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、を有し

、

上記撮像装置は、

一群のレンズと、

上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、

上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置

された、

物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、

透明体と、

第2レンズと、を含み、

上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している

電子機器。

(25) 撮像装置と、

上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、を有し

、

上記撮像装置は、

正の光学歪を有するレンズ群と、

上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、

上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より生じる

負の光学歪を、上記レンズ群の正の光学歪により打ち消す

電子機器。

符号の説明

[0188] 100, 100A~100D・・・撮像装置、110, 110A~110D・・・レンズ、111, 111A~111D・・・第1レンズ、1111・・・第1レンズエレメント、1112・・・第2レンズエレメント、1113・・・第3レンズエレメント、112, 112A~112D・・・ガラス基板、113, 113A~113D・・・第2レンズ、1131・・・第4レンズエレメント、1132・・・第5レンズエレメント、120, 120A~120D・・・撮像装置、200, 200A~200D・・・撮像装置、210・・・第1レンズ群、211・・・球面レンズ、212・・・レプリカレンズ、220・・・第2レンズ群、221・・・第1レンズ、222・・・透明体（ガラス基板）、223・・・第2レンズ、500・・・撮像装置、510・・・光学系、320・・・撮像デバイス、530・・・駆動回路（DRV）、540・・・信号処理回路（PRC）。

請求の範囲

- [請求項1] 一群のレンズと、
上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、
上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、
物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、
透明体と、
第2レンズと、を含み、
上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している
撮像装置。
- [請求項2] 上記透明体が、ガラス板もしくはプラスチックに類する板により形成される
請求項1記載の撮像装置。
- [請求項3] 絞りがレンズ群の中に配置されている
請求項1記載の撮像装置。
- [請求項4] 赤外線カットフィルタがレンズ群の中に配置されている
請求項1記載の撮像装置。
- [請求項5] 上記第1レンズが、
物体側から順に配置された第1レンズエレメントと第2レンズエレメントのダブルット構造を有する
請求項1記載の撮像装置。
- [請求項6] 上記第1レンズエレメントが両凸レンズにより形成されている
請求項5記載の撮像装置。
- [請求項7] 上記第1レンズが、
物体側から順に配置された第1レンズエレメントと第2レンズエレメントと第3レンズエレメントのトリプレット構造を有する
請求項1記載の撮像装置。
- [請求項8] 上記第2レンズエレメントのアッベ数が、上記第1レンズエレメン

トと上記第3レンズエレメントより小さい

請求項7記載の撮像装置。

[請求項9] 上記第2レンズが少なくとも第4レンズエレメントと第5レンズエレメントのダブルット構造を有する
請求項1記載の撮像装置。

[請求項10] 少なくとも1つのレンズエレメントが紫外線硬化樹脂により形成されている
請求項5記載の撮像装置。

[請求項11] 上記第1レンズの焦点距離 f_{L1} と上記第2レンズの焦点距離 f_{L2} が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する
請求項1に記載の撮像装置。

$$1.0 \leq f_{L1} / f \leq 100.0$$

$$1.5 \leq f_{L2} / f \text{ または } f_{L2} \leq -3.0$$

[請求項12] 上記撮像素子の像面の曲率半径 R_i が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する
請求項1に記載の撮像装置。

$$-5 \leq R_i / f \leq -0.6$$

[請求項13] 正の光学歪を有するレンズ群と、
上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、
上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より生じる負の光学歪を、上記レンズ群の正の光学歪により打ち消す
撮像装置。

[請求項14] 2群のレンズと、
上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、
上記レンズは、物体側から像面側に向かって順番に配置された、
第1レンズ群と、
空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、透明体と、第2レンズとを含む第2レンズ群と、を

含む

撮像装置。

[請求項15] 上記第2レンズ群が、物体側から像面側に向かって、空気を挟まずに順番に配置された、

第1レプリカレンズと、

ガラス基板と、

第2レプリカレンズと、を含む

請求項14記載の撮像装置。

[請求項16] 上記第1レンズ群が、ガラスモールド、またはプラスチック、またはキャスト方式のレンズにより形成されている

請求項14記載の撮像装置。

[請求項17] 上記第1レンズ群が、球面のガラスレンズにレプリカレンズを施したレンズにより形成されている

請求項14記載の撮像装置。

[請求項18] 上記第1レンズ群が、ガラス板にレプリカレンズを施したレンズにより形成されている 請求項14記載の撮像装置。

[請求項19] 上記第1レンズ群の焦点距離 f_{G1} と上記第2レンズ群の焦点距離 f_{G2} が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する

請求項14記載の撮像装置。

$$-1.0 \leq f_{G1} / f \leq -1.0$$

$$0.9 \leq f_{G2} / f \leq 5.0$$

[請求項20] 上記撮像素子の像面の曲率半径 R_i が、レンズ系の焦点距離を f として下記の条件式を満足する

請求項14記載の撮像装置。

$$-4.0 \leq R_i / f \leq -0.6$$

[請求項21] レンズ群が、

正の光学ディストーションを有し、撮像素子湾曲によって生じる負の光学ディストーションを補正する

請求項 1 から 20 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項22] 上記レンズ群の光学ディストーションが正の4%以上である

請求項 1 から 21 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項23] 上記撮像素子の出力信号に応じた信号処理時にディストーション補正が行われる

請求項 1 から 22 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項24] 撮像装置と、

上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、
を有し、

上記撮像装置は、

一群のレンズと、

上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、

上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番
に配置された、

物体側面が物体側に凸形状をした第1レンズと、

透明体と、

第2レンズと、を含み、

上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している
電子機器。

[請求項25] 撮像装置と、

上記撮像装置の出力信号に対して信号処理を行う信号処理回路と、
を有し、

上記撮像装置は、

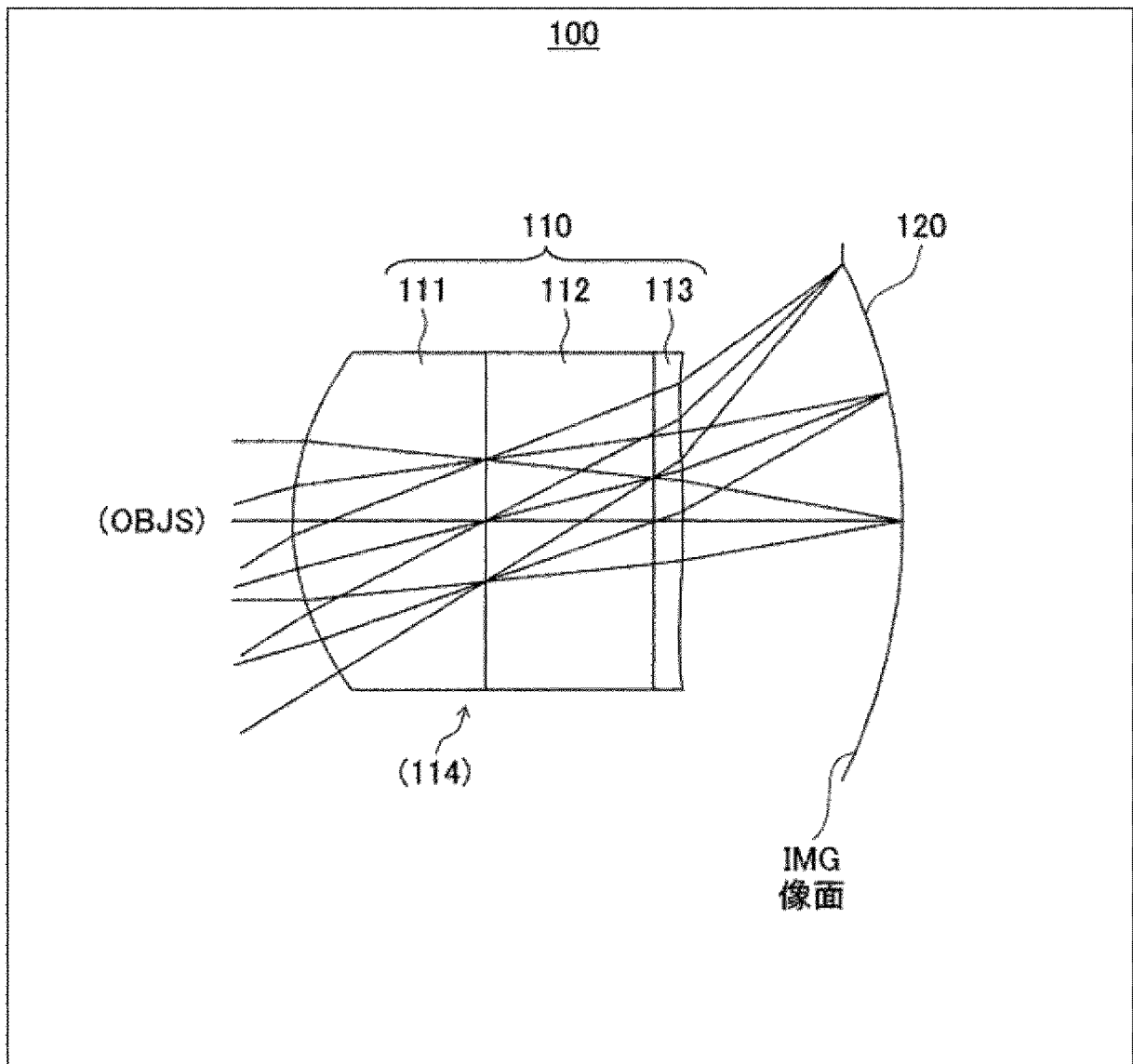
正の光学歪を有するレンズ群と、

上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、

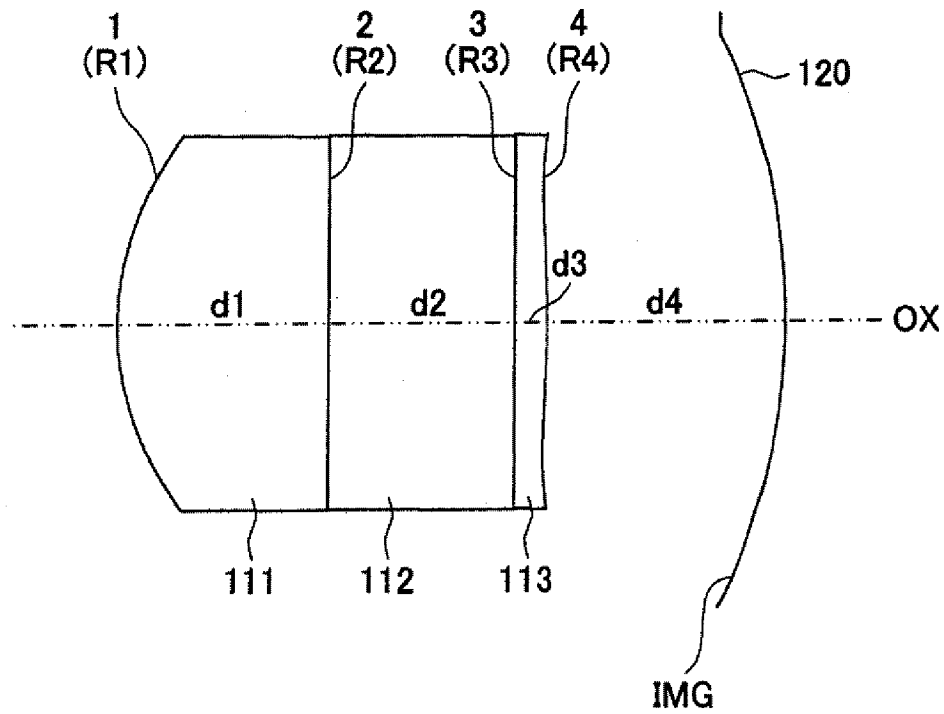
上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より
生じる負の光学歪を、上記レンズ群の正の光学歪により打ち消す

電子機器。

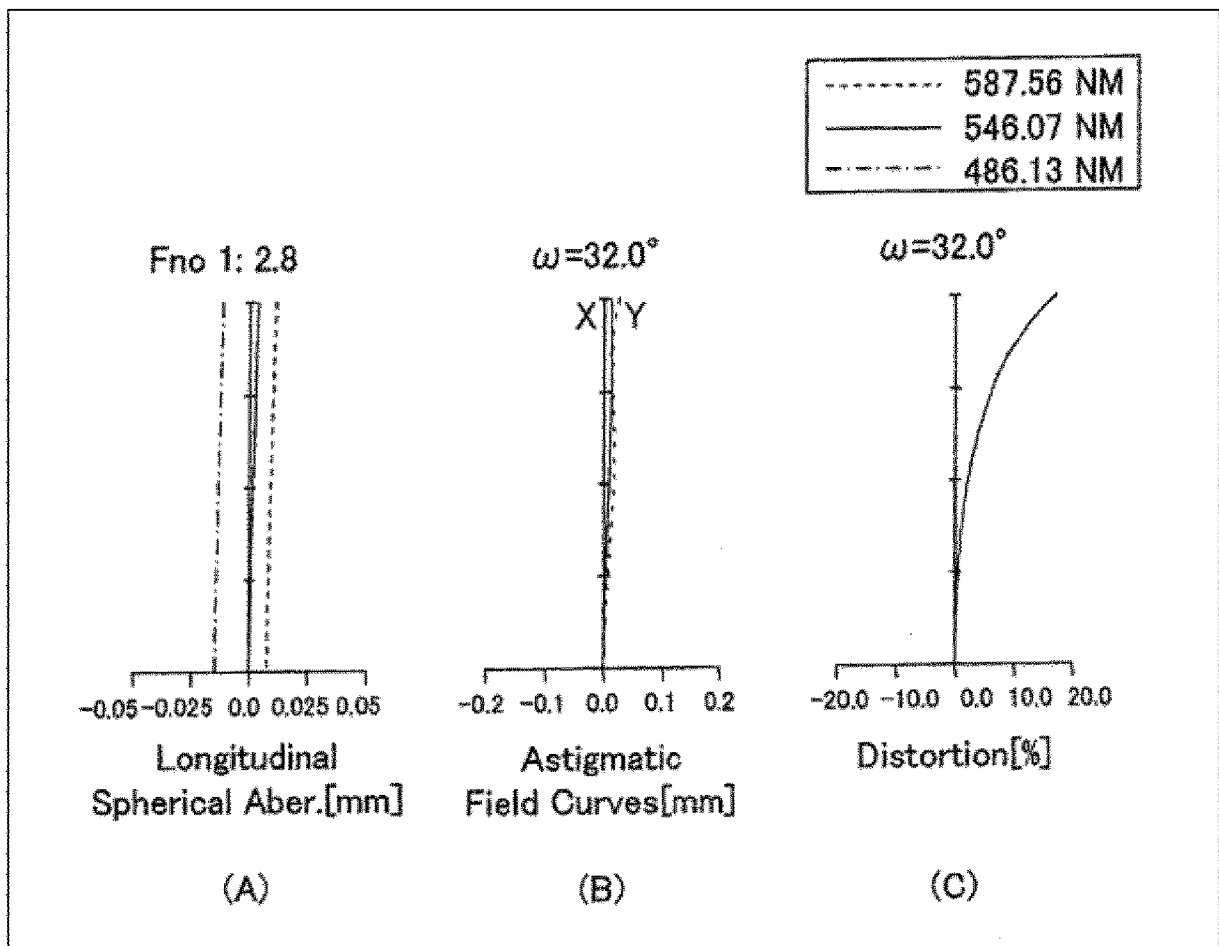
[図1]



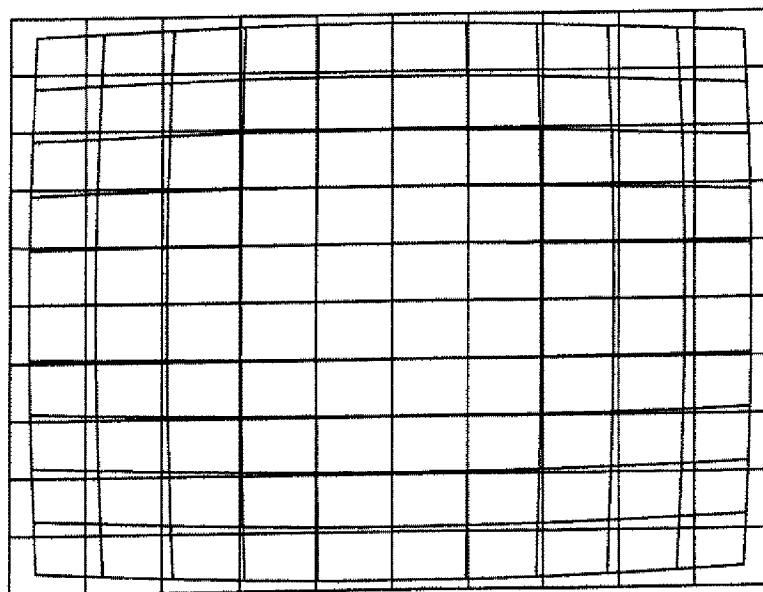
[図2]

100

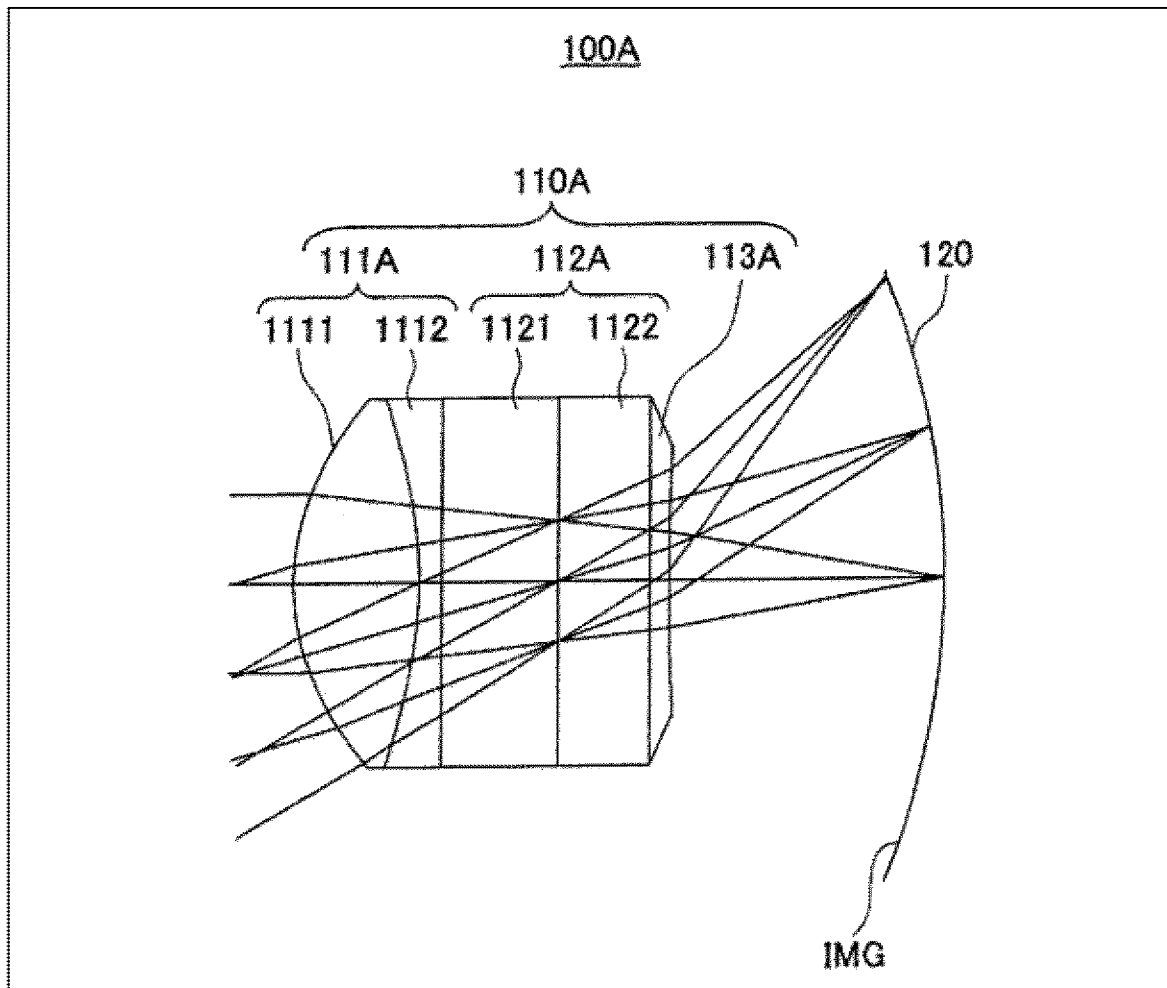
[図3]



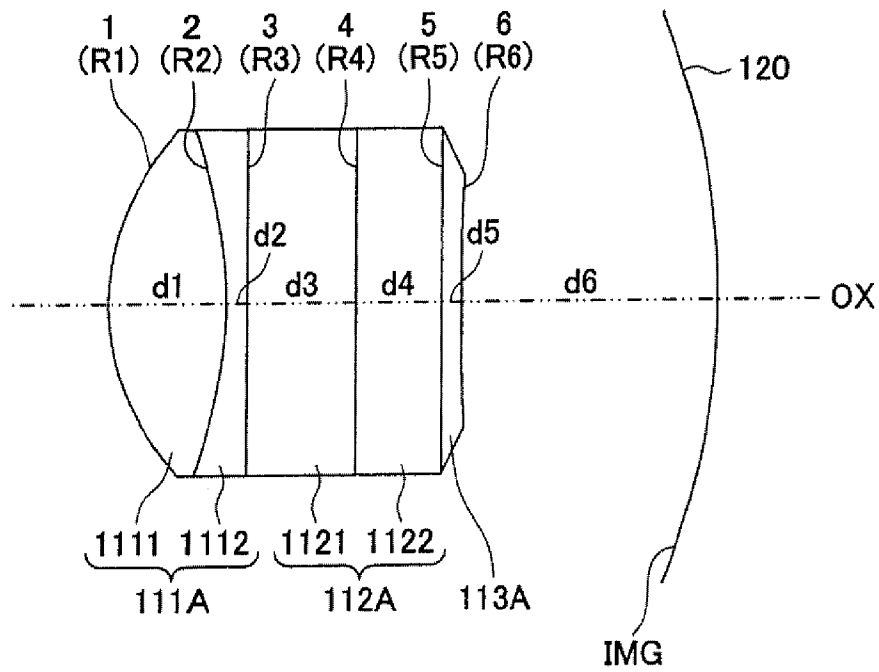
[図4]



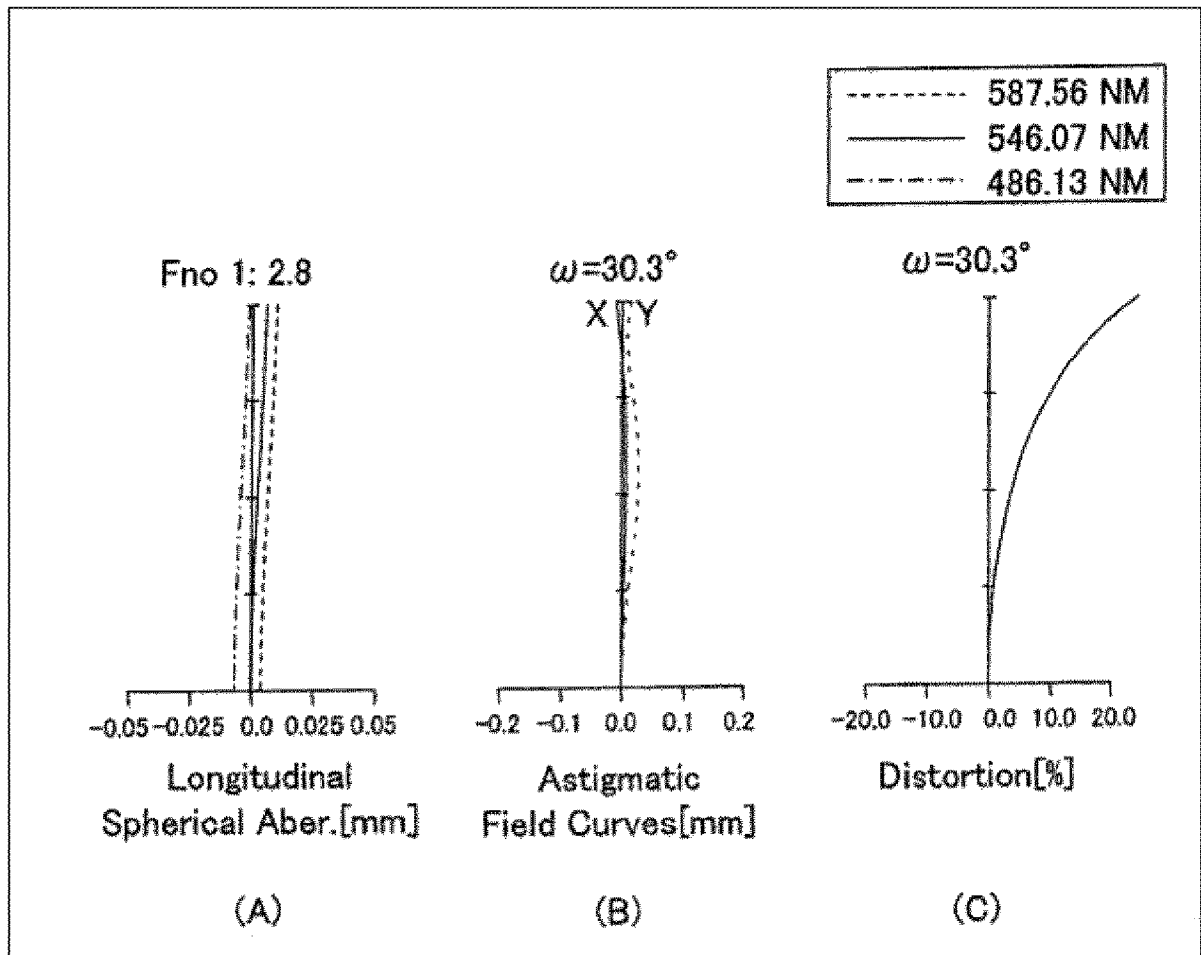
[図5]



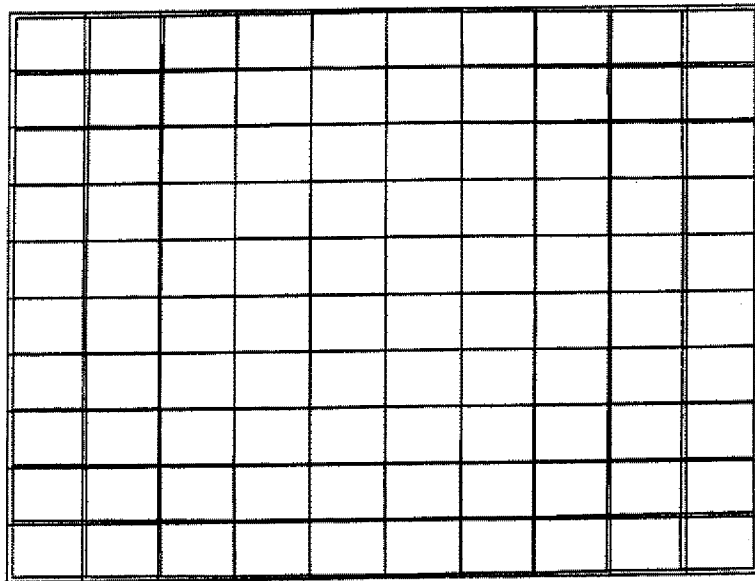
[図6]

100A

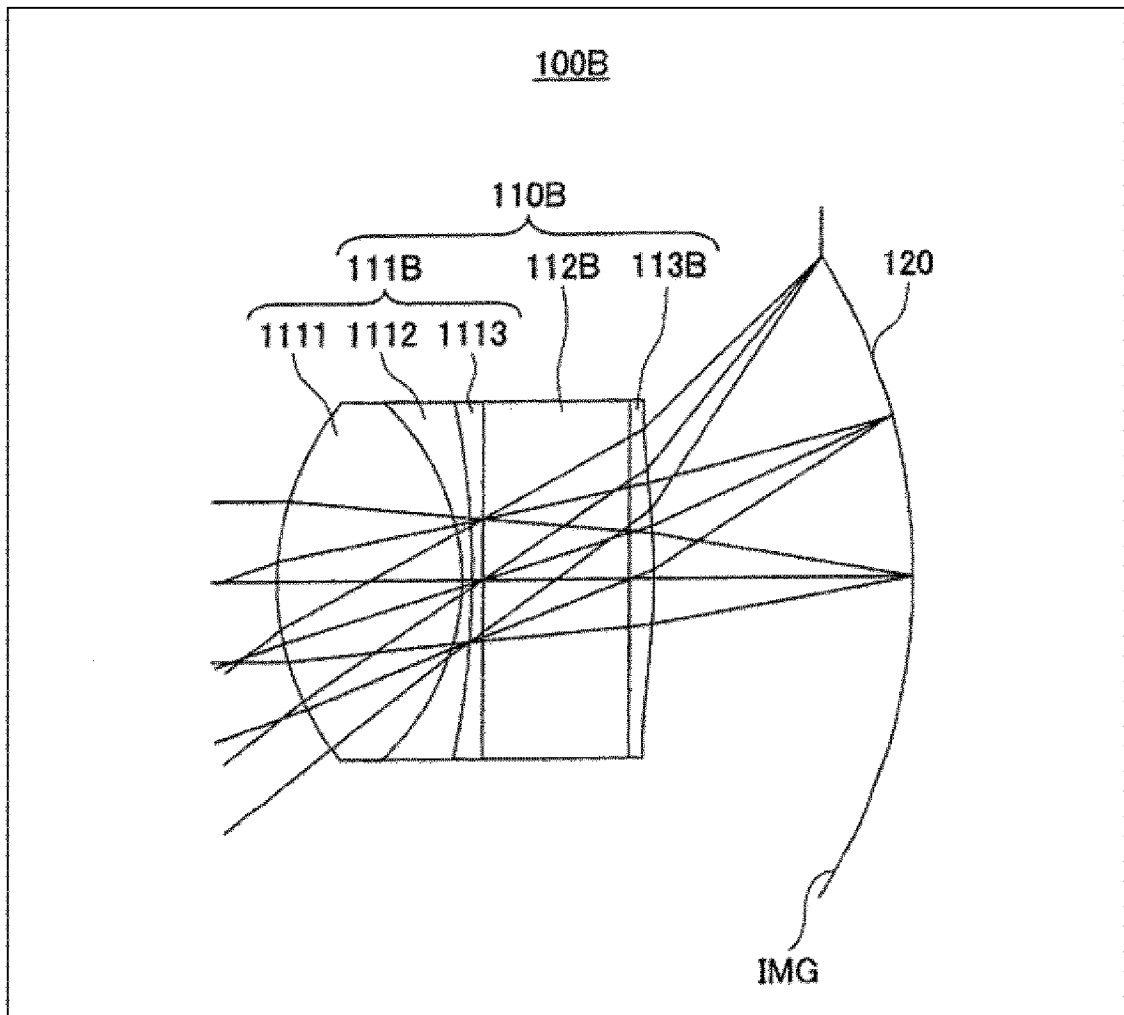
[図7]



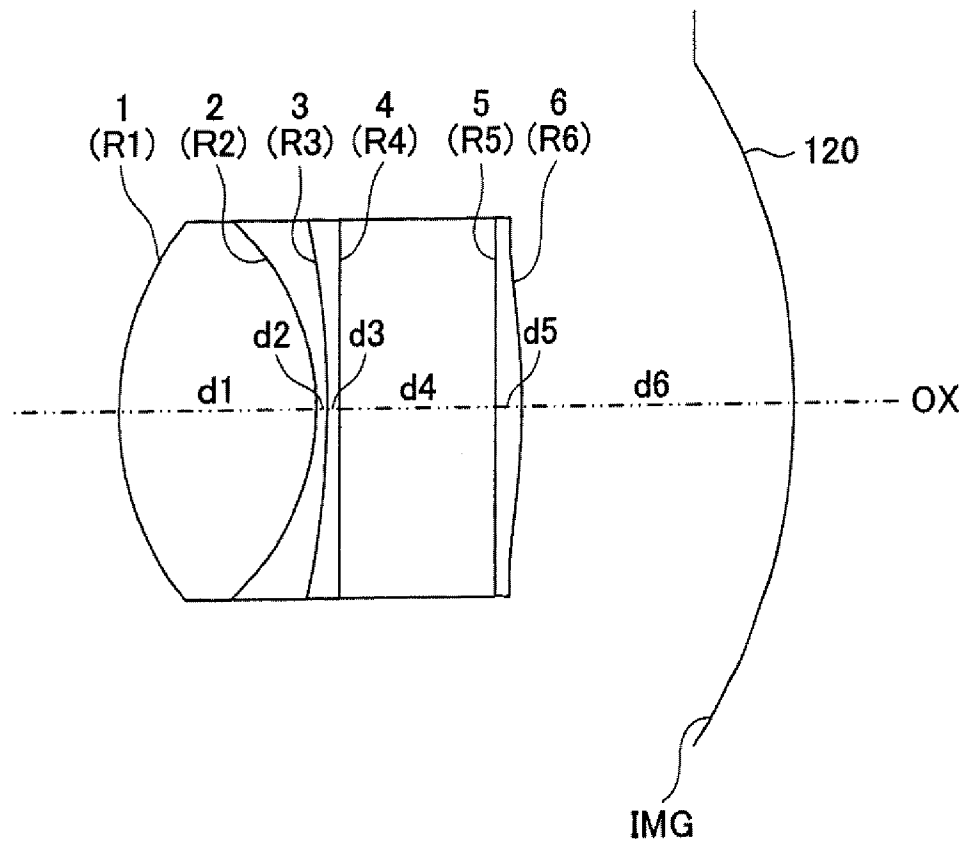
[図8]



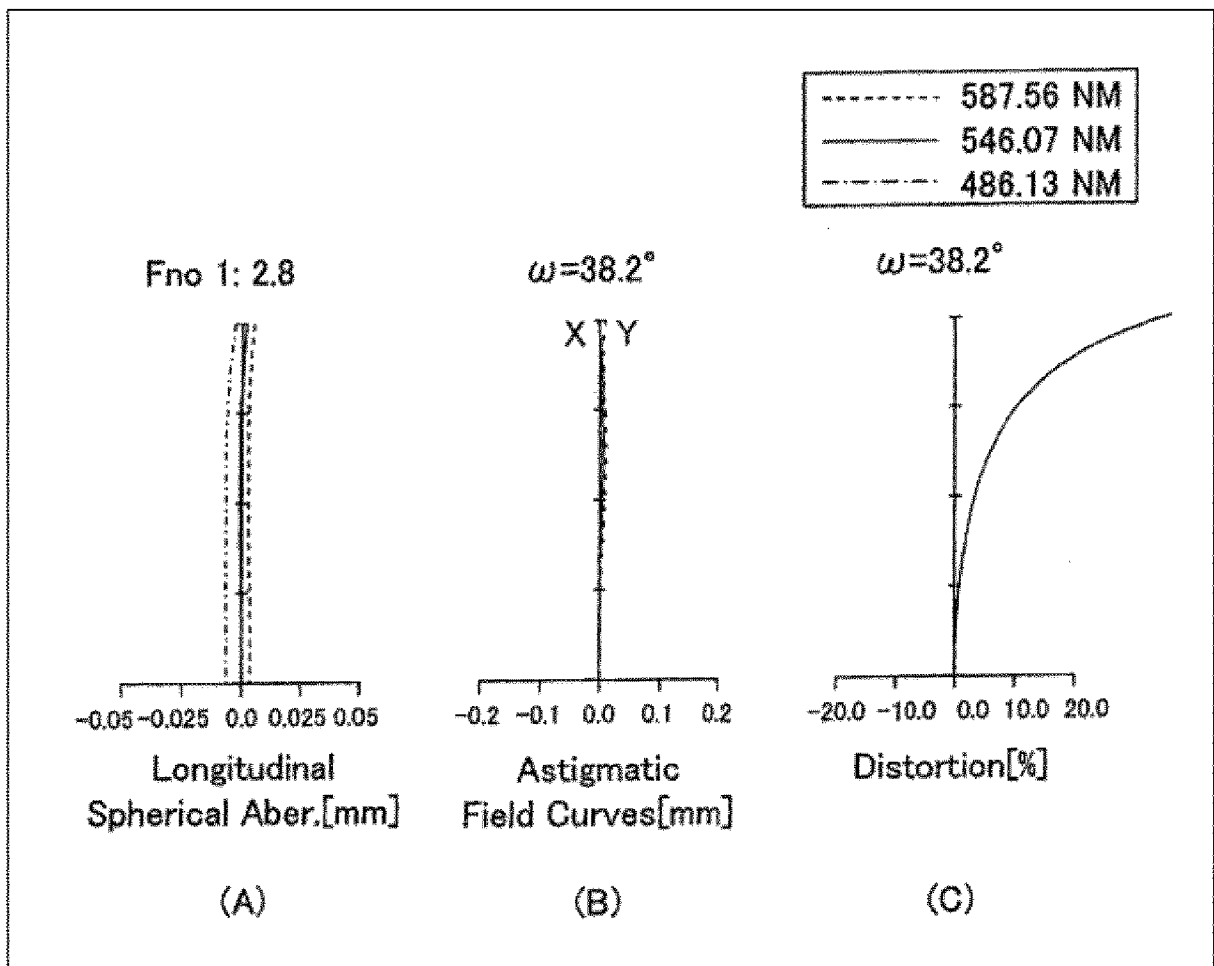
[図9]



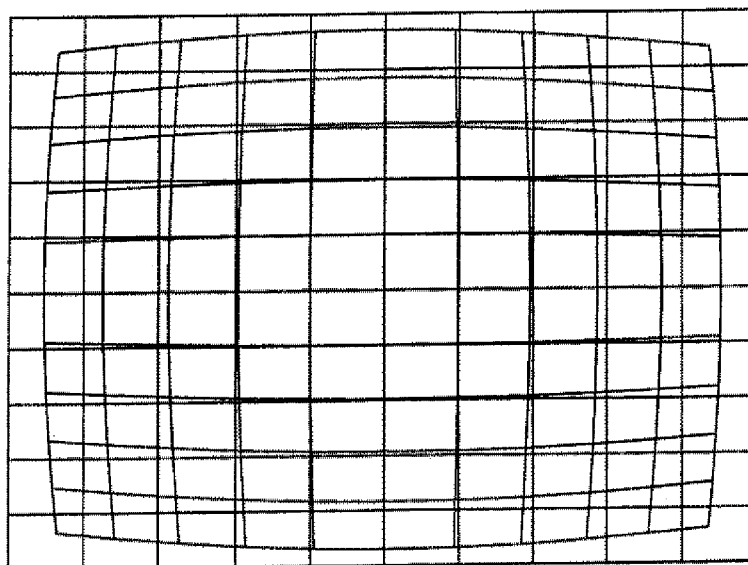
[図10]

100B

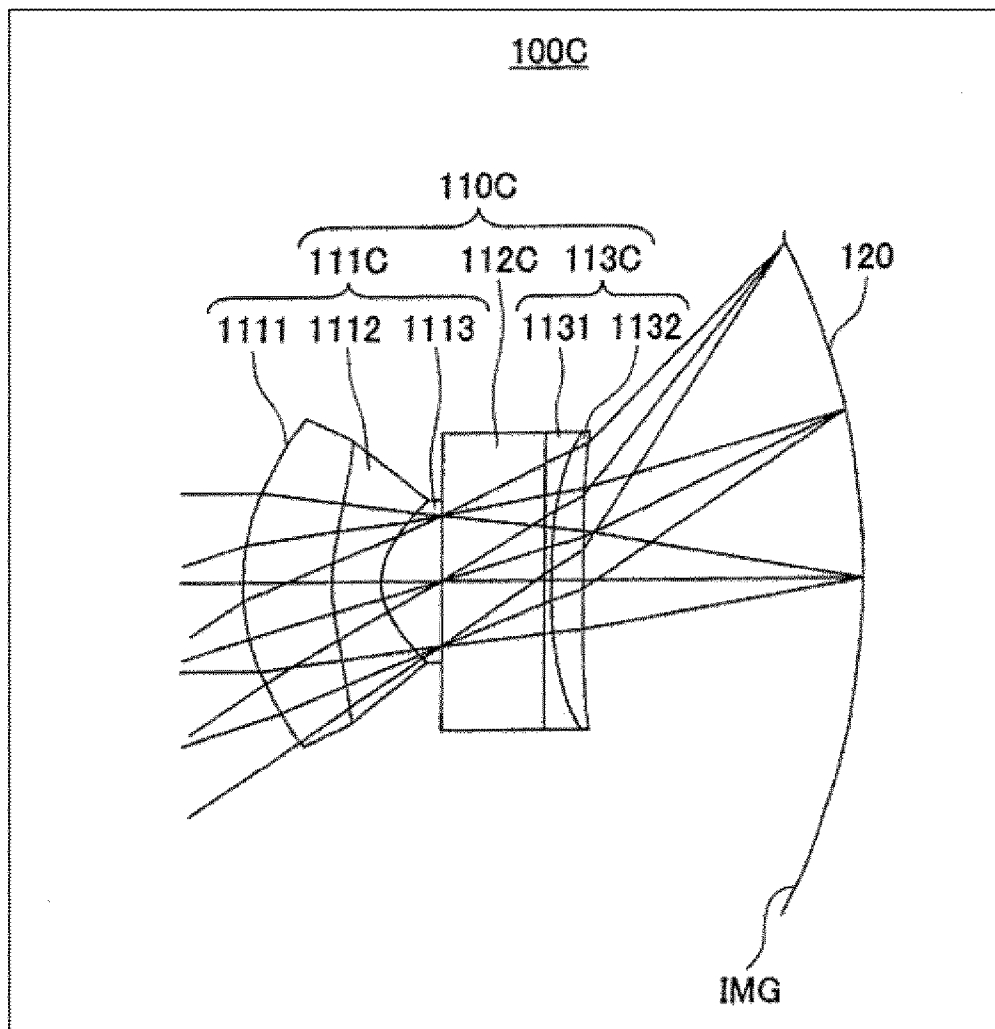
[図11]



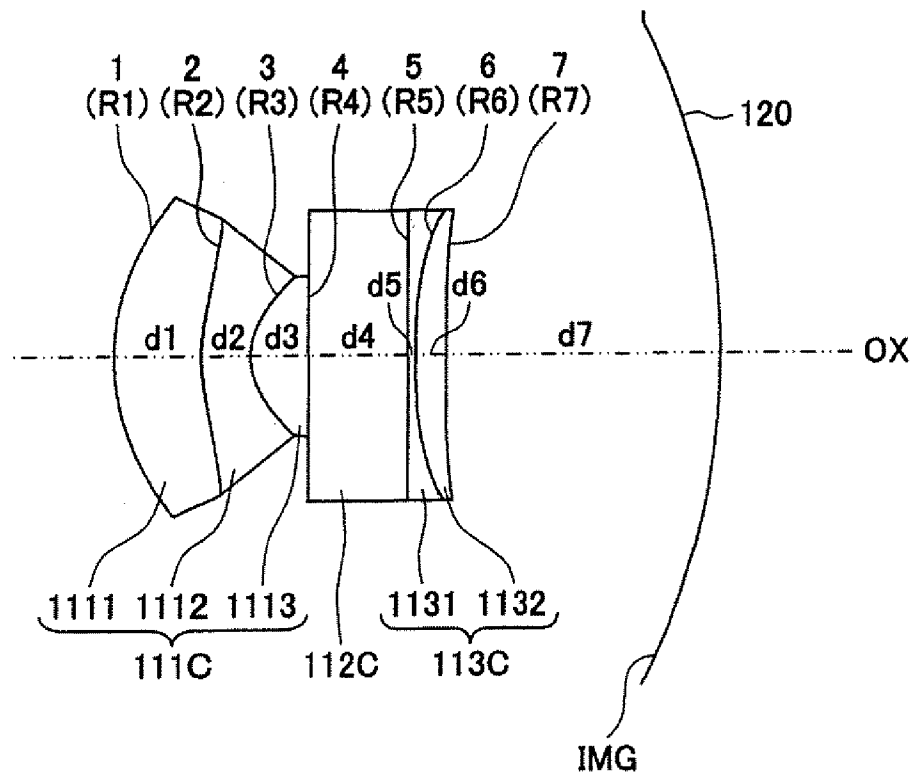
[図12]



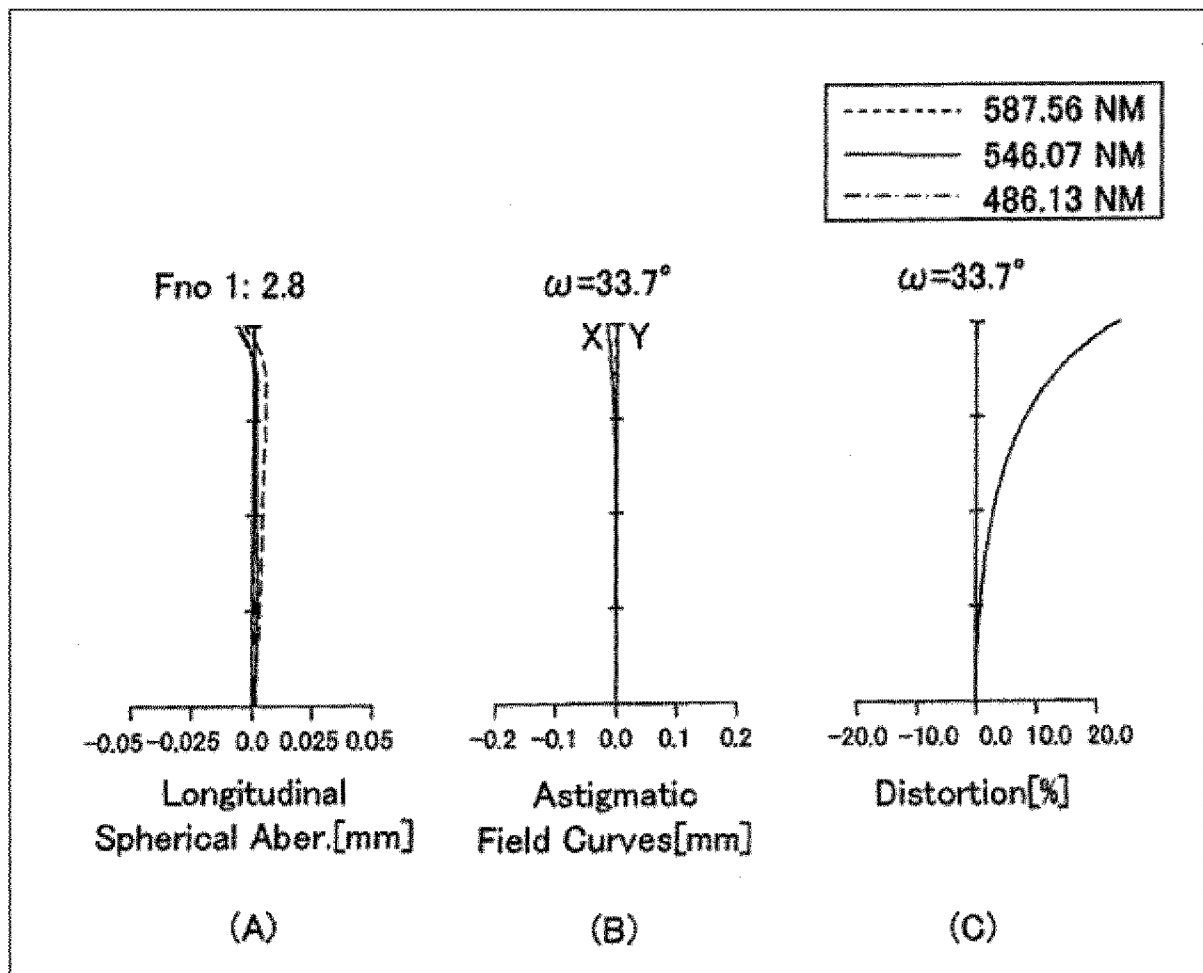
[図13]



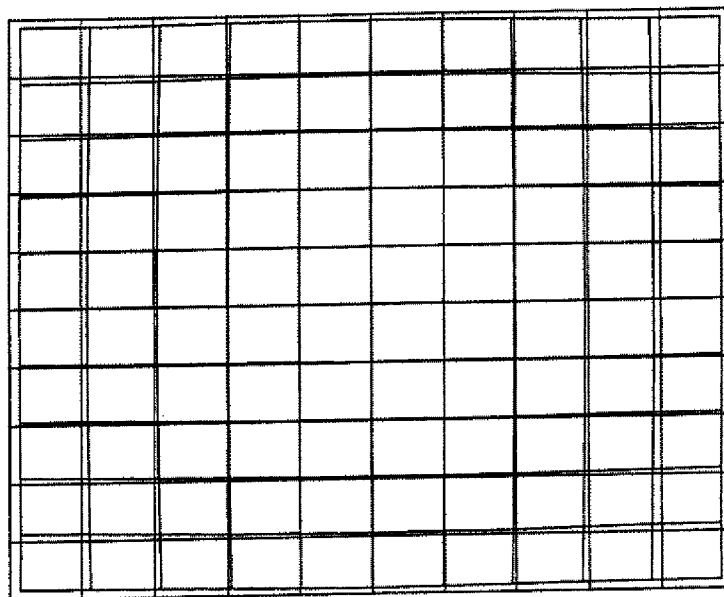
[図14]

100C

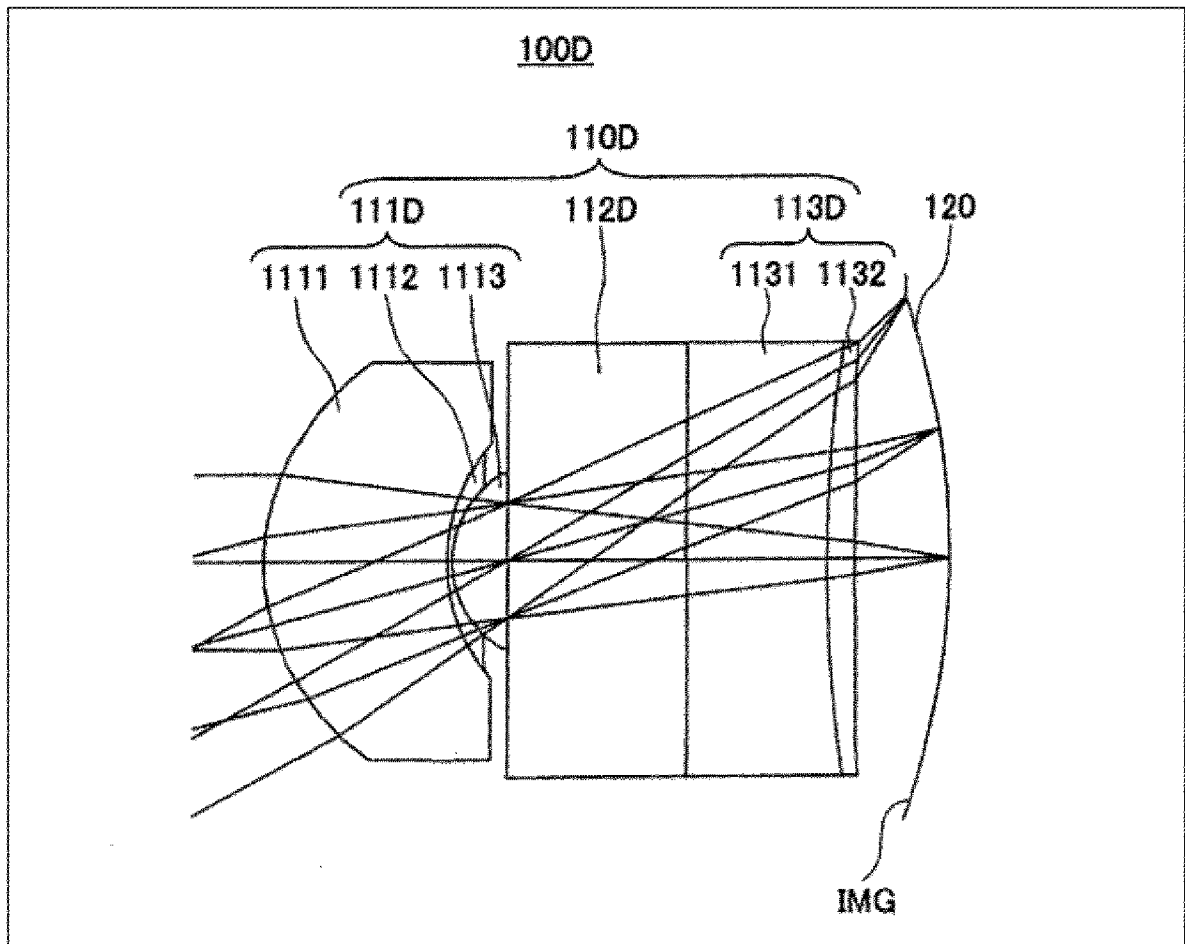
[図15]



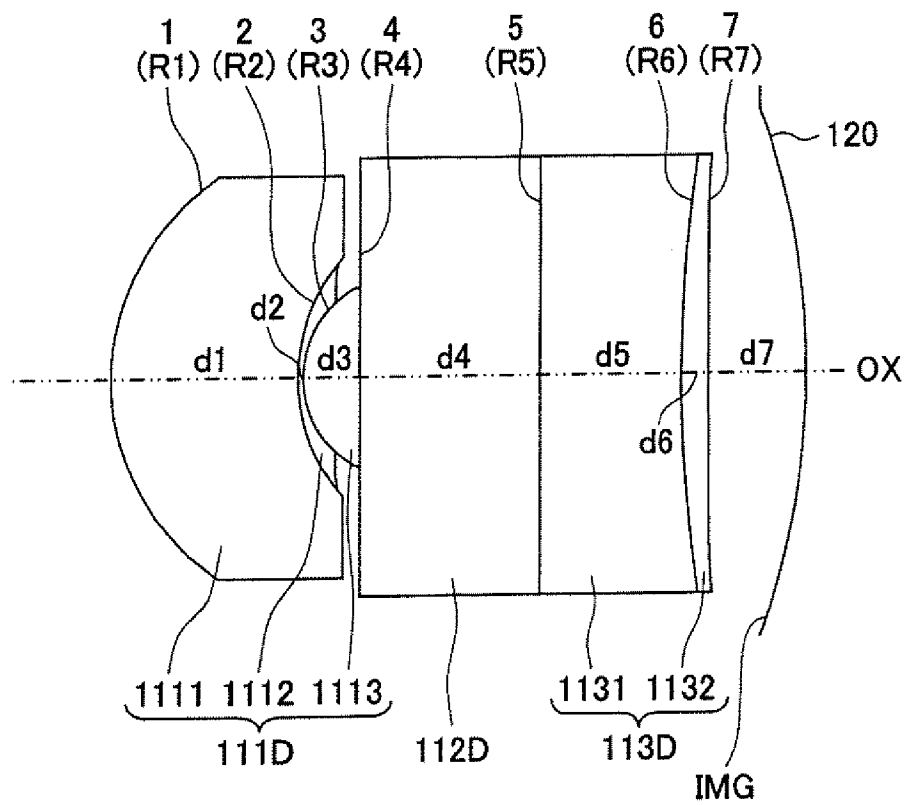
[図16]



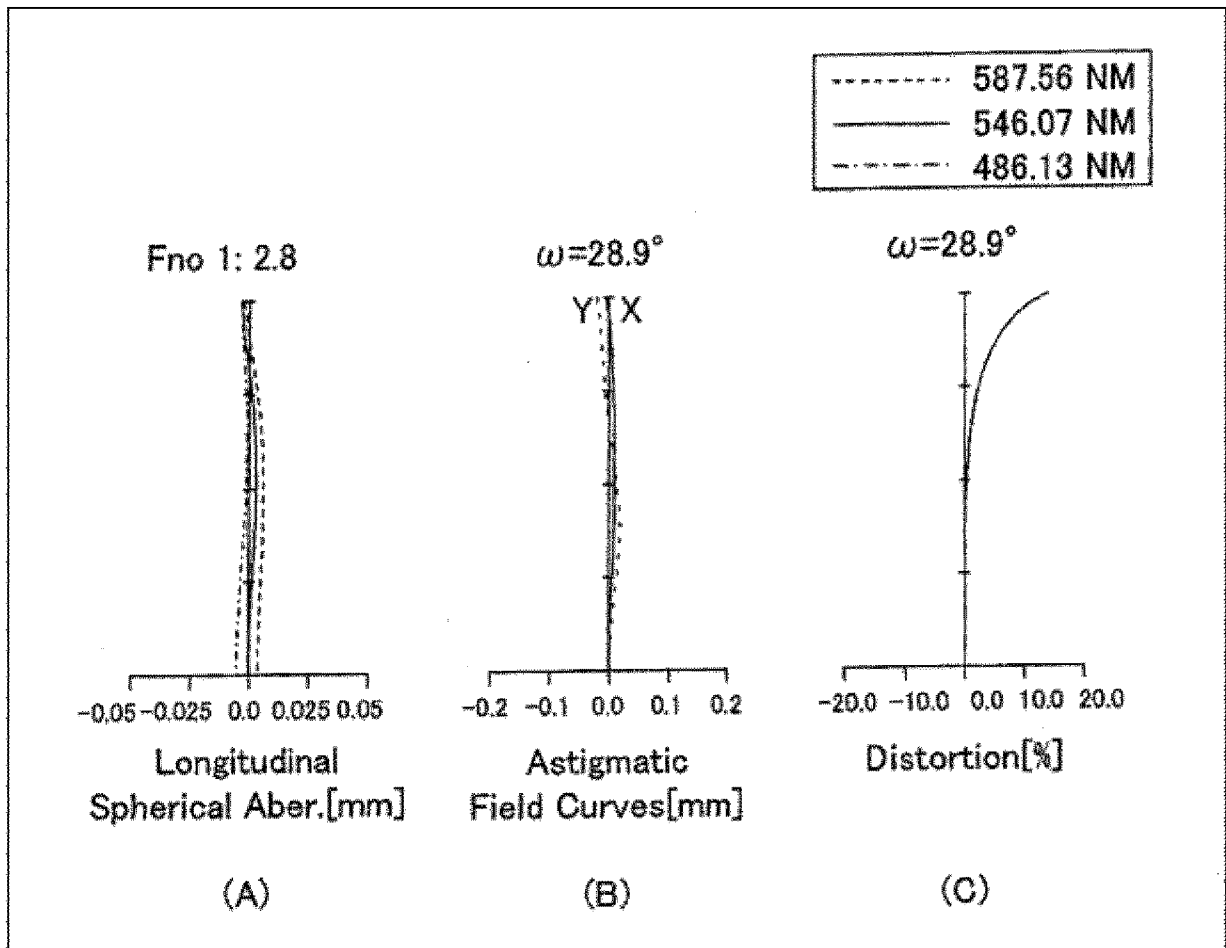
[図17]



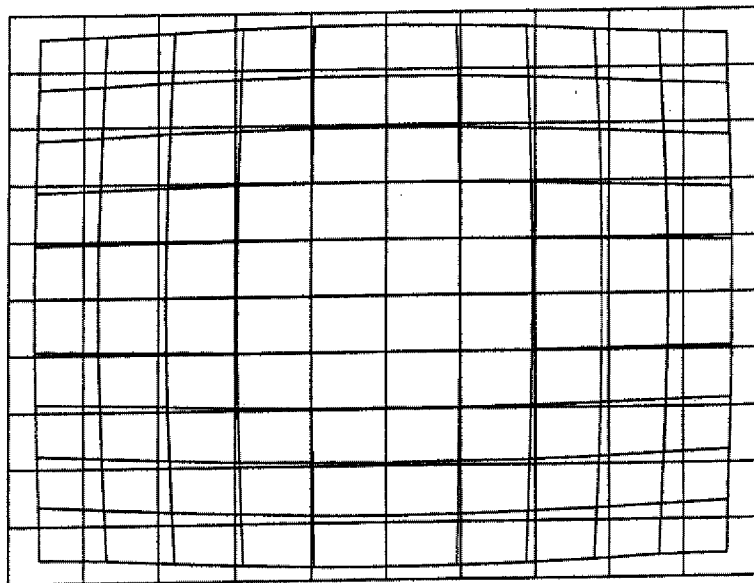
[図18]

100D

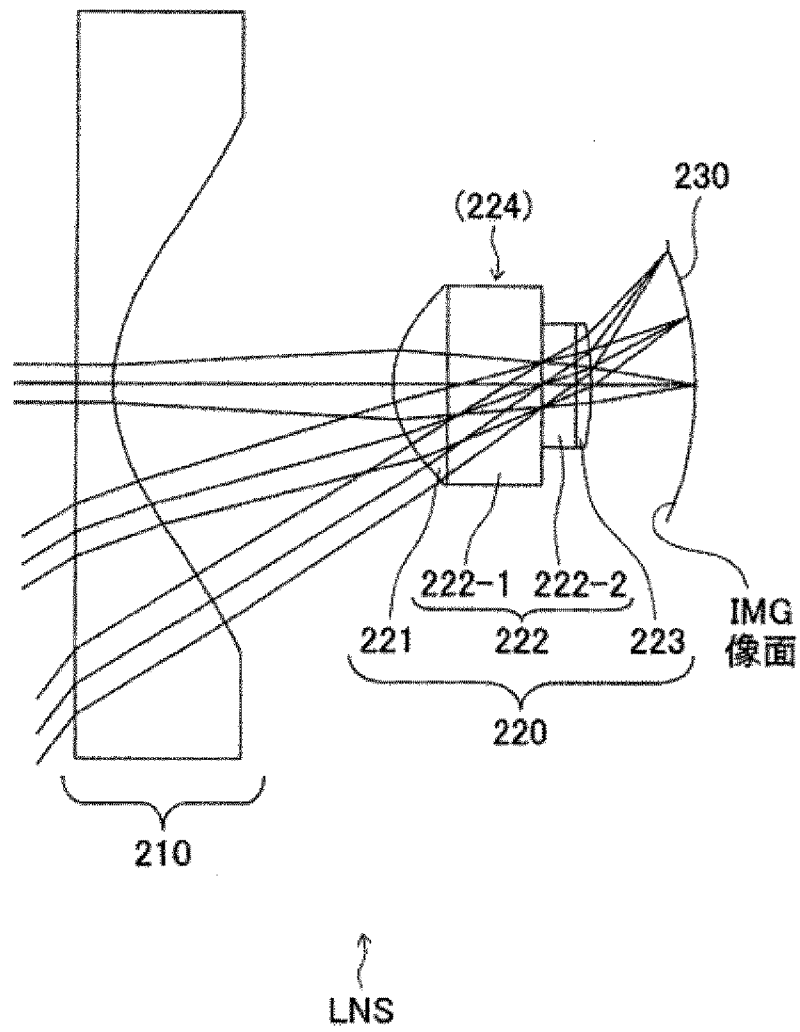
[図19]



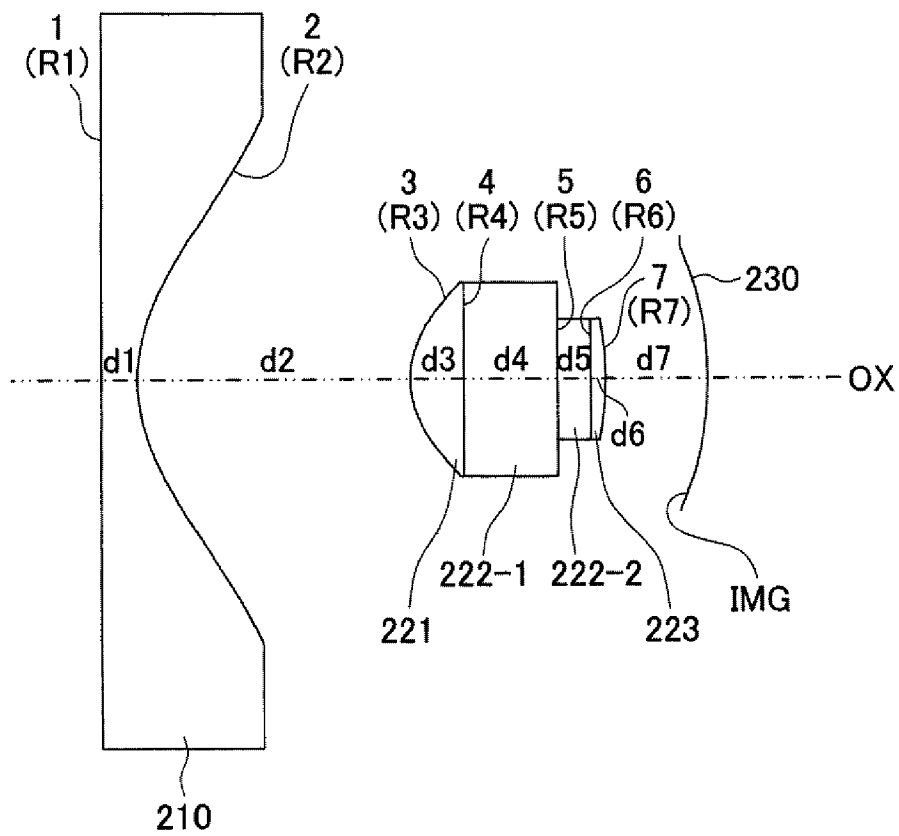
[図20]



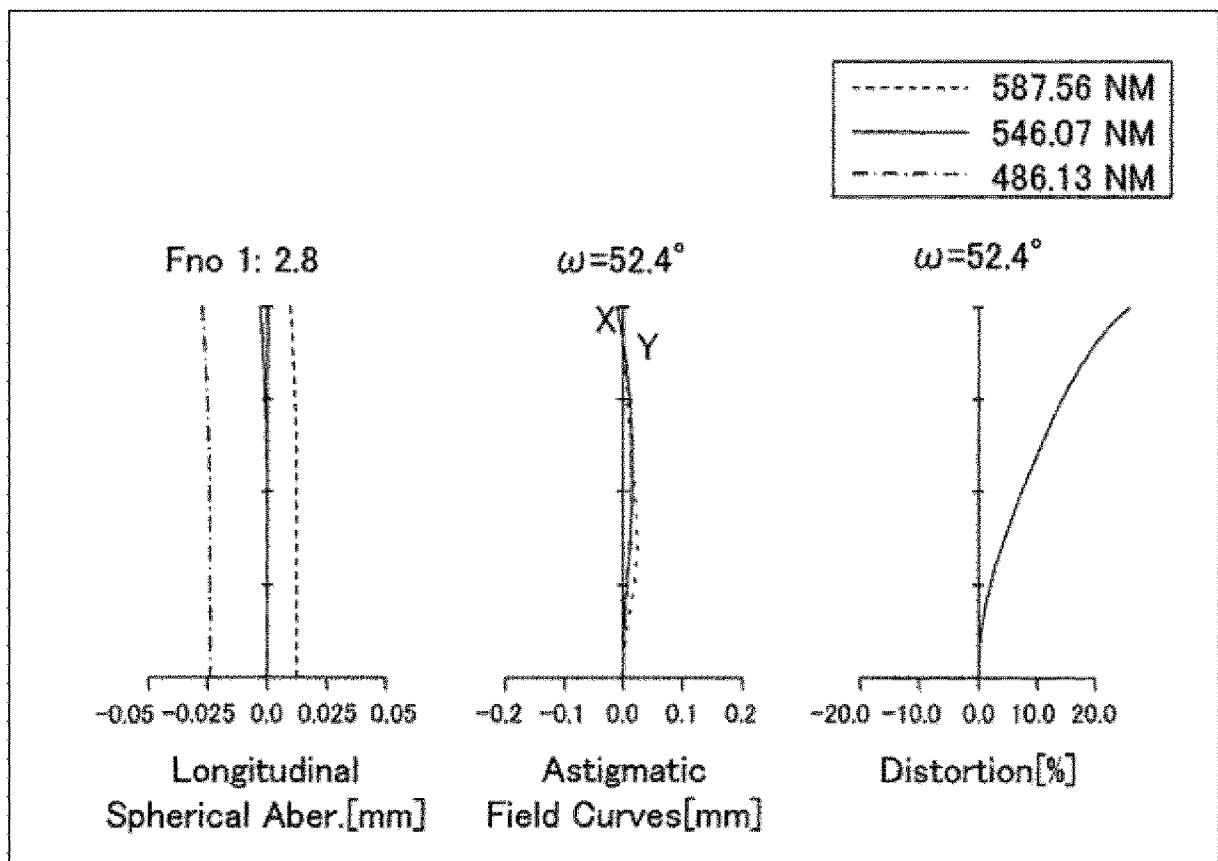
[図21]

200

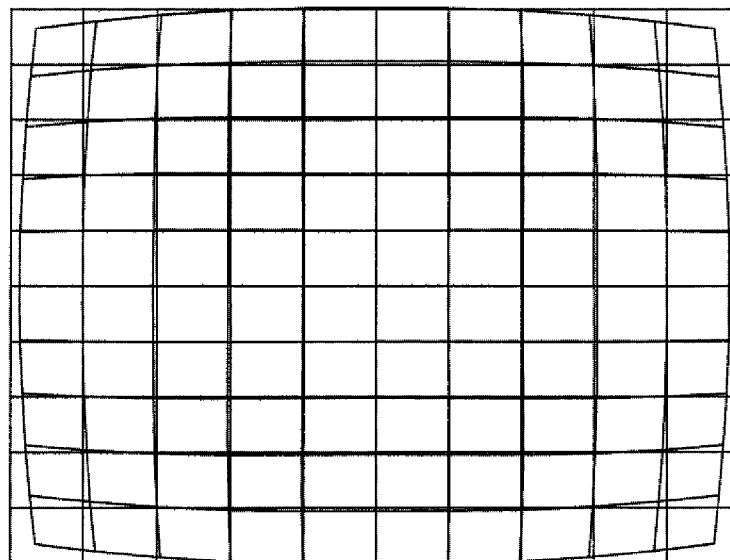
[図22]

200

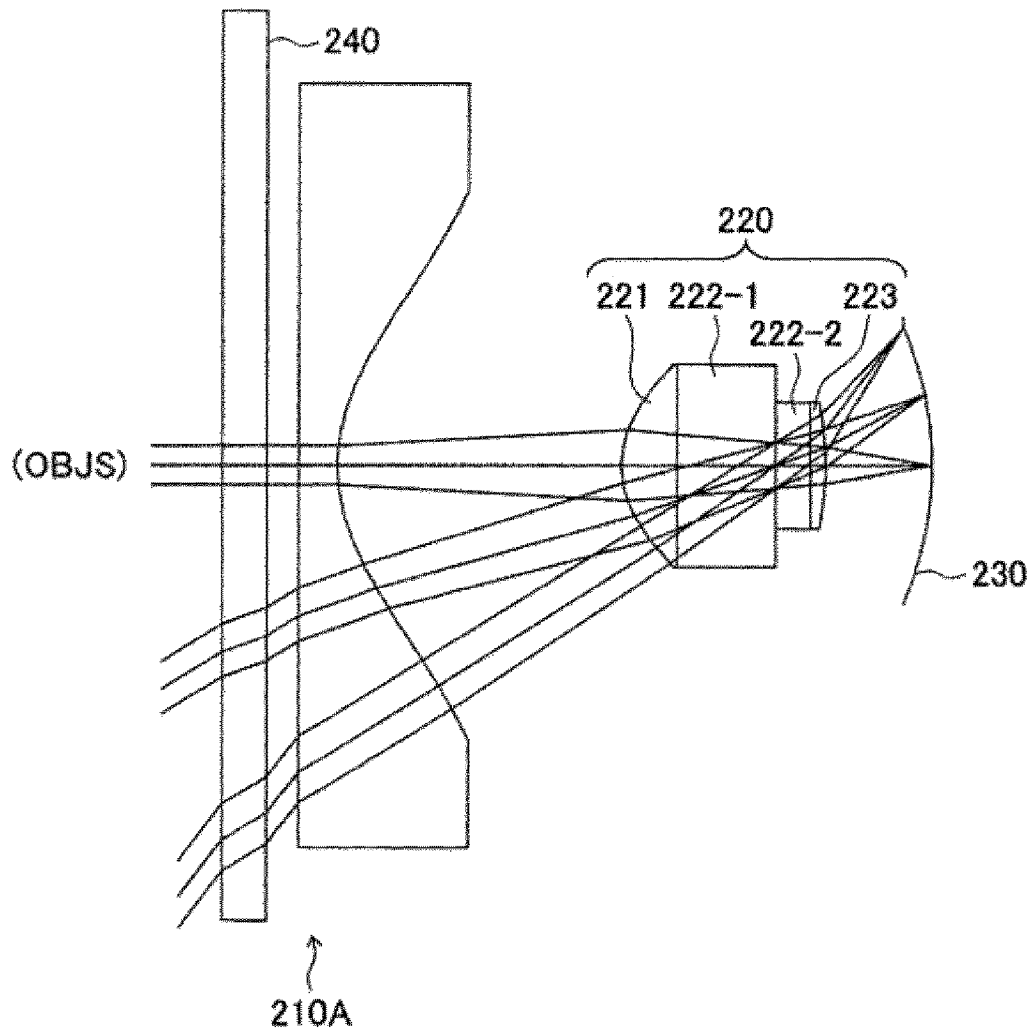
[図23]



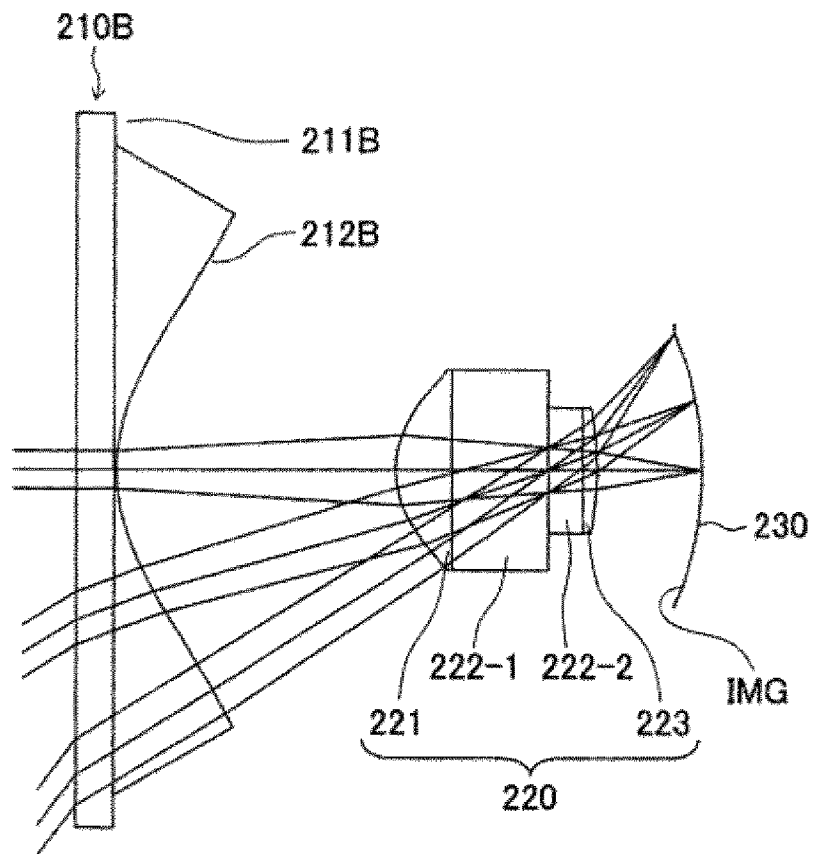
[図24]



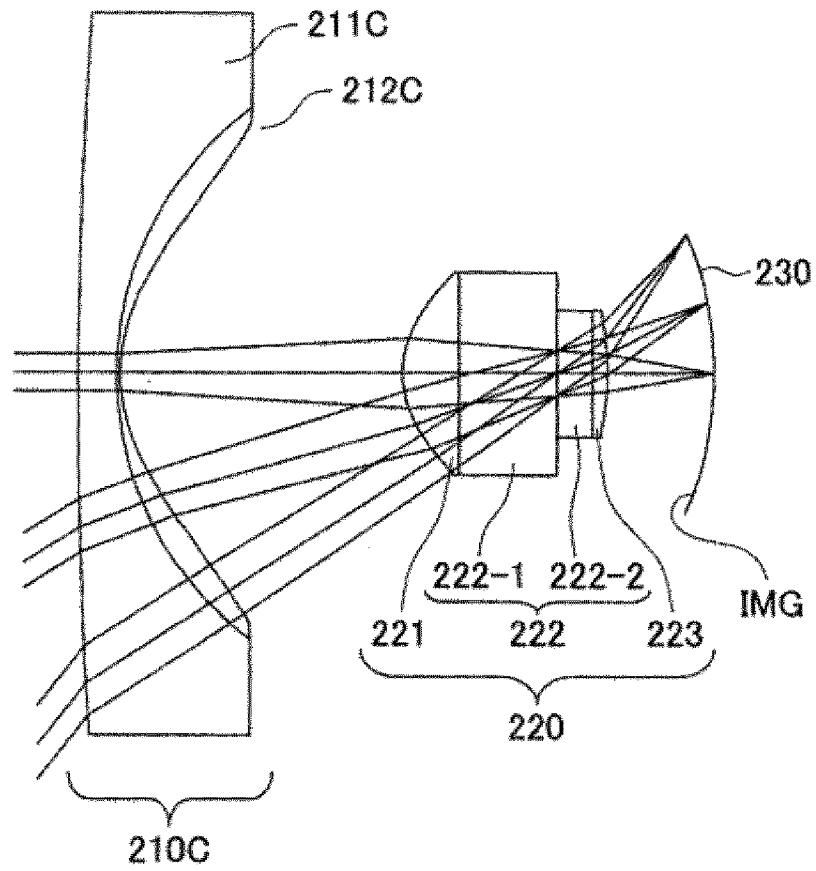
[図25]

200A

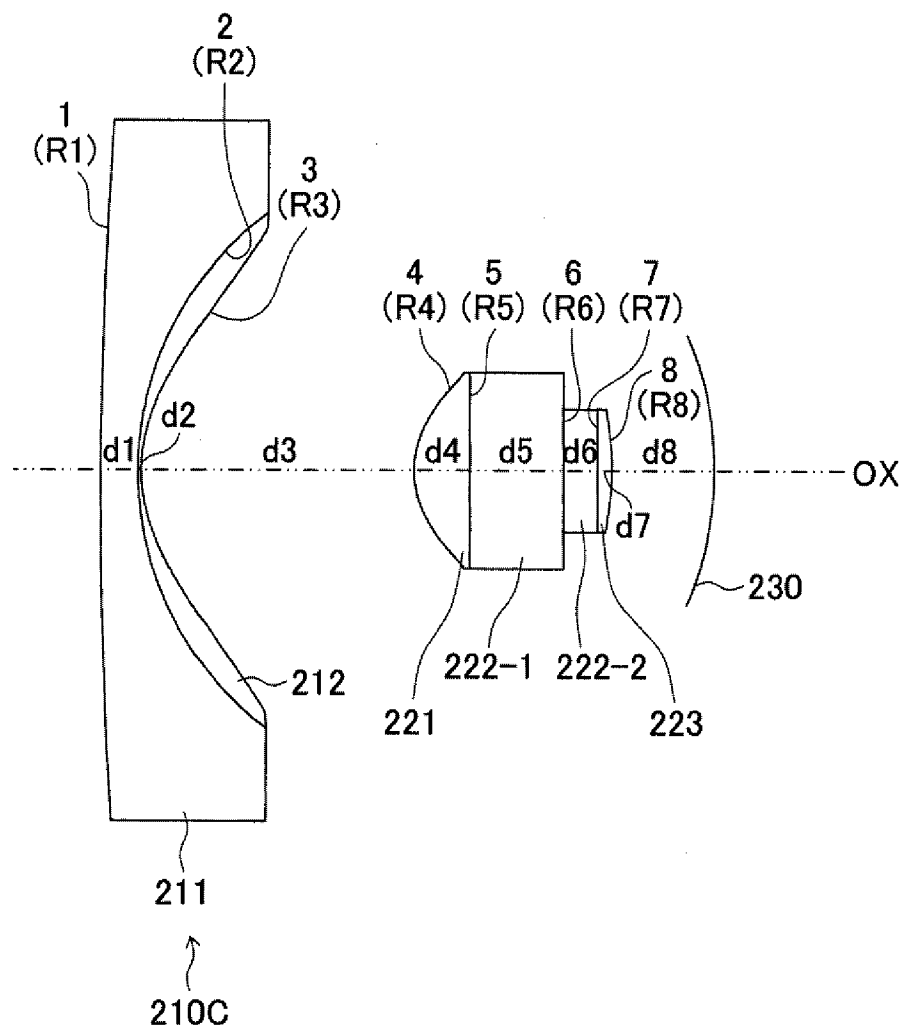
[図26]

200B

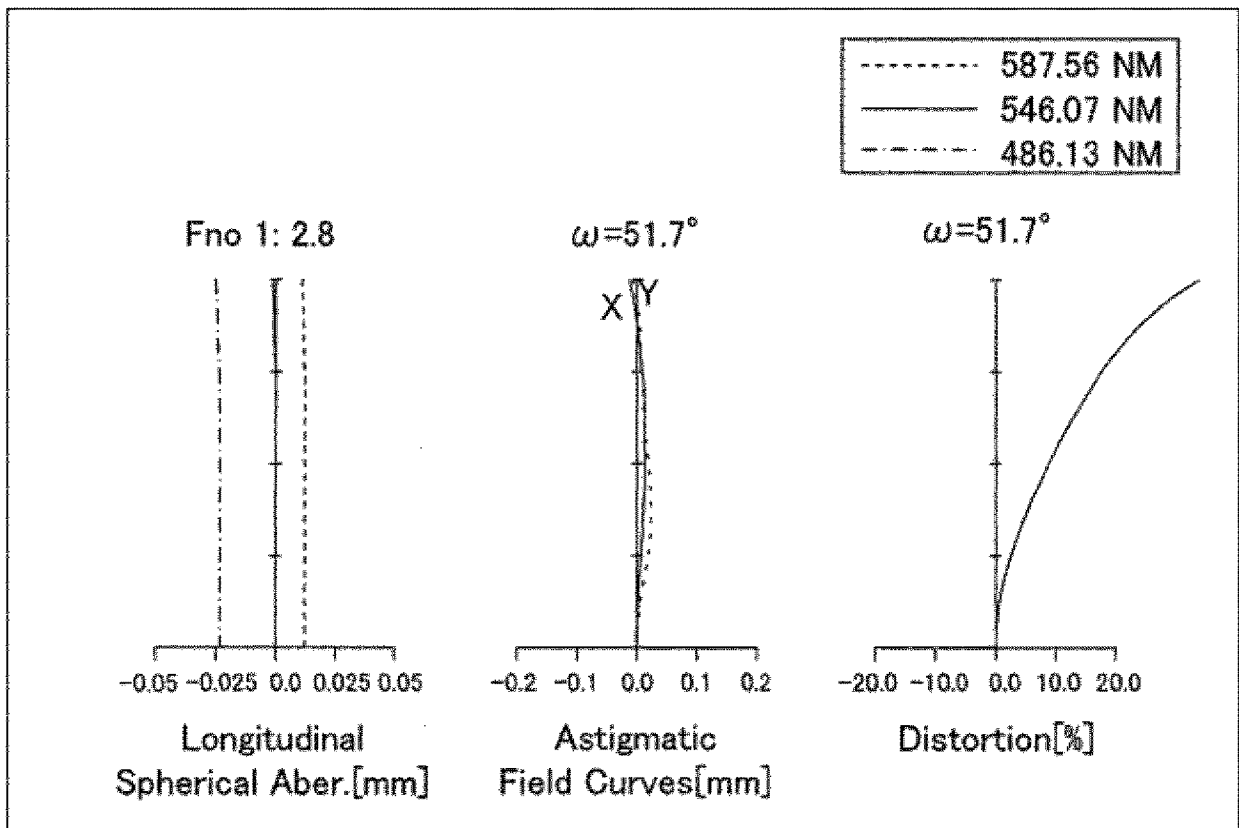
[図27]

200C

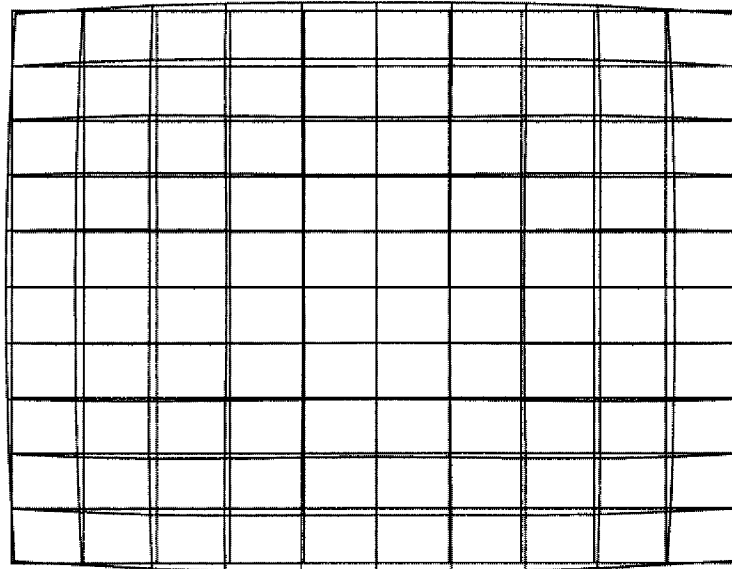
200C



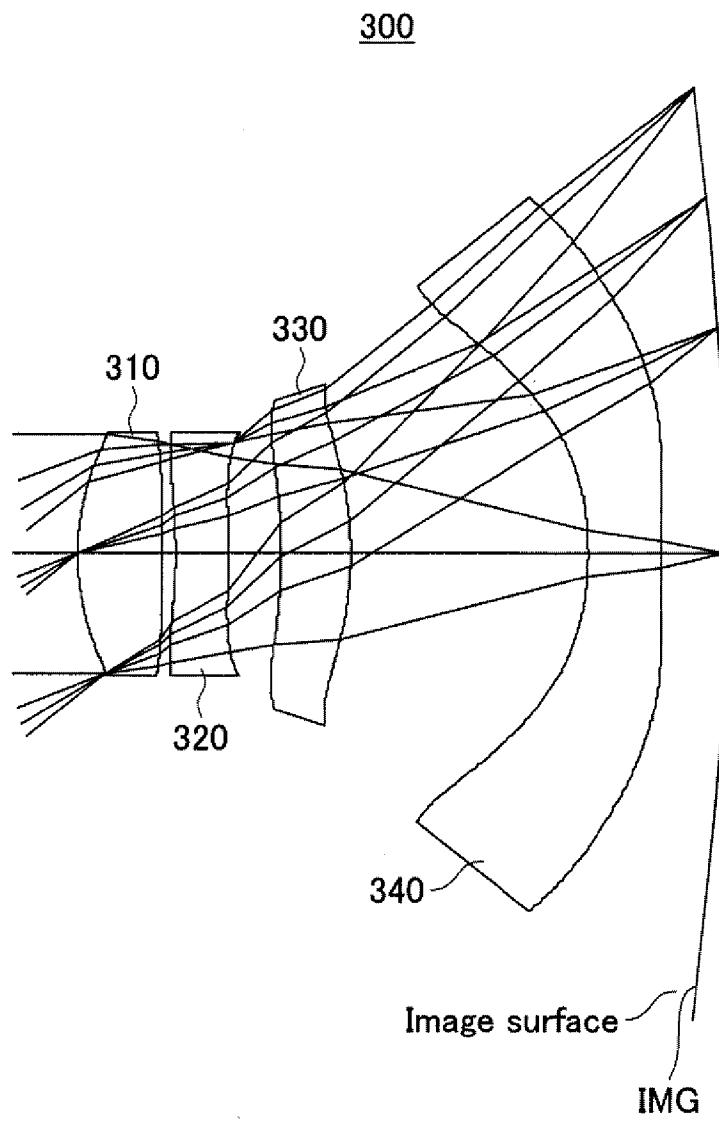
[図29]



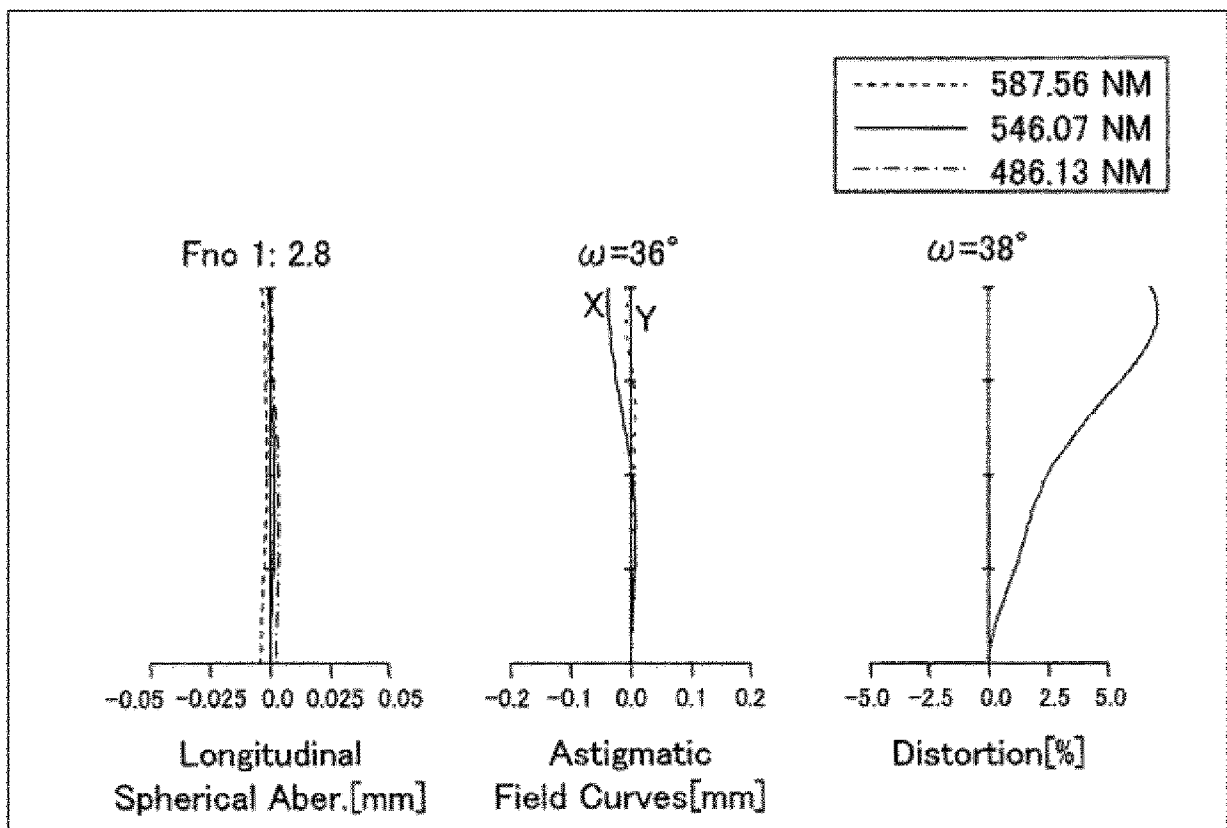
[図30]



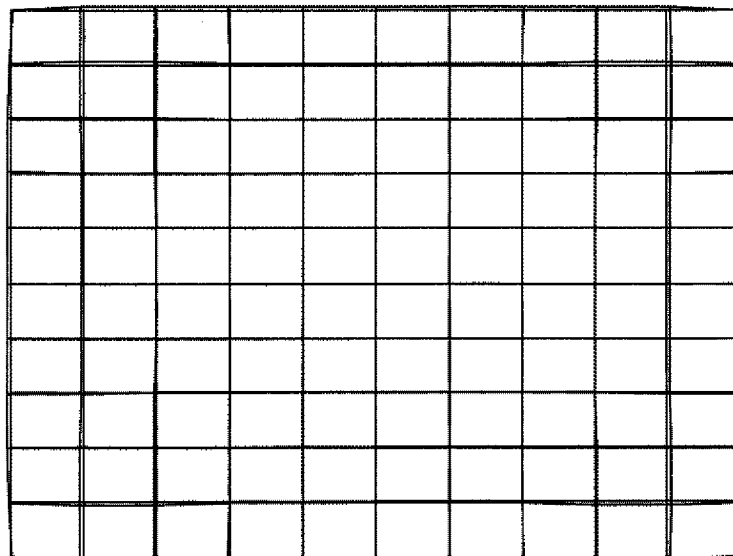
[図31]



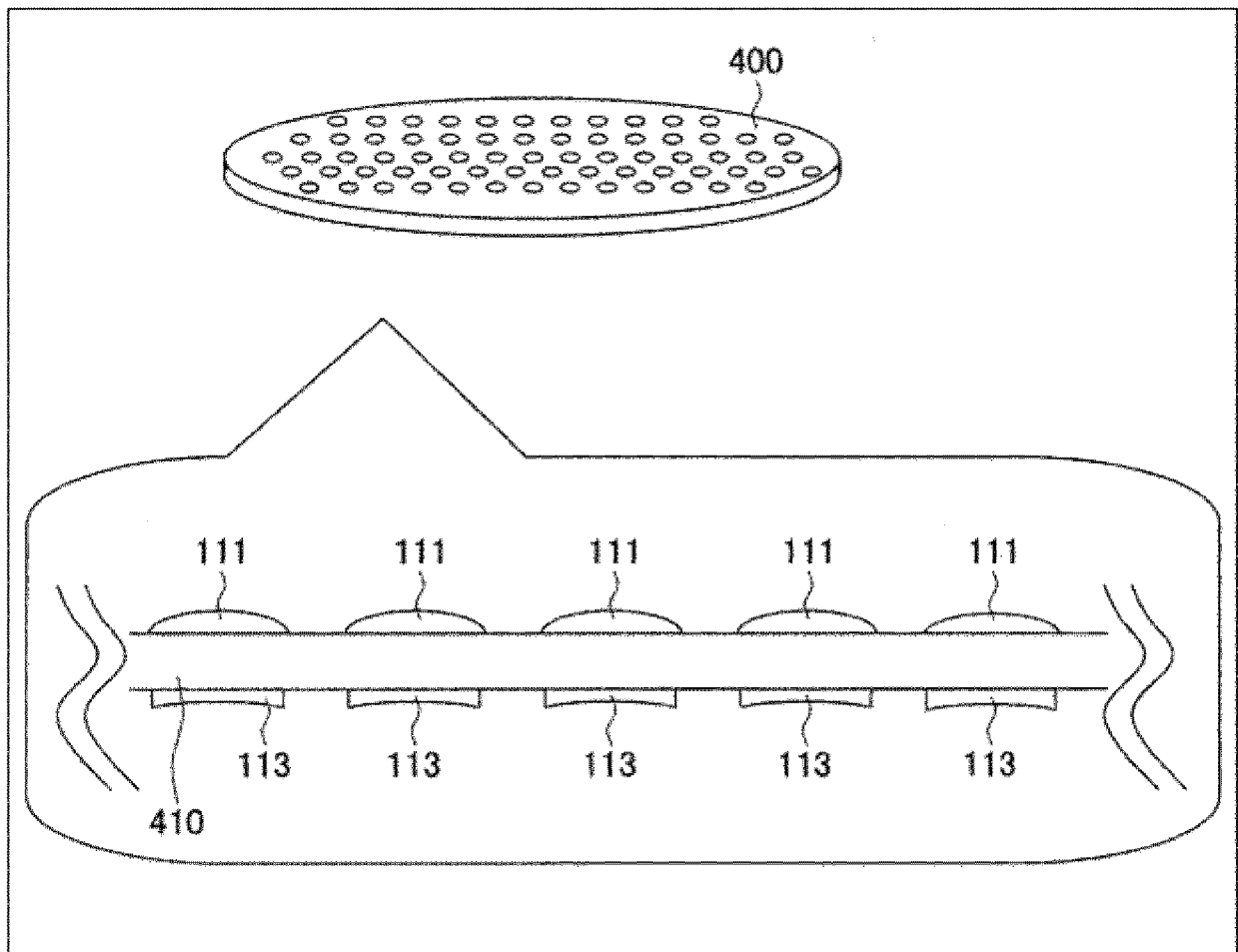
[図32]



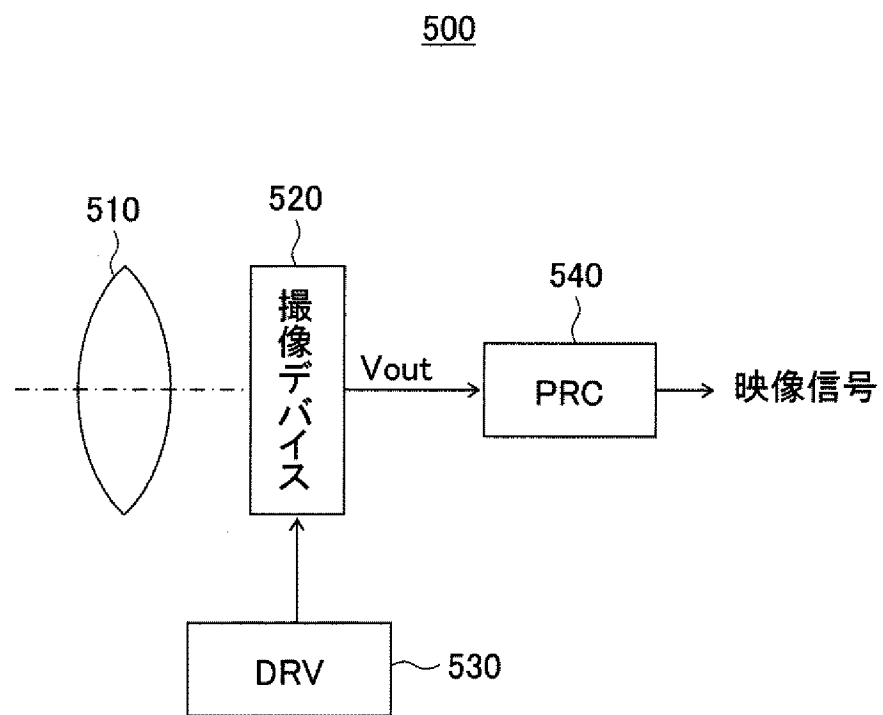
[図33]



[図34]



[図35]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(2006.01)i, G02B3/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

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)

G02B13/00, G02B3/02, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2010/87084 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0030] to [0101]; all drawings (Family: none)	14-16, 18, 19 1-4, 11-13, 17, 20, 21, 23-25 5-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
28 June, 2012 (28.06.12)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061190

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-301046 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 24 December 2009 (24.12.2009), paragraphs [0040] to [0323]; fig. 1 to 40 & JP 2008-233884 A & JP 4293291 B & JP 2009-157402 A & JP 2010-2921 A & US 8000038 B2 & US 2010/0091387 A1 & US 2010/0134903 A1 & US 2010/0134905 A1 & US 2010/0166413 A1 & US 2010/0321794 A1 & US 2011/0001865 A1 & EP 2113800 A1 & EP 2113801 A1 & EP 2113802 A1 & EP 2116882 A1 & EP 2124081 A1 & WO 2008/102648 A1 & WO 2008/102773 A1 & WO 2008/102774 A1 & WO 2008/102775 A1 & WO 2008/102776 A1 & CN 101606095 A & KR 10-2009-0115711 A & KR 10-2010-0014801 A	14-16, 18, 22 1-4, 11-13, 17, 20, 21, 23-25 5-10, 19
X Y A	WO 2009/104669 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0062] to [0064], [0088] to [0092], [0096] to [0106]; fig. 7 & US 2010/0315724 A1 EP 2246723 A1 & CN 101952761 A	14-16, 18, 19 1-4, 12, 13, 17, 20, 21, 23-25 5-11, 22
Y A	WO 2010/143458 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 16 December 2010 (16.12.2010), paragraphs [0057] to [0077], [0085] to [0092]; fig. 2, 3, 5 (Family: none)	1-4, 9, 12, 13, 24, 25 5-8, 10, 11, 14-23
Y A	WO 2011/43023 A1 (Sony Corp.), 14 April 2011 (14.04.2011), paragraphs [0022] to [0156]; fig. 1 to 8, 14, 15 & JP 2011-81102 A JP 2011-81315 A	1-6, 10, 12, 13, 24, 25 7-9, 11, 14-23
Y	JP 2010-66445 A (Nikon Corp.), 25 March 2012 (25.03.2012), paragraphs [0054] to [0058]; fig. 4 & US 2011/0102899 A1 EP 2264506 A1 & WO 2009/125778 A1 CN 101999090 A	1, 2, 7, 8
Y	JP 2004-312239 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 November 2004 (04.11.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-13, 24, 25
Y	WO 01/63915 A1 (Hideaki ISHIZUKI), 30 August 2001 (30.08.2001), page 4, line 7 to page 7, line 21; all drawings & AU 3410601 A	1-13, 20, 24, 25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061190

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-96617 A (Canon Inc.), 27 April 1988 (27.04.1988), page 2, upper right column, line 2 to lower left column, line 8; page 3, upper left column, lines 5 to 8; lower left column, lines 7 to 17; lower right column, line 18 to page 5, lower right column, line 12; all drawings & US 5004328 A	1-13, 20, 23-25
Y	JP 2000-347352 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 15 December 2000 (15.12.2000), paragraphs [0005], [0013] to [0022]; fig. 1 & US 6349171 B1	13, 21, 25
Y	JP 2011-39560 A (Canon Inc.), 24 February 2011 (24.02.2011), paragraphs [0047], [0050] (Family: none)	17
A	JP 63-96618 A (Canon Inc.), 27 April 1988 (27.04.1988), page 3, upper right column, line 18 to lower left column, line 14 & US 5004328 A	1-25
A	JP 2009-223251 A (Olympus Corp.), 01 October 2009 (01.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2010-266815 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 25 November 2010 (25.11.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2011-17764 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 27 January 2011 (27.01.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
P, A	JP 2011-203313 A (Sony Corp.), 13 October 2011 (13.10.2011), paragraphs [0147] to [0187]; fig. 16 to 20 & WO 2011/118434 A WO 2011/118434 A1	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061190

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See "extra sheet".

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/061190

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The invention of claim 1, the invention of claim 13 and the invention of claim 14 respectively have no same or corresponding special technical feature.

Accordingly, the following three inventions (invention groups) are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1-12, 24 (and 21-23)

An image pickup device, which has one group of lenses and an image pickup element which forms an image through the lenses, said lenses including, a first lens having the object-side surface protruding to the object side, a transparent body, and a second lens, that are sequentially disposed from the object side toward the image surface side without having air among them, and said image pickup element being bent with the recessed side facing the object side.

(Invention 2) the inventions of claims 13, 25 (and 21-23)

An image pickup device, which includes a lens group having positive optical strain, and an image pickup element, which forms an image through the lens group, said image pickup element being bent with the recessed side facing the object side, and said image pickup device offsetting, by the positive optical strain of the lens group, negative optical strain generated due to the bent.

(Invention 3) the inventions of claims 14-20 (and 21-23)

An image pickup device, which has two groups of lenses and an image pickup element which forms an image through the lenses, said lenses including, a first lens group, wherein lenses are sequentially disposed from the object side toward the image surface side, and a second lens group, wherein a first lens having the object-side surface protruding to the object side, a transparent body, and a second lens are sequentially disposed without having air among them.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B13/00(2006.01)i, G02B3/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B13/00, G02B3/02, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	WO 2010/87084 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.08.05, 段落 [0030] - [0101]、全図 (ファミリーなし)	14-16, 18, 19 1-4, 11-13, 17, 20, 21, 23-25 5-10
X Y	JP 2009-301046 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2009.12.24, 段落 [0040] - [0323]、図1-40 & JP 2008-233884 A & JP 4293291 B & JP 2009-157402 A & JP 2010-2921 A & US 8000038 B2 & US 2010/0091387 A1 & US 2010/0134903 A1 & US 2010/0134905 A1 & US 2010/0166413 A1 & US 2010/0321794 A1 & US	14-16, 18, 22 1-4, 11-13, 17, 20, 21, 23-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小倉 宏之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 V

4 4 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	2011/0001865 A1 & EP 2113800 A1 & EP 2113801 A1 & EP 2113802 A1 & EP 2116882 A1 & EP 2124081 A1 & WO 2008/102648 A1 & WO 2008/102773 A1 & WO 2008/102774 A1 & WO 2008/102775 A1 & WO 2008/102776 A1 & CN 101606095 A & KR 10-2009-0115711 A & KR 10-2010-0014801 A	5-10, 19
X	WO 2009/104669 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2009.08.27, 段落【0062】-【0064】、【0088】-【0092】、【0096】	14-16, 18, 19
Y	-【0106】、図7 & US 2010/0315724 A1 & EP 2246723 A1 & CN 101952761 A	1-4, 12, 1 3, 17, 20, 21, 23-25
A		5-11, 22
Y	WO 2010/143458 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.12.16, 段落【0057】-【0077】、【0085】-【0092】、図2, 3, 5	1-4, 9, 12, 13, 24, 25
A	(ファミリーなし)	5-8, 10, 1 1, 14-23
Y	WO 2011/43023 A1 (ソニー株式会社) 2011.04.14, 段落【0022】-【0156】、図1-8, 14, 15 & JP 2011-81102 A & JP 2011-81315 A	1-6, 10, 1 2, 13, 24, 25
A		7-9, 11, 1 4-23
Y	JP 2010-66445 A (株式会社ニコン) 2012.03.25, 段落【0054】-【0058】、図4 & US 2011/0102899 A1 & EP 2264506 A1 & WO 2009/125778 A1 & CN 101999090 A	1, 2, 7, 8
Y	JP 2004-312239 A (三菱電機株式会社) 2004.11.04, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13, 24, 25
Y	WO 01/63915 A1 (石附英昭) 2001.08.30, 第4頁第7行-第7頁第21行、全図 & AU 3410601 A	1-13, 20, 24, 25
Y	JP 63-96617 A (キヤノン株式会社) 1988.04.27, 第2頁右上欄第2行-左下欄第8行, 第3頁左上欄第5-8行, 左下欄第 7-17行, 右下欄第18行-第5頁右下欄第12行、全図 & US 5004328 A	1-13, 20, 23-25
Y	JP 2000-347352 A (富士写真フイルム株式会社) 2000.12.15, 段落【00 05】、【0013】-【0022】、図1 & US 6349171 B1	13, 21, 25
Y	JP 2011-39560 A (キヤノン株式会社) 2011.02.24, 段落【0047】、【0050】 (ファミリーなし)	17
A	JP 63-96618 A (キヤノン株式会社) 1988.04.27, 第3頁右上欄第18行-左下欄第14行 & US 5004328 A	1-25

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-223251 A (オリンパス株式会社) 2009. 10. 01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 2 5
A	JP 2010-266815 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 11. 25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 2 5
A	JP 2011-17764 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2011. 01. 27, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 2 5
P, A	JP 2011-203313 A (ソニー株式会社) 2011. 10. 13, 段落【0 1 4 7】 - 【0 1 8 7】、図 1 6 - 2 0 & WO 2011/118434 A & WO 2011/118434 A1	1 - 2 5

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

「特別ページ」参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第Ⅲ欄の続き

請求項 1 に係る発明、請求項 1 3 に係る発明、請求項 1 4 に係る発明は、それぞれ同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しない。そして、請求の範囲には以下に示す 3 の発明（群）が含まれる。

（発明 1）請求項 1－1 2， 2 4（及び 2 1－2 3）に係る発明

一群のレンズと、
上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、
上記レンズは、物体側から像面側に向かって、空気を挟まず順番に配置された、
物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズと、
透明体と、
第 2 レンズと、を含み、
上記撮像素子は、物体側に凹を向けて湾曲している
撮像装置。

（発明 2）請求項 1 3， 2 5（及び 2 1－2 3）に係る発明

正の光学歪を有するレンズ群と、
上記レンズ群を通して結像される撮像素子と、を含み、
上記撮像素子が物体側に凹を向けて湾曲しており、当該湾曲より生じる負の光学歪を、上
記レンズ群の正の光学歪により打ち消す
撮像装置。

（発明 3）請求項 1 4－2 0（及び 2 1－2 3）に係る発明

2 群のレンズと、
上記レンズを通して結像される撮像素子と、を有し、
上記レンズは、物体側から像面側に向かって順番に配置された、
第 1 レンズ群と、
空気を挟まず順番に配置された、物体側面が物体側に凸形状をした第 1 レンズと、透明
体と、第 2 レンズとを含む第 2 レンズ群と、を含む
撮像装置。