

(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
2015 年 10 月 8 日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/151697 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056245
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 3 日(03.03.2015)
- (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 2014-078140 2014 年 4 月 4 日(04.04.2014) JP
特願 2014-078141 2014 年 4 月 4 日(04.04.2014) JP
特願 2014-078139 2014 年 4 月 4 日(04.04.2014) JP
特願 2014-227453 2014 年 11 月 7 日(07.11.2014) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 重光 学道(SHIGEMITSU, Norimichi).
- (74) 代理人: 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMA

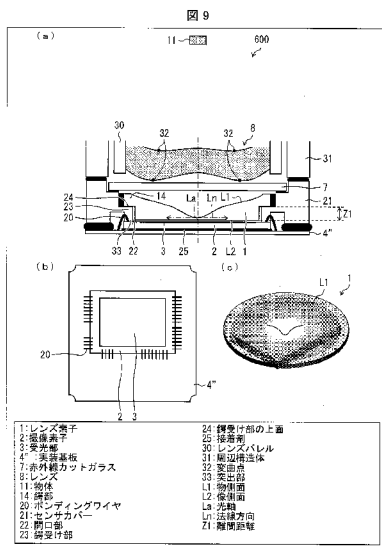
R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル Osaka (JP).

- (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, 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, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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,

[続葉有]

(54) Title: LENS ELEMENT, IMAGING DEVICE, AND IMAGING LENS

(54) 発明の名称: レンズ素子、撮像装置、および撮像レンズ



(57) Abstract: Provided are a lens element with which it is possible to realize a compact imaging device that has exceptional resolving power, and an imaging device provided with said lens element. The external shape of an image-side surface (L2) is substantially rectangular.

(57) 要約: 小型で優れた解像力の撮像装置を実現することを可能とするレンズ素子、およびこのレンズ素子を備えている撮像装置を提供する。像側面 (L2) の外形の形状が、概略矩形である。

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Lens element | 24 Top surface of flange bearing part |
| 2 Imaging element | 25 Adhesive agent |
| 3 Light-receiving unit | 30 Lens barrel |
| 4" Mounting substrate | 31 Surrounding structure |
| 7 Infrared-ray cutting glass | 32 Inflection point |
| 8 Lens | 33 Projecting part |
| 11 Objective | L1 Object-side surface |
| 14 Flange part | L2 Image-side surface |
| 20 Bonding wire | La Optical axis |
| 21 Sensor cover | Ln Normal-vector direction |
| 22 Opening | Z1 Clearance |
| 23 Flange bearing part | |

WO 2015/151697 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： レンズ素子、撮像装置、および撮像レンズ

技術分野

[0001] 本発明は、レンズ素子、撮像装置、および撮像レンズに関する。

背景技術

[0002] 近年、小型の電子機器に搭載される撮像装置の、高画素化および小型化が進んでいる。つまり、低背かつ小型であると共に、優れた解像力を有している撮像装置の実現が求められている。

[0003] 低背かつ小型であると共に、優れた解像力を有している撮像装置の一例として、5枚または6枚のレンズ（レンズ素子）を備えた撮像装置が注目されている。

[0004] 優れた解像力を実現するためには、レンズの枚数を増やして収差をより良好に補正することが好ましい。一方で、レンズの枚数が増えるほど、光学系の光学全長が長くなることに起因して、撮像装置の高背化を招く。また、レンズの枚数が増えるほど、製造公差が発生する要因が増えると共に、隣接するレンズ間の距離が小さくなることでレンズ間の相対的な位置ずれに対する光学特性の変動が大きくなる。このため、レンズの枚数が多すぎることは、撮像装置の生産性の低下を招くことになるため、好ましくない。以上のことを鑑みて、近年、5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置が主流となっている。

[0005] 5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置として、特許文献1および2に開示されている撮像装置が挙げられる。

[0006] ところで、撮像装置において、物体側に向けた面（物側面）が凹面であり、像面側に向けた面（像側面）が平面である平凹レンズを、撮像素子の近傍に配置した構成が提案されている。該撮像装置として、特許文献3および4に開示されている撮像装置が挙げられる。特許文献3および4には、該構成により、収差が良好に補正されることが示されている。

- [0007] また、近年、小型の電子機器に搭載される撮像装置の、高画素化および小型化が進んでいる。つまり、低背かつ小型であると共に、優れた解像力を有している撮像装置の実現が求められている。
- [0008] 低背かつ小型であると共に、優れた解像力を有している撮像装置の一例として、5枚または6枚のレンズ（レンズ素子）を備えた撮像装置が注目されている。
- [0009] 優れた解像力を実現するためには、レンズの枚数を増やして収差をより良好に補正することが好ましい。一方で、レンズの枚数が増えるほど、光学系の光学全長が長くなることに起因して、撮像装置の高背化を招く。また、レンズの枚数が増えるほど、製造公差が発生する要因が増えると共に、隣接するレンズ間の距離が小さくなることでレンズ間の相対的な位置ずれに対する光学特性の変動が大きくなる。このため、レンズの枚数が多すぎることは、撮像装置の生産性の低下を招くことになるため、好ましくない。以上のことを鑑みて、近年、5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置が主流となっている。
- [0010] 5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置として、特許文献1および2に開示されている撮像装置が挙げられる。
- [0011] ところで、撮像装置において、物体側に向けた面（物側面）が凹面であり、像面側に向けた面（像側面）が平面である平凹レンズを、撮像素子の近傍に配置した構成が提案されている。該撮像装置として、特許文献3および4に開示されている撮像装置が挙げられる。特許文献3および4には、該構成により、収差が良好に補正されることが示されている。
- [0012] さらに、近年、電子機器（例えばモバイル機器等）に搭載される撮像装置の高画素化（高解像度化）および小型化（低背化）が進んでいる。
- [0013] 高解像度化の要求を満たすための方法としては、例えば、レンズ枚数を増やして収差を補正することが考えられる。
- [0014] ところが、レンズ枚数を増加させると、（1）レンズ系の全長が長くなって高背化を招いてしまうという問題、および（2）誤差要因の増加やレンズ

間の距離の近接化などによりレンズ間の相対的な位置ズレの影響が大きくなって生産性が低下してしまうという問題が生じる。

[0015] このため、近年の電子機器用の撮像装置としては、サイズと光学特性とを考慮し、5枚～6枚のレンズを備えたものが主流になっている。なお、5～6枚のレンズを備えた撮像装置は、例えば特許文献1，2などに開示されている。

[0016] また、優れた収差補正効果を得るための技術として、例えば特許文献3，4には、物体側が凹面であり像面側が平面であるレンズを用いることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2012-163963号公報（2012年8月30日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2014-29547号公報（2014年2月13日公開）」

特許文献3：日本国公開特許公報「特開2004-302095号公報（2004年10月28日公開）」

特許文献4：日本国公開特許公報「特開2013-153537号公報（2013年8月8日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 特許文献3および4に係る平凹レンズの外形は通常、円筒形状である。なぜなら、一般に、凹面が回転対称であることから、各種の加工を施すために該平凹レンズが円筒形状の外形を有していることが好ましいためである。

[0019] ここで、撮像素子を収納する素子収納部（積層基板、センサカバー等）に設けた開口部に、上記平凹レンズを嵌め込む構造とする場合、素子収納部の外形が該平凹レンズの光軸に対する法線方向に大きくなる。この結果、撮像

装置の大型化を招くという問題が発生する。

[0020] 上記開口部を覆うように、上記素子収納部に上記平凹レンズを載せる構造とする場合、該平凹レンズと撮像素子との間隔が大きくなり過ぎ、この結果、所望の収差補正効果を得ることが難しいという問題が発生する。

[0021] また、特許文献3には、平凹レンズを撮像素子の受光部の直上に配置すると、受光部への光の入射角度が大きくなるため、周辺光量比の低下を招くという問題が発生することが示唆されている。

[0022] 5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置において、平凹レンズを撮像素子の近傍に配置することで小型化と高解像力化とを両立する場合、各種収差の補正は勿論、上記の周辺光量比の低下に注意を払う必要がある。

[0023] さらに、上記特許文献1、2の技術には、レンズ枚数を5～6枚にすることで高解像度化を図ることができるものの、十分な収差補正性能を得ることができないという問題がある。

[0024] また、上記特許文献3、4の技術には、単純に物体側が凹面であり像面側が平面であるレンズを用いるだけでは、受光素子の受光面に対する光の入射角度が大きくなって周辺光量比が低下してしまうという問題がある。

[0025] 本発明は、上記の課題に鑑みて為されたものであり、その目的は、小型で優れた解像力の撮像装置を実現することを可能とするレンズ素子、およびこのレンズ素子を備えている撮像装置を提供することにある。

[0026] また、本発明は、上記の課題に鑑みて為されたものであり、その目的は、5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置において、周辺光量比の低下を抑制しつつ、各種収差を良好に補正することを可能とする、撮像レンズおよび撮像装置を提供することにある。

[0027] さらに、本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、生産性が高く、小型化が可能であり、収差補正性能および周辺光量比が高い撮像レンズを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0028] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るレンズ素子は、物体

側に向けられ、非球面かつ凹面である物側面と、像面側に向けられ、概略平面である像側面とを備えており、上記像側面の外形の形状が、概略矩形であることを特徴としている。

[0029] また、上記の課題を解決するために、本発明の異なる態様に係る撮像レンズは、

物体側から像面側へと向かって、前段レンズ、後段レンズの順にレンズが配置されており、

上記前段レンズは、

正の屈折力を有しており、

物体側に向けた面の中央部分が凸形状であり、

物体側に向けた面の周辺部分が凹形状であり、

像面側に向けた面の中央部分が凹形状であり、

像面側に向けた面の周辺部分が凸形状であり、

上記後段レンズは、

物体側に向けた面が凹形状であり、

物体側に向けた面の中央部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、該レンズ面の物体側への形状変化量が大きくなる後段物側中央領域と、

物体側に向けた面の中間部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、上記形状変化量が小さくなる後段物側中間領域とを有しており、

像面側に向けた面が概略平面であり、

上記後段レンズの物体側に向けた面では、レンズ面の中心から上記後段物側中央領域と上記後段物側中間領域との境界までの距離が、レンズ面の中心からレンズ面の縁までの距離の3割以上であり、

像面と上記後段レンズの像面側に向けた面との間隔をCAV、撮像レンズの光学全長をOTLVとすると、数式(1)

$$CAV/OTLV < 0.15$$

・・・(1)

を満足することを特徴としている。

[0030] さらに、本発明のさらに異なる態様にかかる撮像レンズは、物体の像を像面に結像させる撮像レンズであって、物体側が凸である正の屈折率を有する第1レンズと、物体側が凸であるメニスカスレンズからなる第2レンズと、像面側が凸である正の屈折率を有する第3レンズと、正の屈折率を有しかつ像面側の形状が変曲点を有する形状である第4レンズとが物体側から像面側に向かってこの順で配置された上部レンズと、上記上部レンズに対して像面側に配置された、物体側が凹であり像面側が概略平面である下部レンズとを備え、上記下部レンズにおける物体側の面の形状は、レンズ中心から有効径端側に向かって、レンズ中心と有効径端との距離の30%以上に設定される所定距離までは物体側への形状変化量が増加し、上記所定距離を超えると物体側への形状変化量が減少する形状であり、上記下部レンズと上記像面との距離が当該撮像レンズの光学全長の0.15倍未満であることを特徴としている。

発明の効果

[0031] 本発明の一態様によれば、小型で優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0032] また、本発明の異なる態様によれば、5枚または6枚のレンズを備えた撮像装置において、周辺光量比の低下を抑制しつつ、各種収差を良好に補正することが可能となる。

[0033] さらに、本発明のさらに異なる態様によれば、生産性が高く、小型化が可能であり、収差補正性能および周辺光量比が高い撮像レンズを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1] (a) は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であり、(b) は積層基板の上面図であり、(c) は本発明の実施の形態1に係るレンズ素子を像面側から見た図である。

[図2] 撮像装置に円筒形状のレンズを設ける各種通常例を示す断面図である。

[図3] 本発明の実施の形態2に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であ

る。

[図4]本発明の実施の形態3に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図5]撮像装置におけるレンズの配置例を示す図である。

[図6]レンズ素子の変形例を示す上面図である。

[図7]本発明の実施の形態4に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図8] (a) は本発明の実施の形態5に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であり、(b) は追加積層基板の上面図である。

[図9] (a) は本発明の実施の形態6に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であり、(b) は実装基板の上面図であり、(c) は本発明の実施の形態6に係るレンズ素子を物体側から見た図である。

[図10]撮像装置に図9の(a)および(c)に示すレンズ素子を設ける例と、撮像装置に円筒形状のレンズを設ける通常例とを対比する図である。

[図11] (a) は、赤外線カットガラス、物側面、像側面、および受光部の位置関係を、実装基板の上面に表した図であり、(b) および(c) は、物側面の外形の形状の変形例を示す図である。

[図12] (a) は、図9の(c)に示すレンズ素子の成形を行う工程を示す図であり、(b) は、図11の(c)に示すレンズ素子の成形を行う工程を示す図であり、(c) は、(b)の成形により得られたものを切断する工程を示す図であり、(d) は、図11の(c)に示すレンズ素子の完成品を示す斜視図である。

[図13] (a) および(b) は、図12の(b) および(c)とは別の、図11の(c)に示すレンズ素子の成形を行う工程を示す図である。

[図14] (a) は本発明の実施の形態7に係る撮像装置の構成を示す断面図であり、(b) は本発明の実施の形態7に係る別の撮像装置の構成を示す断面図である。

[図15] (a) は、図9の(a)に示すレンズ素子、および金型を示す断面図

であり、(b)は、(a)に示すレンズ素子に入射する光の経路を示す図であり、(c)は、レンズ素子の変形例、および金型を示す断面図であり、(d)は、(c)に示すレンズ素子に入射する光の経路を示す図である。

[図16]本発明の実施の形態8に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図17]本発明の実施の形態9に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図18](a)および(b)は、像側面と撮像素子とが接する構成の一例を示す断面図である。

[図19](a)は、像側面と撮像素子とが接していない場合の、主光線の経路を説明する図であり、(b)は、像側面と撮像素子とが接している場合の、主光線の経路を説明する図である。

[図20]図19の(a)の場合と、図19の(b)の場合とのデフォーカスMTF (Modulation Transfer Function: 変調伝達関数)を比較するグラフである。

[図21](a)および(b)は、本発明の実施の形態10に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図22]本発明の実施の形態11に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図23]本発明の実施の形態12に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図24]法線方向に沿った素子接着部の開口部のサイズと、レンズ素子の外形のサイズとを比較する図である。

[図25](a)～(d)は、本発明の実施の形態13に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[図26]レンズ素子の第1の応用例を示す断面図である。

[図27](a)は、レンズ素子の第2の応用例の1つを示す平面図および断面図であり、(b)は、レンズ素子の第2の応用例の別の1つを示す平面図で

ある。

[図28]射出成形によって製造されたレンズ素子の一例を示す平面図である。

[図29]レンズ素子の第3の応用例を示す平面図および断面図である。

[図30]本発明の実施の形態14に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図31]図30に示す撮像レンズにおける後段レンズの物体側に向けた面の形状変化量を説明するグラフである。

[図32]非球面式、および図30に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図33]図30に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図34]図30に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図35]図30に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図36]図30に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図37]本発明の実施の形態15に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図38]図37に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図39]図37に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図40]図37に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図41]図37に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図42]図37に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図43]本発明の実施の形態16に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図44]図43に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図45]図43に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図46]図43に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図47]図43に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図48]図43に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図49]本発明の実施の形態17に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図50]図49に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図51]図49に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図52]図49に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図53]図49に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図54]図49に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図55]本発明の実施の形態18に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図56]図55に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図57]図55に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図58]図55に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図59]図55に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図60]図55に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図61]本発明の実施の形態19に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図62]図61に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図63]図61に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図64]図61に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図65]図61に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図66]図61に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図67]本発明の各実施の形態14～22に係る撮像レンズの比較を行う表である。

[図68]本発明の各実施の形態14～22に係る撮像レンズと撮像素子とを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図である。

[図69]本発明の実施の形態20に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図70]図69に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図71]図69に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図72]図69に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図73]図69に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図74]図69に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図75]本発明の実施の形態21に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図76]図75に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図77]図75に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図78]図75に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図79]図75に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図80]図75に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図81]本発明の実施の形態22に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図82]図81に示す撮像レンズのレンズデータを示す表である。

[図83]図81に示す撮像レンズの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[図84]図81に示す撮像レンズの球面収差を示すグラフである。

[図85]図81に示す撮像レンズの横収差を示すグラフである。

[図86]図81に示す撮像レンズの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[図87]本発明の一実施形態にかかる撮像レンズの概略構成を示す説明図である。

[図88]図 8 7 に示した撮像レンズに備えられる下部レンズにおける物体側の面の形状変化の一例を示すグラフである。

[図89]図 8 7 に示した撮像レンズの光学特性を調べるために行ったシミュレーションにおける実施の形態 2 3 ～ 2 7 の条件を示す図である。

[図90]実施の形態 2 3 にかかる撮像レンズの設計データである。

[図91]実施の形態 2 3 にかかる撮像レンズに関するシミュレーション結果である。

[図92]実施の形態 2 4 にかかる撮像レンズの設計データである。

[図93]実施の形態 2 4 にかかる撮像レンズに関するシミュレーション結果である。

[図94]実施の形態 2 5 にかかる撮像レンズの設計データである。

[図95]実施の形態 2 5 にかかる撮像レンズに関するシミュレーション結果である。

[図96]実施の形態 2 6 にかかる撮像レンズの設計データである。

[図97]実施の形態 2 6 にかかる撮像レンズに関するシミュレーション結果である。

[図98]実施の形態 2 7 にかかる撮像レンズの設計データである。

[図99]実施の形態 2 7 にかかる撮像レンズに関するシミュレーション結果である。

[図100]比較例 1 にかかる撮像レンズの設計データである。

[図101]比較例 1 にかかる撮像レンズに関するシミュレーション結果である。

[図102]撮像レンズのその他の構成例の概略を示す断面図である。

[図103] (a) ～ (c) は、下部レンズの構成例の概略を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0035] 〔発明の概要 1〕

上述したとおり、物体側に向けた面（物側面）が凹面であり、像面側に向けた面（像側面）が平面である平凹レンズを、撮像素子の近傍に設ける構成によって、効果的に収差を補正することができる。凹面が非球面であれば、

より効果的な補正が可能となる。

[0036] そして、以下の各実施の形態に係るレンズ素子では、像側面の外形の形状を概略矩形とする。本願明細書において、「概略矩形」とは、矩形、および矩形とみなすことに差支えない矩形以外の形状を含む。このような矩形以外の形状の一例としては、角丸長方形が挙げられる。

[0037] 各実施の形態によれば、素子収納部の外形がレンズ素子の光軸に対する法線方向に大きくなることを抑制しつつ、レンズ素子と撮像素子との間隔が大きくなることを抑制することができる。従って、小型で優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0038] なお、上記平凹レンズの像側面は平面であるが、各実施の形態に係るレンズ素子の像側面は、平面であってもよいし、光の反射率を低減させる微小な（例えば nm オーダーの）凹凸が形成されていてもよいし、わずかに湾曲していてもよい。これらは、光を透過させる、もしくは、もたらされる光学特性（屈折力、偏芯等）の変化が撮像装置の光学系において無視できる程度に十分小さい、という共通の特徴点を有している。平面に限らず、この特徴点を有している面を、本願明細書では「概略平面」と総称している。

[0039] 〔円筒形状のレンズと撮像装置の大きさおよび解像力との関係〕

図 2 は、撮像装置に円筒形状のレンズを設ける各種通常例を示す断面図である。具体的に、図 2 は、（a）、（b）、および（c）の、撮像装置の要部断面図を、相互に関連付けて図示したものである。

[0040] 図 2 の（a）は、円筒形状のレンズ 101 が設けられていない状態を示している。

[0041] 撮像素子 102 は、受光部 103 を有している。積層基板（素子収納部）104 は、撮像素子 102 を収納しており、受光部 103 に適切に光が導かれるよう、受光部 103 の上方に開口部 105 が形成されている。開口部 105 を覆うように、積層基板 104 の上面 106 に赤外線カットガラス 107 が載せられており、赤外線カットガラス 107 よりさらに物体側にレンズ 108 が設けられている。レンズ 108 は、撮像装置の光学系を構成する、

5枚または6枚のレンズのうちの1枚である。撮像素子102は、フリップチップボンド109によって、積層基板104の裏面の側から、積層基板104に接続されている。

[0042] 図2の(b)は、開口部105に、円筒形状のレンズ101を嵌め込んだ状態を示している。

[0043] 円筒形状のレンズ101は、物体側に向けられた物側面L101と、像側に向けられた像側面L102とを備えている。物側面L101は凹面であり、像側面L102は平面である。

[0044] 図2の(a)と(b)とを比較すると、(b)では、円筒形状のレンズ101を嵌め込むために、開口部105のサイズが(a)より大きい。開口部105のサイズが大きくなった分、(b)では積層基板104の外形が(a)より大きくなっている(図2中、幅110参照)。このことが、撮像装置の大型化の原因となる。開口部105を構成する積層基板104の内側面に、円筒形状のレンズ101の側面を接着する場合も同様の断面図となり、撮像装置の大型化の原因を有する。

[0045] 図2の(c)は、開口部105を覆うように、上面106に円筒形状のレンズ101を載せた状態を示している。

[0046] 円筒形状のレンズ101が上面106に載せられている関係上、赤外線カットガラス107は円筒形状のレンズ101に載せられている。

[0047] 図2の(b)と(c)とを比較すると、(b)では、像側面L102が上面106より像面側に位置している一方、(c)では、像側面L102が上面106より物体側に位置している。この結果、(c)では、像側面L102と撮像素子102との間隔が(b)より大きくなっている(図2中、幅111参照)。このことが、所望の収差補正効果を得ることを妨げ、撮像装置の解像力低下の原因となる。

[0048] [実施の形態1]

図1において、(a)は本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であり、(b)は積層基板の上面図であり、(c)は本実施の形態

に係るレンズ素子を像面側から見た図である。

[0049] 図1の(a)に示す撮像装置の主要部(以下、単に「主要部」と称する)100は、レンズ素子1、撮像素子2、積層基板(素子収納部)4、赤外線カットガラス7、レンズ8、フリップチップボンド9、および実装部品10を備えている。撮像装置の撮像対象である物体11の側(以下、「物体側」と称する)からレンズ素子1の像面の側(以下、「像面側」と称する)へと向かって、レンズ8、赤外線カットガラス7、レンズ素子1、撮像素子2の順に配置されている。

[0050] レンズ素子1は、開口部5に嵌め込まれている、または開口部5を構成する積層基板4の内側面に、レンズ素子1の側面が接着されている。レンズ素子1は、物体側に向けられた面である物側面L1と、像面側に向けられた面である像側面L2とを備えている。物側面L1は非球面かつ凹面であり、像側面L2は概略平面である。すなわち、像側面L2は、平面に限定されず、光を透過させる、もしくは、もたらされる光学特性(屈折力、偏芯等)の変化が撮像装置の光学系において無視できる程度に十分小さい面であればよい。このような面の一例として、光の反射率を低減させる微小な(例えばnmオーダーの)凹凸が形成された面、わずかに湾曲した面が挙げられる。

[0051] 撮像素子2は、レンズ素子1を通過した光を受光する受光部3を有している。撮像素子2の一例として、CCD(Charge Coupled Device:電荷結合素子)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor:相補型金属酸化膜半導体)が挙げられる。

[0052] 積層基板4は、撮像素子2を収納しており、受光部3に適切に光が導かれるよう、受光部3の上方に開口部5が形成されている。また、積層基板4は、所定の配線パターンを有しており、撮像素子2と、積層基板4に実装された実装部品10とを電氣的に接続することが可能なものである。積層基板4は、上面6を有している。

[0053] 赤外線カットガラス7は、開口部5を覆うように、上面6に載せられている。赤外線カットガラス7は、赤外線から受光部3を保護したり、モアレを

抑制したりする機能を有している。

[0054] レンズ 8 は、撮像装置の光学系を構成する、5 枚または 6 枚のレンズのうちの 1 枚である。レンズの配置例については後述する。

[0055] 撮像素子 2 は、フリップチップボンド 9 によって、積層基板 4 の裏面の側から、積層基板 4 に接続されている。フリップチップボンド 9 は、撮像素子 2 と積層基板 4 とを電氣的に接続することが可能なものであり、 bumps 等が挙げられる。

[0056] 実装部品 10 は、上面 6 に配置されており、積層基板 4 およびフリップチップボンド 9 を介して、撮像素子 2 に電氣的に接続されている。実装部品 10 は、撮像装置においてオートフォーカス機能を実現するための電子部品等を含んでいる。

[0057] ここで、図 1 の (a) から明らかであるとおり、レンズ素子 1 において、像側面 L2 の外形のサイズ S_{L2} が、物側面 L1 の外形のサイズ S_{L1} より小さい。

[0058] また、レンズ素子 1 はさらに、像側面 L2 の縁 12 に隣接して設けられた段差部 13 を有している。段差部 13 は、鍔部 14 から、レンズ素子 1 の光軸 L_a 方向に突出しており、最も像面側の端部 15 は像側面 L2 より物体側に位置する。鍔部 14 は、像側面 L2 に対して物側面 L1 が、光軸 L_a に対する法線方向 L_n に突出した部分を含む。

[0059] そして、段差部 13 が上面 6 に載せられている。これにより、像側面 L2 が上面 6 より像面側（素子収納部の内側）に配置されていると共に、物側面 L1 が上面 6 より物体側に配置されている。換言すれば、像側面 L2 が積層基板 4 の内側に配置されている。またこれにより、鍔部 14 と上面 6 とが離間されており、この離間されたスペース 16 に実装部品 10 が配置されている。

[0060] 図 1 の (b) に示すとおり、積層基板 4 の上面視において、開口部 5 および上面 6 の外形の形状は矩形である。

[0061] 図 1 の (c) に示すとおり、レンズ素子 1 を像面側から見ると、像側面 L

2の外形の形状は矩形である。但し、像側面L2の外形の形状は矩形に限定されず、矩形とみなすことに差支えない矩形以外の形状であってもよい。このような矩形以外の形状の一例としては、角丸長方形が挙げられる。すなわち、像側面L2の外形の形状は、概略矩形であればよい。受光部3の形状に応じて、像側面L2の外形のサイズが定められている。また、段差部13は、像側面L2を囲むように設けられている。

[0062] 一方、図1の(c)によれば、物側面L1の外形の形状は円形である。但し、物側面L1の外形の形状は円形に限定されず、設計に応じて適宜選択することが可能である。

[0063] 主要部100では、開口部5のサイズを、物側面L1の外形のサイズより小さくすることが可能となる。これにより、積層基板4の外形の小型化が可能である。この結果、撮像装置の小型化が可能となる。

[0064] また、主要部100では、図1の(a)からも明らかであるとおり、像側面L2を上面6より像面側に配置することが可能となる。これにより、像側面L2と撮像素子2（より具体的には受光部3）との間隔が大きくなることを抑制することができる。この結果、所望の収差補正効果を得ることができ、優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0065] すなわち、主要部100では、像側面L2が受光部3の近傍に配置されている。これにより、レンズ素子1自体の製造誤差、レンズ素子1の実装に関する各種精度に対する光学特性の変動度合を小さくすることができる。一般に、レンズ素子1が像面に近い程、該変動の度合が小さくなる。

[0066] また、レンズ素子1では、受光部3の形状に応じて、像側面L2の外形のサイズが定められている。これにより、像側面L2の外形のサイズが無駄に大きくなることを抑制しつつ、受光部3が適切に受光できるように、主要部100を構成することができる。

[0067] また、レンズ素子1では、物側面L1の外形の形状が、円形である。これにより、レンズ素子1の製造が容易となる。すなわち、物側面L1に関しては、金型を用いた射出成形または熱硬化成形等が適用でき、加えて金型の加

工が容易である。例えば、コアピンを回転させながらバイトにより切削を行う（周知の技術であるため、詳細については省略する）ことによって、たとえ非球面形状を有していても、物側面Ｌ１の成形は容易である。また、像側面Ｌ２に関しては、レンズ面を設ける必要がないため、成形が容易であることは言うまでもない。

[0068] また、像側面Ｌ２は概略平面であるため、成形時に金型から外れやすい。このことを利用して、像側面Ｌ２に、光の反射率を低減させる微小な凹凸を形成すれば、像側面Ｌ２をコーティングすることなく、光の反射を抑制することが可能となる。これにより、該コーティングのときに、該コーティング部分にゴミが付着することを防ぐことができるため、異物が撮像画像に写り込むこと（像側面Ｌ２が受光部３に近い程、写り込みが顕著となる）を抑制することができる。

[0069] また、主要部１００では、鍔部１４と上面６とが離間されており、スペース１６に実装部品１０が配置されている。換言すれば、実装部品１０を、物側面Ｌ１の縁より内側に配置することが可能となっている。実装部品１０を、物側面Ｌ１の縁より内側に配置することにより、積層基板４の外形をより小型化することが可能となる。

[0070] 〔実施の形態２〕

図３は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。図３では、図示を簡潔にするために、図１に示す主要部１００と異なる構成およびそれに関連する構成のみを重点的に示している。

[0071] 図３に示す主要部２００は、主要部１００と下記の構成が異なっている。

[0072] すなわち、主要部２００では、赤外線カットガラス７が省略されている。これにより、撮像装置の構成を簡素化することが可能となる。また、撮像装置の光学系の光学全長を短くすることができるため、撮像装置の低背化が可能となる。

[0073] 赤外線カットガラス７を省略するために必要な構成は、物側面Ｌ１および像側面Ｌ２の少なくとも一方に、赤外線を遮断するための加工が施されてい

る（すなわち、遮断形状が形成されている）構成である。レンズ素子１の材料として熱硬化性の材料を用いることにより、容易に該加工を施すことが可能となる。熱硬化性の材料は、耐熱性に優れており、高温蒸着によって該加工を施すことができるためである。

[0074] さらに、赤外線カットガラス７が省略されていることにより、上面６の上方において、実装部品１０を配置するための空間を広くすることができる（図３では、実装部品１０の図示は省略している）。

[0075] また、図３に示すレンズ素子１は、段差部１３を備えていない。これに伴い、主要部２００では、鍔部１４と上面６とが密着しており、スペース１６が存在していない。

[0076] 〔実施の形態３〕

図４は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。図４では、図示を簡潔にするために、図１に示す主要部１００と異なる構成およびそれに関連する構成のみを重点的に示している。

[0077] 図４に示す主要部３００は、主要部１００と下記の構成が異なっている。

[0078] すなわち、主要部３００は、レンズ素子１に、突出部１７を有している。

[0079] 突出部１７は、像側面Ｌ２から光軸Ｌａに沿う方向に、換言すれば、物体側から像面側へと向かって延びている。さらに、突出部１７は、その端部１８が、撮像素子２における受光部３の周りに当接している。

[0080] 主要部３００では、像側面Ｌ２から光軸Ｌａに沿う方向に延びる突出部１７の端部１８が、撮像素子２に当接している。これにより、撮像素子２に対する像側面Ｌ２の位置を決めることができ、像側面Ｌ２と撮像素子２との間隔を制御することが可能となる。突出部１７の丈に応じて、容易に該間隔を変化させることができる。

[0081] また、図４に示すレンズ素子１は、段差部１３を備えていない。

[0082] 〔レンズ素子の側面の遮光〕

各実施の形態に係る撮像装置では、レンズ素子１の側面が遮光されている（すなわち、遮光側面を有している）のが好ましい。ここで、レンズ素子１

は厳密には、鍔部 14 に該当する側面と、鍔部 14 に該当しない側面との、少なくとも 2 つの側面を有している。また、各側面に関し、遮光は一部であってもよいし、全部であってもよい。従って、複数の側面の少なくとも 1 つは、少なくとも一部が遮光されているのが好ましいと言える。

[0083] これにより、ゴーストフレア等の迷光を防ぐことができる。

[0084] [レンズの配置例]

図 5 は、撮像装置におけるレンズの配置例を示す図である。

[0085] 図 5 に示すレンズの配置例では、物体側から像面側へと向かって順に、開口絞り M0、第 1 レンズ M1、第 2 レンズ M2、第 3 レンズ M3、第 4 レンズ M4、レンズ 8、赤外線カットガラス 7、およびレンズ素子 1 が配置されている。

[0086] 第 1 レンズ M1 は、正の屈折力を有しており、物体側に向けた面が凸形状である。

[0087] 第 2 レンズ M2 は、負の屈折力を有しており、物体側に向けた面が凸形状、像面側に向けた面が凹形状である、いわゆるメニスカスレンズである。

[0088] 第 3 レンズ M3 は、正の屈折力を有しており、像面側に向けた面が凸形状である。

[0089] 第 4 レンズ M4 は、負の屈折力を有しており、物体側に向けた面が凹形状、像面側に向けた面が凸形状である、いわゆるメニスカスレンズである。

[0090] レンズ 8 は、正の屈折力を有しており、物体側に向けた面および像面側に向けた面の両方が変曲点を有している。変曲点とは、ある 1 つのレンズ面内において凹形状と凸形状とが切り替わる点である。

[0091] 以下、第 1 レンズ M1、第 2 レンズ M2、第 3 レンズ M3、および第 4 レンズ M4 をそれぞれ、レンズ M1 ~ M4 と呼ぶ場合もある。

[0092] [レンズ素子の変形例]

図 6 は、レンズ素子の変形例を示す上面図である。

[0093] 図 6 には、図 1 の (c) に示すレンズ素子 1 に対して、射出成形時のゲートカットを行った状態を示している。但し、図示の便宜上、本変形例とは特

に関連の無い段差部 13 の図示は省略している。カットされた箇所は、ゲートカット部 19 である。

[0094] なお、物側面 L1 の外形の形状が円形でなくとも、像側面 L2 の全面に適切に光を導くことに支障が無い場合もある。つまり、物側面 L1 の外形の形状およびサイズは、最低限、像側面 L2 の外形の形状およびサイズに合わせた概略矩形を含んでいれば十分である。

[0095] 〔実施の形態 4〕

図 7 は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。図 7 では、図示を簡潔にするために、図 1 に示す主要部 100 と異なる構成およびそれに関連する構成のみを重点的に示している。

[0096] 図 7 に示す主要部 400 は、主要部 100 と下記の構成が異なっている。

[0097] すなわち、主要部 400 では、撮像素子 2 と積層基板 4' との電氣的接続が、ボンディングワイヤ 20 を用いたワイヤボンディング方式によって実現されている。

[0098] 図 7 に示すレンズ素子 1 は、段差部 13 を備えていない。

[0099] 図 7 に示す積層基板 4' は、平板状であり、撮像素子 2 を収納するものではない（素子収納部でない）。その他の積層基板 4' の構成は、積層基板 4 の構成と同じである。

[0100] 一方、主要部 400 は、センサカバー（素子収納部）21 を備えている。

[0101] センサカバー 21 は、撮像素子 2 を収納しており、受光部 3 に適切に光が導かれるよう、受光部 3 の上方に開口部 22 が形成されている。センサカバー 21 は、センサカバー 21 の内側面からレンズ素子 1 の中心方向に突出した鍔受け部 23 を有しており、レンズ素子 1 の鍔部 14 が鍔受け部 23 の上面（素子収納部の上面）24 に載せられている。この結果、像側面 L2 が上面 24 より像面側に配置されていると共に、物側面 L1 が上面 24 より物体側に配置されている。

[0102] ボンディングワイヤ 20 は、周知のワイヤボンディング方式によって、撮像素子 2 と積層基板 4' とを電氣的に接続するためのワイヤである。

[0103] 撮像素子 2 における受光部 3 と反対側の面は、接着剤 25 により、積層基板 4' に接着固定されている。

[0104] 上記の構成によれば、実施の形態 1 に係る技術的思想を、ワイヤボンディング方式に適用することが可能となる。

[0105] 〔実施の形態 5〕

図 8 において、(a) は本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であり、(b) は追加積層基板の上面図である。図 8 では、図示を簡潔にするために、図 1 に示す主要部 100 と異なる構成およびそれに関連する構成のみを重点的に示している。

[0106] 図 8 に示す主要部 500 は、主要部 100 と下記の構成が異なっている。

[0107] すなわち、主要部 500 では、積層基板 4 に、追加積層基板 26 が載せられている。

[0108] 追加積層基板 26 は、受光部 3 に適切に光が導かれるよう、受光部 3 の上方に開口部 27 が形成されている。また、追加積層基板 26 は、所定の配線パターンを有している。追加積層基板 26 は、レンズ素子 1 における鍔部 14 に該当する側面 28 に隣接して設けられている。

[0109] 上述したとおり、図 1 の (b) に示すとおり、積層基板 4 の上面視において、開口部 5 および上面 6 の外形の形状は矩形である。

[0110] 一方、図 8 の (b) に示すとおり、追加積層基板 26 の上面視において、追加積層基板 26 の上面 29 の外形の形状は、上面 6 の外形の形状と同じく矩形である。一方、図 8 の (b) に示すとおり、追加積層基板 26 の上面視において、開口部 27 の外形の形状は、円形である。

[0111] そして、レンズ素子 1 は、像側面 L2 の側において、開口部 5 に嵌め込まれている、または開口部 5 を構成する積層基板 4 の内側面に、レンズ素子 1 の側面が接着されている。レンズ素子 1 は、物側面 L1 の側において、開口部 27 に嵌め込まれている、または開口部 27 を構成する追加積層基板 26 の内側面に、レンズ素子 1 の側面が接着されている。

[0112] 主要部 500 に実装部品 10 (図 1 等参照) を設ける場合、実装部品 10

は例えば上面 29 に配置される。

[0113] また、図 8 に示すレンズ素子 1 は、段差部 13 を備えていない。これに伴い、主要部 500 では、鍔部 14 と上面 6 とが密着しており、スペース 16 が存在していない。

[0114] 主要部 500 は、像側面 L2 および物側面 L1 の外形の形状にそれぞれ合わせた、開口部 5 および 27 を設けたものであると言える。

[0115] [実施の形態 6]

図 9 において、(a) は本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図であり、(b) は実装基板の上面図であり、(c) は本実施の形態に係るレンズ素子を物体側から見た図である。

[0116] 図 9 の (a) に示す主要部 600 は、レンズ素子 1、撮像素子 2、実装基板 4、赤外線カットガラス 7、レンズ（前段レンズ部を構成するレンズ）8、ボンディングワイヤ 20、センサカバー（素子収納部）21、レンズバレル 30、および周辺構造体 31 を備えている。物体側から像面側へと向かって、レンズ 8、赤外線カットガラス 7、レンズ素子 1、撮像素子 2 の順に配置されている。

[0117] 図 9 の (a) に示すレンズ素子 1 は、段差部 13 を備えていない。

[0118] 図 9 の (a) および (b) に示す実装基板 4 は、平板状であり、撮像素子 2 を収納するものではない（素子収納部でない）。

[0119] 図 9 の (a) に示すセンサカバー 21 は、センサカバー 21 の内側面からレンズ素子 1 の中心方向に突出した鍔受け部 23 を有しており、レンズ素子 1 の鍔部 14 が鍔受け部 23 の上面 24 に載せられている。この結果、像側面 L2 が上面 24 より像面側に配置されている。

[0120] レンズ 8 は、図 9 の (a) に示すとおり、レンズ素子 1 より物体側に配置されているが、その両方のレンズ面に、凹形状と凸形状との境界である変曲点 32 を有している。すなわち、レンズ 8 の各レンズ面は、変曲点 32 を境に、凹形状と凸形状とが切り替わっている。レンズ 8 の一方のレンズ面のみに変曲点 32 を有していてもよい。

- [0121] 光軸 L_a 方向に沿った、撮像素子2の上面と、ボンディングワイヤ20の最高点（最も物体側の位置）との距離は、0.1～0.2mm、0.3mm等があるが、概ね0.15mm未満である。
- [0122] レンズバレル30は、レンズ8をはじめとする、レンズ素子1より物体側に配置される各レンズ（前段レンズ部）を収納するものである。具体例を挙げると、撮像装置のレンズ構成が図5に示す構成である場合、レンズM1～M4およびレンズ8が、レンズバレル30に収納されることとなる。
- [0123] 周辺構造体31は、レンズバレル30の周囲に設けられている。図9の（a）では詳細に図示していないが、周辺構造体31は、撮像装置の筐体、および移動機構を含んでいる。移動機構とは、レンズバレル30を移動させることで、レンズ素子1より物体側に配置される各レンズを移動させる種々の機構である。移動機構としては、光軸 L_a 方向にレンズバレル30を移動させるオートフォーカス機構、法線方向 L_n にレンズバレル30を移動させる手振れ補正機構等が挙げられる。
- [0124] 主要部600では、センサカバー21の開口部22のサイズを、物側面 L_1 の外形のサイズより小さくすることが可能となる。これにより、センサカバー21の外形の小型化が可能である。この結果、撮像装置の小型化が可能となる。
- [0125] また、主要部600では、図9の（a）からも明らかであるとおり、像側面 L_2 を上面24より像面側に配置することが可能となる。これにより、像側面 L_2 と撮像素子2（より具体的には受光部3）との間隔が大きくなることを抑制することができる。この結果、所望の収差補正効果を得ることができ、優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。
- [0126] また、上述したとおり、光軸 L_a 方向に沿った、撮像素子2の上面と、ボンディングワイヤ20の最高点（最も物体側の位置）との距離は、概ね0.15mm未満である。このことを考慮すると、ボンディングワイヤ20が直上のレンズ素子1部分（図9の（a）では鰐部14）に当たることを避けるため、光軸 L_a 方向に沿った、鰐部14と像側面 L_2 との離間距離 Z_1 を0

、15mm以上とすべきである。これにより、ボンディングワイヤ20の変形、およびワイヤボンディングの不良を抑制することができる。

[0127] また、主要部600においては、レンズ素子1がセンサカバー21に載せられている。具体的には、鍔部14が鍔受け部23に載せられている。また、センサカバー21は、像側面L2の周囲に突出部33を有している。突出部33は、光軸La方向に、像面側に延びている。そして、突出部33の端面は、光軸La方向に、撮像素子2の上面に当接している。該当接により、像側面L2と撮像素子2との間隔が規定されている。これにより、簡単な構成で、精度良く、像側面L2の位置決めを行うことができる。

[0128] また、像側面L2に、ナノインプリントによって形成された凹凸を有しているのが好ましい。

[0129] 通常、明るい像を得るため、および迷光の発生を抑制するため、レンズ素子1には、酸化物薄膜を用いた反射防止処理（いわゆる、ARコート）が施される。この反射防止処理において、酸化物薄膜の成膜時に、酸化物薄膜に異物が付着することがしばしば問題となる。特に、像側面L2は受光部3の近くに配置されるため、像側面L2に異物が付着すると、この異物が受光部3を広範囲に亘って遮光し、撮像装置では黒キズ、シミ等の発生が懸念される。

[0130] 波長に近いオーダーの凹凸を形成することで、反射防止効果が得られることは知られており、この技術は例えば液晶パネルの表面の反射防止処理に適用されている。像側面L2に、ナノインプリントによって形成された凹凸を設けることで、酸化物薄膜を用いた反射防止処理が不要となる。この結果、異物付着の虞を低減しつつ、良好な反射防止効果を得ることができる。

[0131] 図10は、撮像装置に図9の(a)および(c)に示すレンズ素子1を設ける例と、撮像装置に円筒形状のレンズ101を設ける通常例とを対比する図である。図示の便宜上、図10では、レンズ8およびそこから物体側の構成の図示を省略した。

[0132] 撮像装置に円筒形状のレンズ101を設けた場合の撮像素子102のサイ

ズは、撮像装置にレンズ素子 1 を設けた場合の撮像素子 2 のサイズに比べ、法線方向 L_n に距離 X_1 のおよそ 2 倍だけ大きくなる。これは、ボンディングワイヤ 120 が円筒形状のレンズ 101 に当たることを避けるため、ボンディングワイヤ 120 を円筒形状のレンズ 101 より十分外側に設ける必要があることによる。この結果、撮像装置に円筒形状のレンズ 101 を設けた場合、撮像装置にレンズ素子 1 を設けた場合に比べ、撮像装置の大型化を引き起こすことになる。

[0133] なお、レンズ素子 1 では、受光部 3 の形状に応じて、像側面 L_2 の外形のサイズが定められている。これにより、像側面 L_2 の外形のサイズが無駄に大きくなることを抑制しつつ、受光部 3 が適切に受光できるように、主要部 600 を構成することができる。

[0134] 図 11 において、(a) は、赤外線カットガラス 7、物側面 L_1 、像側面 L_2 、および受光部 3 の位置関係を、実装基板 4' の上面に表した図であり、(b) および (c) は、物側面 L_1 の外形の形状の変形例を示す図である。

[0135] 受光部 3 において適切に受光を行うために、外形の大きさは、赤外線カットガラス 7 (一番大きい)、物側面 L_1 、像側面 L_2 、受光部 3 (一番小さい) の順とするのが好ましい。

[0136] 物側面 L_1 の外形は、図 9 の (c) では円形であったが、これに限定されない。すなわち、物側面 L_1 の外形は、図 11 の (b) に示すように、図 9 の (c) での円形に内接する 1 つの線で該円形を切断してなる形状 (いわゆる、D 形カット) であってもよいし、図 11 の (c) に示すように、同 4 つの線で該円形を切断してなる形状 (いわゆる、四角形カット) であってもよい。さらに、図示はしていないが、同 2 つの線で該円形を切断してなる形状 (いわゆる、I 形カット) であってもよい。このように、物側面 L_1 の外形の形状が、該円形に内接する少なくとも 1 つの線で該円形を切断してなる形状であってもよい。

[0137] これにより、レンズ素子 1 を比較的容易に製造することができる。すなわ

ち、物側面L 1に関しては、金型を用いた射出成形または熱硬化成形等が適用でき、また、該金型の加工が容易となる。一方、像側面L 2に関しては、概略平面であるため、成形が容易であることは言うまでも無い。

[0138] 図12において、(a)は、図9の(c)に示すレンズ素子1の成形を行う工程を示す図であり、(b)は、図11の(c)に示すレンズ素子1の成形を行う工程を示す図であり、(c)は、(b)の成形により得られたものを切断する工程を示す図であり、(d)は、図11の(c)に示すレンズ素子1の完成品を示す斜視図である。

[0139] 図12の(a)に示す工程によれば、図9の(c)に示すレンズ素子1の両面と反対の形状を持つ金型34によって樹脂35（熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂等）を挟み込み、該レンズ素子1を製造することができる（射出成形）。

[0140] 図12の(b)および(c)に示す工程によれば、円筒形状のレンズ101（図10参照）の両面と反対の形状を持つ金型34によって樹脂35を挟み込む（図12の(b)）。そして、これによって得られた樹脂被成形物36を、上述したとおり外形（円形）の内接する4つの線で切断する（図12の(c)）。これによって、図11の(c)に示すレンズ素子1を製造することができる。

[0141] 図13の(a)および(b)は、図12の(b)および(c)とは別の、図11の(c)に示すレンズ素子1の成形を行う工程を示す図である。

[0142] 金型34は、樹脂35に像側面L 2を転写するために、底が概略平面の窪みが形成されていた。一方、成形型37は、該窪みを持つ金型の替わりに、例えばガラスからなる平板を有している。

[0143] 成形型37を用いて、図11の(c)に示すレンズ素子1を製造することによって、このレンズ素子1をアレイ状に複数一括して製造することが可能となる。すなわち、上記平板に基材38を設け、基材38の上に樹脂35を供給し、成形型37における該平板と反対側の型に物側面L 1と反対の形状をアレイ状に設け、樹脂35に成形型37による転写を行う。

[0144] 基材38を用いることで、偏肉比の大きなレンズ素子1を製造することが容易となる。また、上記平板をガラスとした場合、樹脂35に対して該平板越しに光を照射することが可能となるため、樹脂35として紫外線硬化性樹脂を用いることが可能となる。レンズ素子1をアレイ状に複数一括して製造することで、生産性の向上を図ることができるが、成型型37のうちレンズ素子1一つ分を用いて、レンズ素子1を一つずつ製造してもよい。

[0145] 〔実施の形態7〕

図14において、(a)は本実施の形態に係る撮像装置の構成を示す断面図であり、(b)は本実施の形態に係る別の撮像装置の構成を示す断面図である。

[0146] 図14の(a)に示す撮像装置601は、主要部600(図9の(a)参照)を備えている。なお、撮像装置筐体39、コイル40、マグネット41、および板バネ42が、主要部600の周辺構造体31に対応する。また、撮像装置601は、開口絞りM0、およびレンズM1~M4を備えている。なお、図14の(a)および(b)と図5とで、レンズM1の像面側に向けた面の形状が互いに異なっている(図5では凸形状、図14の(a)および(b)では凹形状)。しかしながら、レンズM1の像面側に向けた面の形状についてはそもそも特に限定されるものではなく、いずれの形状であってもよい。レンズM3の物体側に向けた面(図5では凸形状、図14の(a)および(b)では凹形状)についても同様である。

[0147] レンズM1~M4は、レンズ8と共に、レンズバレル30に収納されている。

[0148] コイル40は、レンズバレル30の外壁に設けられている。マグネット41は、撮像装置筐体39の内壁に設けられている。板バネ42は、レンズバレル30の外壁と撮像装置筐体39とを連結しており、レンズバレル30を支持できるよう、複数箇所に設けられている。

[0149] コイル40に電流を供給すると、コイル40に流れる電流がマグネット41から発生する磁界と作用することによって、コイル40を移動させる推力

が発生する。この結果、レンズバレル 30 がコイル 40 の移動方向に追従して移動する。こうして、オートフォーカス機構（コイル 40 を光軸 L_a 方向に移動させる）や手振れ補正機構（コイル 40 を法線方向 L_n に移動させる）を、移動機構として実現することが可能である。

[0150] 物側面 L_1 は、受光部 3 と十分近い。このため、レンズ 8 と物側面 L_1 との距離を十分大きくすることができ、レンズ 8 とレンズ素子 1 との相対的な位置ズレに対する、撮像装置 601 におけるコントラストの変化を小さくすることができる。これに伴い、レンズ素子 1 より物体側に配置される各レンズ $M_1 \sim M_4$ および 8 間で生じる種々の位置ズレに対する、該コントラストの変化を小さくすることができる。また、開口絞り M_0 から像面側に向かう程、光学部品のサイズは大きくなる。撮像装置 601 が備えているレンズの中で最もサイズの大きいレンズ素子 1 をレンズバレル 30 に収納しない構成とすることで、移動機構の移動対象である、レンズバレル 30 に収納された各レンズの総重量を軽くすることができるため、移動機構のパフォーマンスを向上させることが可能である。

[0151] 図 14 の (b) に示す撮像装置 601 は、図 14 の (a) に示す撮像装置 601 から、レンズバレル 30 を省いたものである。すなわち、図 14 の (b) に示す撮像装置 601 は、レンズ素子 1 より物体側に配置される各レンズを収納するレンズバレル 30 を備えていない。図 14 の (b) の主要部 600' は、主要部 600 からレンズバレル 30 を省いたものである。

[0152] レンズ素子 1 より物体側に配置される各レンズ $M_1 \sim M_4$ および 8 は、互いに貼り付けられており、前段レンズ群 43 を構成している。コイル 40 は、前段レンズ群 43 の側壁に設けられている。マグネット 41 は、撮像装置筐体 39 の内壁に設けられている。板バネ 42 は、前段レンズ群 43 の側壁と撮像装置筐体 39 とを連結しており、前段レンズ群 43 を支持できるように、複数箇所に設けられている。

[0153] 図 14 の (b) に示す撮像装置 601 では、レンズバレル 30 が省略されているため、移動機構の移動対象からレンズバレル 30 が排除され、移動機

構の移動対象のさらなる軽量化が可能である。

[0154] 移動機構において、前段レンズ群43を移動させると共にレンズ素子1を固定する、すなわち、レンズ素子1を移動機構による移動対象に含めないことによる効果について詳細に説明する。

[0155] 撮像装置601によってマクロ撮影（接写）を行う場合、無限遠の物体11の撮像時に対して、前段レンズ群43を物体側に移動させる。このとき、前段レンズ群43とレンズ素子1との間隔が大きくなることによって、Fナンバーを小さくすることが可能である。

[0156] 前段レンズ群43の焦点距離を f_1 、レンズ素子1の焦点距離を f_2 、レンズ8とレンズ素子1との間隔（主平面間距離）を d とする。このとき、前段レンズ群43およびレンズ素子1の合成焦点距離 f は、下記数式（a）で与えられる。

$$[0157] \quad 1/f = 1/f_1 + 1/f_2 - d/(f_1 \times f_2) \quad \dots (a)$$

ここで、レンズ素子1は、物側面 L_1 が凹面、像側面 L_2 が概略平面であるため、負の屈折力を有する（すなわち、 $f_2 < 0$ ）。一方、前段レンズ群43およびレンズ素子1が全体で結像レンズを構成するため、前段レンズ群43は、正の屈折力を有する（すなわち、 $f_1 > 0$ ）。マクロ撮影の際、間隔 d は大きくなるので、合成焦点距離 f は小さくなる。

[0158] 一方、Fナンバーを F とすると、合成焦点距離 f と開口絞りM0の開口径 D とによって、下記数式（b）が与えられる。

$$[0159] \quad F = f/D \quad \dots (b)$$

開口径 D が一定である場合、Fナンバー F は合成焦点距離 f に比例する。

[0160] 以上のことから、前段レンズ群43を移動させると共にレンズ素子1を固定する撮像装置601では、Fナンバーを小さくし、明るい像を得ることが可能である。

[0161] 図15において、（a）は、図9の（a）に示すレンズ素子1、および金型を示す断面図であり、（b）は、（a）に示すレンズ素子1に入射する光

の経路を示す図であり、(c)は、レンズ素子1の変形例、および金型を示す断面図であり、(d)は、(c)に示すレンズ素子1に入射する光の経路を示す図である。

[0162] 図9の(a)に示すレンズ素子1は、像側面L2の縁から延びるレンズ素子1の側面部分44が、光軸Laと略平行となっている。この場合、図15の(a)に示すとおり、像側面L2と反対の形状を有する金型(下)45を用いて成形を行うと、成形済のレンズ素子1と金型(下)45との間の抵抗に起因して、成形済のレンズ素子1が金型(下)45から離れにくくなる。この結果、金型(下)45が固定されるか可動であるかにかかわらず、レンズ素子1に反りまたは歪みが発生する虞がある。また、図15の(b)に示すとおり、レンズ素子1に物側面L1から迷光46が入射した場合、光軸Laに対する迷光46の入射角度が小さいと、側面部分44にて迷光46が反射され、受光部3によって迷光46が受光されてしまう虞がある。

[0163] これらの虞を低減するために、図15の(c)および(d)に示すとおり、側面部分44を、光軸Laに対して傾斜させるのが好ましい。この場合、図15の(c)に示すとおり、像側面L2と反対の形状を有する金型(下)45を用いて成形を行うと、成形済のレンズ素子1が金型(下)45から離れやすくなる。この結果、レンズ素子1に反りまたは歪みが発生する虞を低減することができる。また、図15の(d)に示すとおり、レンズ素子1に物側面L1から迷光46が入射した場合、光軸Laに対する迷光46の入射角度が小さくても、側面部分44にて迷光46が反射されずレンズ素子1を透過するため、受光部3によって迷光46が受光されてしまう虞を低減することができる。

[0164] 以上のとおり、レンズ素子1は、像側面L2の縁に隣接する側面部分44(傾斜)を有しているのが好ましい。これにより、レンズ素子1を精度良く製造することができる。

[0165] なお、側面部分44の傾斜角度は、光軸Laに対して40°以上であるのが好ましい。

[0166] 〔実施の形態 8〕

図 1 6 は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[0167] 図 1 6 に示す主要部 7 0 0 は、主要部 6 0 0 に対して、実装基板 4 ' ' およびセンサカバー 2 1 の替わりに、所定の配線パターンを有しているフリップチップ基板（素子収納部） 4 7 を備えている。また、撮像素子 2 は、ボンディングワイヤ 2 0 によって実装基板 4 ' ' に電氣的に接続されておらず、バンプ 4 8 によってフリップチップ基板 4 7 に電氣的に接続されている。

[0168] 上記の構成によっても、主要部 6 0 0 と同様の効果を得ることができる。

[0169] なお、主要部 6 0 0 では、鍔部 1 4 と像側面 L 2 との離間距離 Z 1 を 0.1 5 m m 以上とすべきであったが、主要部 7 0 0 ではこの必然性は無い。

[0170] 〔実施の形態 9〕

図 1 7 は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[0171] 図 1 7 に示す主要部 8 0 0 は、主要部 6 0 0 に対して、光軸 L a 方向に、像側面 L 2 と撮像素子 2 とが接している。

[0172] 図 1 8 の（a）および（b）は、像側面 L 2 と撮像素子 2 とが接する構成の一例を示す断面図である。

[0173] 図 1 8 の（a）に示すとおり、像側面 L 2 と受光部 3 とが直接接する構成としてもよいし、図 1 8 の（b）の左側に示すとおり、受光部 3 にマイクロレンズ群 4 9 を設け、像側面 L 2 とマイクロレンズ群 4 9 とが直接接する構成としてもよい。図 1 8 の（b）の右側には、受光部 3 にマイクロレンズ群 4 9 を設け、像側面 L 2 とマイクロレンズ群 4 9 とを離間する構成を参考に示した。

[0174] これにより、物側面 L 1 をさらに像面側に位置させることができるため、撮像装置のさらなる低背化が可能である。

[0175] また、像側面 L 2 と撮像素子 2 とが接している場合、レンズ素子 1 への主光線の入射角度が小さくても、光を適切に受光部 3 にて結像させることがで

きるため、周辺光量比に優れた撮像装置を実現することができる。周辺光量比とは、受光部3によって受光される光量に基づいており、像の中心の光量に対する、像の中心以外の光量の比率である。主光線以外の光についても同様である。この結果、撮像装置の焦点深度が広がり、幅広い物体距離に対応可能な撮像装置を実現することができる。

[0176] 図19において、(a)は、像側面L2と撮像素子2とが接していない場合の、主光線の経路を説明する図であり、(b)は、像側面L2と撮像素子2とが接している場合の、主光線の経路を説明する図である。図20は、図19の(a)の場合と、図19の(b)の場合とのデフォーカスMTFを比較するグラフである。

[0177] 図19の(a)と(b)とを比較すると、図19の(b)のほうが、図19の(a)より、レンズ素子1を通過する光線50の広がりが小さい。このため、図19の(b)のほうが、より遠い物体11からの光を適切に受光部3に導くことができる。換言すれば、図20に示すとおり、空気51無し(図19の(b)の場合)のほうが、空気51有り(図19の(a)の場合)より、フォーカスシフト量(横軸)の変化に対するMTF(縦軸)の低下量が小さい。

[0178] さらに、空気51の存在に起因する迷光の発生を抑制することができるため、撮像装置の画質向上も期待できる。

[0179] [実施の形態10]

図21の(a)および(b)は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[0180] 図21の(a)に示す主要部900は、主要部600に対して、像側面L2に突出部52が形成されている。図21の(b)に示す主要部900は、主要部700に対して、像側面L2に突出部52が形成されている。

[0181] 突出部52は、光軸La方向に像面側に向けて突出している。そして、突出部52の端部が撮像素子2に当接することで、像側面L2と撮像素子2との間隔が規定されている。

[0182] これにより、簡単な構成で、精度良く、像側面 L_2 の位置決めを行うことができる。

[0183] 〔実施の形態 1 1〕

図 2 2 は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[0184] 図 2 2 に示す主要部 1 0 0 0 は、主要部 7 0 0 に対して、レンズ素子 1 は段差部 1 3 を備えている。段差部 1 3 は、フリップチップ基板 4 7 の上面 5 3 に載せられている。

[0185] また、主要部 1 0 0 0 では、段差部 1 3 によって、鍔部 1 4 と上面 5 3 とが離間されており、この離間されたスペース 5 4 に実装部品 1 0 が配置されている。換言すれば、実装部品 1 0 を、物側面 L_1 の縁より内側に配置することが可能となっている。実装部品 1 0 を、物側面 L_1 の縁より内側に配置することによって、フリップチップ基板 4 7 の外形をより小型化することが可能となる。

[0186] 〔実施の形態 1 2〕

図 2 3 は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[0187] 図 2 3 に示す主要部 1 1 0 0 は、図 2 1 の (a) に示す主要部 9 0 0 に対して、下記の点が異なる。

[0188] すなわち、センサカバー 2 1 は、像面側からレンズ素子 1 が接着される素子接着部 5 5 を有している。素子接着部 5 5 は、法線方向 L_n に沿ってレンズ素子 1 の中心方向に延び、法線方向 L_n に沿った素子接着部 5 5 の開口部 5 6 のサイズが、レンズ素子 1 の外形のサイズより小さい（図 2 4 参照）。

[0189] またこのとき、主要部 1 1 0 0 のレンズ素子 1 は、像面側からセンサカバー 2 1 に入れられる。このため、主要部 1 1 0 0 では、レンズ素子 1 を像面側からセンサカバー 2 1 に入れられるような、センサカバー 2 1 の内部構造を有している。ここでは、センサカバー 2 1 は、素子接着部 5 5 以外、法線方向 L_n に沿ったセンサカバー 2 1 の開口のサイズが、レンズ素子 1 の外形

のサイズ以上である。

[0190] 換言すれば、主要部 1100 において、センサカバー 21 は、光軸 L a 方向に開口した、物側面 L 1 の外形のサイズより小さい開口部 56 を有しており、物側面 L 1 は、開口部 56 より像面側に配置されていることになる。これにより、迷光が、素子接着部 55 によって遮られる。このため、レンズ素子 1 への迷光の侵入を抑制することができる。

[0191] なお、フリップチップ基板 47 を備える形態、すなわち、図 21 の (b) に示す主要部 900 に対して素子接着部 55 を設けてもよい。

[0192] また、赤外線カットガラス 7 に遮光マスクを形成してもよい。

[0193] 〔実施の形態 13〕

図 25 の (a) ~ (d) は、本実施の形態に係る撮像装置の主要部の構成を示す断面図である。

[0194] 図 25 の (a) に示す主要部 1200 は、主要部 600 に対して、赤外線カットガラス 7 が省かれている。図 25 の (b) に示す主要部 1200 は、主要部 700 に対して、赤外線カットガラス 7 が省かれている。

[0195] なお、赤外線カットガラス 7 の代わりに、異物混入防止用のフィルムを設けてもよい。図 25 の (c) および (d) に示す主要部 1300 は、それぞれ (a) および (b) に示す主要部 1200 に対して、フィルム 57 を設けたものである。

[0196] 赤外線カットガラス 7 を省くためには、レンズ素子 1 は、赤外線を吸収する材料を含んでいる必要がある。赤外線を吸収する材料として、インジウム錫酸化物 (ITO)、アンチモン錫酸化物 (ATO)、または有機ホウ素化合物等が挙げられる。レンズ素子 1 にこれらの材料を含ませることによって、レンズ素子 1 が赤外線を遮断することが可能となる。この結果、良好な画質の撮像装置を実現することができる。

[0197] また、赤外線カットガラス 7 を省くことによって、低背化および収差補正が容易となる。一般に、光学系に比屈折率が 1 以上のものを設けると、光学系の全長が増大するためである。

[0198] 〔応用例 1〕

図 2 6 は、レンズ素子 1 の第 1 の応用例を示す断面図である。

[0199] レンズ素子 1 は、物側面 L 1 に変曲点 5 8 を有していてもよい。レンズ素子 1 の設計次第では、物側面 L 1 に変曲点 5 8 を有することが好適である場合が考えられるが、上記の各実施の形態では、このようなレンズ素子 1 についても問題無く適用することができる。

[0200] 〔応用例 2〕

図 2 7 の (a) は、レンズ素子 1 の第 2 の応用例の 1 つを示す平面図および断面図である。図 2 7 の (b) は、レンズ素子 1 の第 2 の応用例の別の 1 つを示す平面図である。

[0201] レンズ素子 1 に突出部 5 2 を設ける場合、突出部 5 2 は、像側面 L 2 の外周全体に形成されてもよいし、像側面 L 2 の外周の一部のみに形成されても（像側面 L 2 の外周全体に形成されなくても）よい。図 2 7 では、突出部 5 2 が像側面 L 2 の外周の一部のみに形成されている例の平面図、A A 断面図、および B B 断面図を (a) に、突出部 5 2 が像側面 L 2 の外周全体に形成されている例の平面図を (b) に、それぞれ示している。

[0202] 図 2 7 の (a) に示すとおり、突出部 5 2 が像側面 L 2 の外周の一部のみに形成されていることによって、像側面 L 2 と撮像素子 2（特に、受光部 3）との間に一定の間隔を設ける必要がある場合に都合がよい。すなわち、ボンディングワイヤ 2 0 を設ける場合、該一定の間隔を設けなければ、ボンディングワイヤ 2 0 がレンズ素子 1 に接触してしまう虞があるが、この虞が高い箇所において突出部 5 2 を設けないようにすれば、この虞を抑制することができる。

[0203] 一方、図 2 7 の (b) に示すとおり、突出部 5 2 が像側面 L 2 の外周全体に形成されていることによって、像側面 L 2 および突出部 5 2 により受光部 3 を囲むことができるため、受光部 3 に異物が付着する虞を低減することができる。

[0204] 〔応用例 3〕

図28は、射出成形によって製造されたレンズ素子1の一例を示す平面図である。

[0205] レンズ素子1を射出成形によって製造すると、物側面L1の端部にゲート59が形成される。

[0206] 図29は、レンズ素子1の第3の応用例を示す平面図および断面図である。

[0207] 図29に示すレンズ素子1は、像側面L2の端部が、物側面L1の端部と同じ位置になっている。物側面L1の外形が円形である一方、像側面L2の外形が概略矩形であるため、像側面L2の一部が、物側面L1からはみ出している。

[0208] 物側面L1からはみ出した像側面L2の一部は、例えばレンズ素子1を射出成形によって製造する際のゲート59として機能する。

[0209] このように、レンズ素子1の製造に有利となるように、像側面L2を、光軸Laに対して非対称な形状としてもよい。

[0210] [発明の概要2]

撮像装置では、物体側に向けた面（物側面）が凹面であり、像面側に向けた面（像側面）が平面である平凹レンズを、撮像素子の近傍に配置した構成により、効果的に収差を補正することができる。

[0211] 上記構成を、5枚のレンズと組み合わせることにより、Fナンバー1.6程度を確保しつつ、撮像装置の低背化を実現することができる。

[0212] [撮像レンズの基本構成]

撮像レンズの基本構成について、図30を参照して説明する。

[0213] 図30は、後述する実施の形態14に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0214] 図30に示す撮像レンズ100Vは、物体側から像面側へと向かって順に、開口絞りL0V、第1レンズL1V、第2レンズL2V、第3レンズL3V、第4レンズL4V、前段レンズL5V、赤外線カットガラスCGV、後段レンズLOCVが配置されている。

[0215] 第1レンズL1Vは、物体側に向けられた面s1Vと、像面側に向けられた面s2Vとを有している。第2レンズL2Vは、物体側に向けられた面s3Vと、像面側に向けられた面s4Vとを有している。第3レンズL3Vは、物体側に向けられた面s5Vと、像面側に向けられた面s6Vとを有している。第4レンズL4Vは、物体側に向けられた面s7Vと、像面側に向けられた面s8Vとを有している。前段レンズL5Vは、物体側に向けられた面s9Vと、像面側に向けられた面s10Vとを有している。赤外線カットガラスCGVは、物体側に向けられた面s11Vと、像面側に向けられた面s12Vとを有している。後段レンズLOCVは、物体側に向けられた面s13Vと、像面側に向けられた面s14Vとを有している。また、開口絞りLOVにより規定される面をs0V、像面をs15Vとする。

[0216] 開口絞りLOVは、面s1Vに入射する光の量を制限する。

[0217] 第1レンズL1Vは、正の屈折力を有している。また、面s1Vは凸形状である。

[0218] 第1レンズL1Vは、低分散の材料により構成されているのが好ましい。

[0219] 第2レンズL2Vは、負の屈折力を有している。第2レンズL2Vはいわゆるメニスカスレンズ（片面が凸面、反対面が凹面のレンズ）であり、面s3Vが凸面となっている。

[0220] 第2レンズL2Vは、高分散の材料により構成されているのが好ましい。

[0221] 第3レンズL3Vは、正の屈折力を有している。また、面s6Vは凸形状である。

[0222] 第3レンズL3Vは、低分散の材料により構成されているのが好ましい。

[0223] 第4レンズL4Vは、負の屈折力を有している。第4レンズL4Vはいわゆるメニスカスレンズであり、面s7Vが凹面となっている。

[0224] 前段レンズL5Vは、正の屈折力を有している。また、面s9Vは、中央部分c9Vが凸形状であり、中央部分c9Vを囲むように位置する周辺部分p9Vが凹形状である。一方、面s10Vは、中央部分c10Vが凹形状であり、中央部分c10Vを囲むように位置する周辺部分p10Vが凸形状で

ある。

[0225] 面 $s9V$ および $s10V$ はいずれも、変曲点を有する面であると解釈することができる。

[0226] 変曲点とは、同一レンズ面内において、凸形状と凹形状とが切り替わる境界である。レンズ面に変曲点を有することで、レンズ面の周辺部分の各種収差を好適に補正することが可能となり、また、像側テレセントリック性の確保が容易となる。

[0227] 赤外線カットガラス CGV は、赤外線から像面を保護したり、モアレを抑制したりする機能を有している。

[0228] 後段レンズ $LOCV$ の面 $s13V$ は、全体を見れば凹形状であるが、レンズ面の中心 $ct13V$ からレンズ面の縁 $ed13V$ へと向かって順に、後段物側中央領域 $c13V$ 、後段物側中間領域 $m13V$ 、および後段物側周辺領域 $p13V$ に区別される。

[0229] 後段物側中央領域 $c13V$ は、中心 $ct13V$ を含む、面 $s13V$ の中央部分である。また、後段物側中央領域 $c13V$ では、中心 $ct13V$ から離れるほど、レンズ面の物体側への形状変化量が大きくなる。

[0230] 形状変化量とは、レンズ面の中心から縁へと向かう単位距離（但し、光軸に対する法線方向の長さ）に対する、レンズ面の凹凸の高さ（光軸方向の位置）の変化量を示す量である。

[0231] 後段物側中間領域 $m13V$ は、後段物側中央領域 $c13V$ と後段物側周辺領域 $p13V$ との間に位置する、面 $s13V$ の中間部分である。また、後段物側中間領域 $m13V$ では、中心 $ct13V$ から離れるほど、上記形状変化量が小さくなる。

[0232] 後段物側周辺領域 $p13V$ は、縁 $ed13V$ を含む、面 $s13V$ の周辺部分である。

[0233] さらに、中心 $ct13V$ から後段物側中央領域 $c13V$ と後段物側中間領域 $m13V$ との境界までの距離が、中心 $ct13V$ から縁 $ed13V$ までの距離の3割以上である。なお、これらの距離はいずれも、撮像レンズ 100

Vの光軸 L_{aV} に対する法線方向 L_{nV} に沿った距離である。

[0234] なお、面 s_{13V} は、変曲点を有していてもよい。

[0235] 面 s_{14V} は、概略平面である。すなわち、面 s_{14V} は、平面に限定されず、光を透過させる、もしくは、もたらされる光学特性（屈折力、偏芯等）の変化が撮像装置の光学系において無視できる程度に十分小さい面であればよい。このような面の一例として、光の反射率を低減させる微小な（例えばnmオーダーの）凹凸が形成された面、わずかに湾曲した面が挙げられる。

[0236] 図31は、撮像レンズ100Vにおける面 s_{13V} の形状変化量を説明するグラフである。

[0237] 図31に示すグラフにおいて、横軸は、レンズ面内における位置を比率で表したものであり、中心 ct_{13V} の位置を「0.0」、縁 ed_{13V} の位置を「1.0」としている。図31に示すグラフにおいて、縦軸は、形状変化量を示しており、ここでは一例として、法線方向 L_{nV} への変位 $5.6\mu m$ に対する、レンズ面の凹凸の高さ（光軸方向の位置）の変化量を示している。なお、法線方向 L_{nV} への変位 $5.6\mu m$ は、面 s_{13V} の有効径のおよそ $1/500$ に相当し、この値はさらに小さい（例えば、同 $1/1000$ 、同 $1/50000$ ）場合であってもほぼ同じグラフが得られると考えられる。

[0238] 図31によれば、面 s_{13V} では、位置0.0から、形状変化量が極大値を示す位置（位置0.4弱：形状変化量およそ $1.5\mu m$ ）までの範囲が、後段物側中央領域 c_{13V} に相当する。図31から明らかであるとおおり、後段物側中央領域 c_{13V} では、比率が大きくなるほど、換言すれば中心 ct_{13V} から離れるほど、形状変化量が大きくなっている。

[0239] 図31によれば、面 s_{13V} では、上記形状変化量が極大値を示す位置から、形状変化量が極小値を示す位置（位置0.8弱：形状変化量およそ $-0.3\mu m$ ）までの範囲が、後段物側中間領域 m_{13V} に相当する。図31から明らかであるとおおり、後段物側中間領域 m_{13V} では、比率が大きくなる

ほど形状変化量が小さくなっている。

[0240] なお、後段物側中間領域 $m13V$ から、位置 1.0 までの範囲が、後段物側周辺領域 $p13V$ に相当する。

[0241] またここで、上記形状変化量が極大値を示す位置が、後段物側中央領域 $c13V$ と後段物側中間領域 $m13V$ との境界となるため、中心 $ct13V$ から該境界までの距離は、中心 $ct13V$ から縁 $ed13V$ までの距離の4割弱である。

[0242] ここで、像面 $s15V$ と面 $s14V$ との間隔（撮像レンズの光軸方向の離間距離）を CAV 、撮像レンズ $100V$ の光学全長を $OTLV$ とすると、撮像レンズ $100V$ は、数式（1）

$$CAV/OTLV < 0.15$$

・ ・ ・ （1）

を満足する。

[0243] なお、光学全長とは、光学系全体の光軸方向の長さである。

[0244] 一般的に、後段レンズ $LOCV$ による各種収差の補正を効果的に行うためには、面 $s14V$ と像面 $s15V$ とを十分近接させることが好ましい。数式（1）を満足することにより、面 $s14V$ と像面 $s15V$ とを十分近接させることができる。

[0245] また、後段レンズ $LOCV$ から像面 $s15V$ への光の入射角度が小さいため、周辺光量比の低下を抑制することができ、Fナンバー 1.6 程度の、像の明るい光学系を実現することが可能となる。通常、周辺光量比に応じて出力時のシェーディング特性に対してデジタル補正を行う。補正分、感度に対するダイナミックレンジが狭くなる為、周辺光量比の低下を抑制する事で感度の広い特性を得る事が出来る。

[0246] さらに、両面が非球面のレンズのかわりに、後段レンズ $LOCV$ を用いると、レンズの両面間の偏芯に起因する解像力の低下を防ぐことができると共に、後段レンズ $LOCV$ を単独で像面 $s15V$ に近づけることが可能となる。従って、撮像レンズ $100V$ の製造公差に起因する光学特性のばらつきを

抑制することが可能となる。換言すれば、容易に撮像レンズ100Vを製造することができる。

[0247] また、撮像レンズ100Vの焦点距離を f_V 、前段レンズL5Vの焦点距離を f_{5V} 、後段レンズLOCVの焦点距離を f_{cV} とすると、数式(2)および(3)

$$3.4 < f_{5V} / f_V < 5.2 \quad .$$

.. (2)

$$-1.7 < f_{cV} / f_V < -1.1 \quad .$$

.. (3)

を満足するのが好ましい。

[0248] f_{5V} / f_V が5.2以上になると、撮像レンズ100Vの低背化にこそ有利であるが、構造的に、後段レンズLOCVの搭載が困難となる恐れが生じる。一方、 f_{5V} / f_V が3.4以下になると、前段レンズL5Vが像面s15Vから離れることになり、各種収差の補正が不十分になる恐れが生じる。

[0249] f_{cV} / f_V が-1.1以上になると、歪曲および像面湾曲を良好に補正しつつ、像面s15Vへの光の入射角度を小さくさせることが困難となる恐れが生じる。一方、 f_{cV} / f_V が-1.7以下になると、撮像レンズ100Vの大型化を招く恐れが生じる。

[0250] また、像面s15Vと面s10Vの中心ct10Vとの間隔（撮像レンズの光軸方向の離間距離）が、0.8mm以上であるのが好ましい。

[0251] これにより、前段レンズL5Vのレンズ径を小さくすることが可能となり、これによりAF（オートフォーカス）機構等の周辺機器の小型化も可能となる。従って、撮像装置単位では大幅な小型化が可能となる。また、像面s15Vと中心ct10Vとの間隔が大きいほど、光線の径が大きくなる。この結果、前段レンズL5Vの近傍に存在する異物が撮像画像に写り込む恐れを低減することが可能となる。後段レンズLOCVが像面湾曲の補正に大きな影響を及ぼすことから、前段レンズL5Vを多少像面s15Vから離して

も、十分良好に像面湾曲を補正することが可能である。

[0252] さらに、撮像レンズを備えた撮像装置を構成する場合、像面 s 1 5 V に撮像素子が配置されることとなる（後述する撮像レンズ 2 V および撮像素子 3 V を備えた撮像装置 1 V、図 6 8 参照）。

[0253] そして、上記撮像素子の対角のセンササイズを S D V とすると、数式（4）

$$0.7 < O T L V / S D V < 1.0$$

・ ・ ・ （4）

を満足する。

[0254] O T L V / S D V が 1.0 以上になると、画角が狭くなり、後段レンズ L O C V を用いるまでもなく各種収差を良好に補正することができるケースが発生し得る。このため、O T L V / S D V が 1.0 以上であることは、本発明の技術的思想に鑑みると最良の選択であるとは言えない。O T L V / S D V が 0.7 以下になると、画角が広くなり過ぎ、各種収差を補正するための条件を再考する必要が生じる恐れがある。

[0255] 第 2 レンズ L 2 V に高分散材料（アッベ数 30 以下）を適用する事で、色収差補正を良好にし、第 4 レンズ L 4 V に高屈折率材料（屈折率 1.6 以上）を適用する事で光学全長を短くする効果がある。

[0256] 〔各実施の形態 1 4 ～ 2 2 に係る撮像レンズの各種特性の説明に関する注釈〕

各実施の形態 1 4 ～ 2 2 に係る撮像レンズの各種特性について説明するが、説明に先立って、下記に注釈を述べる。

[0257] レンズデータを示す表にて用いられている文言の定義を以下に列挙する。

[0258] 列「要素」は、光学特性に寄与する部材を示しており、L O V（開口絞り L O V）、L 1 V（第 1 レンズ L 1 V）、L 2 V（第 2 レンズ L 2 V）、L 3 V（第 3 レンズ L 3 V）、L 4 V（第 4 レンズ L 4 V）、L 5 V（前段レンズ L 5 V）、C G V（赤外線カットガラス C G V）、L O C V（後段レンズ L O C V）、および像面が挙げられている。

[0259] 列「 νd 」は各部材のアッベ数を示しており、列「 $N d$ 」は各部材の屈折率を示している。

[0260] アッベ数とは、分散に対する屈折度の比を示した光学媒質の定数である。異なった波長の光を異なった方向へ屈折させる度合いであり、高いアッベ数の媒質は異なった波長に対しての光線の屈折の度合いによる分散は少ない。

[0261] 列「面」は、面 $s 1 V \sim$ 面 $s 1 4 V$ および像面 $s 1 5 V$ を示している。

[0262] 列「曲率」は、面 $s 1 V \sim$ 面 $s 1 4 V$ および像面 $s 1 5 V$ の曲率を示している。曲率とは、曲率半径の逆数である。

[0263] 列「中心厚」は、面 $s 1 V \sim$ 面 $s 1 4 V$ のいずれかの中心からその次（像面 $s 1 5 V$ 側）の面の中心までの、光軸 $L a V$ 方向における距離を示している。

[0264] 列「半径」は、面 $s 1 V \sim$ 面 $s 1 4 V$ および像面 $s 1 5 V$ における、光束の範囲を規制可能な円領域の半径を示している。

[0265] 列「非球面係数」は、非球面を構成する非球面式（図 3 2 参照）における、 i 次の非球面係数 A_i （ i は 4 以上の偶数）を、 A_4 から A_{16} まで示している。該非球面式において、 Z は光軸 $L a V$ 方向の座標であり、 x は法線方向 $L n V$ の座標であり、 R は曲率半径（曲率の逆数）であり、 K は $Conic$ （円錐）係数である。

[0266] 「（定数 a ） E （＋定数 B ）」の表記は、（定数 a ） $\times 10$ （＋定数 B ）乗を示している。同様に、「（定数 a ） E （－定数 B ）」の表記は、（定数 a ） $\times 10$ （－定数 B ）乗を示している。

[0267] 光学特性は、下記の条件（A）～（C）のもと測定した。

[0268] （A）撮像素子の対角のセンササイズ・・・5.867 mm

（B）撮像素子の画素ピッチ・・・1.12 μm

（C）シミュレーション光源を構成する各波長およびそれらの混合割合・・・450 nm : 550 nm（主波長） : 650 nm = 0.16 : 1 : 0.56

非点収差を示すグラフにおいて、横軸は法線方向 $L n V$ への光線のズレ（

−0.10mm〜+0.10mm)であり、縦軸は像高(下から、像高0割〜像高10割)である。

[0269] 像高は、像の中心からの高さである。像高を距離で表す場合、像の中心を0mmとしている。像高を割合で表す場合、像の中心を0割、最大像高を10割としている。

[0270] 非点収差を示すグラフにおいて、Sの添え字はサジタル像面の特性を、Tの添え字はタンジェンシャル像面の特性を示している。

[0271] 歪曲を示すグラフにおいて、横軸は法線方向LnVへの光線のズレ(−2%〜+2%)であり、縦軸は像高(下から、像高0割〜像高10割)である。

[0272] 球面収差を示すグラフにおいて、横軸は法線方向LnVへの光線のズレ(−0.1mm〜+0.1mm)であり、縦軸は像高(下から、像高0割〜像高10割)である。

[0273] 横収差を示すグラフにおいて、横軸Pxはサジタル断面における位置(−20μm〜+20μm)であり、横軸Pyはタンジェンシャル断面における位置(−20μm〜+20μm)であり、縦軸exはサジタル方向における位置(−20μm〜+20μm)であり、縦軸eyはタンジェンシャル方向における位置(−20μm〜+20μm)である。また、光線数を100本としている。さらに、グラフ中、IMAの値と像高の割合との対応関係は、下記のとおりである。

[0274] IMA: 0.0000mm・・・像の中心(像高0割)
IMA: 0.5867mm・・・像高2割
IMA: 1.1734mm・・・像高4割
IMA: 1.7601mm・・・像高6割
IMA: 2.3468mm・・・像高8割
IMA: 2.9335mm・・・最大像高(像高10割)

像高に対するMTF(Modulation Transfer Function: 変調伝達関数)の特性を示すグラフにおいて、横軸は像高(0mm〜2.934mm)であり

、縦軸はMTF（0～1.0）である。また、該グラフ中、S1、S2、およびS3は、いずれもサジタル像面における特性であって、空間周波数がそれぞれ、ナイキスト周波数／4、ナイキスト周波数／2、およびナイキスト周波数である場合における特性を示している。また、該グラフ中、T1、T2、およびT3は、いずれもタンジェンシャル像面における特性であって、空間周波数がそれぞれ、ナイキスト周波数／4、ナイキスト周波数／2、およびナイキスト周波数である場合における特性を示している。

[0275] 上記ナイキスト周波数は、撮像素子のナイキスト周波数に対応する値とされており、該撮像素子の画素ピッチから計算される、解像可能な空間周波数の値である。具体的に、該撮像素子のナイキスト周波数 Nyq 。（単位： cyc/mm ）は、

$$Nyq = 1 / (\text{撮像素子の画素ピッチ}) / 2$$

により算出される。撮像素子の画素ピッチが $1.12\mu m$ である場合、ナイキスト周波数はおよそ $446.42857 cyc/mm$ となるため、これの近似値であるナイキスト周波数 $=446.00 cyc/mm$ として光学特性を測定した。

[0276] [実施の形態14]

図30に示す撮像レンズ100Vは、代表的な設計であると言える。撮像レンズ100Vは、明るい像が得られ（Fナンバーが1.60）、かつ低背である。

[0277] 撮像レンズ100Vの構成は、図30に示すとおりである。

[0278] 図32は、撮像レンズ100Vのレンズデータを示す表である。

[0279] 図33は、撮像レンズ100Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0280] 図34は、撮像レンズ100Vの球面収差を示すグラフである。

[0281] 図35は、撮像レンズ100Vの横収差を示すグラフである。

[0282] 図33～図35によれば、撮像レンズ100Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0283] 図36は、撮像レンズ100Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0284] 図36によれば、最大像高（2.934mm）付近における特性T3を除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ100Vの解像力が高いことが分かる。

[0285] 〔実施の形態15〕

図37は、実施の形態15に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0286] 図37に示す撮像レンズ200Vは、基本構成が撮像レンズ100Vと同じであり、撮像レンズ100Vをさらに低背化した設計であると言える（さらなる低背化の詳細については後述する）。

[0287] 図38は、撮像レンズ200Vのレンズデータを示す表である。

[0288] 図39は、撮像レンズ200Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0289] 図40は、撮像レンズ200Vの球面収差を示すグラフである。

[0290] 図41は、撮像レンズ200Vの横収差を示すグラフである。

[0291] 図39～図41によれば、撮像レンズ200Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0292] 図42は、撮像レンズ200Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0293] 図42によれば、最大像高付近における特性T3と、特性S3の一部とを除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ200Vの解像力が高いことが分かる。

[0294] 〔実施の形態16〕

図43は、実施の形態16に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0295] 図43に示す撮像レンズ300Vは、基本構成が撮像レンズ100Vと同じであり、一般的なプラスチック材料によって後段レンズLOCVを構成した例である。

[0296] 図44は、撮像レンズ300Vのレンズデータを示す表である。

[0297] 図44によれば、撮像レンズ300Vの後段レンズLOCVは、アッペ数が1.614、屈折率が25.6であり、撮像レンズ100Vの後段レンズLOCVのそれ（アッペ数が1.544、屈折率が55.9）と異なっている。

[0298] 図45は、撮像レンズ300Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0299] 図46は、撮像レンズ300Vの球面収差を示すグラフである。

[0300] 図47は、撮像レンズ300Vの横収差を示すグラフである。

[0301] 図45～図47によれば、撮像レンズ300Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0302] 図48は、撮像レンズ300Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0303] 図48によれば、最大像高付近における特性T3を除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ300Vの解像力が高いことが分かる。

[0304] 〔実施の形態17〕

図49は、実施の形態17に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0305] 図49に示す撮像レンズ400Vは、基本構成が撮像レンズ100Vと同じ撮像レンズから、赤外線カットガラスCGVを省いた例である。面s13Vおよび／または面s14Vに、赤外線を遮断するための加工を施すことによって、赤外線カットガラスCGVを省くことが可能となる。後段レンズLOCVの材料として熱硬化性の材料を用いることにより、容易に該加工を施すことが可能となる。熱硬化性の材料は、耐熱性に優れており、高温蒸着によって該加工を施すことができるためである。

[0306] 図50は、撮像レンズ400Vのレンズデータを示す表である。

[0307] 図51は、撮像レンズ400Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0308] 図52は、撮像レンズ400Vの球面収差を示すグラフである。

[0309] 図53は、撮像レンズ400Vの横収差を示すグラフである。

[0310] 図51～図53によれば、撮像レンズ400Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0311] 図54は、撮像レンズ400Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0312] 図54によれば、最大像高付近における特性T3を除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ400Vの解像力が高いことが分かる。

[0313] 〔実施の形態18〕

図55は、実施の形態18に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0314] 図55に示す撮像レンズ500Vは、基本構成が撮像レンズ100Vと同じであり、Fナンバーを1.60からさらに小さくした例である（Fナンバーが小さいことについての詳細は後述する）。

[0315] 図56は、撮像レンズ500Vのレンズデータを示す表である。

[0316] 図57は、撮像レンズ500Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0317] 図58は、撮像レンズ500Vの球面収差を示すグラフである。

[0318] 図59は、撮像レンズ500Vの横収差を示すグラフである。

[0319] 図57～図59によれば、撮像レンズ500Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0320] 図60は、撮像レンズ500Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0321] 図60によれば、最大像高付近における特性T3と、特性S3の一部とを除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ500Vの解像力が高いことが分かる。

[0322] 〔実施の形態19〕

図61は、実施の形態19に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0323] 図61に示す撮像レンズ600Vは、既存の撮像レンズの一例である。撮

像レンズ600Vは、レンズが6枚であり、Fナンバーが1.80程度である。説明を簡潔にするために、撮像レンズ600Vの各部材には、撮像レンズ100Vの各部材と同じ符号を付している。

[0324] 図62は、撮像レンズ600Vのレンズデータを示す表である。

[0325] 図63は、撮像レンズ600Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0326] 図64は、撮像レンズ600Vの球面収差を示すグラフである。

[0327] 図65は、撮像レンズ600Vの横収差を示すグラフである。

[0328] 図63～図65によれば、撮像レンズ600Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0329] 図66は、撮像レンズ600Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0330] 図66によれば、最大像高付近における特性T3を除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ600Vの解像力が高いことが分かる。

[0331] [実施の形態20]

図69は、実施の形態20に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0332] 図69に示す撮像レンズ700Vは、低背かつ低Fナンバーであり、基本構成が撮像レンズ100Vと同じ撮像レンズから、赤外線カットガラスCGVを省いた例である。

[0333] 図70は、撮像レンズ700Vのレンズデータを示す表である。

[0334] 図71は、撮像レンズ700Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0335] 図72は、撮像レンズ700Vの球面収差を示すグラフである。

[0336] 図73は、撮像レンズ700Vの横収差を示すグラフである。

[0337] 図71～図73によれば、撮像レンズ700Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0338] 図74は、撮像レンズ700Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフ

である。

[0339] 図74によれば、最大像高付近における特性T3と、特性S3およびT2の一部とを除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ700Vの解像力が高いことが分かる。

[0340] 〔実施の形態21〕

図75は、実施の形態21に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0341] 図75に示す撮像レンズ800Vは、低背かつ低Fナンバーであり、基本構成が撮像レンズ100Vと同じである例である。

[0342] 図76は、撮像レンズ800Vのレンズデータを示す表である。

[0343] 図77は、撮像レンズ800Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0344] 図78は、撮像レンズ800Vの球面収差を示すグラフである。

[0345] 図79は、撮像レンズ800Vの横収差を示すグラフである。

[0346] 図77～図79によれば、撮像レンズ800Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0347] 図80は、撮像レンズ800Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0348] 図80によれば、最大像高付近における特性T3と、特性S3およびT2の一部とを除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ800Vの解像力が高いことが分かる。

[0349] 〔実施の形態22〕

図81は、実施の形態22に係る撮像レンズの構成を示す断面図である。

[0350] 図81に示す撮像レンズ900Vは、低背かつ低Fナンバーであり、基本構成が撮像レンズ100Vと同じである例である。また、撮像レンズ900Vでは、第2レンズL2Vおよび第4レンズL4Vに高分散材料を用いており、かつ面s14Vと像面s15Vとの間隔を撮像レンズ800Vより大きくしている。

[0351] 図82は、撮像レンズ900Vのレンズデータを示す表である。

[0352] 図83は、撮像レンズ900Vの非点収差および歪曲を示すグラフである。

[0353] 図84は、撮像レンズ900Vの球面収差を示すグラフである。

[0354] 図85は、撮像レンズ900Vの横収差を示すグラフである。

[0355] 図83～図85によれば、撮像レンズ900Vでは、収差が良好に補正されていることが分かる。

[0356] 図86は、撮像レンズ900Vの像高に対するMTFの特性を示すグラフである。

[0357] 図86によれば、最大像高付近における特性T3と、特性S3、T2、S2、およびT1の一部とを除けば、0.2以上のMTFが確保できている。このことから、撮像レンズ900Vの解像力が高いことが分かる。

[0358] 撮像レンズ900Vでは、撮像レンズ700Vおよび800Vに比べて屈折率の高い材料を第4レンズL4Vに適用する事により、面s14Vと像面s15Vとの間隔を大きくしたにも関わらず、低背で良好な特性を得ることができる。

[0359] [撮像レンズ間の比較]

図67は、各実施の形態14～22に係る撮像レンズの比較を行う表である。

[0360] 光学特性は、下記の条件(A)、(B)、および(D)のもと測定した。

[0361] (A) 撮像素子の対角のセンササイズ・・・5.867mm

(B) 撮像素子の画素ピッチ・・・1.12 μ m

(D) シミュレーション光源を構成する波長・・・550nm

行「Fナンバー」には、撮像レンズのFナンバーを示している。撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900VのFナンバーは、1.60となっている。一方、撮像レンズ500VのFナンバーは、1.54となっており、1.60より小さい。なお、撮像レンズ600VのFナンバーは、1.80となっている。

- [0362] 行「画角（対角）／deg」には、撮像レンズの画角（対角方向）を示している。
- [0363] 行「焦点距離／mm」には、焦点距離を示している。特に、 f_V は撮像レンズ全体の焦点距離、 f_{5V} は前段レンズ L_{5V} の焦点距離、 f_{cV} は後段レンズ L_{OCV} の焦点距離である。
- [0364] 行「OTLV／mm」には、撮像レンズの光学全長を示している。撮像レンズ100V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、および撮像レンズ600Vの光学全長は、いずれも5mm以上となっている。一方、撮像レンズ200V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vの光学全長は、4mm台となっており、低背化が実現されている。
- [0365] 行「CAV／mm」には、像面 s_{15V} と面 s_{14V} との間隔を示している。
- [0366] 行「CAV／OTLV」を参照すれば、撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、撮像レンズ600V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vはいずれも、数式（1）を満足していることが分かる。
- [0367] 行「FBV／mm」には、像面 s_{15V} と面 s_{10V} の中心 ct_{10V} との間隔を示している。撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、撮像レンズ600V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vの全てが、0.8mm以上となっていることが分かる。
- [0368] 行「CGV厚み／mm」には、赤外線カットガラスCGVの厚みを示している。なお、上述したとおり、撮像レンズ400Vおよび700Vは赤外線カットガラスCGVを備えていないため、図67では“無し”と表示されている。
- [0369] 行「 f_{5V} / f_V 」には、上述した数式（2）に用いられる f_{5V} / f_V の値を示している。撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ

300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、撮像レンズ600V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vの全てが、数式(2)を満足していることが分かる。

[0370] 行「 f_{cV}/f_V 」には、上述した数式(3)に用いられる f_{cV}/f_V の値を示している。撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、撮像レンズ600V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vの全てが、数式(3)を満足していることが分かる。

[0371] 行「 $OTLV/SDV$ 」には、上述した数式(4)に用いられる $OTLV/SDV$ の値を示している。撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、撮像レンズ600V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vの全てが、数式(4)を満足していることが分かる。

[0372] [撮像装置について]

図68は、各実施の形態14～22に係る撮像レンズと撮像素子とを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図である。

[0373] 図68に示す撮像装置1Vは、撮像レンズ2Vおよび撮像素子3Vを備えている。

[0374] 撮像レンズ2Vは、撮像レンズ100V、撮像レンズ200V、撮像レンズ300V、撮像レンズ400V、撮像レンズ500V、撮像レンズ600V、撮像レンズ700V、撮像レンズ800V、および撮像レンズ900Vのいずれであってもよい。

[0375] 撮像素子3Vは、撮像レンズ2Vの像面s15Vに配置されている。

[0376] 撮像素子3Vは、撮像レンズ2Vを通過した光を受光するものであり、CCD(Charge Coupled Device: 電荷結合素子)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor: 相補型金属酸化膜半導体)等が挙げられる。

[0377] [付記事項]

以上に説明した撮像レンズはいずれもレンズが6枚の例であるが、レンズ

が5枚であってもよい。但し、レンズが5枚である場合においても、少なくとも前段レンズL 5 Vおよび後段レンズL O C Vの構成が維持されている必要がある。

[0378] 〔撮像レンズ1 Wの基本構成〕

図8 7は、本実施形態にかかる撮像レンズ1 Wの概略構成を示す説明図である。この図に示すように、撮像レンズ1 Wは、第1レンズ1 1 W、第2レンズ1 2 W、第3レンズ1 3 W、および第4レンズ1 4 Wからなる上部レンズ1 5 Wと、I Rカットガラス（カバーガラス）1 6 Wと、下部レンズ1 7 Wとを備えており、これら各部材が物体側（被写体側、図8 7の左側）から像面1 8 W側（図8 7の右側）に向かってこの順で配置されている。また、第1レンズ1 1 Wにおける物体側の面の近傍には開口絞り1 0 Wが設けられている。

[0379] 第1レンズ1 1 Wは、物体側が凸面（凸形状）であり、正の屈折率（正のパワー）を有している。

[0380] 第2レンズ1 2 Wは、メニスカスレンズ（一方の面が凸面、他方の面が凹面のレンズ）からなり、物体側が凸面になるように配置されている。

[0381] 第3レンズ1 3 Wは、像面1 8 W側が凸面であり、正の屈折率を有している。

[0382] 第4レンズ1 4 Wは、正の屈折率を有しており、かつ像面1 8 W側の形状が変曲点を有する形状になっている。

[0383] 開口絞り1 0 Wは、第1レンズ1 1 Wにおける物体側の面の有効口径の周りを取り囲むように設けられており、撮像レンズ1 Wに入射した光が各レンズを適切に通過するように、撮像レンズ1 Wに入射する光の光線束の直径を制限する。

[0384] I Rカットガラス（赤外線カットガラス）1 6 Wは、下部レンズ1 7 Wと第4レンズ1 4 Wとの間に配置されており、物体側から入射する光のうち赤外波長域の光を遮蔽することにより、撮像素子（イメージセンサ、図示せず）の像面（受光面）1 8 Wを赤外線から保護するとともに、モアレを抑制

する。なお、IRカットガラス16Wが下部レンズ17Wの表面を物理的ダメージ等から保護する機能を兼ねていてもよい。

[0385] 下部レンズ17Wは、物体側が凹面であり、像面18W側が平面のレンズである。また、下部レンズ17Wにおける物体側の面は、レンズ中心部が凹形状であり、負の屈折率を有しており、レンズ中心からレンズ有効径端に向かって負の屈折率の度合いが弱くなっている。なお、下部レンズ17Wにおける物体側の面の形状は、変曲点を有する形状になっている。すなわち、下部レンズ17Wにおける物体側の面は、レンズ中心部近傍では凹形状であり、周縁部近傍では凸形状または像面側の面と略平行な平面形状になっている。また、下部レンズ17Wは、IRカットガラス16Wと一体的に形成されたレンズオンチップ（LOC；lens on chip）であってもよい。

[0386] なお、下部レンズ17Wとして像面18W側が平面であるレンズを用いることにより、レンズ面間の偏芯誤差の影響を低減することができるので、両面非球面のレンズを用いて収差補正する場合よりも収差補正効果を向上させることができる。また、像面18W側が平面である下部レンズ17Wを用いることにより、下部レンズ17Wを上部レンズ15Wの設計条件とは独立して像面18Wに近づけることができるので、製造誤差に対する影響が小さく、製造が容易な構成を実現できる。

[0387] 図88は、下部レンズ17Wにおける物体側の面の形状変化の一例を示すグラフであり、横軸はレンズ上の位置をレンズ中心からレンズ有効径端までの距離に対する比で表した値（レンズ中心を0、レンズ有効径端を1とした場合の各位置の値）、縦軸はレンズ中心に対する光軸方向（下部レンズ17Wにおける像面18Wの法線方向）についての形状変化量を示している。

[0388] 図88に示したように、本実施形態では、下部レンズ17Wにおける物体側の面の形状は、レンズ中心からレンズ有効径端側に向かって、所定距離XW（図88の例ではレンズ中心とレンズ有効径端との距離の約47%の位置）まではレンズ中心に対する物体側への形状変化量が増加していき、所定距離XWを超えるとレンズ中心に対する物体側への形状変化量が減少していく

。

[0389] 下部レンズ 17Wにおける物体側の面の形状をこのように設定することにより、物体側が凹面であり、像面 18W側が平面であるレンズを用いることで収差補正性能を向上させるとともに、撮像素子（イメージセンサ）の受光面（像面 18W）に対する光の入射角度を大きくして周辺光量比の低下を抑制できる。

[0390] なお、上記所定距離 XWは、レンズ中心とレンズ有効径端との距離の 30%以上に設定することが好ましい。すなわち、レンズ中心とレンズ有効径端との距離を LWとすると、上記所定距離 XWは、 $XW/LW \geq 0.3$ の関係を満たすことが好ましい。これにより、周辺光量比を実用上問題が生じない範囲に保つことができる。

[0391] また、本実施形態にかかる撮像装置は、上記構成からなる撮像レンズ 1Wと、撮像レンズ 1Wを通過した光を像面 18Wで受光して電気信号に変換する撮像素子（図示せず）とによって構成されている。なお、上記撮像素子の構成は特に限定されるものではなく、従来から公知の撮像素子を用いることができる。

[0392] また、上記撮像レンズ 1W（あるいは上記装置）は、上記の構成に加えて、AF（オートフォーカス）等を実行するための機構を備えていてもよい。

[0393] [撮像レンズ 1Wの光学特性]

次に、撮像レンズ 1Wの光学特性を調べるために行ったシミュレーション結果を以下に示す。このシミュレーションでは、図 89に示す実施の形態 23～27にかかる撮像レンズ 1Wおよび比較例 1にかかる撮像レンズについてその光学特性を調べた。

[0394] なお、上記各実施の形態 23～27および比較例 1に対するシミュレーションでは、数値計算における適用波長を 550nmとした。また、上記各実施の形態 23～27にかかる撮像レンズ 1Wは、撮像素子（イメージセンサ）における略矩形形状の受光面（センサ面）に光を結像させるものとし、上記撮像素子の受光面のサイズを対角線長 DWを 5.867mm、画素ピッチ

を $1.12\ \mu\text{m}$ とした。

[0395] 〔実施の形態 23〕

図 90 は実施の形態 23 にかかる撮像レンズ 1W の設計データである。また、図 91 は、実施の形態 23 にかかる撮像レンズ 1W に関する非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および MTF (Modulation Transfer Function) のシミュレーション結果である。

[0396] 図 91 に示したように、図 90 に示した設計条件により、F ナンバー 1.8 の明るさを有し、かつ諸収差（非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および MTF）が良好に補正された撮像レンズを実現できる。具体的には、非点収差を $\pm 0.1\ \text{mm}$ 以下、歪曲収差を $\pm 2\%$ 以下、球面収差を $\pm 0.1\ \text{mm}$ 以下、横収差を $\pm 20\ \mu\text{m}$ 以下にすることができる。

[0397] 〔実施の形態 24〕

図 92 は、実施の形態 24 にかかる撮像レンズ 1W の設計データである。また、図 93 は、実施の形態 24 にかかる撮像レンズ 1W に関する非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および MTF のシミュレーション結果である。なお、実施の形態 24 では第 4 レンズ 14W に低分散材料を適用した。

[0398] 図 93 に示したように、図 92 に示した設計条件により、F ナンバー 1.8 の明るさを有し、かつ、実施の形態 23 と同様、諸収差が良好に補正された撮像レンズを実現できる。

[0399] 〔実施の形態 25〕

図 94 は、実施の形態 25 にかかる撮像レンズ 1W の設計データである。また、図 95 は、実施の形態 25 にかかる撮像レンズ 1W に関する非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および MTF のシミュレーション結果である。なお、実施の形態 25 では、IR カットガラス 16W と下部レンズ 17W とを一体的に形成した。

[0400] 図 95 に示したように、図 94 に示した設計条件により、F ナンバー 1.8 の明るさを有し、かつ、実施の形態 23 と同様、諸収差が良好に補正された撮像レンズを実現できる。

[0401] 〔実施の形態 2 6〕

図 9 6 は、実施の形態 2 6 にかかる撮像レンズ 1 W の設計データである。
また、図 9 7 は、実施の形態 2 6 にかかる撮像レンズ 1 W に関する非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および M T F のシミュレーション結果である。

[0402] 図 9 7 に示したように、図 9 6 に示した設計条件により、F ナンバー 1 . 9 4 の明るさを有し、かつ、実施の形態 2 3 と同様、諸収差が良好に補正された撮像レンズを実現できる。

[0403] 〔実施の形態 2 7〕

図 9 8 は、実施の形態 2 7 にかかる撮像レンズ 1 W の設計データである。
また、図 9 9 は、実施の形態 2 7 にかかる撮像レンズ 1 W に関する非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および M T F のシミュレーション結果である。

[0404] 図 9 9 に示したように、図 9 8 に示した設計条件により、F ナンバー 1 . 8 の明るさを有し、かつ、実施の形態 2 3 と同様、諸収差が良好に補正された撮像レンズを実現できる。

[0405] 〔比較例 1〕

図 1 0 0 は、比較例 1 にかかる撮像レンズの設計データである。比較例 1 では、下部レンズ 1 7 W として、物体側の面が変曲点を有さない凹形状であり、像面側の面が平面であるレンズを用いた。また、図 1 0 1 は、比較例 1 にかかる撮像レンズに関する非点収差、歪曲収差、球面収差、横収差、および M T F のシミュレーション結果である。

[0406] 図 1 0 1 に示したように、図 1 0 0 に示した設計条件の場合、下部レンズ 1 7 W の焦点距離の絶対値 $|f_{cW}|$ が非常に大きくなってしまふ。

[0407] なお、下部レンズ近接距離 dW (下部レンズ 1 7 W と像面 1 8 W との距離) と光学全長 $OTLW$ との比 $dW/OTLW$ を、0 . 1 5 未満 ($dW/OTLW < 0 . 1 5$) に設定することが好ましい。上記比 $dW/OTLW$ を上記範囲内に設定することにより、下部レンズ 1 7 W によって像面湾曲を効果的

に補正することができる。

[0408] また、光学全長 $OTLW$ と受光素子の受光面の対角線長 DW との比 $OTLW/DW$ を、 $0.7 < OTLW/DW < 0.9$ の範囲に設定することが好ましい。上記比 $OTLW/DW$ を上記範囲内に設定することにより、撮像レンズ $1W$ をより低背化（小型化）することができる。

[0409] また、第4レンズ $14W$ の焦点距離 $f4W$ と光学系全体（撮像レンズ $1W$ 全体）の焦点距離 fW との比 $f4W/fW$ が小さすぎると低背化が困難になり、大きすぎると下部レンズ $17W$ の寄与が小さくなって十分な収差補正効果が得られなくなる。このため、撮像レンズ $1W$ の低背化を実現するとともに収差補正性能を向上させるためには、上記比 $f4W/fW$ を $-5.7 < f4W/fW < -2.9$ に設定することが好ましい。

[0410] また、下部レンズ $17W$ の焦点距離 fcW と光学系全体の焦点距離 fW との比 fcW/fW が小さすぎるとレンズサイズが大きくなり、大きすぎると像面湾曲補正性能の低下、および撮像素子の受光面に対する光の入射角度の増大を招いてしまう。このため、撮像レンズ $1W$ の小型化、像面湾曲補正性能の向上、および撮像素子の受光面に対する光の入射角度の低減を図るためには、上記比 fcW/fW を $-1.8 < fcW/fW < -1.2$ に設定することが好ましい。

[0411] また、上部レンズ $15W$ の焦点距離 FBW を $FBW > 0.8\text{ mm}$ に設定することが好ましい。上部レンズ $15W$ の焦点距離 FBW を上記範囲に設定することにより、レンズ径を小さくすることができ、 AF （オートフォーカス）等の機構系を含めた撮像レンズ $1W$ の構成を小型化できる。また、像面 $18W$ から遠いほど光線径を大きくすることができ、上部レンズ $15W$ における異物ゴミ等の映り込みの影響を低減できる。

[0412] [その他構成例]

図102は、撮像レンズ $1W$ のその他の構成例の概略を示す断面図である。説明を簡潔にするために、図102には、撮像レンズ $1W$ の構成のうち、上部レンズ $15W$ および下部レンズ $17W$ のみを示している。

[0413] 撮像レンズ 1 W は、上部レンズ 1 5 W が正の屈折力を有しており、下部レンズ 1 7 W が負の屈折力を有していることが好ましい。これにより、図 1 0 2 に示すとおり、光学全長 O T L W をより短くすることが可能である。

[0414] 図 1 0 3 の (a) ~ (c) は、下部レンズ 1 7 W の構成例の概略を示す断面図である。

[0415] 下部レンズ 1 7 W は、物体側の面に回折パターンを有していてもよい。図 1 0 3 の (a) には下部レンズ 1 7 W の物体側の面が回折パターンからなる構成を、図 1 0 3 の (b) には下部レンズ 1 7 W の物体側の面が凹形状の非球面レンズ形状と回折パターンとを組み合わせる構成を、それぞれ示している。

[0416] さらに、下部レンズ 1 7 W を像面 1 8 W (または撮像素子) から離して配置する場合、下部レンズ 1 7 W の像面側の面をフレネルレンズ形状としてもよい。これにより、撮像素子に対する主光線入射角度を好適に調整することができる。

[0417] [まとめ]

本発明の態様 1 に係るレンズ素子は、物体側に向けられ、非球面かつ凹面である物側面と、像面側に向けられ、概略平面である像側面とを備えており、上記像側面の外形の形状が、概略矩形である。

[0418] 上記の構成によれば、撮像装置の素子収納部の開口部のサイズを、物側面の外形のサイズより小さくすることが可能となる。これにより、素子収納部の外形の小型化が可能である。この結果、撮像装置の小型化が可能となる。

[0419] また、上記の構成によれば、像側面を素子収納部の上面より像面側に配置することが可能となる。これにより、像側面と撮像素子 (より具体的には受光部) との間隔が大きくなることを抑制することができる。この結果、所望の収差補正効果を得ることができ、優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0420] 本発明の態様 2 に係るレンズ素子は、上記態様 1 において、上記レンズ素子を通過した光を受光する受光部の形状に応じて、上記像側面の外形のサイ

ズが定められている。

[0421] 上記の構成によれば、像側面の外形のサイズが無駄に大きくなることを抑制しつつ、受光部が適切に受光できるように、撮像装置を構成することができる。

[0422] 本発明の態様3に係るレンズ素子は、上記態様1または2において、上記物側面の外形の形状が、円形、または、該円形に内接する少なくとも1つの線で該円形を切断してなる形状である。

[0423] 上記の構成によれば、レンズ素子を比較的容易に製造することができる。すなわち、物側面に関しては、金型を用いた射出成形または熱硬化成形等が適用でき、また、該金型の加工が容易となる。一方、像側面に関しては、概略平面である（レンズ面を設ける必要が無い）ため、成形が容易であることは言うまでも無い。

[0424] 本発明の態様4に係るレンズ素子は、上記態様1から3のいずれかにおいて、上記像側面の縁に隣接する傾斜（側面部分44）を有している。

[0425] 本発明の態様5に係るレンズ素子は、上記態様4において、上記傾斜の傾斜角度は、上記レンズ素子の光軸に対して40°以上である。

[0426] 上記の構成によれば、像側面と反対の形状を有する金型（下）を用いて成形を行うと、成形済のレンズ素子が金型（下）から離れやすくなる。この結果、レンズ素子に反りまたは歪みが発生する虞を低減することができる。また、レンズ素子に物側面から迷光が入射した場合、光軸に対する迷光の入射角度が小さくても、傾斜にて迷光が反射されずレンズ素子を透過するため、受光部によって迷光が受光されてしまう虞を低減することができる。これにより、レンズ素子を精度良く製造することができる。

[0427] 本発明の態様6に係るレンズ素子は、上記態様1から5のいずれかにおいて、上記像側面に、ナノインプリントによって形成された凹凸を有している。

[0428] 上記の構成によれば、像側面に、ナノインプリントによって形成された凹凸を設けることで、酸化物薄膜を用いた反射防止処理が不要となる。この結

果、異物付着の虞を低減しつつ、良好な反射防止効果を得ることができる。

[0429] 本発明の態様 7 に係るレンズ素子は、上記態様 1 から 6 のいずれかにおいて、赤外線を吸収する材料を含んでいる。

[0430] 上記の構成によれば、レンズ素子が赤外線を遮断することが可能となる。この結果、良好な画質の撮像装置を実現することができる。また、撮像装置において赤外線カットガラスを省くことによって、低背化および収差補正が容易となる。

[0431] 本発明の態様 8 に係る撮像装置は、上記態様 1 から 7 のいずれかのレンズ素子と、上記レンズ素子を通過した光を受光する受光部を有している撮像素子と、上記撮像素子を収納する素子収納部（積層基板 4、センサカバー 21、フリップチップ基板 47）とを備えており、上記素子収納部によって、上記像側面より上記物体側で上記レンズ素子が支持されている。

[0432] 上記の構成によれば、素子収納部の開口部のサイズを、物側面の外形のサイズより小さくすることが可能となる。これにより、素子収納部の外形の小型化が可能である。この結果、撮像装置の小型化が可能となる。

[0433] また、上記の構成によれば、像側面を素子収納部の上面より像面側に配置することが可能となる。これにより、像側面と撮像素子（より具体的には受光部）との間隔が大きくなることを抑制することができる。この結果、所望の収差補正効果を得ることができ、優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0434] 本発明の態様 9 に係る撮像装置は、上記態様 8 において、上記撮像装置は、上記レンズ素子より上記物体側に配置された、少なくとも 1 枚のレンズからなる前段レンズ部と、上記レンズ素子を固定した状態で上記前段レンズ部を移動させる移動機構とを備えており、上記前段レンズ部を構成するレンズのうち、最も上記レンズ素子に近いレンズの少なくとも 1 つのレンズ面は、凹形状と凸形状との境界である変曲点を有している。

[0435] 上記の構成によれば、移動機構の移動対象の総重量を軽くすることができるため、移動機構のパフォーマンスを向上させることが可能である。また、

マクロ撮影時におけるFナンバーを小さくすることができる。

[0436] 本発明の態様10に係る撮像装置は、上記態様9において、上記前段レンズ部を収納するレンズバレルを備えていない。

[0437] 上記の構成によれば、レンズバレルが省略されているため、移動機構の移動対象からレンズバレルが排除され、移動機構の移動対象のさらなる軽量化が可能である。

[0438] 本発明の態様11に係る撮像装置は、上記態様8から10のいずれかにおいて、上記レンズ素子は、上記像側面に対して上記物側面が、上記レンズ素子の光軸に対する法線方向に突出した部分として形成された鍔部を有しており、上記レンズ素子の光軸方向に沿った、上記鍔部と上記像側面との離間距離が0.15mm以上である。

[0439] 光軸方向に沿った、撮像素子の上面と、ボンディングワイヤの最高点との距離は、およそ0.15mmである。このことを考慮すると、ボンディングワイヤが直上のレンズ素子部分に当たることを避けるため、光軸方向に沿った、鍔部と像側面との離間距離を0.15mm以上とすべきである。これにより、ボンディングワイヤの変形、およびワイヤボンディングの不良を抑制することができる。

[0440] 本発明の態様12に係る撮像装置は、上記態様8から10のいずれかにおいて、上記素子収納部は、所定の配線パターンを有していてもよい。

[0441] 本発明の態様13に係る撮像装置は、上記態様12において、上記レンズ素子は、上記像側面に対して上記物側面が、上記レンズ素子の光軸に対する法線方向に突出した部分として形成された鍔部を有しており、上記レンズ素子の光軸方向において、上記鍔部と上記素子収納部とが離間されている。

[0442] 上記の構成によれば、素子収納部の上面に配置すべき実装部品を、物側面の縁より内側に配置することが可能となっている。実装部品を、物側面の縁より内側に配置することにより、素子収納部の外形をより小型化することが可能となる。

[0443] 本発明の態様14に係る撮像装置は、上記態様8から13のいずれかにお

いて、上記レンズ素子の光軸方向に、上記像側面と上記撮像素子とが接している。

[0444] 上記の構成によれば、物側面をさらに像面側に位置させることができるため、撮像装置のさらなる低背化が可能である。

[0445] また、像側面と撮像素子とが接している場合、レンズ素子への主光線の入射角度が小さくても、光を適切に受光部にて結像させることができるため、周辺光量比に優れた撮像装置を実現することができる。主光線以外の光についても同様である。この結果、撮像装置の焦点深度が広がり、幅広い物体距離に対応可能な撮像装置を実現することができる。

[0446] さらに、像側面と撮像素子との間に空気が存在することに起因する迷光の発生を抑制することができるため、撮像装置の画質向上も期待できる。

[0447] 本発明の態様 15 に係る撮像装置は、上記態様 8 から 13 のいずれかにおいて、上記像側面に突出部が形成されており、上記突出部の端部が上記撮像素子に当接することで、上記像側面と上記撮像素子との間隔が規定されている。

[0448] 本発明の態様 16 に係る撮像装置は、上記態様 8 から 13 のいずれかにおいて、上記レンズ素子が上記素子収納部に載せられており、上記レンズ素子の光軸方向に、上記素子収納部が上記撮像素子に当接することで、上記像側面と上記撮像素子との間隔が規定されている。

[0449] 上記の両構成によれば、簡単な構成で、精度良く、像側面の位置決めを行うことができる。

[0450] 本発明の態様 17 に係る撮像装置は、上記態様 8 から 16 のいずれかにおいて、上記素子収納部は、上記レンズ素子の光軸方向に開口した、上記物側面の外形のサイズより小さい開口部を有しており、上記物側面は、上記開口部より上記像面側に配置されている。

[0451] 上記の構成によれば、迷光が、素子接着部によって遮られる。このため、レンズ素子への迷光の侵入を抑制することができる。

[0452] [本発明の異なる解釈]

本発明は、下記のように解釈することも可能である。

[0453] 本発明の一態様に係るレンズ素子は、物体側に向けられ、凹面である物側面と、像面側に向けられ、概略平面である像側面とを備えており、上記像側面の外形の形状が、概略矩形であり、上記像側面の外形のサイズが、上記物側面の外形のサイズより小さい。

[0454] 上記の構成によれば、撮像装置の素子収納部の開口部のサイズを、物側面の外形のサイズより小さくすることが可能となる。これにより、素子収納部の外形の小型化が可能である。この結果、撮像装置の小型化が可能となる。

[0455] また、上記の構成によれば、像側面を素子収納部の上面より像面側に配置することが可能となる。これにより、像側面と撮像素子（より具体的には受光部）との間隔が大きくなることを抑制することができる。この結果、所望の収差補正効果を得ることができ、優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0456] 本発明の別の態様に係るレンズ素子は、上記レンズ素子を通過した光を受光する受光部の形状に応じて、上記像側面の外形のサイズが定められている。

[0457] 上記の構成によれば、像側面の外形のサイズが無駄に大きくなることを抑制しつつ、受光部が適切に受光できる、撮像装置を実現することができる。

[0458] 本発明の別の態様に係るレンズ素子は、上記物側面の外形の形状が、円形である。

[0459] 上記の構成によれば、レンズ素子の製造が容易となる。すなわち、物側面に関しては、金型を用いた射出成形または熱硬化成形等が適用でき、加えて金型の加工が容易である。また、像側面に関しては、レンズ面を設ける必要がないため、成形が容易であることは言うまでもない。

[0460] 本発明の別の態様に係るレンズ素子は、上記物側面および上記像側面の少なくとも一方に、赤外線を遮断する遮断形状が形成されている。

[0461] 上記の構成によれば、撮像装置において、赤外線カットガラスを省略することができる。これにより、撮像装置の構成を簡素化することが可能となる。

。また、撮像装置の光学系の光学全長を短くすることができるため、撮像装置の低背化が可能となる。

[0462] 本発明の別の態様に係るレンズ素子は、上記像側面に、光の反射率を低減させる微小な凹凸が形成されている。

[0463] 像側面は概略平面であるため、成形時に金型から外れやすい。このことを利用して、像側面に、光の反射率を低減させる微小な凹凸を形成すれば、像側面をコーティングすることなく、光の反射を抑制することが可能となる。これにより、該コーティングのときに、該コーティング部分にゴミが付着することを防ぐことができるため、異物が撮像画像に写り込むことを抑制することができる。

[0464] 本発明の別の態様に係るレンズ素子は、上記レンズ素子は、少なくとも一部が遮光されている遮光側面を少なくとも1つ有している。

[0465] 上記の構成によれば、ゴーストフレア等の迷光を防ぐことができる。

[0466] また、本発明の別の態様に係る撮像装置は、上記いずれかのレンズ素子と、上記レンズ素子を通過した光を受光する受光部を有している撮像素子と、上記撮像素子を収納する素子収納部（積層基板4、センサカバー21）とを備えており、上記像側面が上記素子収納部の内側に配置されている。

[0467] 上記の構成によれば、素子収納部の開口部のサイズを、物側面の外形のサイズより小さくすることが可能となる。これにより、素子収納部の外形の小型化が可能である。この結果、撮像装置の小型化が可能となる。

[0468] また、上記の構成によれば、像側面を素子収納部の上面より像面側に配置することが可能となる。これにより、像側面と撮像素子（より具体的には受光部）との間隔が大きくなることを抑制することができる。この結果、所望の収差補正効果を得ることができ、優れた解像力の撮像装置を実現することが可能となる。

[0469] また、本発明の別の態様に係る撮像装置は、上記レンズ素子は、上記像側面の縁に隣接して設けられた段差部と、上記像側面に対して上記物側面が、上記レンズ素子の光軸に対する法線方向に突出した部分に形成された鰐部と

を有しており、上記段差部が上記素子収納部に載せられており、上記鍔部と上記素子収納部とが離間されている。

[0470] 上記の構成によれば、素子収納部の上面に配置すべき実装部品を、物側面の縁より内側に配置することが可能となっている。実装部品を、物側面の縁より内側に配置することにより、素子収納部の外形をより小型化することが可能となる。

[0471] また、本発明の別の態様に係る撮像装置は、上記像側面から上記レンズ素子の光軸に沿う方向に延びる突出部を有しており、上記突出部の端部が上記撮像素子に当接している。

[0472] 上記の構成によれば、撮像素子に対する像側面の位置を決めることができ、像側面と撮像素子との間隔を制御することが可能となる。突出部の丈に応じて、容易に該間隔を変化させることができる。

[0473] 本発明の異なる態様 1 に係る撮像レンズは、
物体側から像面側へと向かって、前段レンズ、後段レンズの順にレンズが配置されており、

上記前段レンズは、

正の屈折力を有しており、

物体側に向けた面の中央部分が凸形状であり、

物体側に向けた面の周辺部分が凹形状であり、

像面側に向けた面の中央部分が凹形状であり、

像面側に向けた面の周辺部分が凸形状であり、

上記後段レンズは、

物体側に向けた面が凹形状であり、

物体側に向けた面の中央部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、
該レンズ面の物体側への形状変化量が大きくなる後段物側中央領域と、

物体側に向けた面の中間部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、
上記形状変化量が小さくなる後段物側中間領域とを有しており、

像面側に向けた面が概略平面であり、

上記後段レンズの物体側に向けた面では、レンズ面の中心から上記後段物側中央領域と上記後段物側中間領域との境界までの距離が、レンズ面の中心からレンズ面の縁までの距離の3割以上であり、

像面と上記後段レンズの像面側に向けた面との間隔を CAV 、撮像レンズの光学全長を $OTLV$ とすると、数式(1)

$$CAV/OTLV < 0.15$$

・・・(1)

を満足する。

[0474] 後段レンズによる各種収差の補正を効果的に行うためには、像面と後段レンズの像面側に向けた面とを十分近接させることが好ましい。数式(1)を満足することにより、像面と後段レンズの像面側に向けた面とを十分近接させることができる。

[0475] また、後段レンズから像面への光の入射角度が小さいため、周辺光量比の低下を抑制することができ、Fナンバー1.6程度の、像の明るい光学系を実現することが可能となる。

[0476] さらに、両面が非球面のレンズのかわりに、後段レンズを用いると、レンズの両面間の偏芯に起因する解像力の低下を防ぐことができると共に、後段レンズを単独で像面に近づけることが可能となる。従って、撮像レンズの製造公差に起因する光学特性のばらつきを抑制することが可能となる。換言すれば、容易に撮像レンズを製造することができる。

[0477] 本発明の異なる態様2に係る撮像レンズは、上記異なる態様1において、上記撮像レンズの焦点距離を f_V 、上記前段レンズの焦点距離を f_{5V} 、上記後段レンズの焦点距離を f_{cV} とすると、数式(2)および(3)

$$3.4 < f_{5V}/f_V < 5.2$$

・・・(2)

$$-1.7 < f_{cV}/f_V < -1.1$$

・・・(3)

を満足する。

[0478] $f_5 V / f V$ が 5.2 以上になると、撮像レンズの低背化にこそ有利であるが、構造的に、後段レンズの搭載が困難となる恐れが生じる。一方、 $f_5 V / f V$ が 3.4 以下になると、前段レンズが像面から離れることになり、各種収差の補正が不十分になる恐れが生じる。

[0479] $f_c V / f V$ が -1.1 以上になると、歪曲および像面湾曲を良好に補正しつつ、像面への光の入射角度を小さくさせることが困難となる恐れが生じる。一方、 $f_c V / f V$ が -1.7 以下になると、撮像レンズの大型化を招く恐れが生じる。

[0480] 本発明の異なる態様 3 に係る撮像レンズは、上記異なる態様 1 または 2 において、

像面と上記前段レンズの像面側に向けた面の中心との間隔が、0.8 mm 以上である。

[0481] 上記の構成によれば、前段レンズのレンズ径を小さくすることが可能となり、これにより AF 機構等の周辺機器の小型化も可能となる。従って、撮像装置単位では大幅な小型化が可能となる。また、上記間隔が大きいほど、光線の径が大きくなる。この結果、前段レンズの近傍に存在する異物が撮像画像に写り込む恐れを低減することが可能となる。後段レンズが像面湾曲の補正に大きな影響を及ぼすことから、前段レンズを多少像面から離しても、十分良好に像面湾曲を補正することが可能である。

[0482] 本発明の異なる態様 4 に係る撮像装置は、

上記異なる態様 1 から 3 のいずれかの撮像レンズと、

上記撮像レンズの像面に配置されている撮像素子とを備えている撮像装置であって、

物体側から像面側へと向かって順に、開口絞り、第 1 レンズ、第 2 レンズ、第 3 レンズ、第 4 レンズ、上記前段レンズ、上記後段レンズが配置されており、

上記第 1 レンズは、

正の屈折力を有しており、

物体側に向けた面が凸形状であり、
上記第2レンズは、
負の屈折力を有しているメニスカスレンズであり、
物体側に向けた面が凸形状であり、
上記第3レンズは、
正の屈折力を有しており、
像面側に向けた面が凸形状であり、
上記第4レンズは、
負の屈折力を有しているメニスカスレンズであり、
物体側に向けた面が凹形状であり、
上記撮像素子の対角のセンササイズをSDVとすると、数式(4)
$$0.7 < OTLV / SDV < 1.0$$

・ ・ (4)

を満足する。

[0483] OTLV/SDVが1.0以上になると、画角が狭くなり、後段レンズを用いるまでもなく各種収差を良好に補正することができるケースが発生し得る。このため、OTLV/SDVが1.0以上であることは、本発明の技術的思想に鑑みると最良の選択であるとは言えない。OTLV/SDVが0.7以下になると、画角が広くなり過ぎ、各種収差を補正するための条件を再考する必要性が生じる恐れがある。

[0484] 本発明の異なる態様5に係る撮像装置は、上記異なる態様4において、
上記第2レンズのアッベ数が30以下であり、
上記第4レンズの屈折率が1.6以上である。

[0485] 第2レンズに高分散材料（アッベ数30以下）を適用する事で、色収差補正を良好に、第4レンズに高屈折率材料（屈折率1.6以上）を適用する事で光学全長を短くする効果がある。

[0486] 本発明のさらに異なる態様1にかかる撮像レンズ1Wは、物体の像を像面18Wに結像させる撮像レンズ1Wであって、物体側が凸である正の屈折率

を有する第1レンズ11Wと、物体側が凸であるメニスカスレンズからなる第2レンズ12Wと、像面18W側が凸である正の屈折率を有する第3レンズ13Wと、正の屈折率を有しかつ像面18W側の形状が変曲点を有する形状である第4レンズ14Wとが物体側から像面18W側に向かってこの順で配置された上部レンズ15Wと、上記上部レンズ15Wに対して像面18W側に配置された、物体側が凹であり像面18W側が概略平面である下部レンズ17Wとを備え、上記下部レンズ17Wにおける物体側の面の形状は、中心から有効径端側に向かって、レンズ中心と有効径端との距離の30%以上に設定される所定距離XWまでは物体側への形状変化量が増加し、上記所定距離XWを超えると物体側への形状変化量が減少する形状であり、上記下部レンズ17Wと上記像面18Wとの距離dWが当該撮像レンズ1Wの光学全長OTLWの0.15倍未満であることを特徴としている。

[0487] 上記の構成によれば、像面18W側が概略平面である下部レンズ17Wを用いることにより、各レンズ間の偏芯誤差の影響を低減することができるので、上部レンズ15Wに対して両面非球面のレンズを追加して収差補正する場合よりも収差補正効果を向上させることができる。また、像面18W側が概略平面である下部レンズ17Wを用いることにより、下部レンズ17Wを上部レンズ15Wの設計条件とは独立して像面に近づけることができるので、製造誤差に対する影響が小さく、製造が容易で生産性の高い構成を実現できる。

[0488] また、上部レンズ15Wが4枚のレンズからなる構成にすることで、撮像レンズ1Wの構成を低背化（小型化）することができる。

[0489] また、下部レンズ17Wにおける物体側の面の形状を、中心から有効径端側に向かって、レンズ中心と有効径端との距離の30%以上に設定される所定距離XWまでは物体側への形状変化量が増加し、上記所定距離XWを超えると物体側への形状変化量が減少する形状にすることにより、像面18Wに対する光の入射角度を大きくして周辺光量比の低下を抑制することができる。

- [0490] また、下部レンズ 17W と像面 18W との距離を撮像レンズ 1W の光学全長 $OTLW$ の 0.15 倍未満にすることにより、下部レンズ 17W によって像面湾曲を効果的に補正することができる。
- [0491] すなわち、上記の構成によれば、生産性が高く、小型化が可能であり、収差補正性能および周辺光量比が高い撮像レンズ 1W を提供することができる。
- [0492] 本発明のさらに異なる態様 2 にかかる撮像レンズ 1W は、上記さらに異なる態様 1 において、上記像面 18W は撮像素子の受光面であり、かつ上記受光面は対角線長が DW (mm) の略矩形形状を有しており、当該撮像レンズ 1W の光学全長を $OTLW$ (mm)、当該撮像レンズ 1W 全体の焦点距離を fW (mm)、上記第 4 レンズ 14W の焦点距離を $f4W$ (mm)、上記下部レンズ 17W の焦点距離を fcW (mm) とすると、 $0.7 < OTLW / DW < 0.9$ 、かつ $-5.7 < f4W / fW < -2.9$ 、かつ $-1.8 < fcW / fW < -1.2$ の関係を満たす構成である。
- [0493] 上記の構成によれば、上記比 $OTLW / DW$ を $0.7 < OTLW / DW < 0.9$ の範囲に設定することにより、撮像レンズ 1W の低背化（小型化）を図ることができる。また、上記比 $f4W / fW$ を $-5.7 < f4W / fW < -2.9$ に設定することにより、撮像レンズ 1W の低背化を実現するとともに収差補正性能を向上させることができる。上記比 fcW / fW を $-1.8 < fcW / fW < -1.2$ に設定することにより、撮像レンズ 1W の小型化、像面湾曲の補正性能の向上、および像面 18W に対する光の入射角度の低減を図ることができる。
- [0494] また、本発明のさらに異なる態様 3 にかかる撮像レンズ 1W は、上記上部レンズ 15W から上記像面 18W まで距離が 0.8 mm 未満である構成である。
- [0495] 上記の構成によれば、レンズ径が低減し、撮像レンズ 1W をより小型化することができる。また、像面 18W から遠いほど光線径は大きくできるので、上部レンズ 15W における異物ゴミの映り込みの影響を低減できる。

- [0496] 本発明のさらに異なる態様4にかかる撮像レンズ1Wは、上記さらに異なる態様1から3のいずれか1において、上記第1レンズ11Wにおける物体側の面の有効口径の周りを取り囲む位置に開口絞り10Wが備えられている構成である。
- [0497] 上記の構成によれば、撮像レンズ1Wに入射した光が各レンズを適切に通過するように、開口絞り10Wによって撮像レンズ1Wに入射した光の光線束の直径を制限することができる。
- [0498] 本発明のさらに異なる態様5にかかる撮像装置は、さらに異なる態様1から4のいずれかの撮像レンズ1Wと、上記撮像レンズ1Wを通過した光を受光して電気信号に変換する撮像素子とを備えていることを特徴としている。
- [0499] 上記の構成によれば、生産性が高く、小型化が可能であり、収差補正性能および周辺光量比が高い撮像レンズ1Wを備えた撮像装置を実現できる。
- [0500] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

産業上の利用可能性

- [0501] 本発明は、レンズ素子、撮像装置、および撮像レンズに利用することができる。特に、本発明は、撮像レンズおよび撮像装置に適用でき、モバイル機器等の電子機器に搭載される撮像装置に特に好適に適用できる。

符号の説明

- [0502] 1 レンズ素子
2 撮像素子
3 受光部
4 積層基板（素子収納部）
4' 実装基板
5 開口部

- 6 積層基板の上面
- 7 赤外線カットガラス
- 8 レンズ
- 9 フリップチップボンド
- 10 実装部品
- 11 物体
- 12 像側面の縁
- 13 段差部
- 14 鰐部
- 15 段差部の端部
- 16 スペース
- 17 突出部
- 18 突出部の端部
- 19 ゲートカット部
- 20 ボンディングワイヤ
- 21 センサカバー（素子収納部）
- 22 開口部
- 23 鰐受け部
- 24 鰐受け部の上面（素子収納部の上面）
- 25 接着剤
- 26 追加積層基板
- 27 開口部
- 28 レンズ素子の側面
- 29 追加積層基板の上面
- 30 レンズバレル
- 31 周辺構造体
- 32 変曲点
- 33 突出部

- 3 4 金型
- 3 5 樹脂
- 3 6 樹脂被成形物
- 3 7 成形型
- 3 8 基材
- 3 9 撮像装置筐体
- 4 0 コイル
- 4 1 マグネット
- 4 2 板バネ
- 4 3 前段レンズ群
- 4 4 側面部分（傾斜）
- 4 5 金型（下）
- 4 6 迷光
- 4 7 フリップチップ基板（素子収納部）
- 4 8 バンプ
- 4 9 マイクロレンズ群
- 5 0 光線
- 5 1 空気
- 5 2 突出部
- 5 3 フリップチップ基板の上面
- 5 4 スペース
- 5 5 素子接着部
- 5 6 開口部
- 5 7 フィルム
- 5 8 変曲点
- 5 9 ゲート
- 6 0 1 撮像装置
- L 1 物側面

L 2 像側面

L a 光軸

L n 法線方向

M 0 開口絞り

M 1 第1レンズ

M 2 第2レンズ

M 3 第3レンズ

M 4 第4レンズ

S L 1 物側面の外形のサイズ

S L 2 像側面の外形のサイズ

Z 1 離間距離

1 V 撮像装置

2 V、100 V、200 V、300 V、400 V、500 V、600 V、700 V、800 V、900 V 撮像レンズ

3 V 撮像素子

L O C V 後段レンズ

L 1 V 第1レンズ

L 2 V 第2レンズ

L 3 V 第3レンズ

L 4 V 第4レンズ

L 5 V 前段レンズ

c 9 V 中央部分

p 9 V 周辺部分

s 9 V 前段レンズの物体側に向けた面

c 10 V 中央部分

p 10 V 周辺部分

s 10 V 前段レンズの像面側に向けた面

c t 10 V 前段レンズの像面側に向けた面の中心

c 1 3 V 後段物側中央領域
m 1 3 V 後段物側中間領域
s 1 3 V 後段レンズの物体側に向けた面
c t 1 3 V 後段レンズの物体側に向けた面の中心
e d 1 3 V 後段レンズの物体側に向けた面の縁
s 1 4 V 後段レンズの像面側に向けた面
s 1 5 V 像面
1 W 撮像レンズ
1 1 W 第1レンズ
1 2 W 第2レンズ
1 3 W 第3レンズ
1 4 W 第4レンズ
1 5 W 上部レンズ
1 6 W I Rカットガラス
1 7 W 下部レンズ
1 8 W 像面
D W 撮像素子の受光面对角線長
F B W 上部レンズの焦点距離
O T L W 撮像レンズの光学全長
d W 下部レンズ近接距離
f W 撮像レンズ全体の焦点距離
f 4 W 第4レンズの焦点距離
f c W 下部レンズの焦点距離

請求の範囲

- [請求項1] 物体側に向けられ、非球面かつ凹面である物側面と、
像側側に向けられ、概略平面である像側面とを備えており、
上記像側面の外形の形状が、概略矩形であることを特徴とするレンズ素子。
- [請求項2] 上記レンズ素子を通過した光を受光する受光部の形状に応じて、上記像側面の外形のサイズが定められていることを特徴とする請求項1に記載のレンズ素子。
- [請求項3] 上記物側面の外形の形状が、円形、または、該円形に内接する少なくとも1つの線で該円形を切断してなる形状であることを特徴とする請求項1または2に記載のレンズ素子。
- [請求項4] 上記像側面の縁に隣接する傾斜を有していることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のレンズ素子。
- [請求項5] 上記傾斜の傾斜角度は、上記レンズ素子の光軸に対して 40° 以上であることを特徴とする請求項4に記載のレンズ素子。
- [請求項6] 上記像側面に、ナノインプリントによって形成された凹凸を有していることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のレンズ素子。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれか1項に記載のレンズ素子と、
上記レンズ素子を通過した光を受光する受光部を有している撮像素子と、
上記撮像素子を収納する素子収納部とを備えており、
上記素子収納部によって、上記像側面より上記物体側で上記レンズ素子が支持されていることを特徴とする撮像装置。
- [請求項8] 上記撮像装置は、
上記レンズ素子より上記物体側に配置された、少なくとも1枚のレンズからなる前段レンズ部と、
上記レンズ素子を固定した状態で上記前段レンズ部を移動させる

移動機構とを備えており、

上記前段レンズ部を構成するレンズのうち、最も上記レンズ素子に近いレンズの少なくとも1つのレンズ面は、凹形状と凸形状との境界である変曲点を有していることを特徴とする請求項7に記載の撮像装置。

[請求項9] 上記前段レンズ部を収納するレンズバレルを備えていないことを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

[請求項10] 上記レンズ素子は、上記像側面に対して上記物側面が、上記レンズ素子の光軸に対する法線方向に突出した部分として形成された鍔部を有しており、

上記レンズ素子の光軸方向に沿った、上記鍔部と上記像側面との離間距離が0.15mm以上であることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項11] 上記素子収納部は、所定の配線パターンを有していることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項12] 上記レンズ素子は、上記像側面に対して上記物側面が、上記レンズ素子の光軸に対する法線方向に突出した部分として形成された鍔部を有しており、

上記レンズ素子の光軸方向において、上記鍔部と上記素子収納部とが離間されていることを特徴とする請求項11に記載の撮像装置。

[請求項13] 上記レンズ素子の光軸方向に、上記像側面と上記撮像素子とが接していることを特徴とする請求項7から12のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項14] 上記像側面に突出部が形成されており、

上記突出部の端部が上記撮像素子に当接することで、上記像側面と上記撮像素子との間隔が規定されていることを特徴とする請求項7から12のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項15] 上記レンズ素子が上記素子収納部に載せられており、

上記レンズ素子の光軸方向に、上記素子収納部が上記撮像素子に当接することで、上記像側面と上記撮像素子との間隔が規定されていることを特徴とする請求項 7 から 12 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項16] 上記素子収納部は、上記レンズ素子の光軸方向に開口した、上記物側面の外形のサイズより小さい開口部を有しており、

上記物側面は、上記開口部より上記像面側に配置されていることを特徴とする請求項 7 から 15 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項17] 物体側から像面側へと向かって、前段レンズ、後段レンズの順にレンズが配置されており、

上記前段レンズは、

正の屈折力を有しており、

物体側に向けた面の中央部分が凸形状であり、

物体側に向けた面の周辺部分が凹形状であり、

像面側に向けた面の中央部分が凹形状であり、

像面側に向けた面の周辺部分が凸形状であり、

上記後段レンズは、

物体側に向けた面が凹形状であり、

物体側に向けた面の中央部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、該レンズ面の物体側への形状変化量が大きくなる後段物側中央領域と、

物体側に向けた面の中間部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、上記形状変化量が小さくなる後段物側中間領域とを有しており、

像面側に向けた面が概略平面であり、

上記後段レンズの物体側に向けた面では、レンズ面の中心から上記後段物側中央領域と上記後段物側中間領域との境界までの距離が、レンズ面の中心からレンズ面の縁までの距離の 3 割以上であり、

像面と上記後段レンズの像面側に向けた面との間隔を CAV 、撮像レンズの光学全長を $OTLV$ とすると、数式 (1)

$$CAV / OTLV < 0.15$$

・・・ (1)

を満足することを特徴とする撮像レンズ。

[請求項18] 上記撮像レンズの焦点距離を fV 、上記前段レンズの焦点距離を $f5V$ 、上記後段レンズの焦点距離を fcV とすると、数式 (2) および (3)

$$3.4 < f5V / fV < 5.2$$

・・・ (2)

$$-1.7 < fcV / fV < -1.1$$

・・・ (3)

を満足することを特徴とする請求項17に記載の撮像レンズ。

[請求項19] 像面と上記前段レンズの像面側に向けた面の中心との間隔が、0.8mm以上であることを特徴とする請求項17または18に記載の撮像レンズ。

[請求項20] 請求項17から19のいずれか1項に記載の撮像レンズと、
上記撮像レンズの像面に配置されている撮像素子とを備えている撮像装置であって、

物体側から像面側へと向かって順に、開口絞り、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ、第4レンズ、上記前段レンズ、上記後段レンズが配置されており、

上記第1レンズは、

正の屈折力を有しており、

物体側に向けた面が凸形状であり、

上記第2レンズは、

負の屈折力を有しているメニスカスレンズであり、

物体側に向けた面が凸形状であり、

上記第3レンズは、

正の屈折力を有しており、

像面側に向けた面が凸形状であり、

上記第4レンズは、

負の屈折力を有しているメニスカスレンズであり、

物体側に向けた面が凹形状であり、

上記撮像素子の対角のセンササイズをSDVとすると、数式(4)

$$0.7 < OTLV / SDV < 1.0$$

・・・(4)

を満足することを特徴とする撮像装置。

[請求項21]

上記第2レンズのアッベ数が30以下であり、

上記第4レンズの屈折率が1.6以上であることを特徴とする請求項20に記載の撮像装置。

[請求項22]

物体の像を像面に結像させる撮像レンズであって、

物体側が凸である正の屈折率を有する第1レンズと、物体側が凸であるメニスカスレンズからなる第2レンズと、像面側が凸である正の屈折率を有する第3レンズと、正の屈折率を有しかつ像面側の形状が変曲点を有する形状である第4レンズとが物体側から像面側に向かってこの順で配置された上部レンズと、

上記上部レンズに対して像面側に配置された、物体側が凹であり像面側が概略平面である下部レンズとを備え、

上記下部レンズにおける物体側の面の形状は、レンズ中心から有効径端側に向かって、レンズ中心と有効径端との距離の30%以上に設定される所定距離までは物体側への形状変化量が増加し、上記所定距離を超えると物体側への形状変化量が減少する形状であり、

上記下部レンズと上記像面との距離が当該撮像レンズの光学全長の0.15倍未満であることを特徴とする撮像レンズ。

[請求項23]

上記像面は撮像素子の受光面であり、かつ上記受光面は対角線長が

DW (mm) の略矩形形状を有しており、

当該撮像レンズの光学全長をOTLW (mm)、当該撮像レンズ全体の焦点距離をfW (mm)、上記第4レンズの焦点距離をf4W (mm)、上記下部レンズの焦点距離をfcW (mm) とすると、

$$0.7 < \text{OTLW} / \text{DW} < 0.9、かつ$$

$$-5.7 < \text{f4W} / \text{fW} < -2.9、かつ$$

$$-1.8 < \text{fcW} / \text{fW} < -1.2$$

の関係を満たすことを特徴とする請求項22に記載の撮像レンズ。

[請求項24] 上記上部レンズから上記像面まで距離が0.8mm未満であることを特徴とする請求項22または23に記載の撮像レンズ。

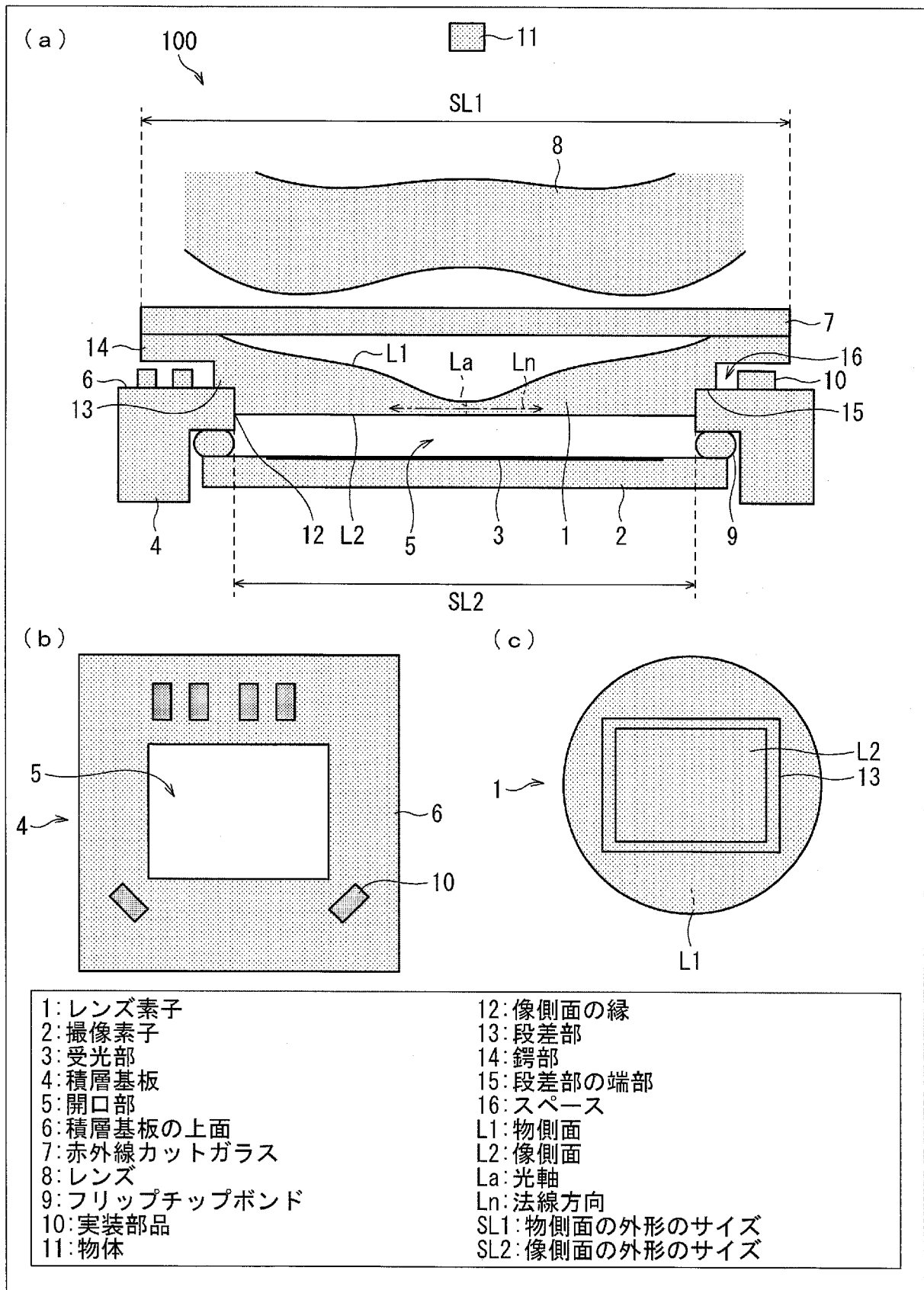
[請求項25] 上記第1レンズにおける物体側の面の有効口径の周りを取り囲む位置に開口絞りが備えられていることを特徴とする請求項22から24のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[請求項26] 請求項22から25のいずれか1項に記載の撮像レンズと、

上記撮像レンズを通過した光を受光して電気信号に変換する撮像素子とを備えていることを特徴とする撮像装置。

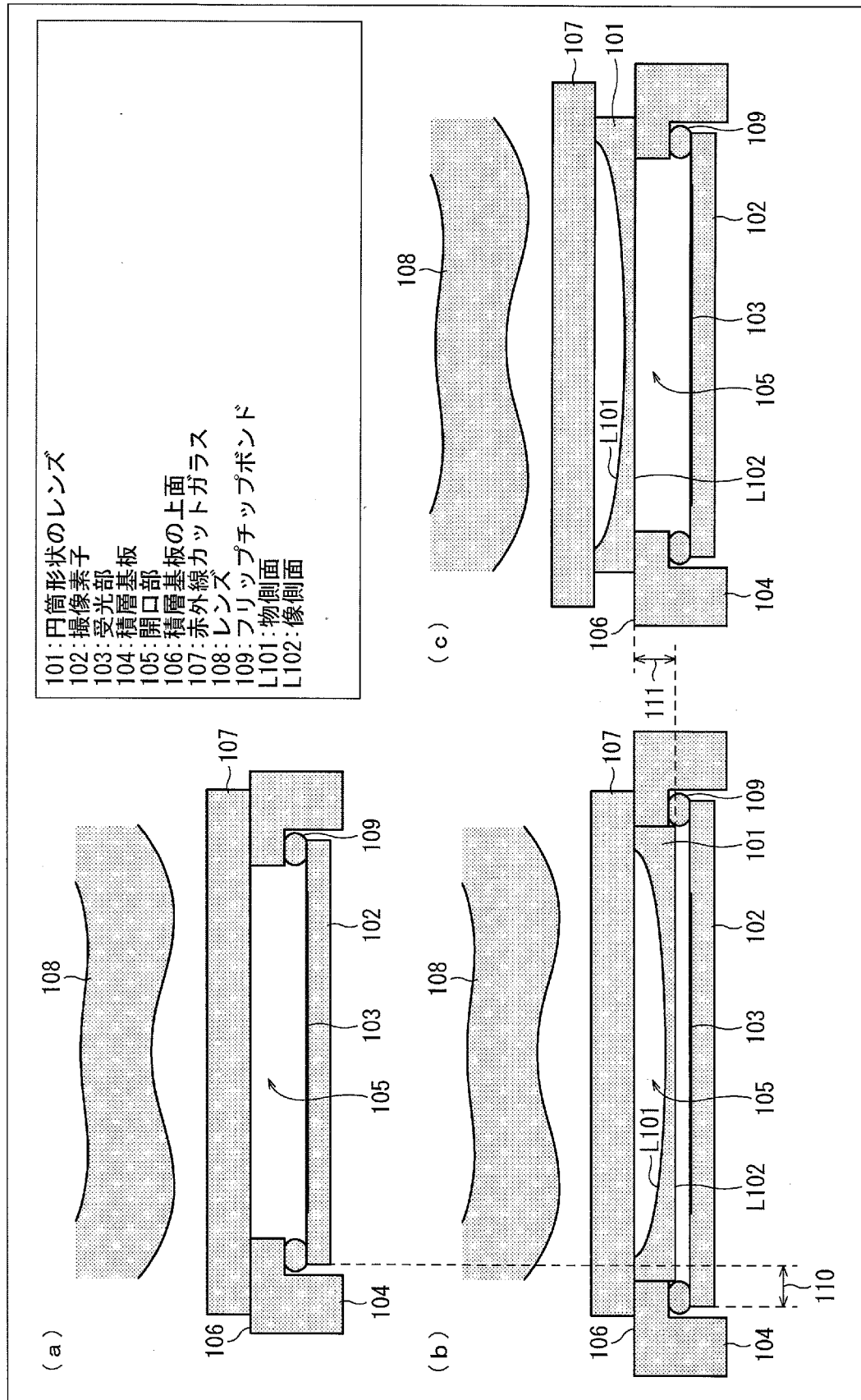
[図1]

図 1



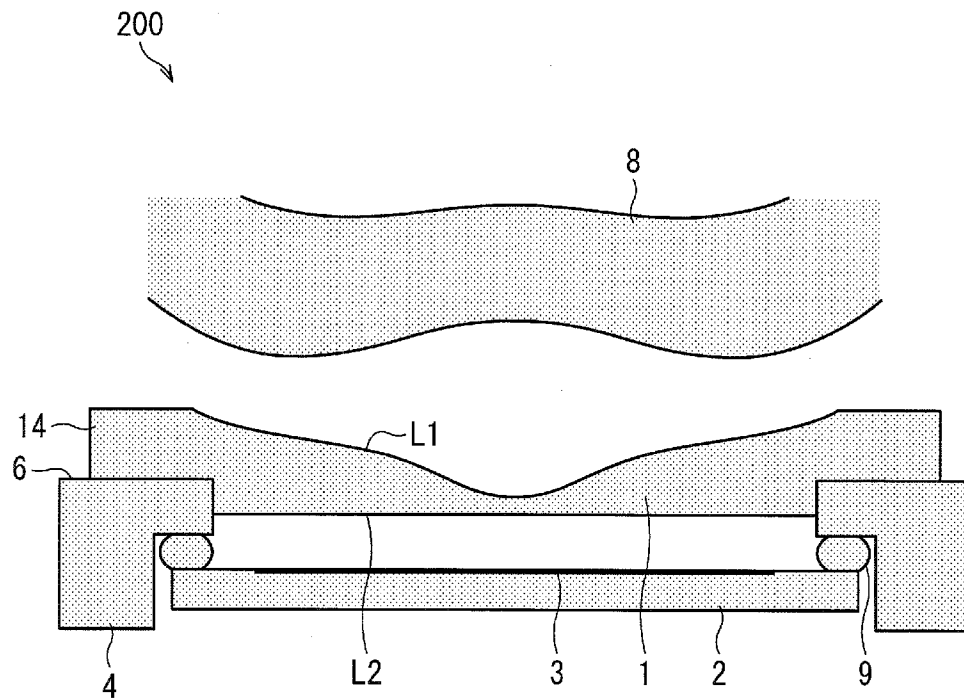
[図2]

図 2



[図3]

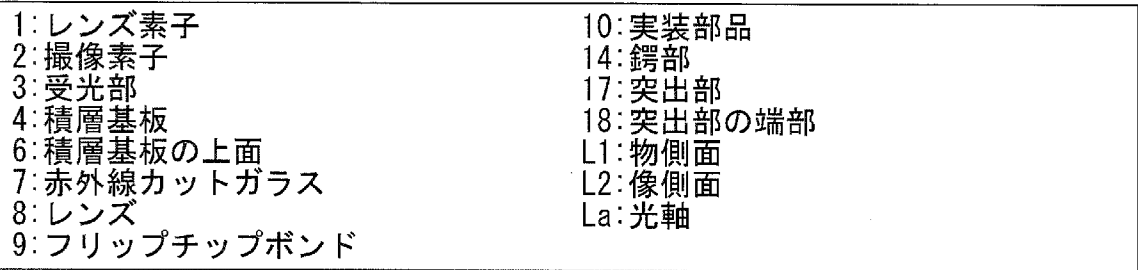
図 3



1: レンズ素子
 2: 撮像素子
 3: 受光部
 4: 積層基板
 6: 積層基板の上面
 8: レンズ
 9: フリップチップボンド

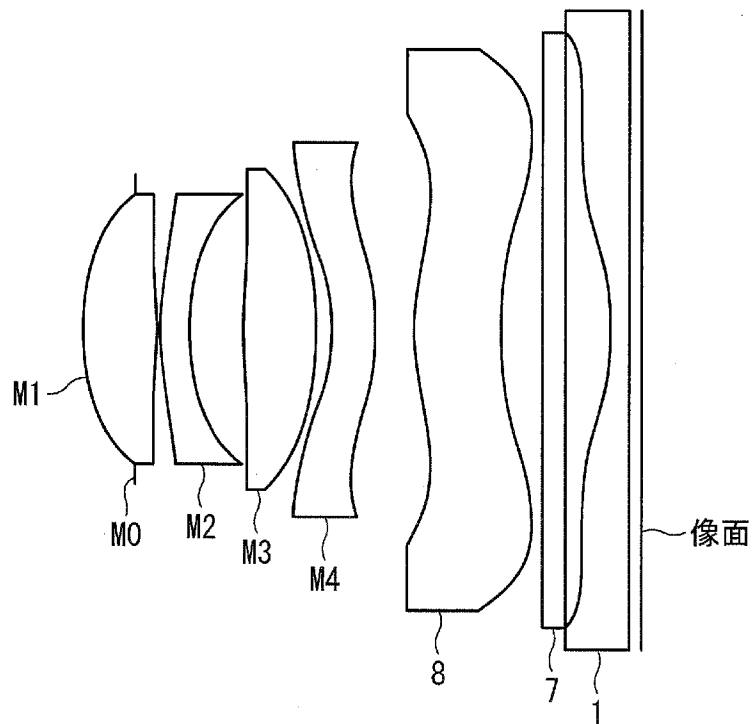
14: 鋳部
 L1: 物側面
 L2: 像側面

图 4



[図5]

図 5

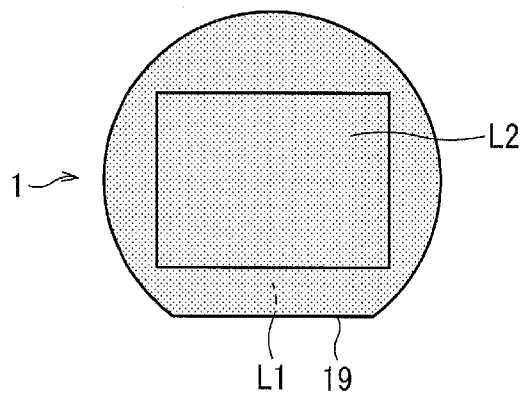


1: レンズ素子
7: 赤外線カットガラス
8: レンズ

M0: 開口絞り
M1: 第1レンズ
M2: 第2レンズ
M3: 第3レンズ
M4: 第4レンズ

[図6]

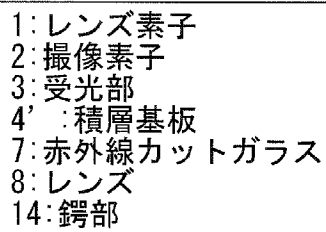
図 6



1: レンズ素子
19: ゲートカット部

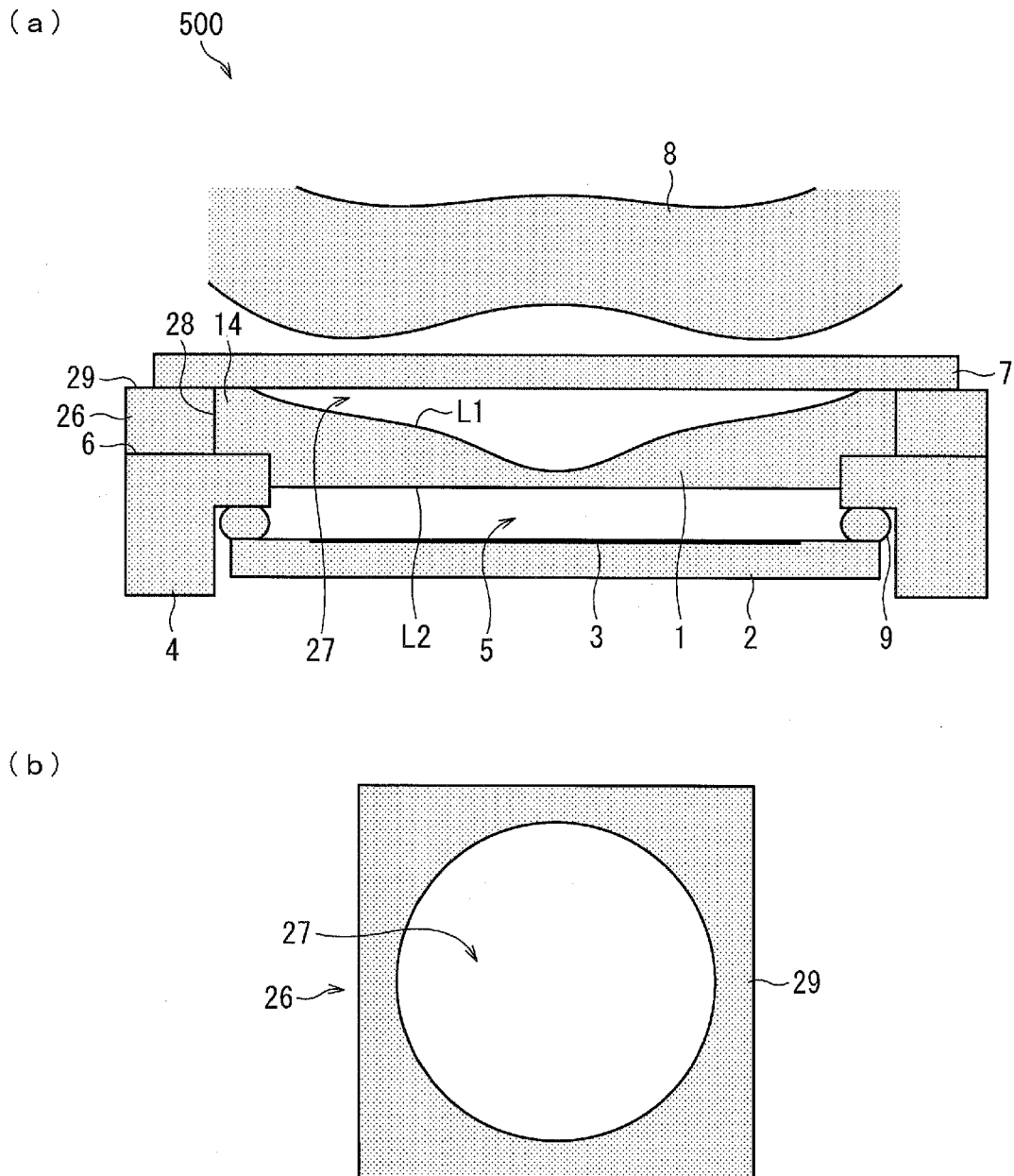
L1: 物側面
L2: 像側面

圖 7



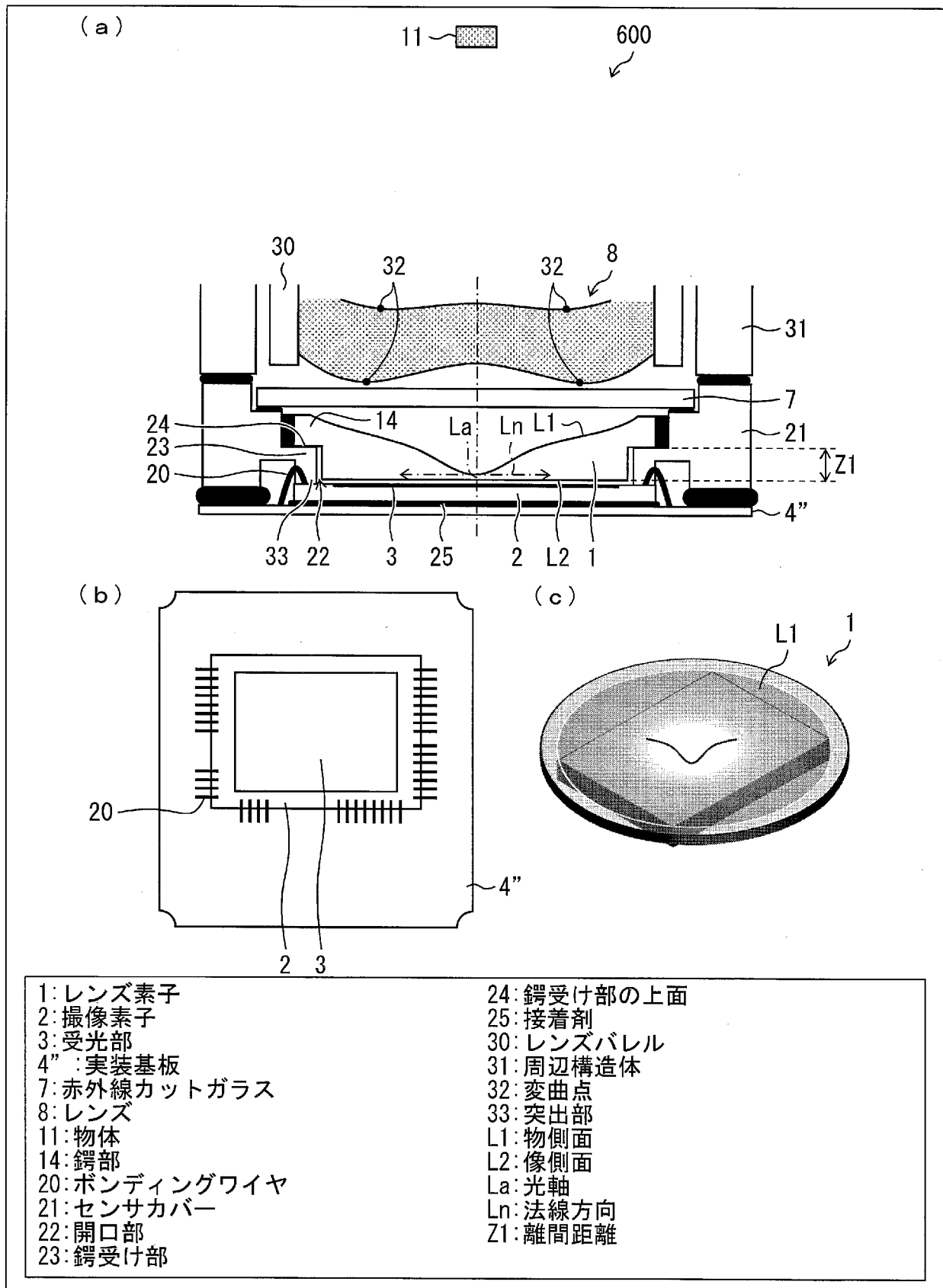
20:ボンディングワイヤ
21:センサカバー
22:開口部
23:鋳受け部
24:鋳受け部の上面
25:接着剤

图 8



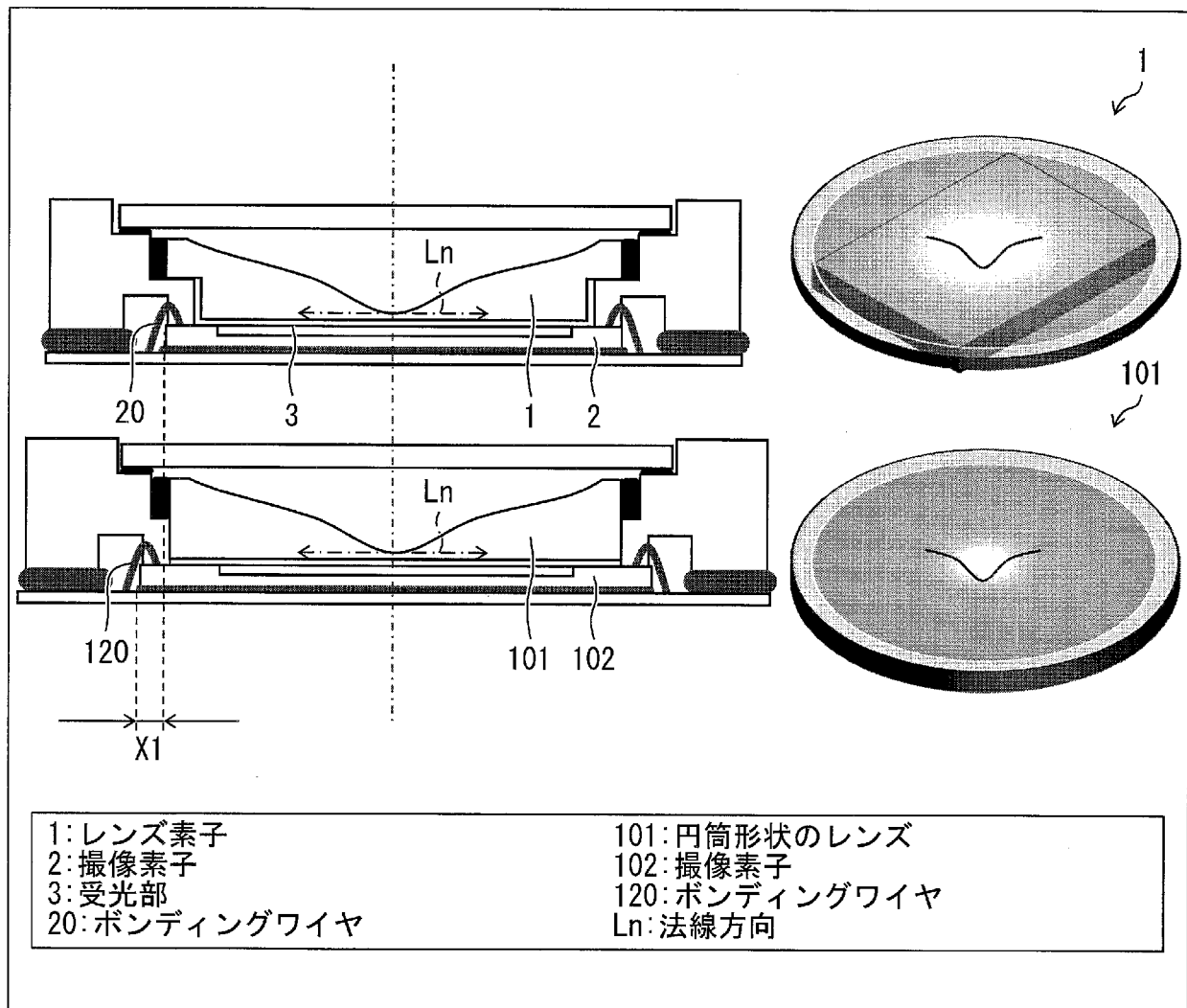
[図9]

図 9



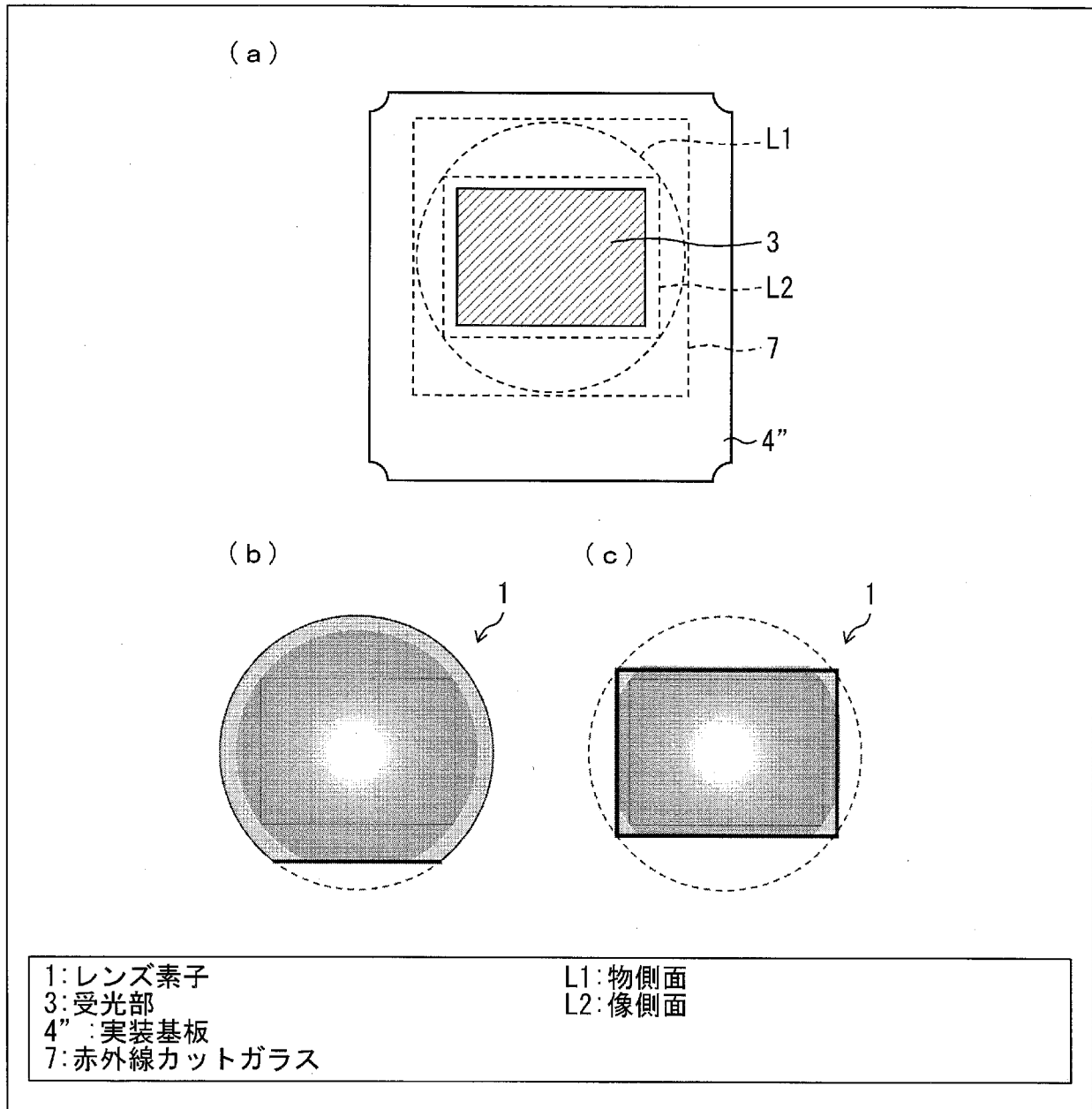
[図10]

図 10



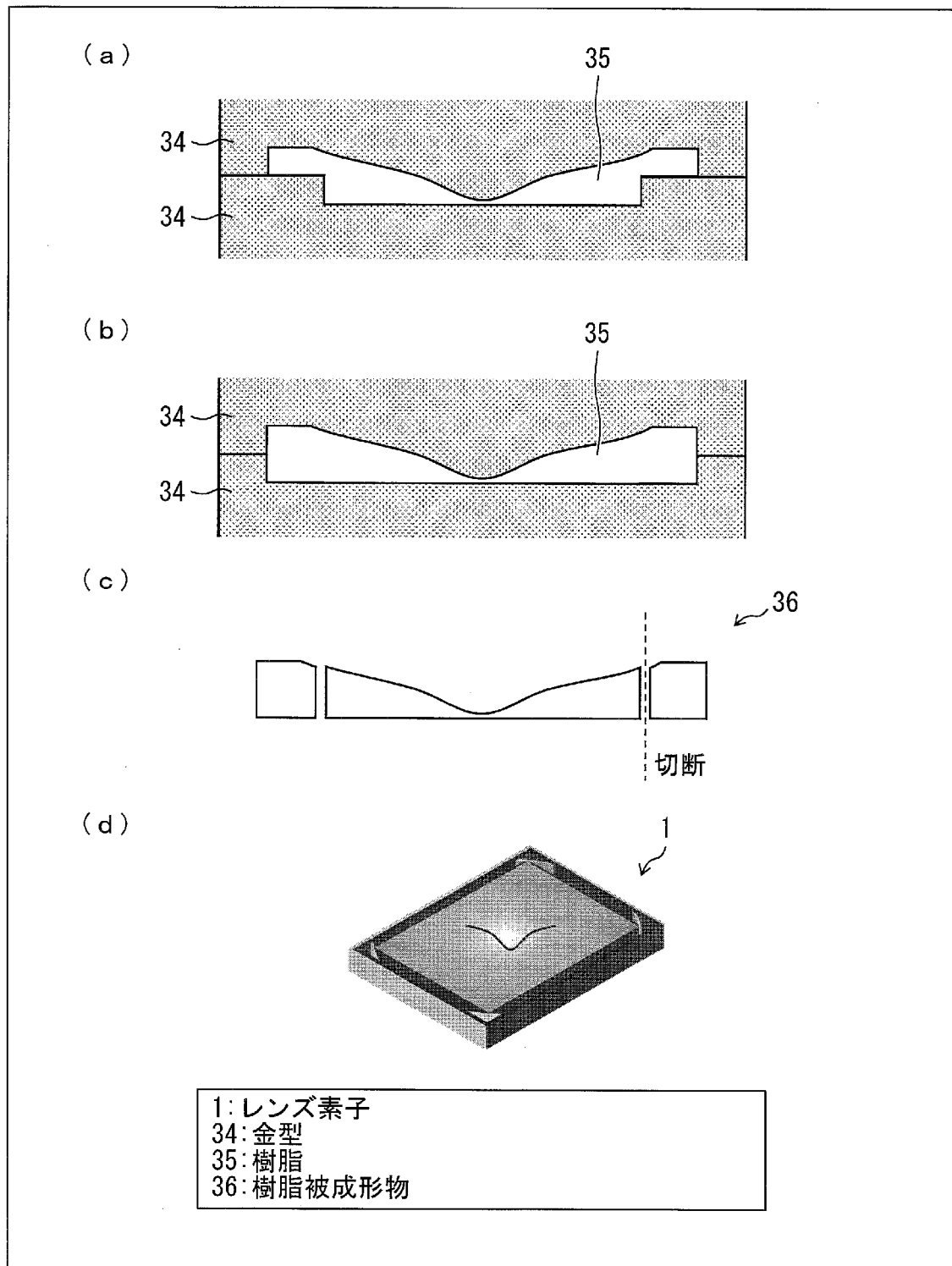
[図11]

図 11



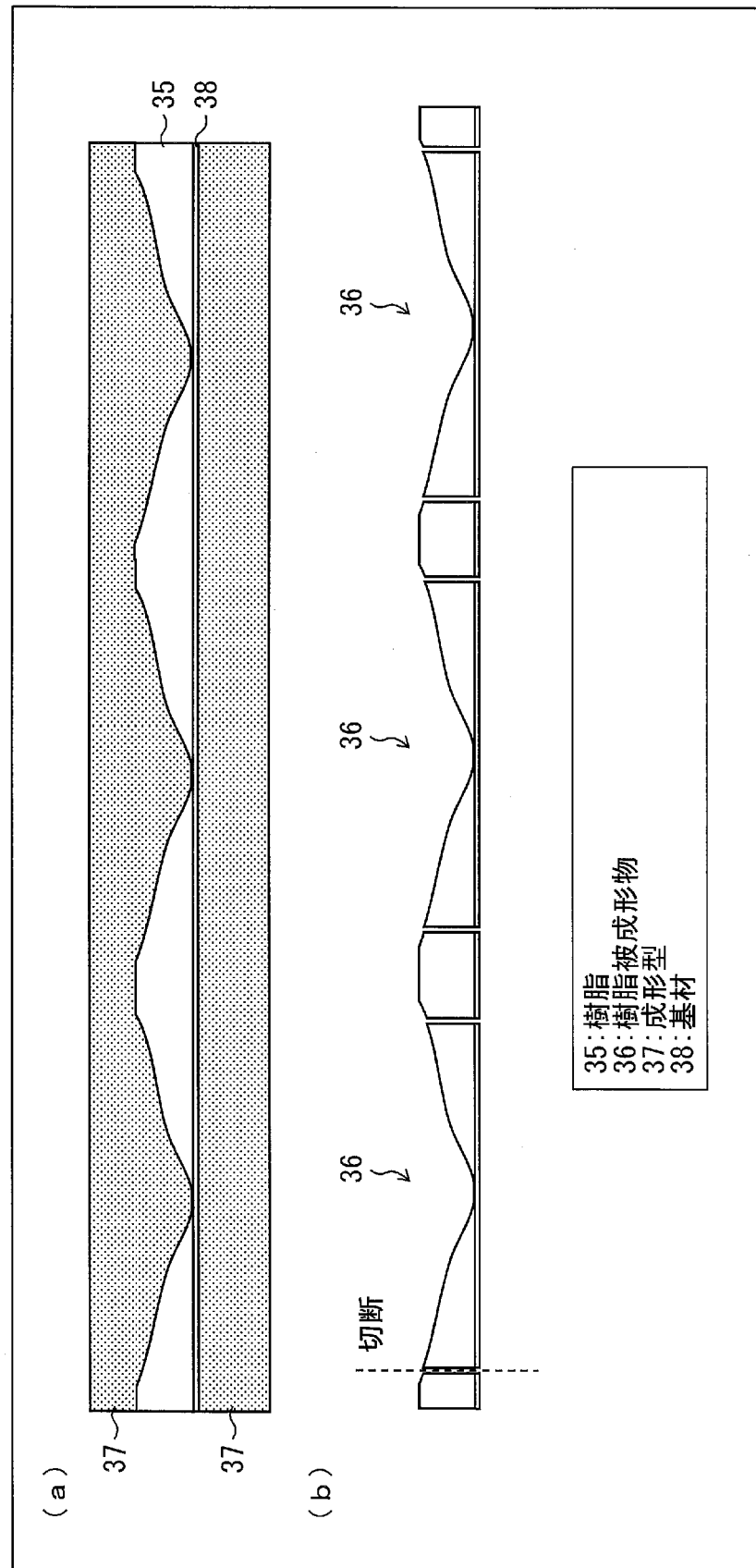
[図12]

図 12



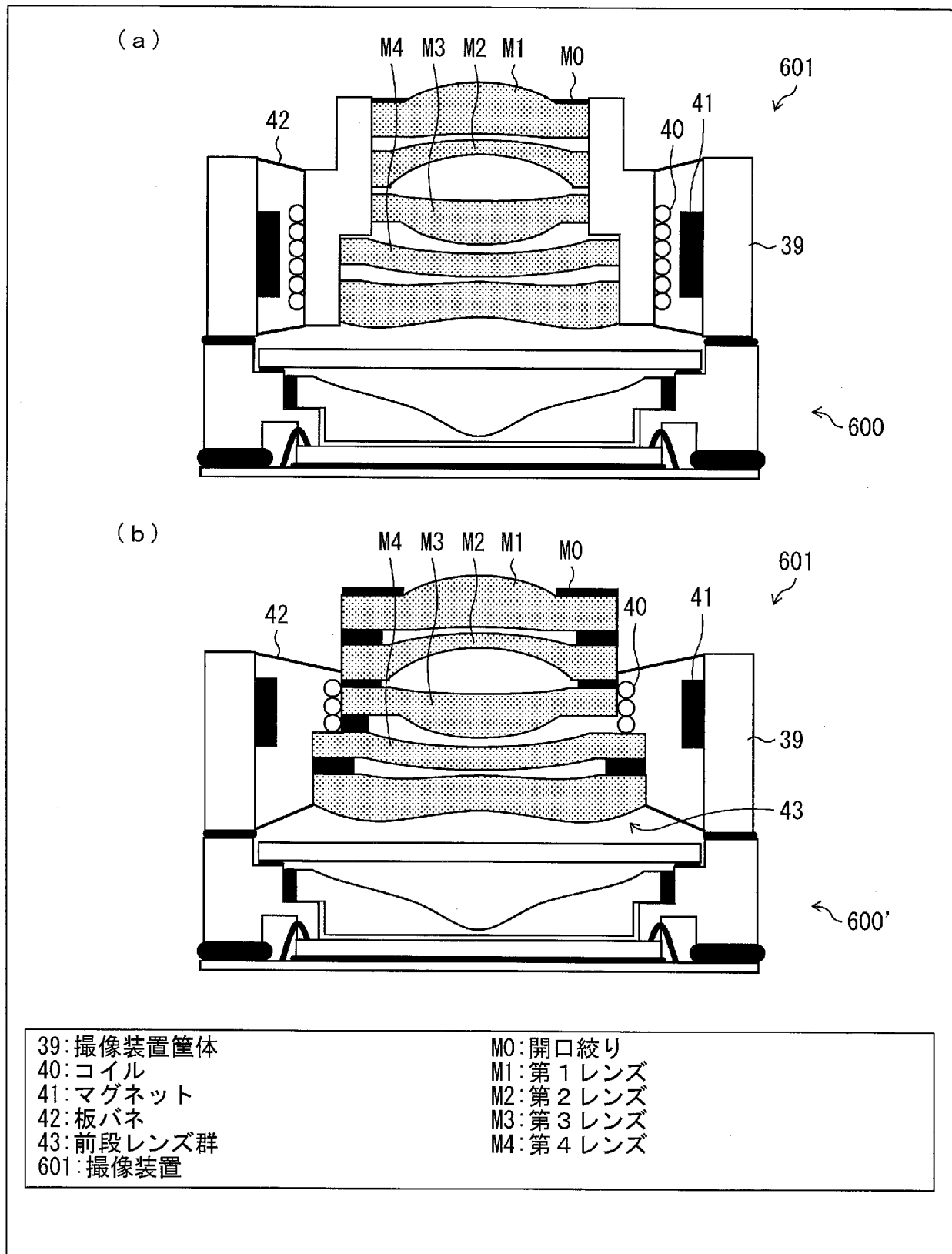
[図13]

図 13



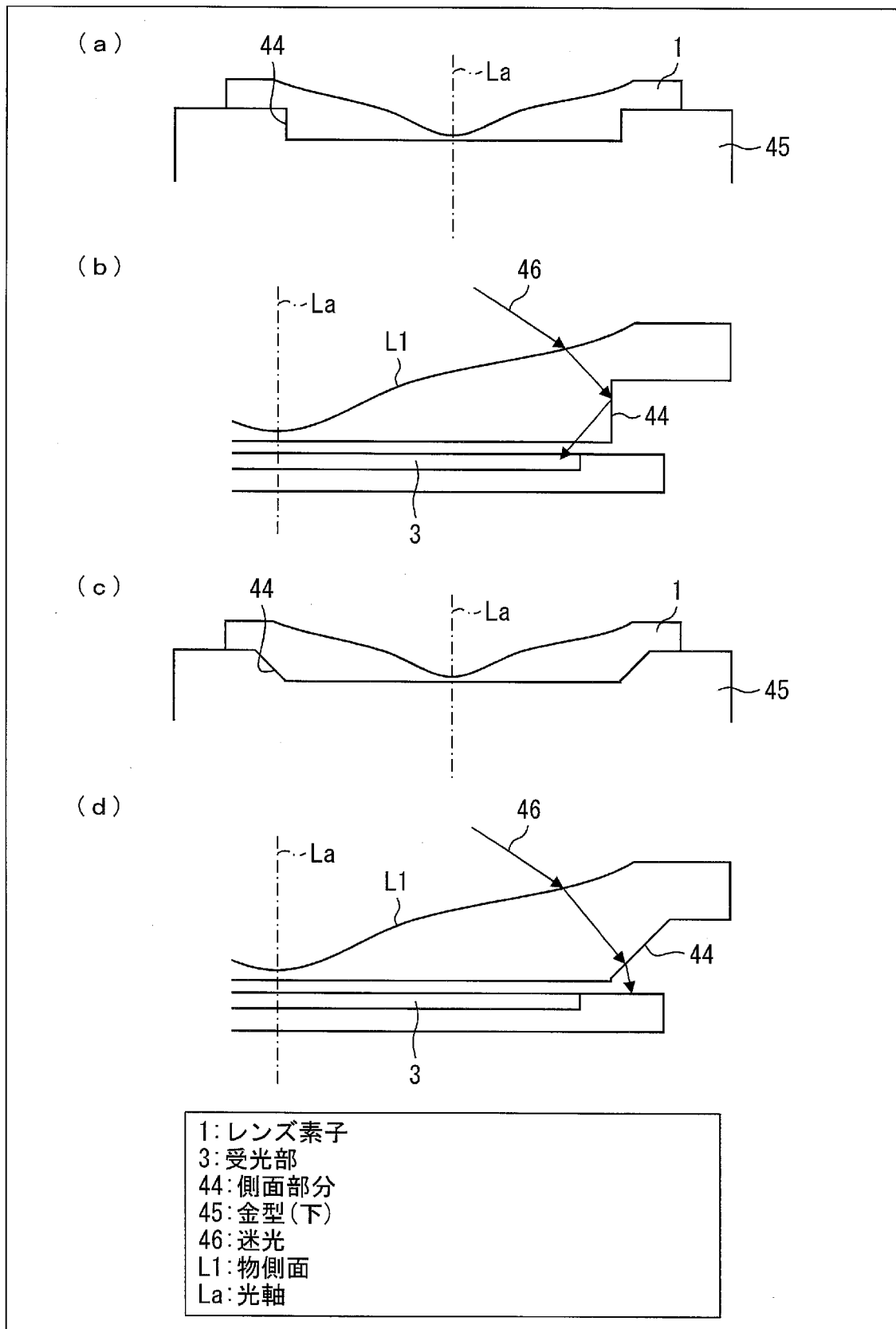
[図14]

図 14



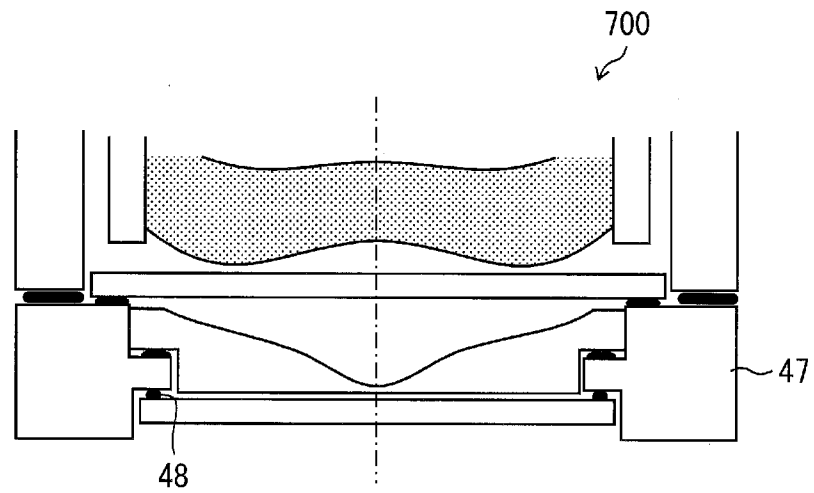
[図15]

図 15



[図16]

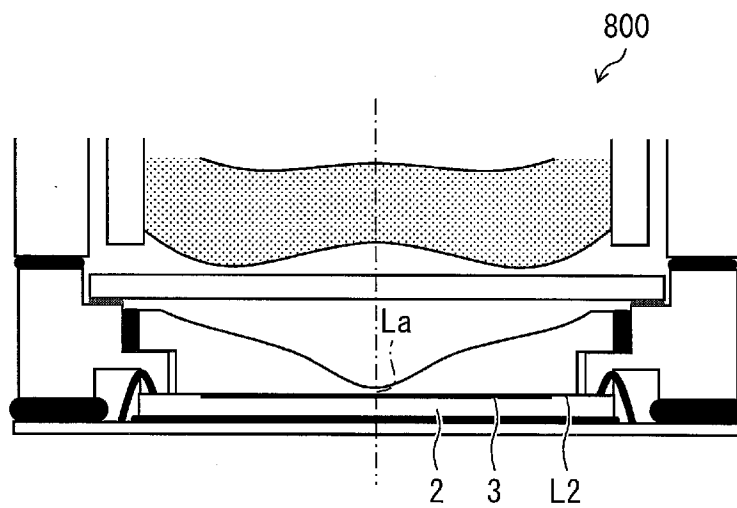
図 16



47: フリップチップ基板
48: バンプ

[図17]

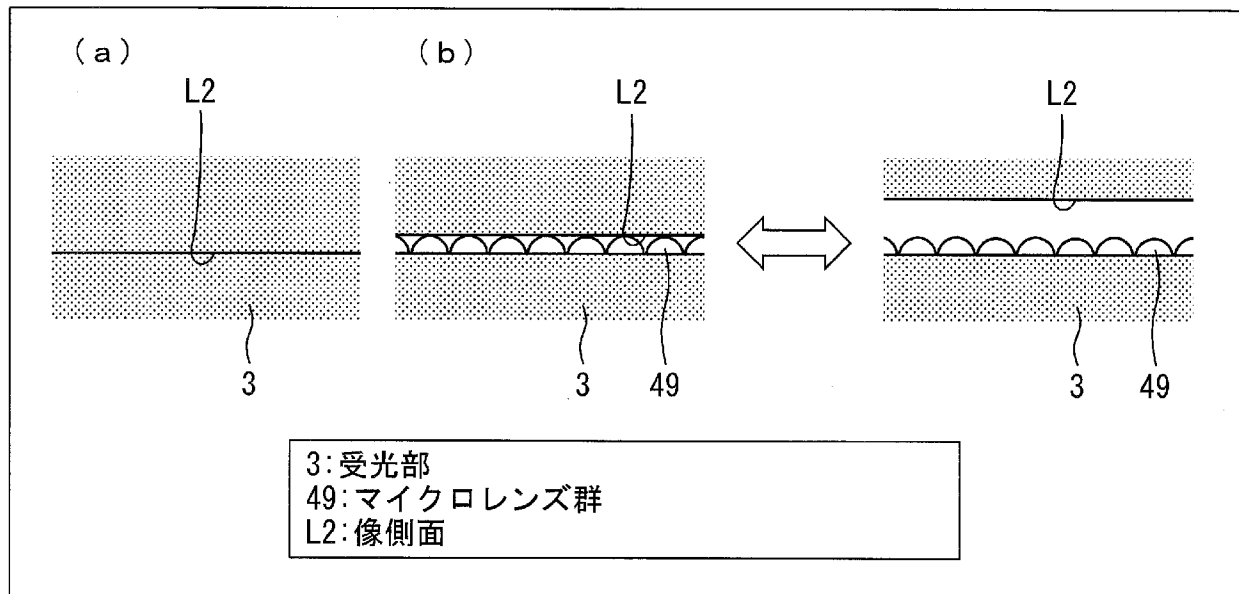
図 17



2: 撮像素子
3: 受光部
L2: 像側面
La: 光軸

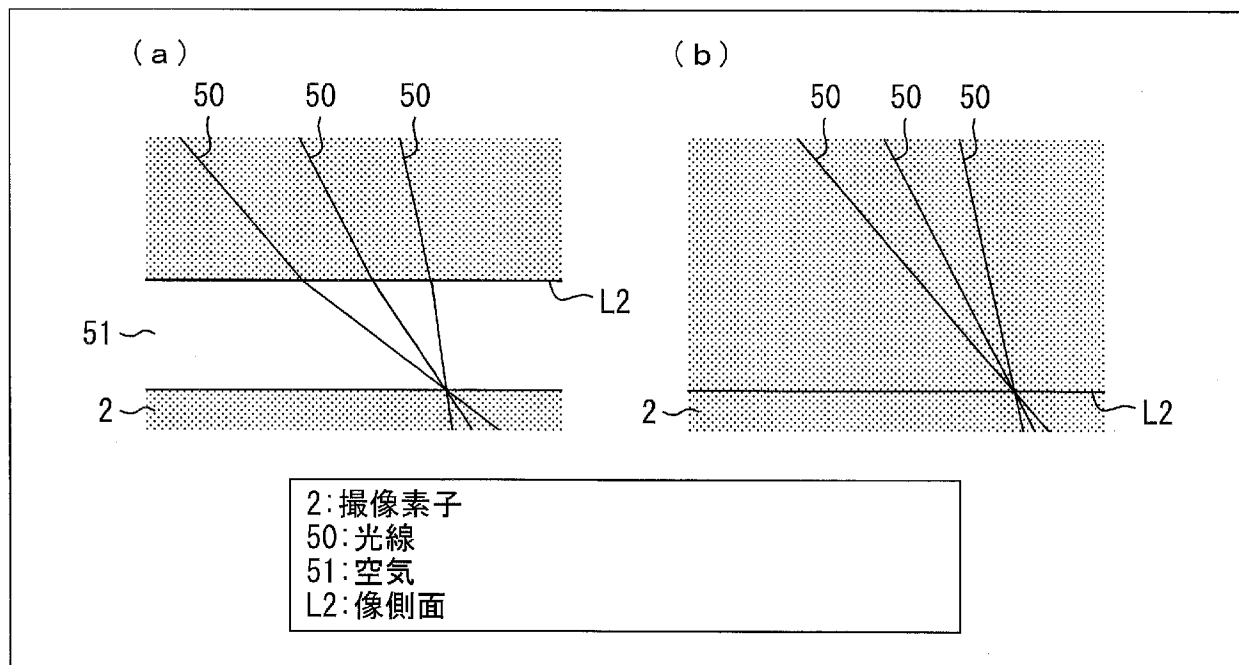
[図18]

図 18



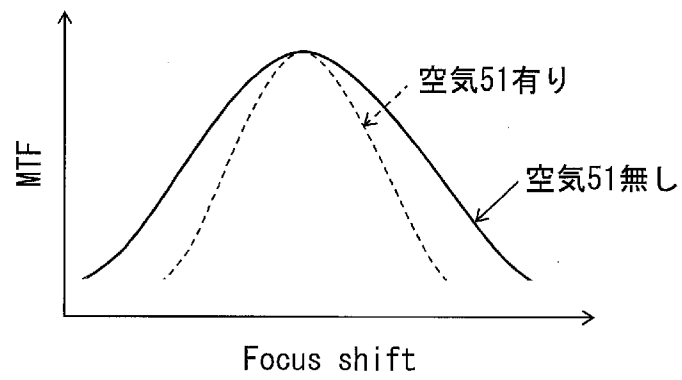
[図19]

図 19



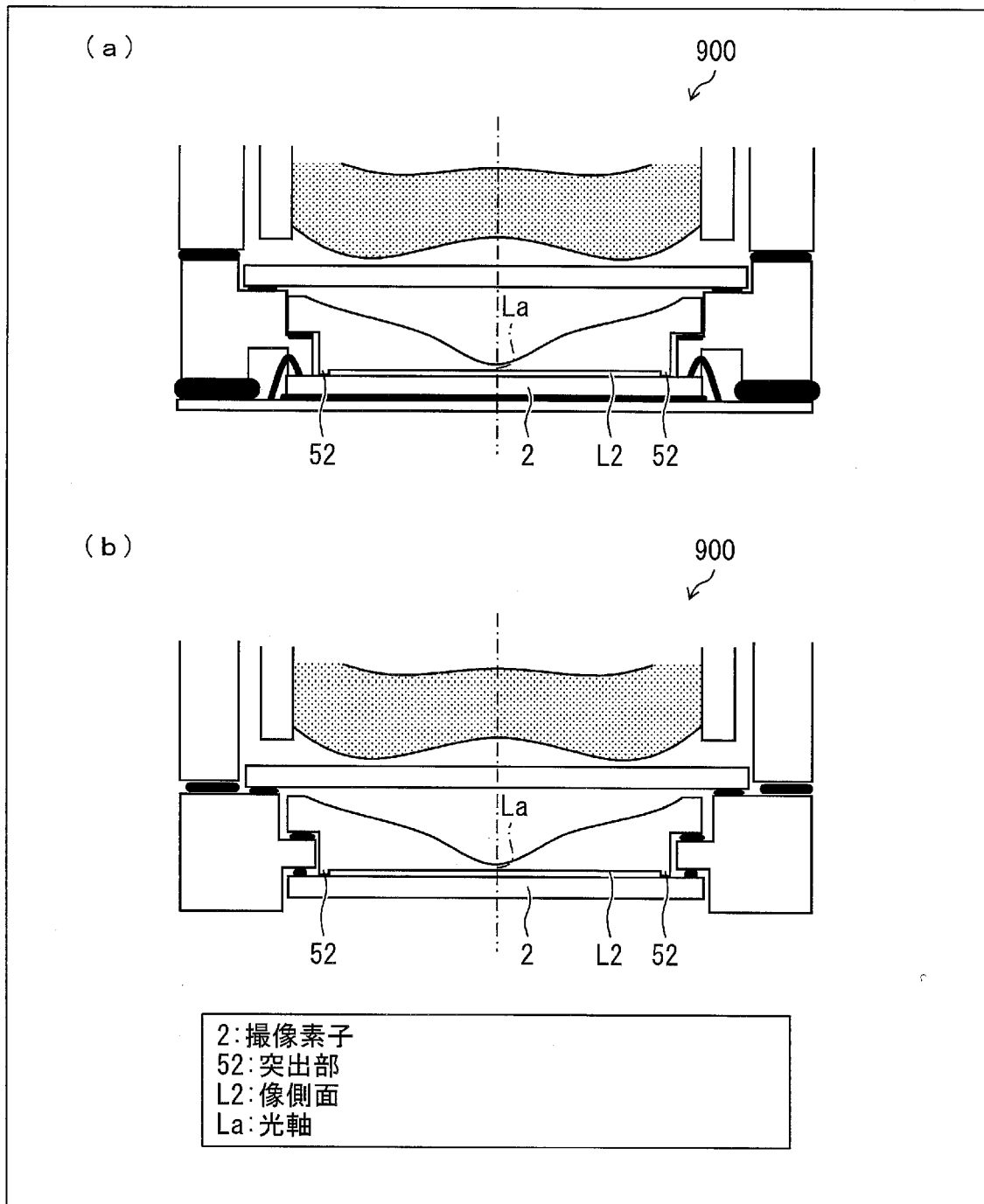
[図20]

図 20



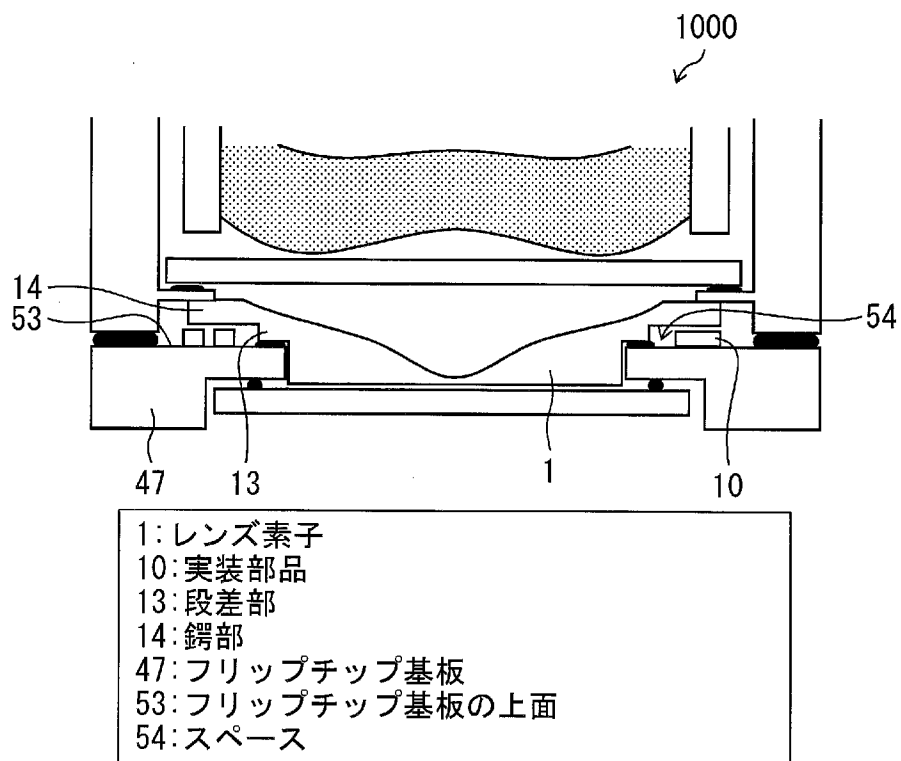
[図21]

図 21



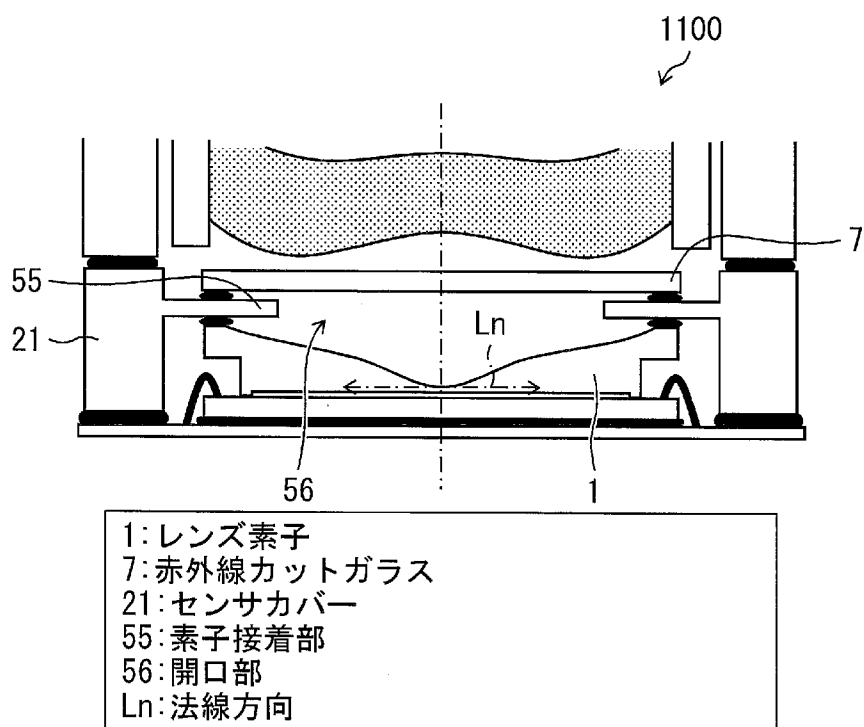
[図22]

図 22



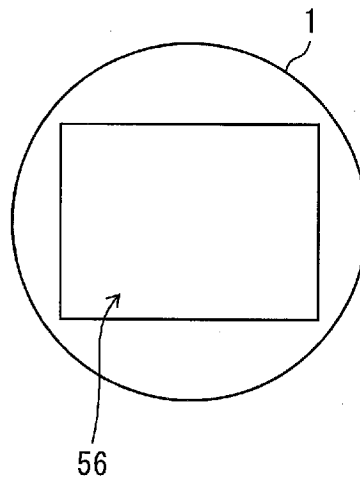
[図23]

図 23



[図24]

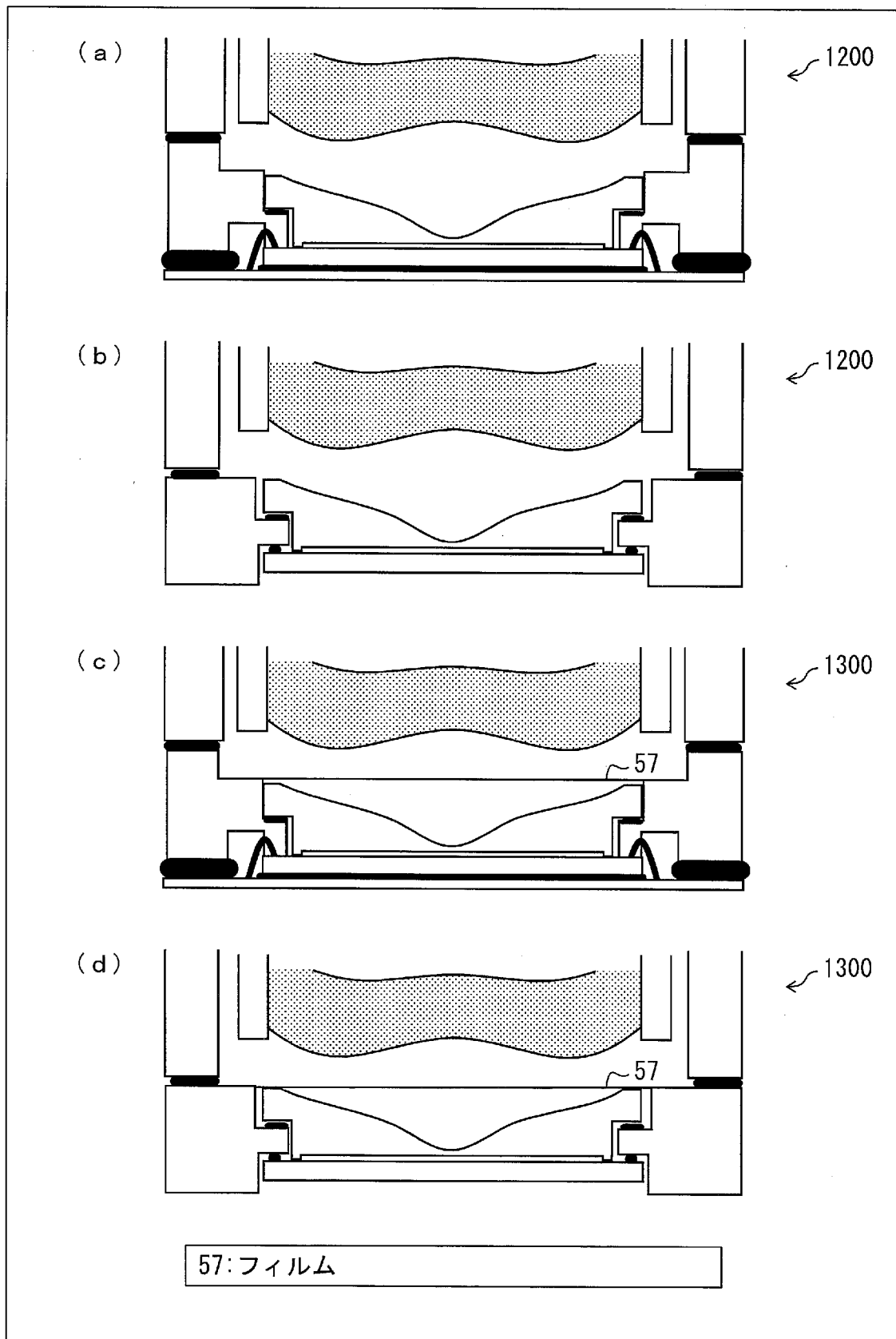
図 24



1: レンズ素子
56: 開口部

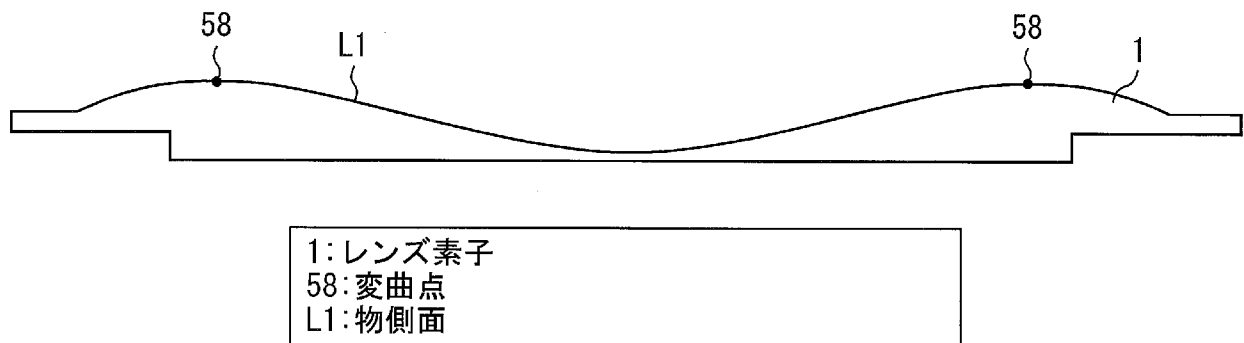
[図25]

図 25



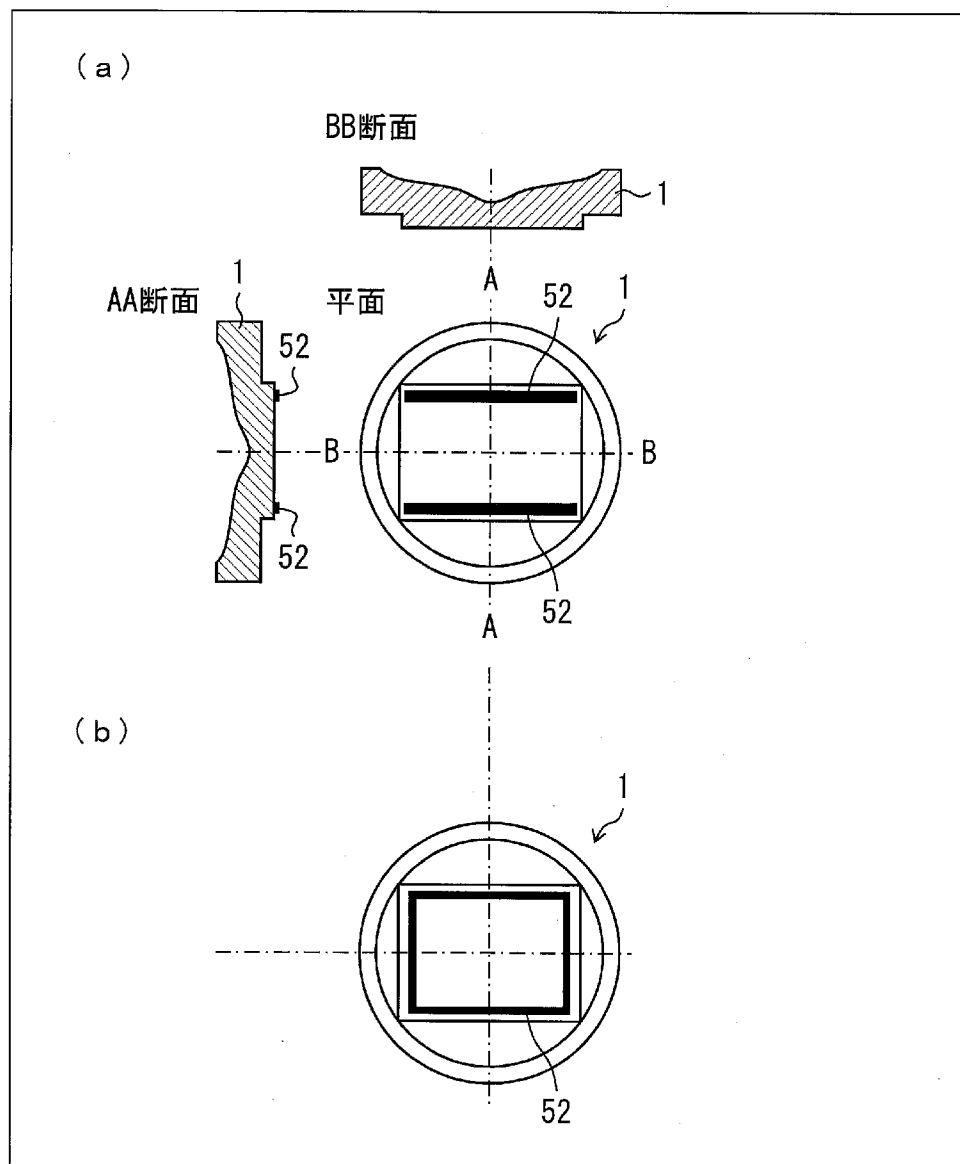
[図26]

図 26



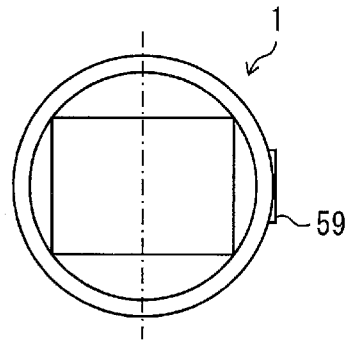
[図27]

図 27



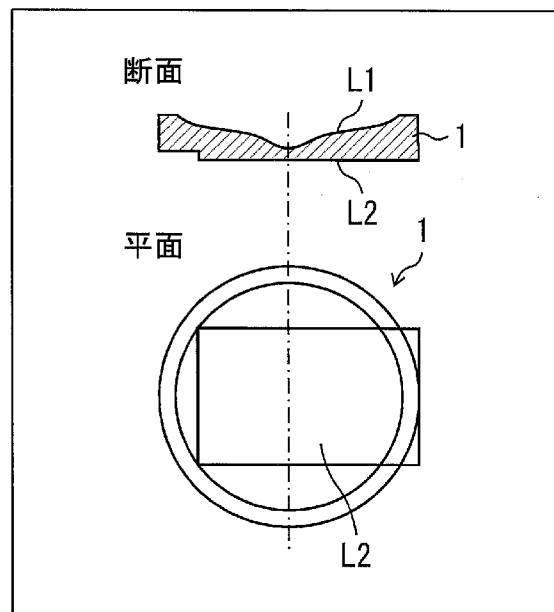
[図28]

図 28



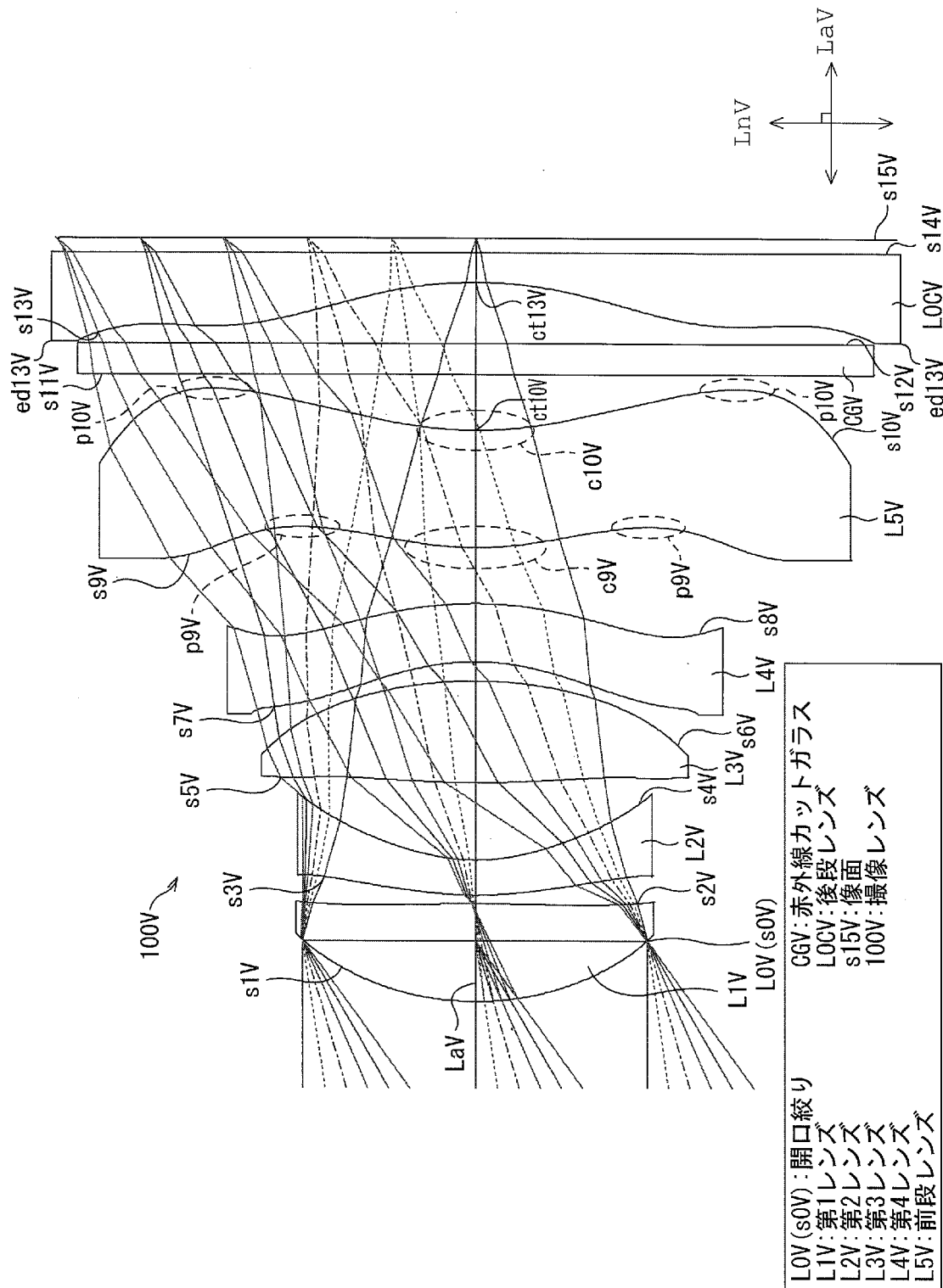
[図29]

図 29



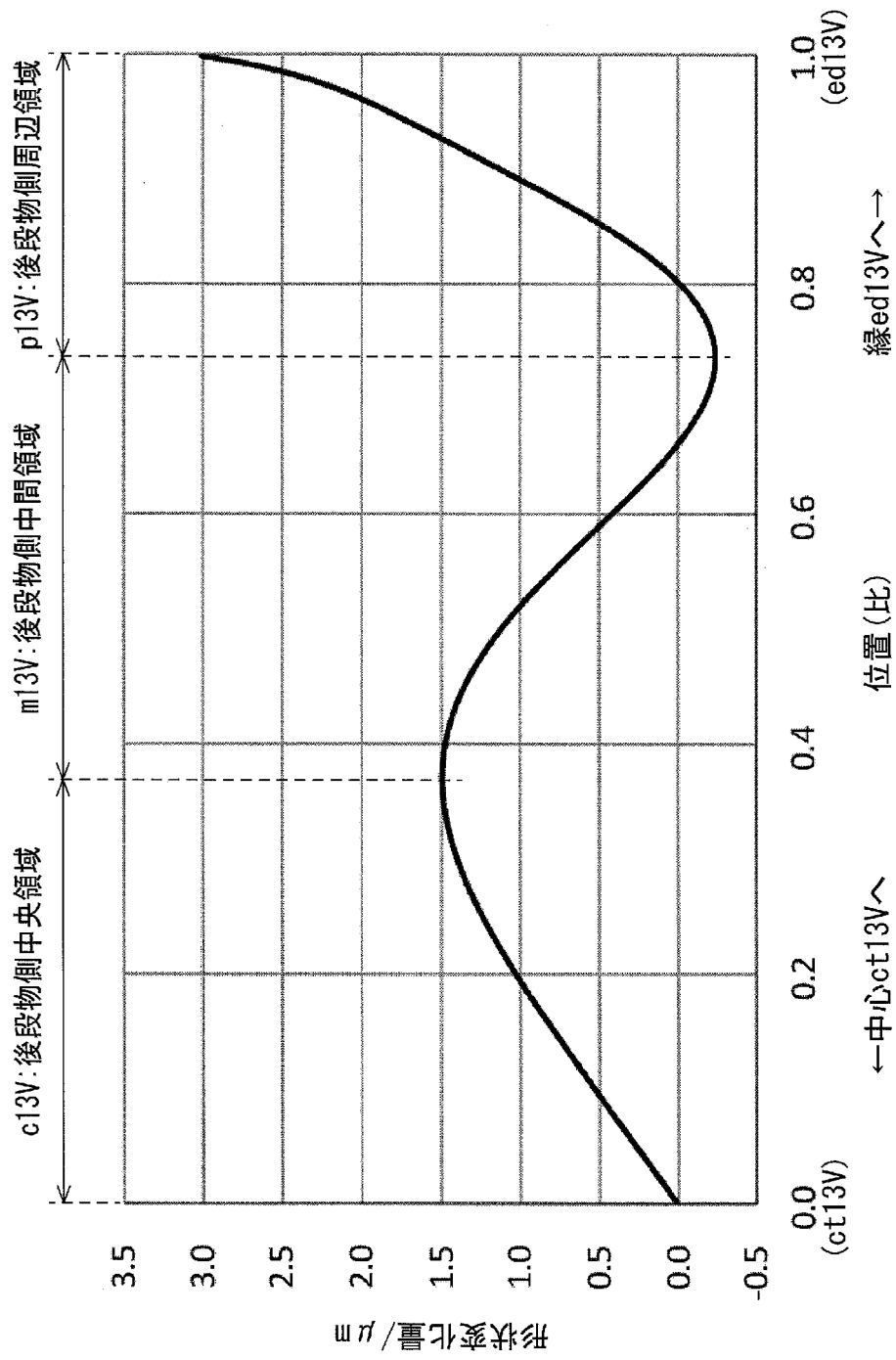
[図30]

図 30



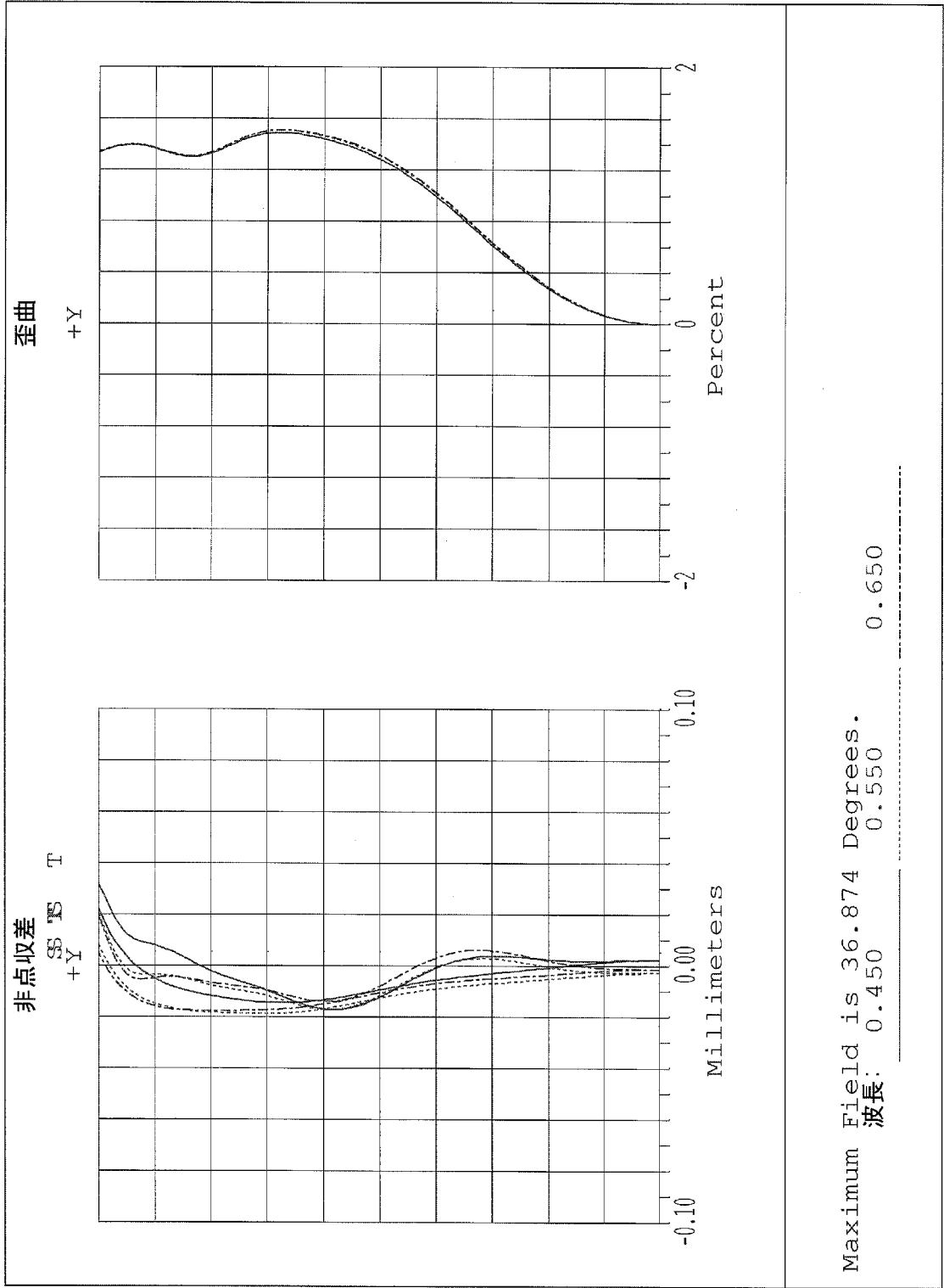
[図31]

図 31



[図33]

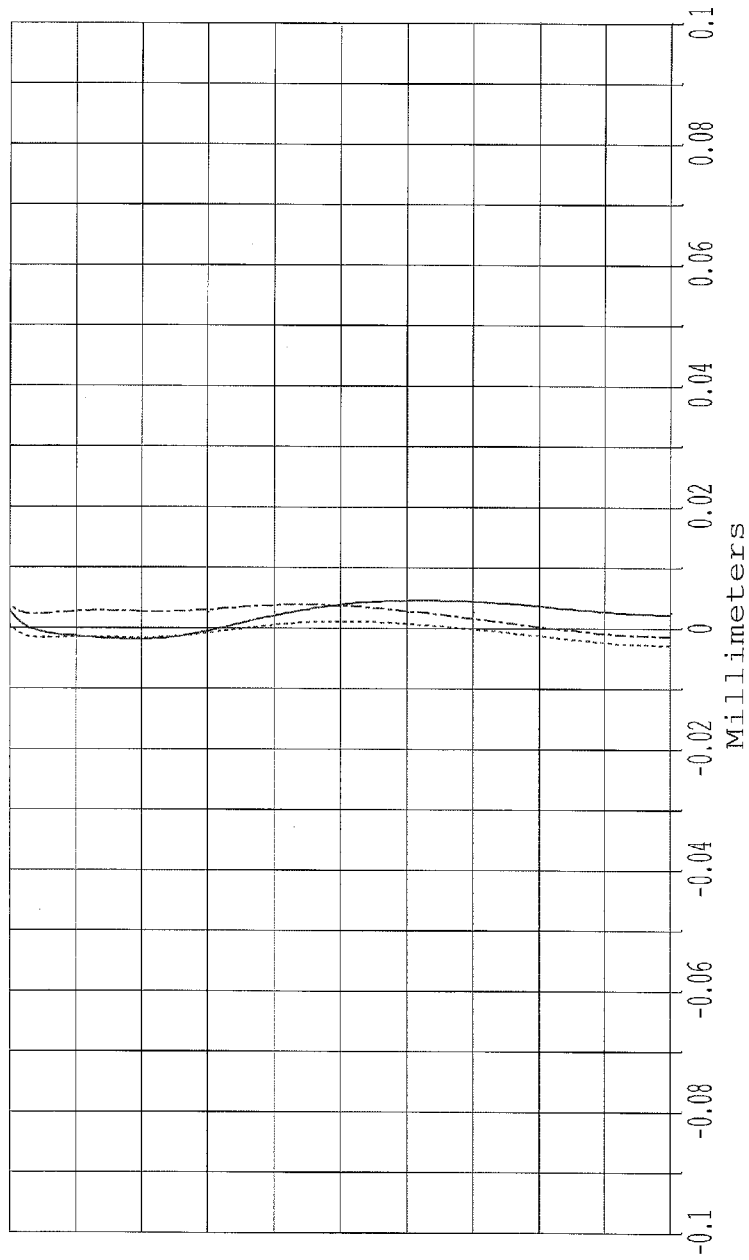
図 33



[図34]

図 34

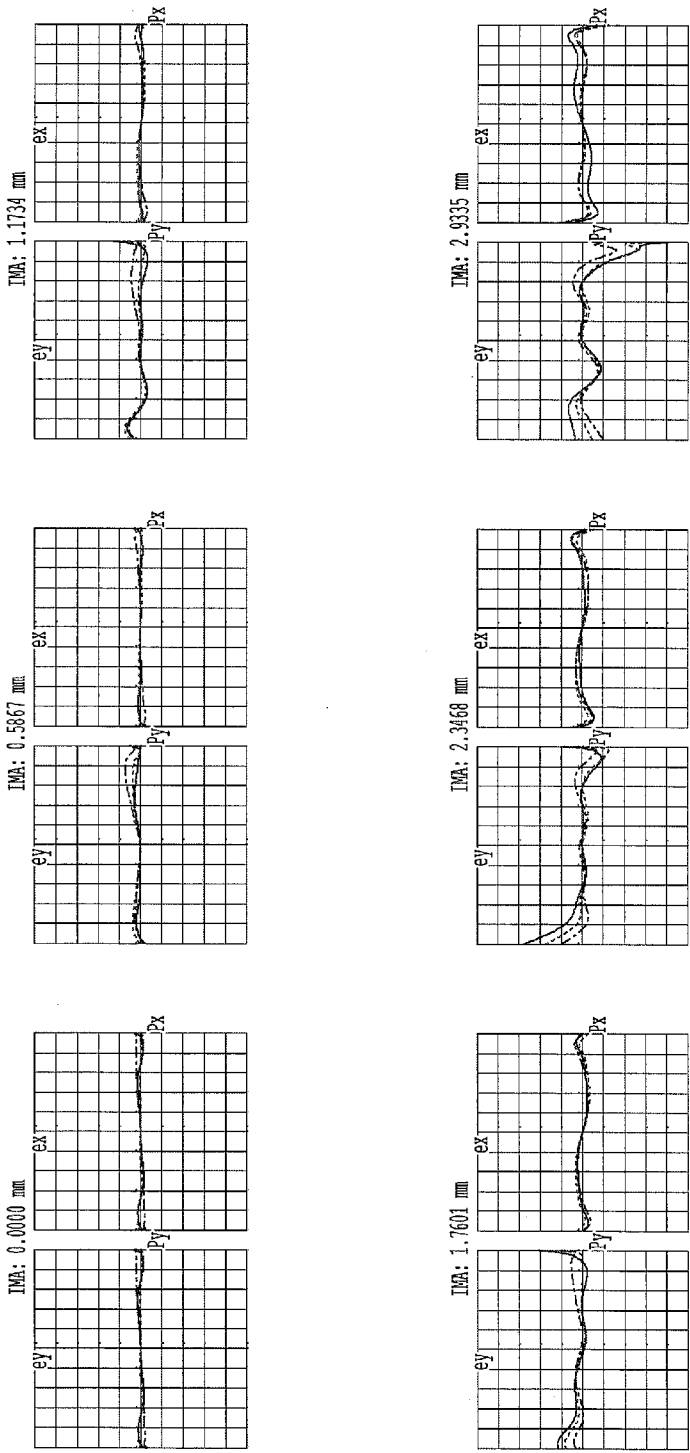
球面収差 (Pupil Radius: 1.2045 Millimeters)



波長: From 0.450 To 0.650 μm
 0.450 0.550 0.650

[図35]

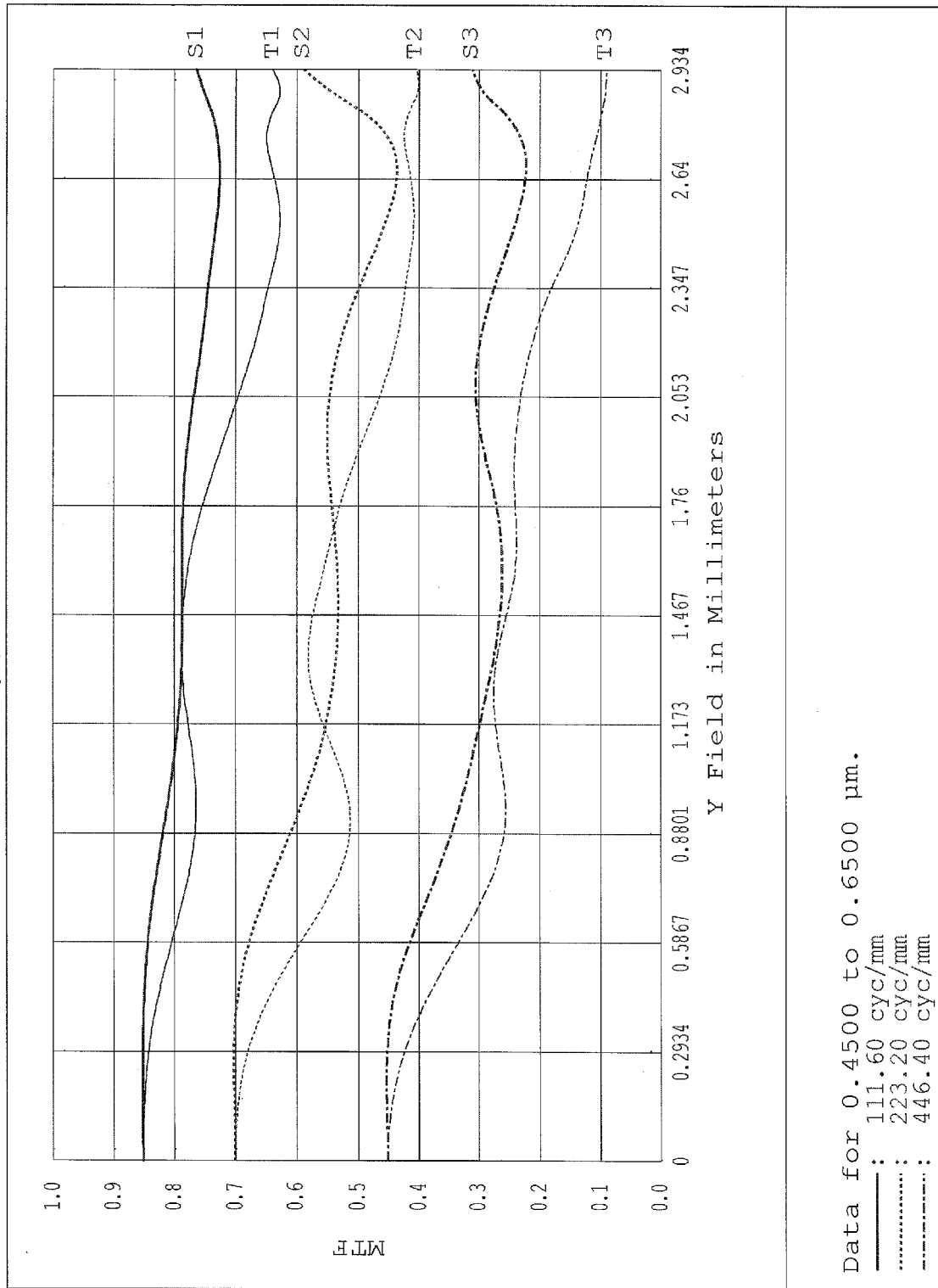
図 35
横収差



Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650
Surface: Image

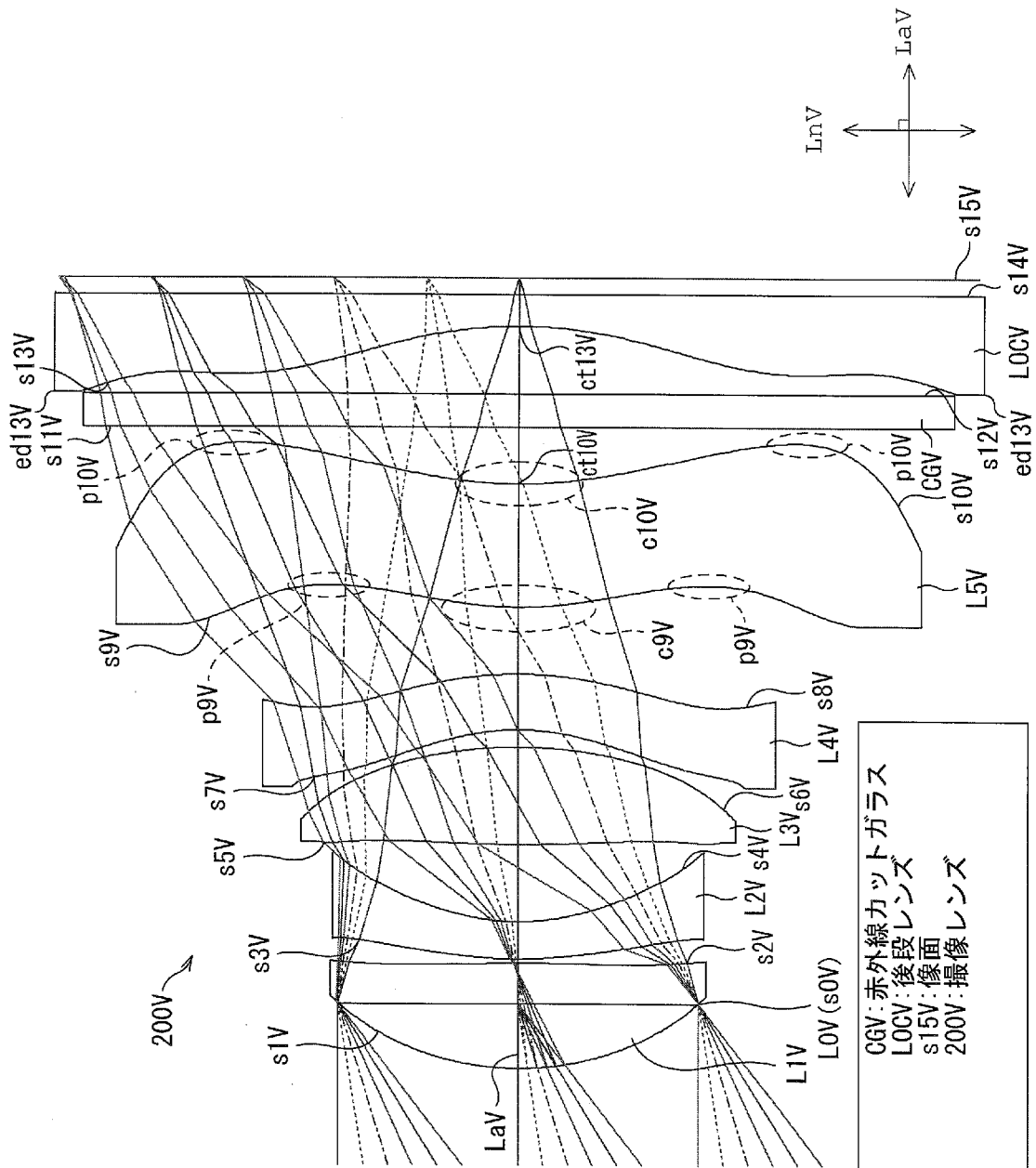
[図36]

図 36



[図37]

図 37

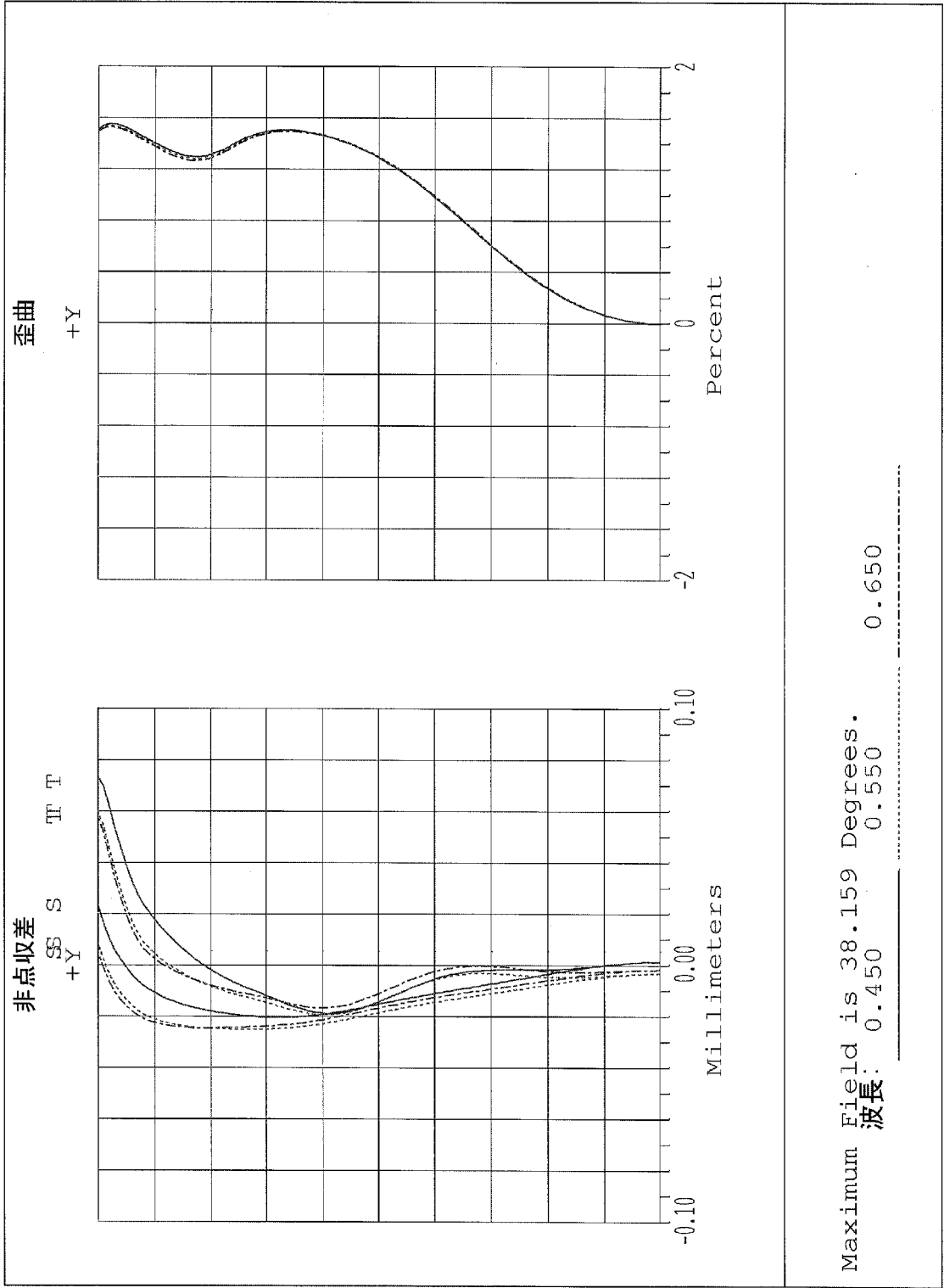


L0V (s0V): 開口絞り	CGV: 赤外線カットガラス
L1V: 第1レンズ	L0CV: 後段レンズ
L2V: 第2レンズ	s15V: 像面
L3V: 第3レンズ	200V: 撮像レンズ
L4V: 第4レンズ	
L5V: 前段レンズ	

[illegible]

[図39]

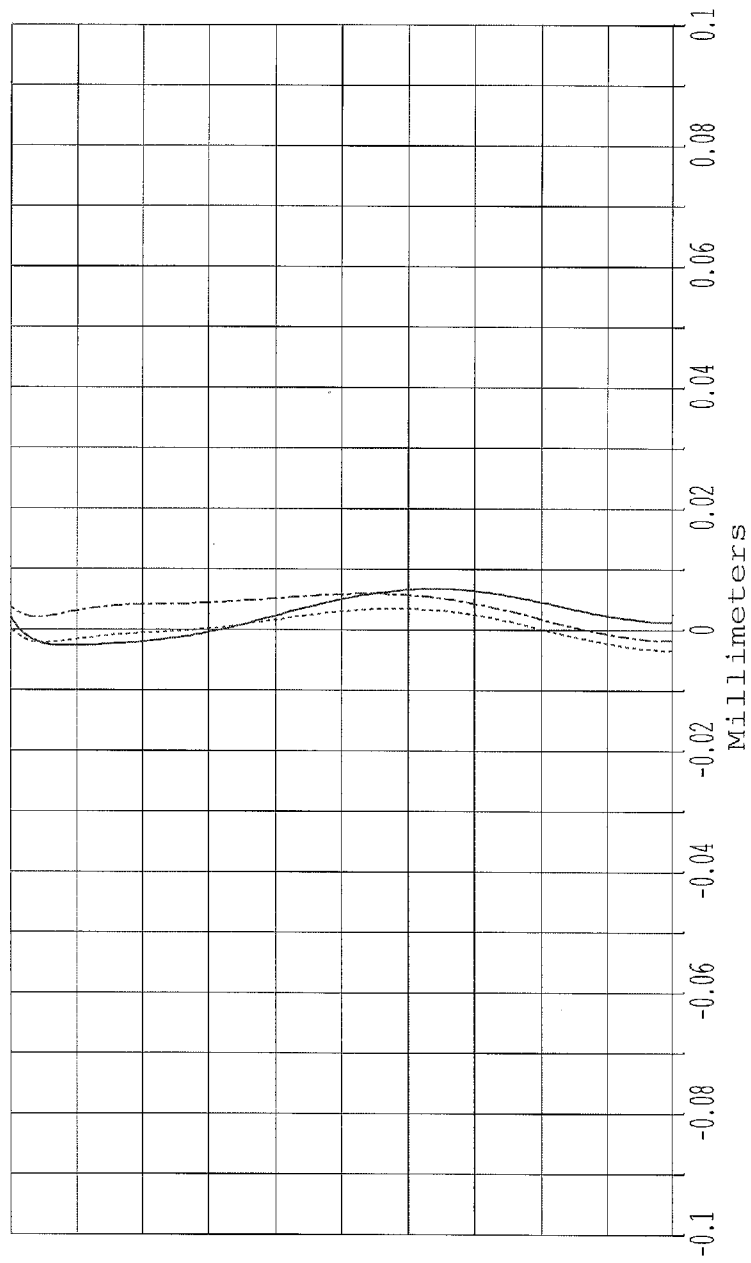
図 39



[図40]

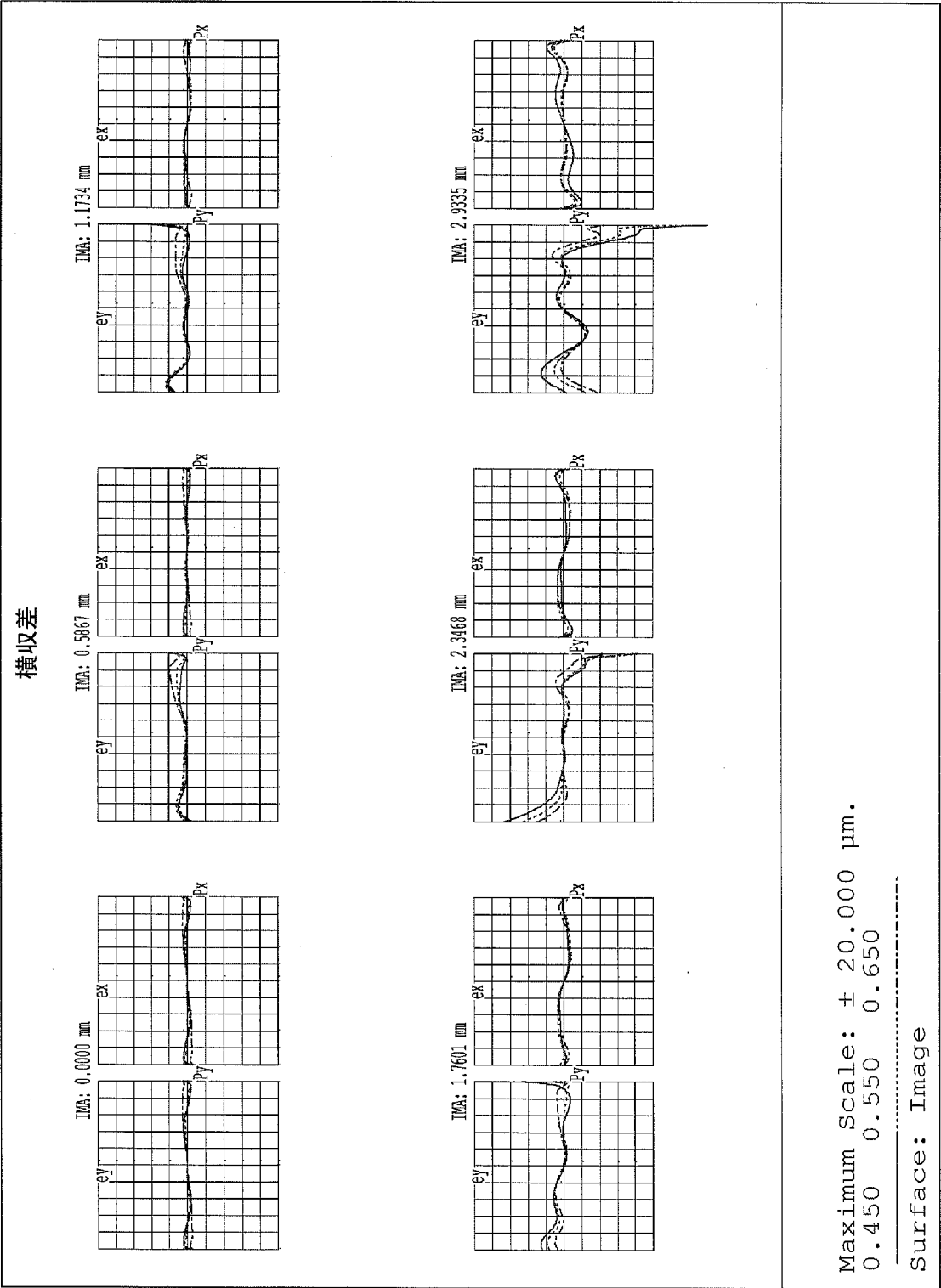
図 40

球面収差 (Pupil Radius: 1.1477 Millimeters)



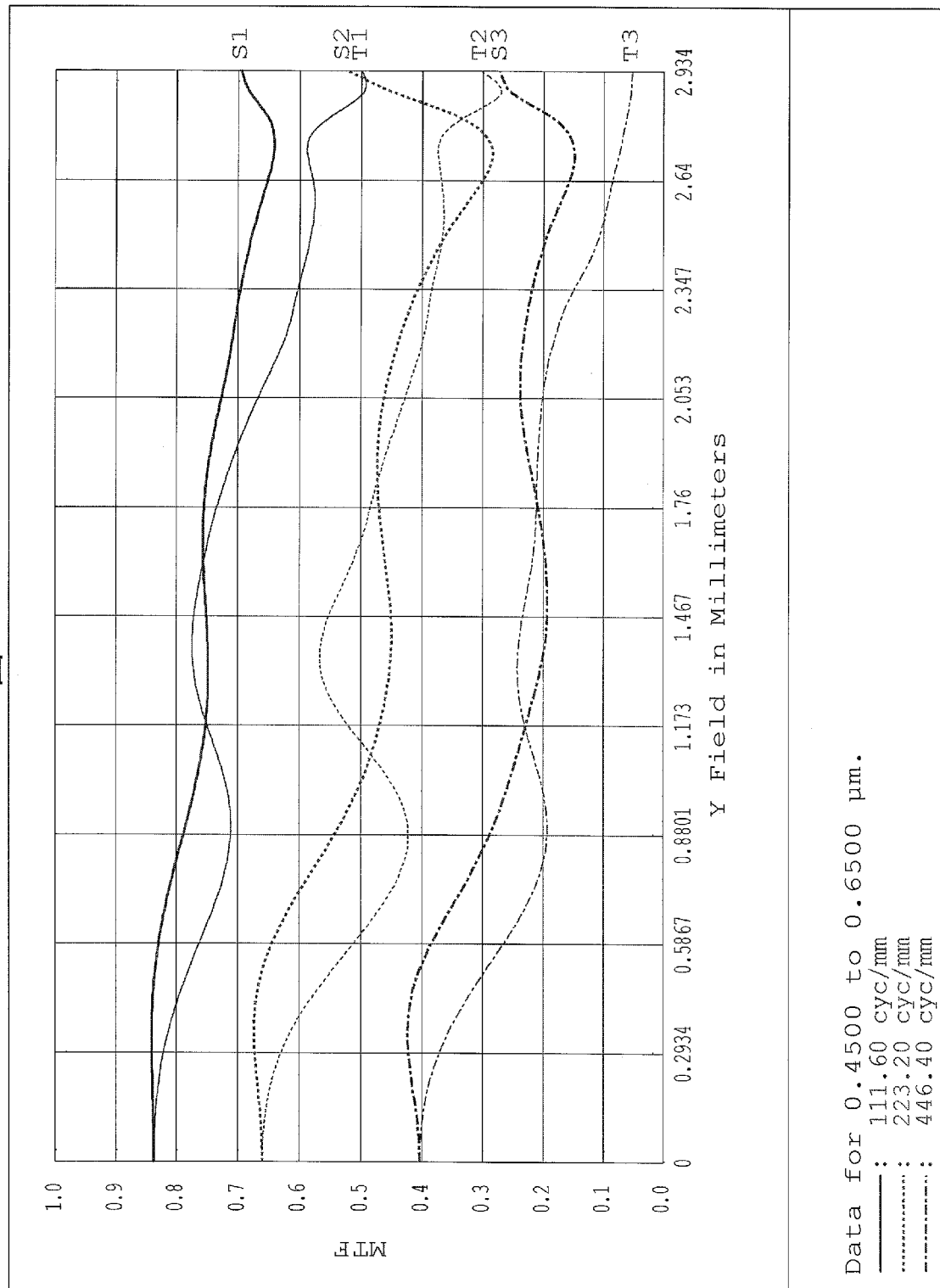
波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図41]



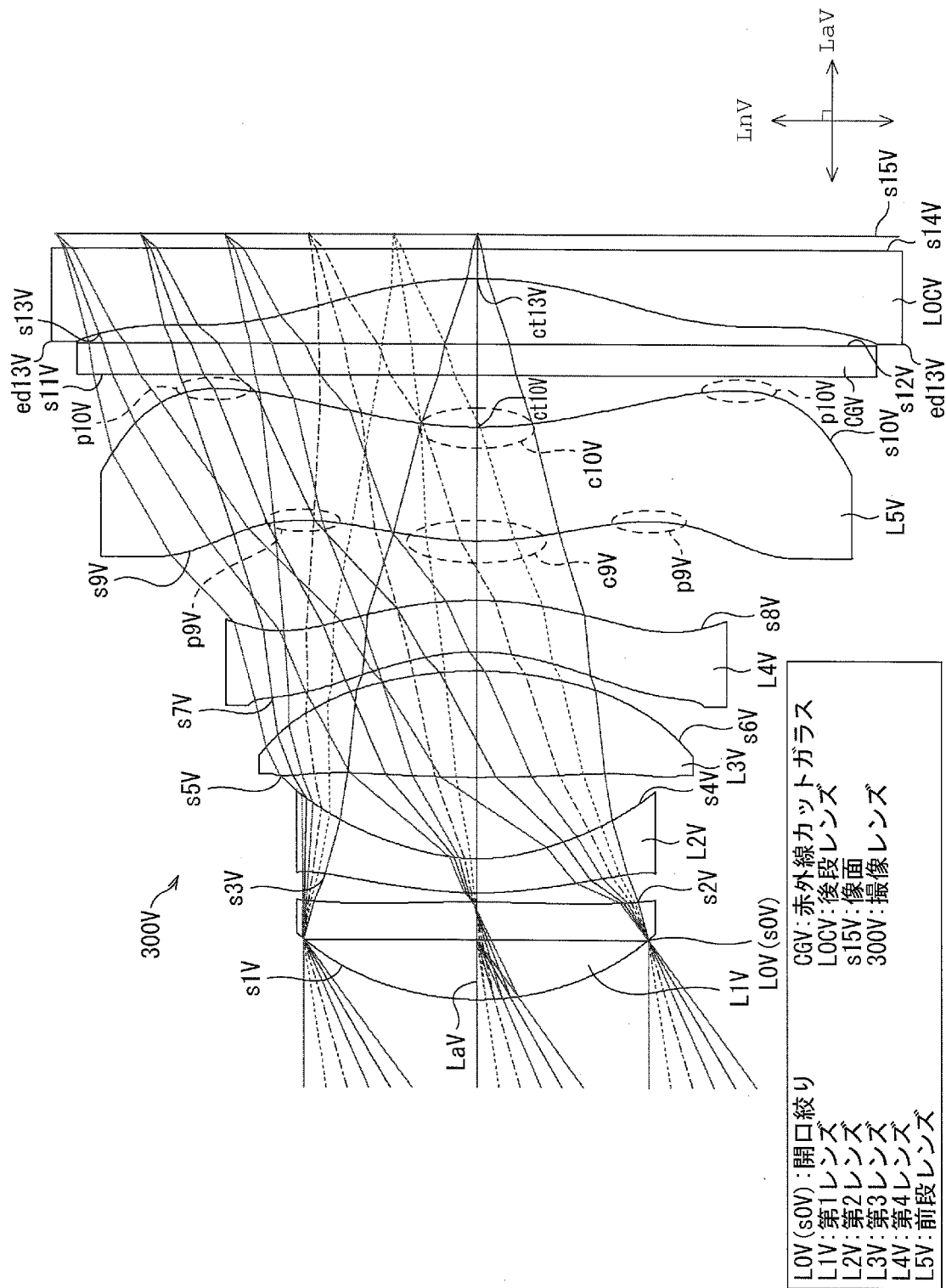
[図42]

図 42



[図43]

図 43



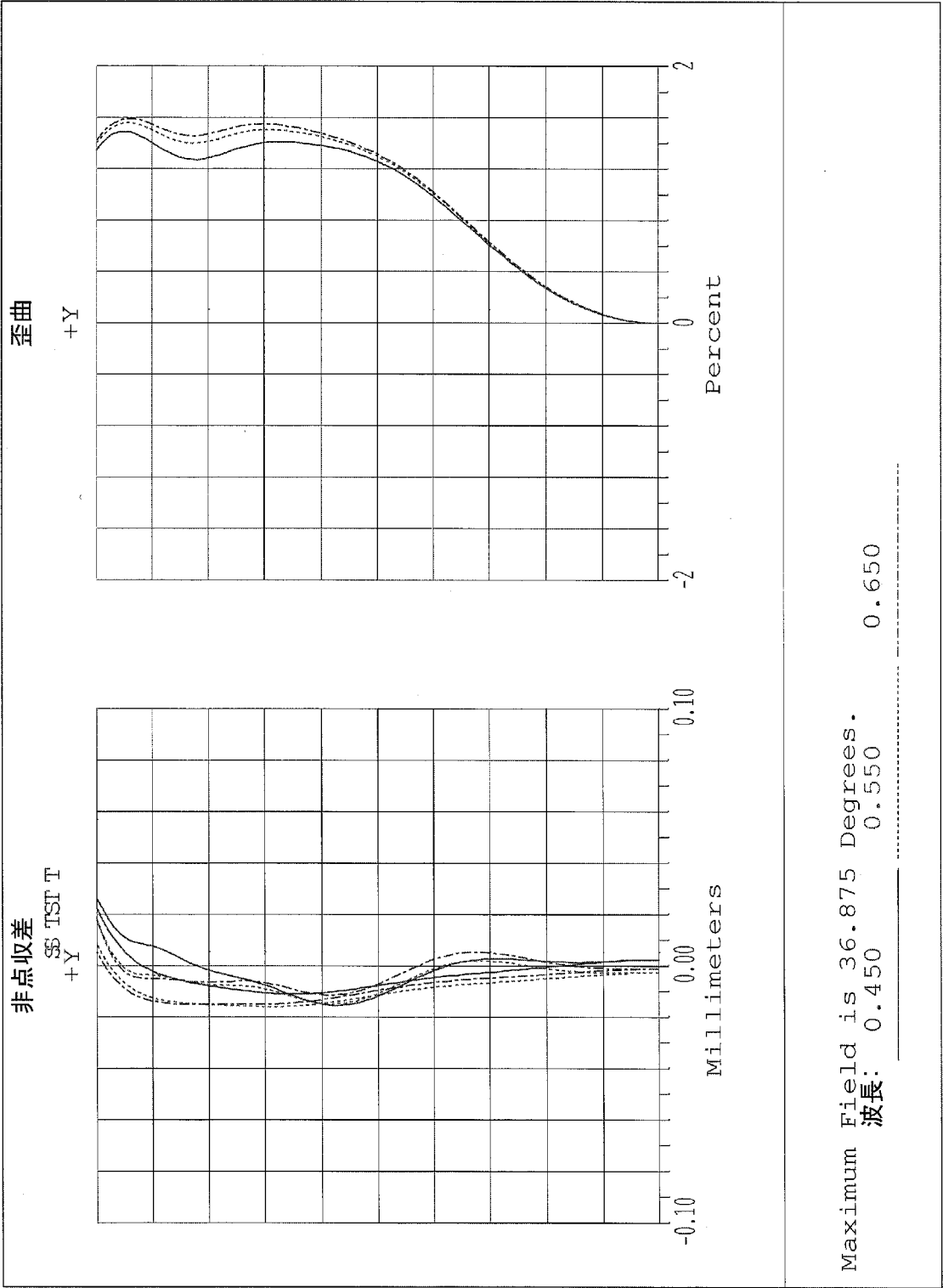
〔圖44〕

44

[illegible]

[図45]

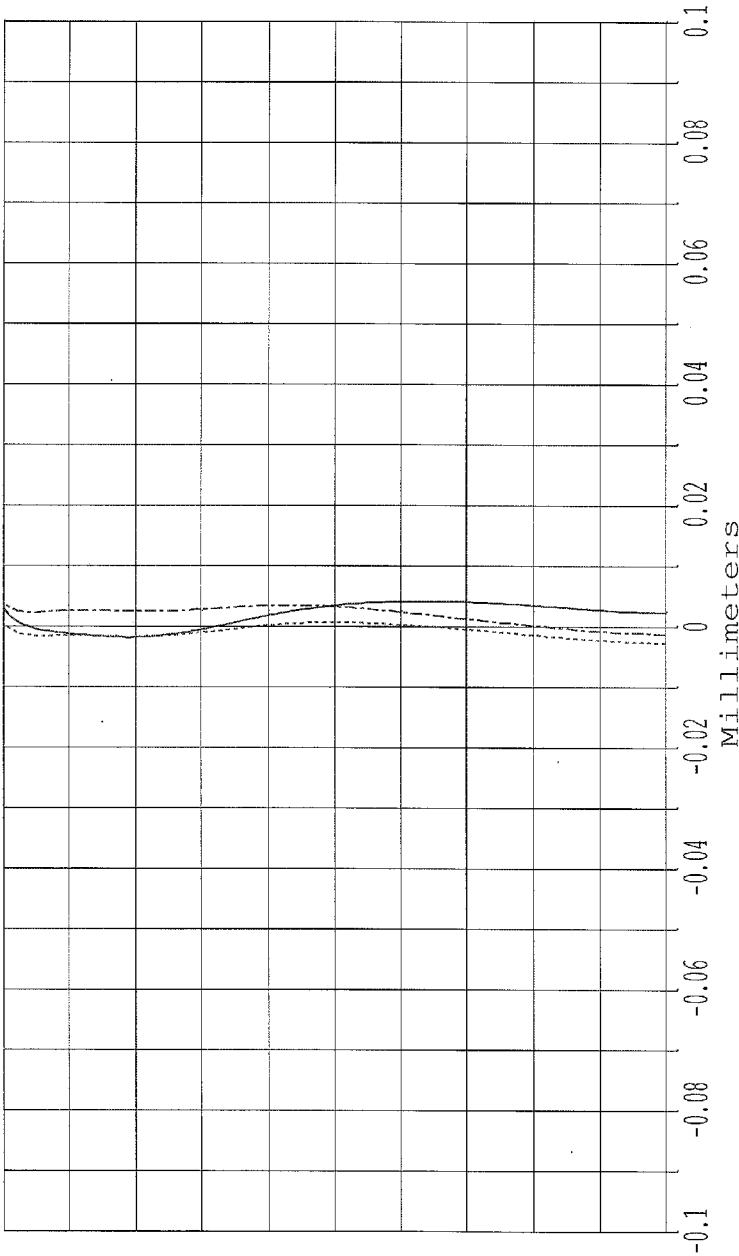
図 45



[図46]

図 46

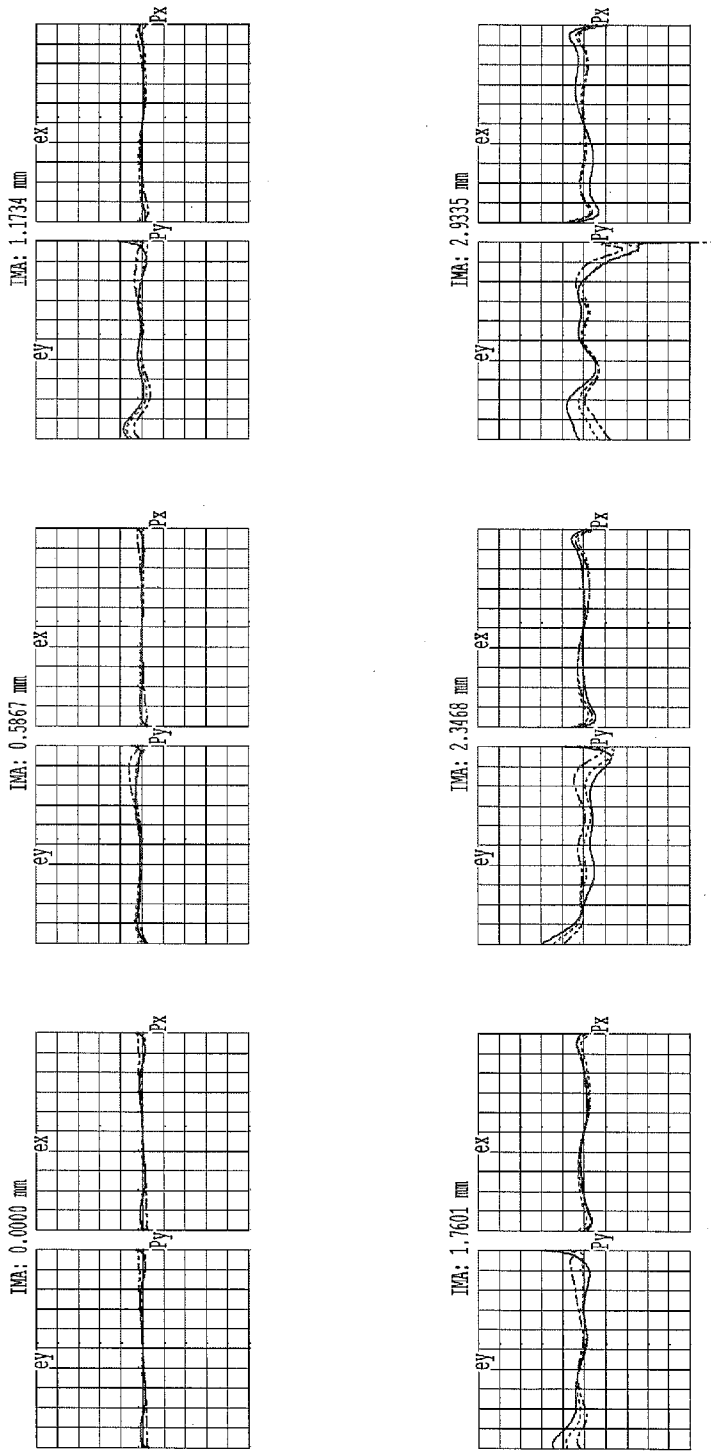
球面収差 (Pupil Radius: 1.2038 Millimeters)



波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図47]

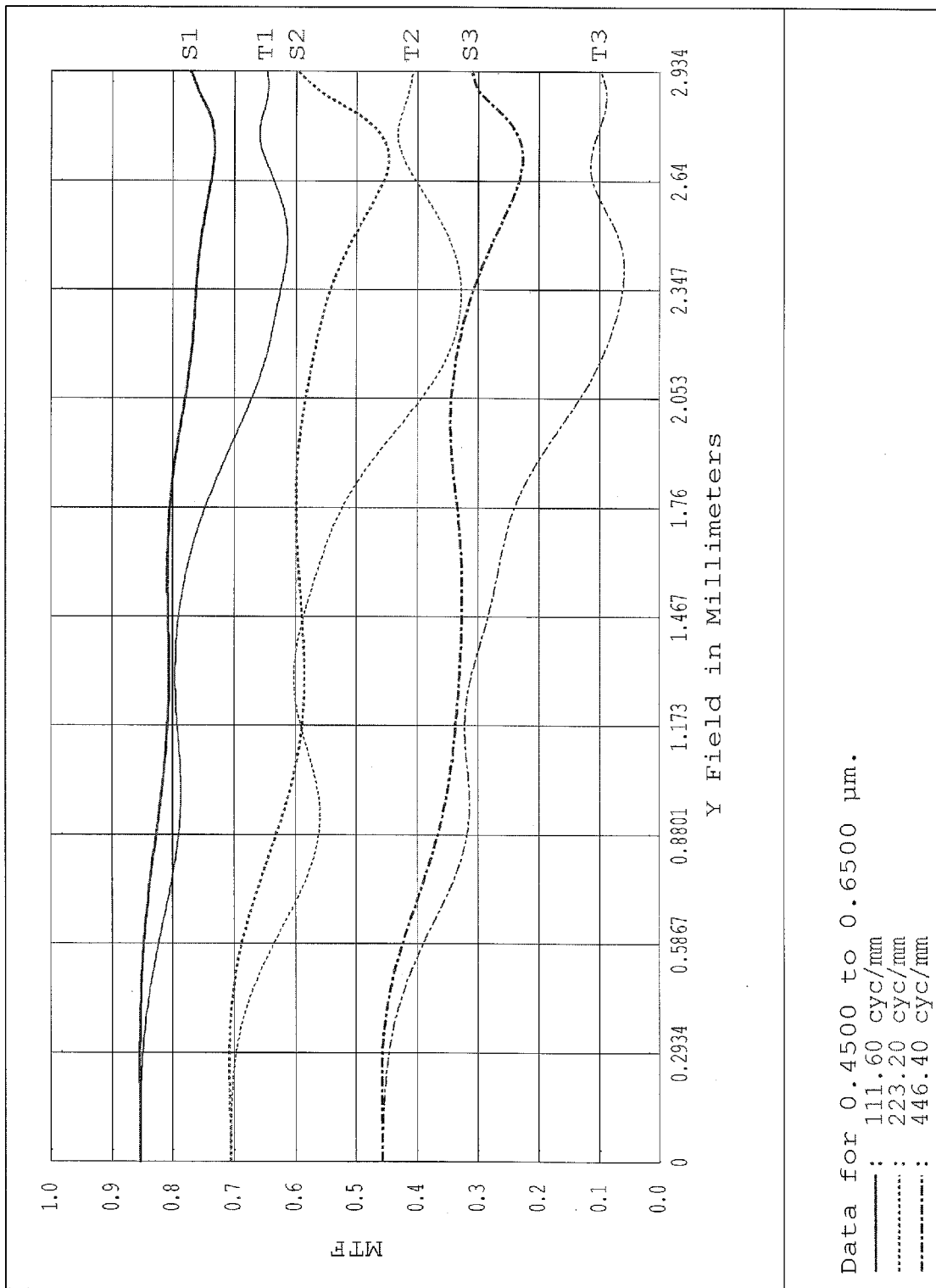
図 47
横収差



Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650
Surface: Image

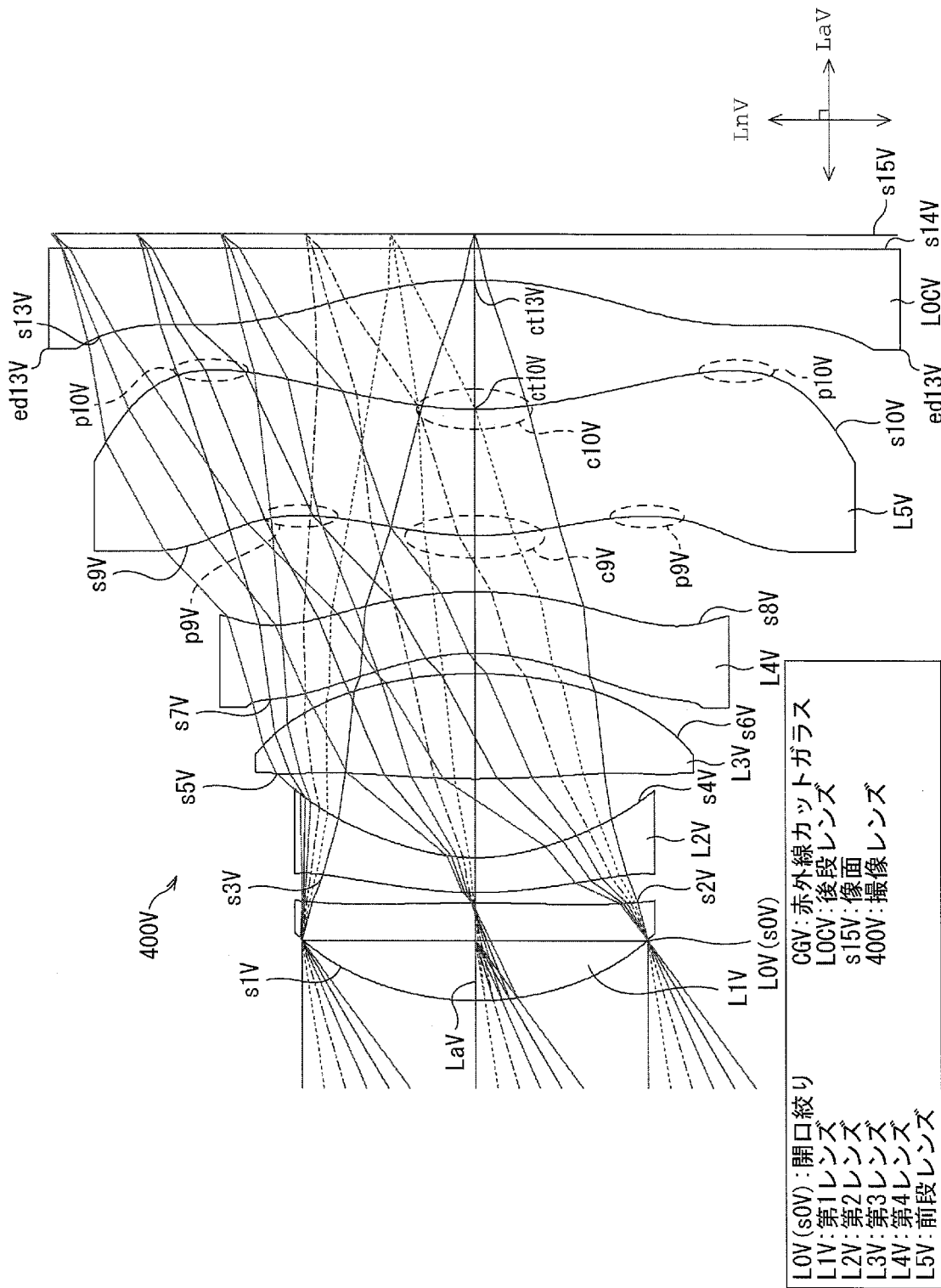
[図48]

図 48



[図49]

図 49



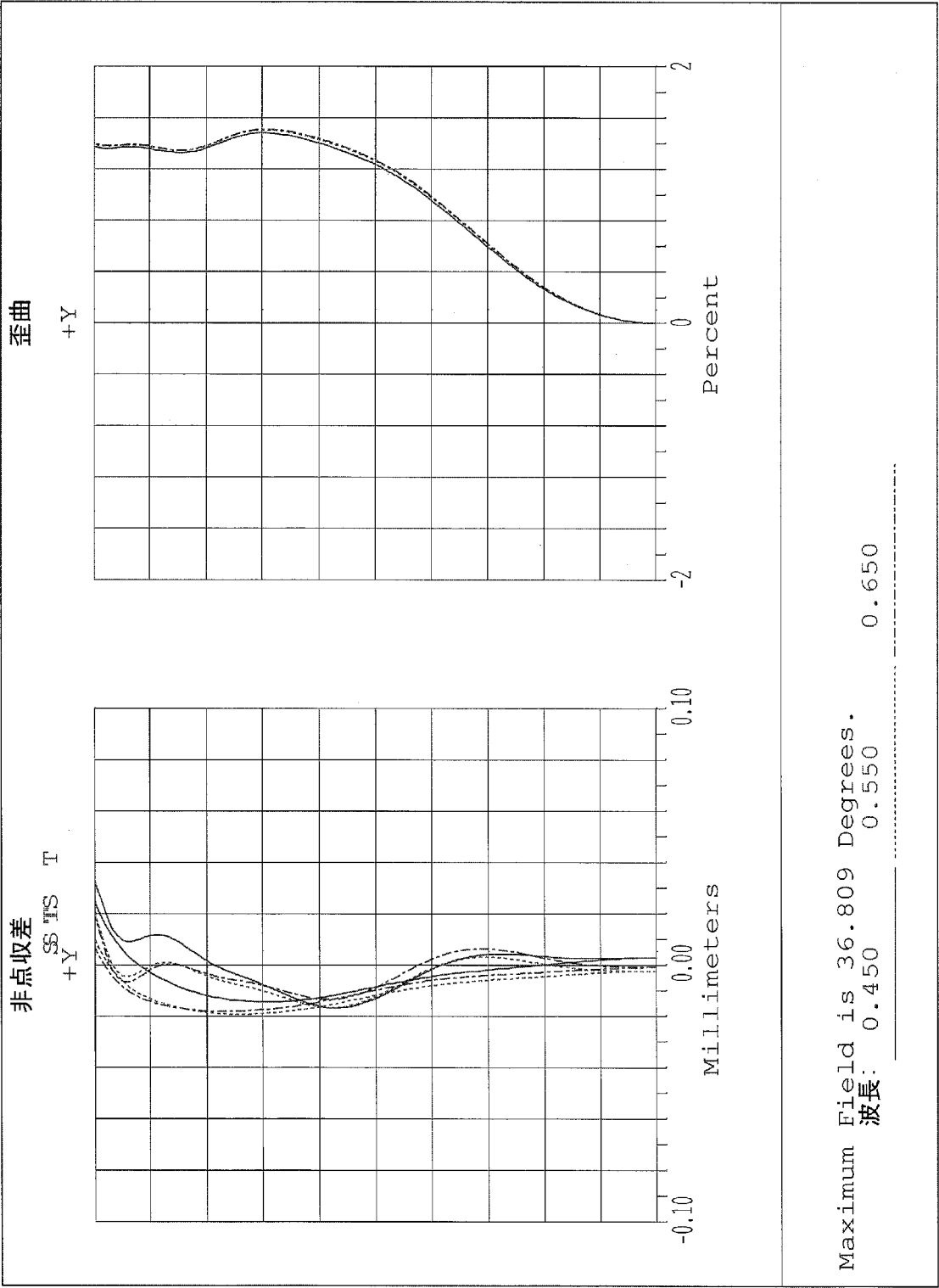
【図50】

50 図

[illegible]

[図51]

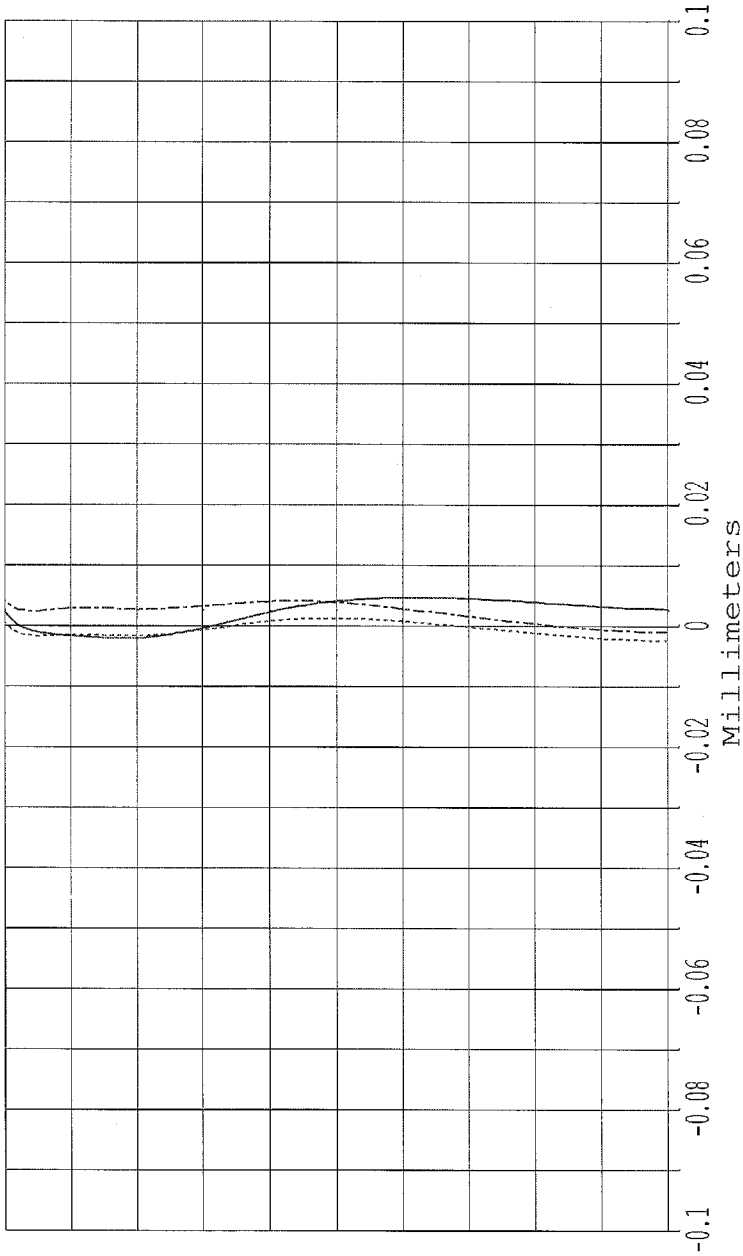
図 51



[図52]

図 52

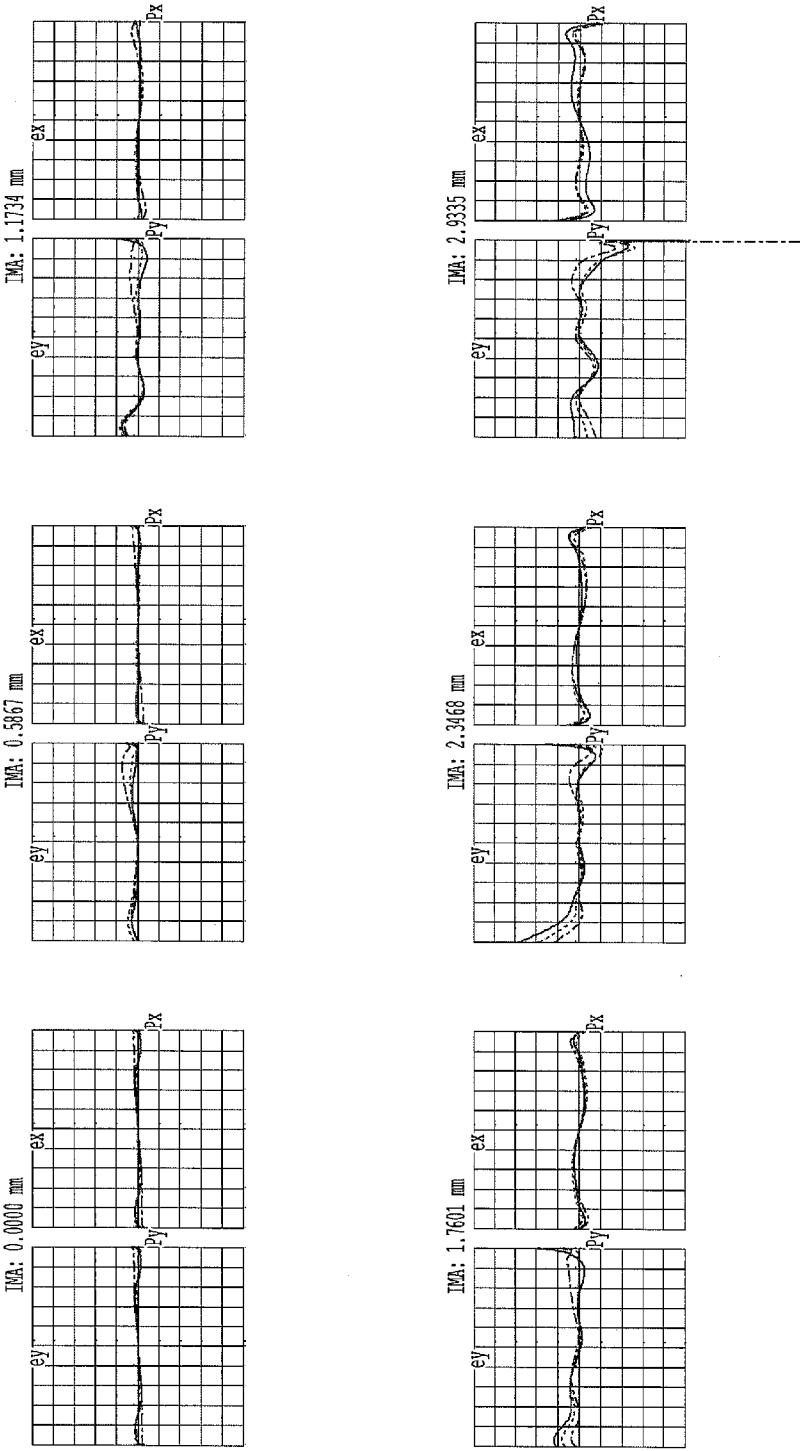
球面収差 (Pupil Radius: 1.2069 Millimeters)



波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図53]

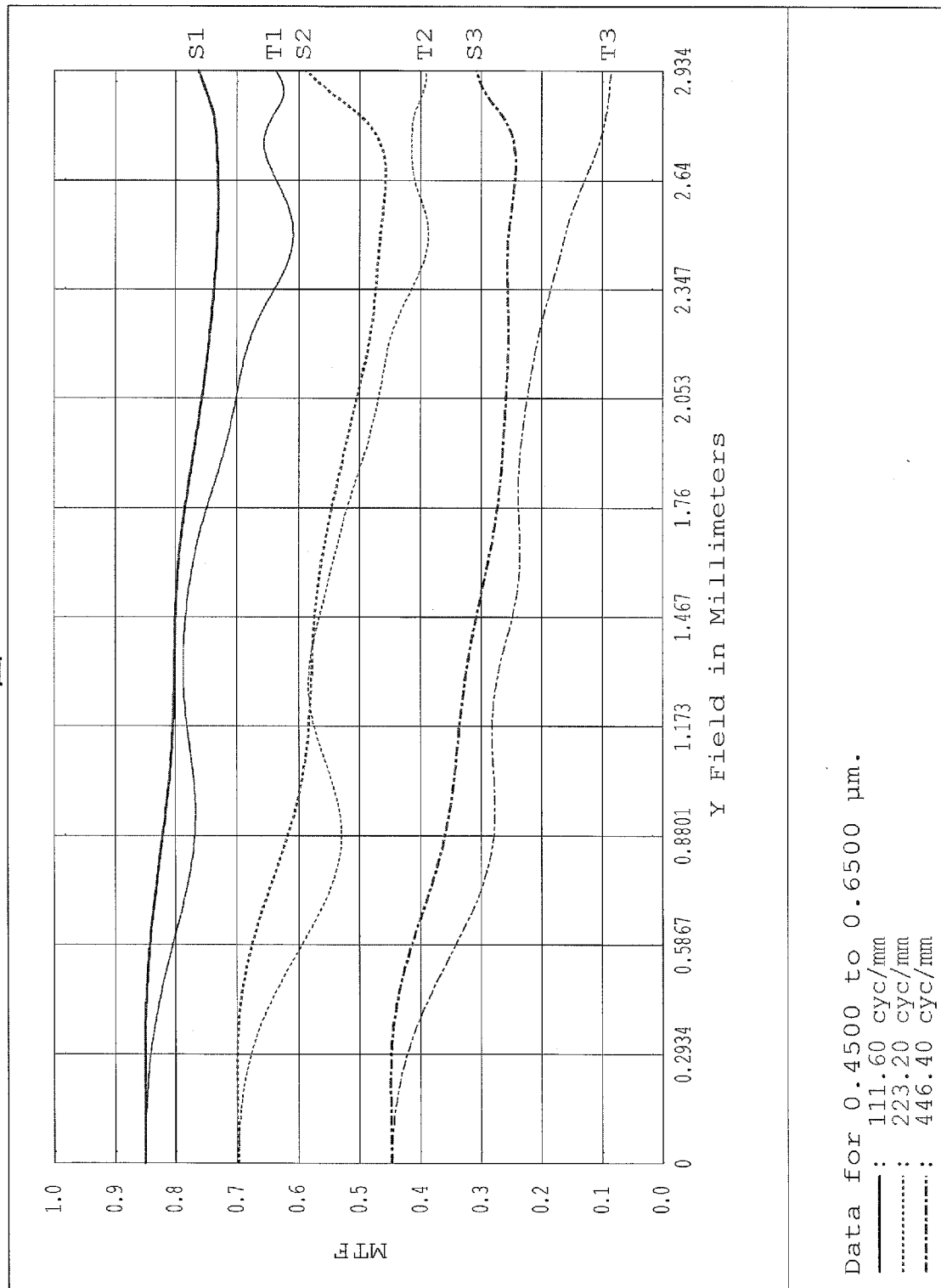
図 53
横収差



Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650
Surface: Image

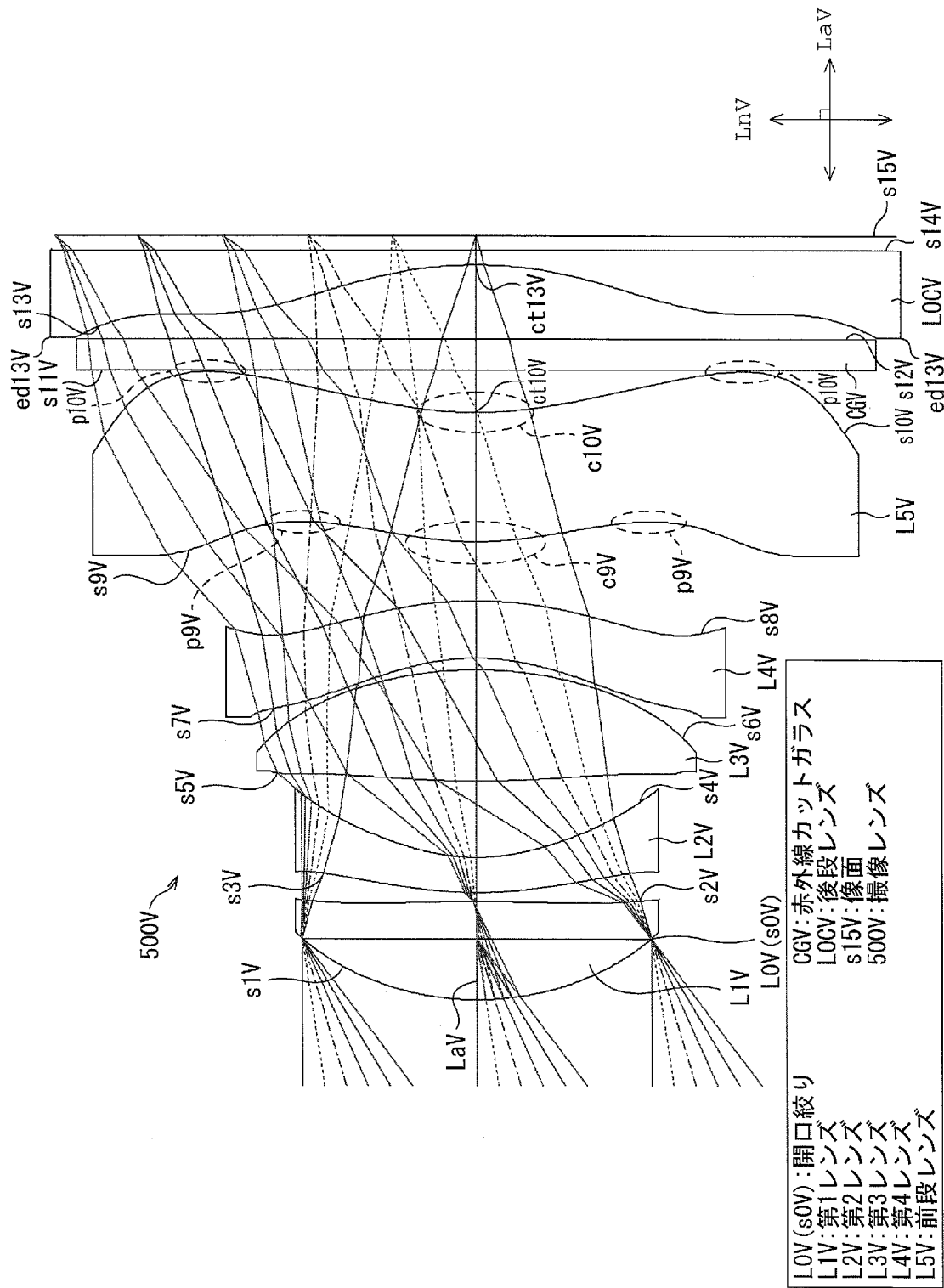
[図54]

図 54



[図55]

図 55



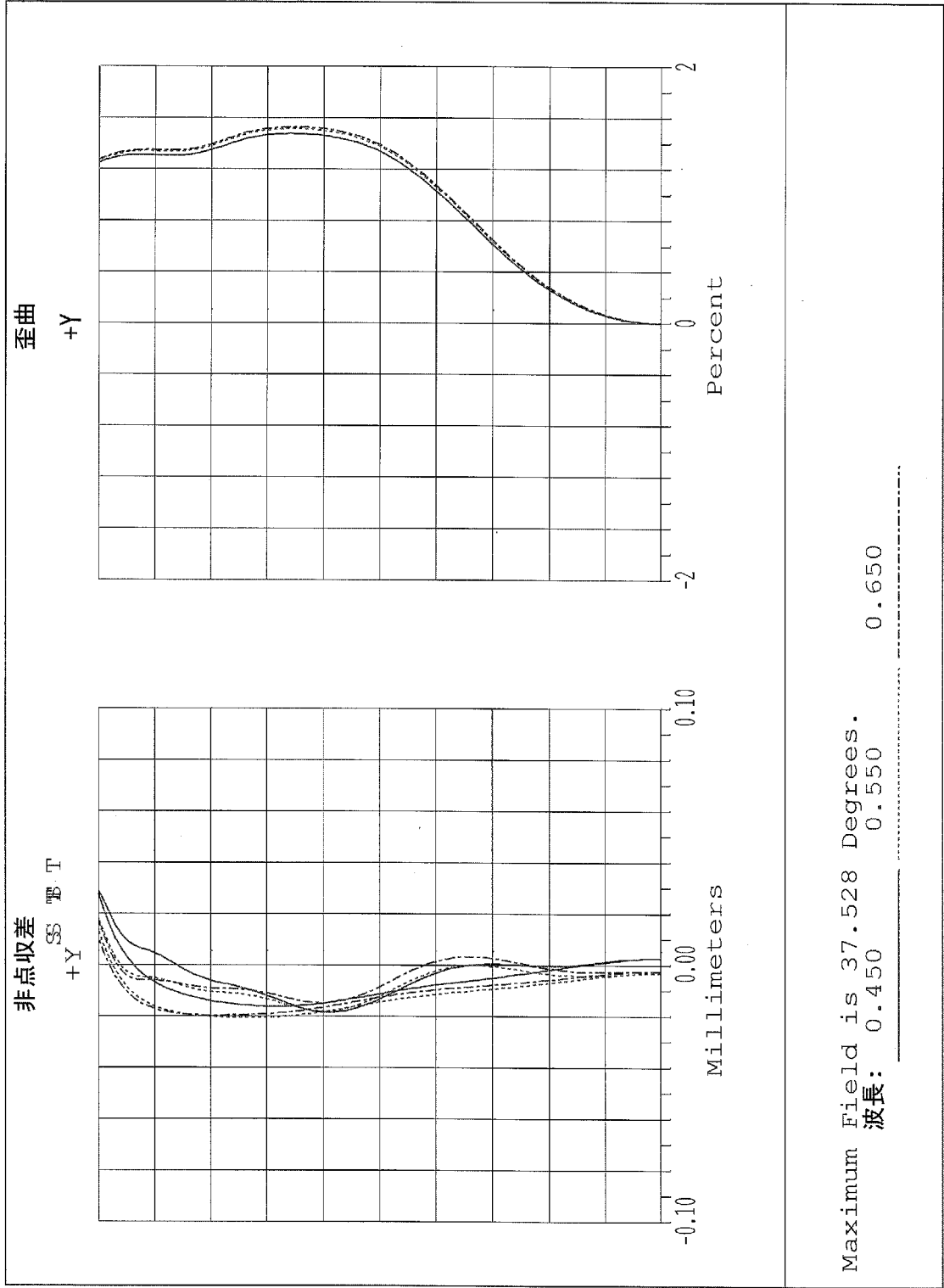
[図56]

図 56

要素	材料		面	曲率 /mm ⁻¹	中心厚 /mm	半径 /mm	非球面係数									
	Nd	ν d					Conic	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16		
L0V	-	-	s0V	0.00000E+00	-0.413	1.223	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	L1V	1.544	55.9	s1V	4.74213E-01	0.667	1.270	0.00000E+00	9.57405E-03	-8.60309E-03	1.20087E-02	-6.38703E-03	1.99052E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
				s2V	-7.47136E-02	0.061	1.262	0.00000E+00	3.49709E-02	5.08789E-03	-1.60067E-02	1.08260E-02	-2.56162E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
L2V		1.614	25.6	s3V	3.75203E-01	0.240	1.264	0.00000E+00	-1.56733E-01	1.77341E-01	-1.45166E-01	6.52454E-02	-1.41120E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
			s4V	7.14486E-01	0.519	1.271	0.00000E+00	-2.27332E-01	2.00725E-01	-1.59207E-01	6.98856E-02	-1.59382E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	L3V	1.544	55.9	s5V	1.42523E-01	0.757	1.443	0.00000E+00	-1.88166E-02	-1.31855E-02	1.36088E-02	-1.04931E-02	3.31877E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
L4V			s6V	-3.67581E-01	0.079	1.534	0.00000E+00	4.21119E-02	-7.44682E-02	5.32688E-02	-1.97062E-02	2.59008E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
		1.614	25.6	s7V	-6.09458E-01	0.388	1.579	0.00000E+00	1.40225E-01	-8.11873E-02	7.01602E-02	-2.50939E-02	3.88690E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
			s8V	-3.30513E-01	0.401	1.745	0.00000E+00	-1.68219E-02	4.38685E-02	-2.07722E-02	7.27404E-03	-1.03457E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
L5V		1.544	55.9	s9V	4.21332E-01	0.879	2.216	0.00000E+00	-1.29028E-01	4.74921E-02	-2.02444E-02	4.33204E-03	-3.37094E-04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
			s10V	3.46902E-01	0.287	2.673	0.00000E+00	-4.89505E-02	8.30210E-03	-1.09975E-03	-2.50327E-05	5.39687E-06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	CGGV	1.517	64.2	s11V	0.00000E+00	0.210	2.764	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
LOCV			s12V	0.00000E+00	0.508	2.792	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
		1.544	55.9	s13V	-3.36618E-01	0.100	2.803	0.00000E+00	-4.84472E-03	1.83353E-02	-3.31752E-03	1.84939E-04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
			s14V	0.00000E+00	0.100	2.968	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
像面	-	-	s15V	0.00000E+00	-	-	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[図57]

図 57



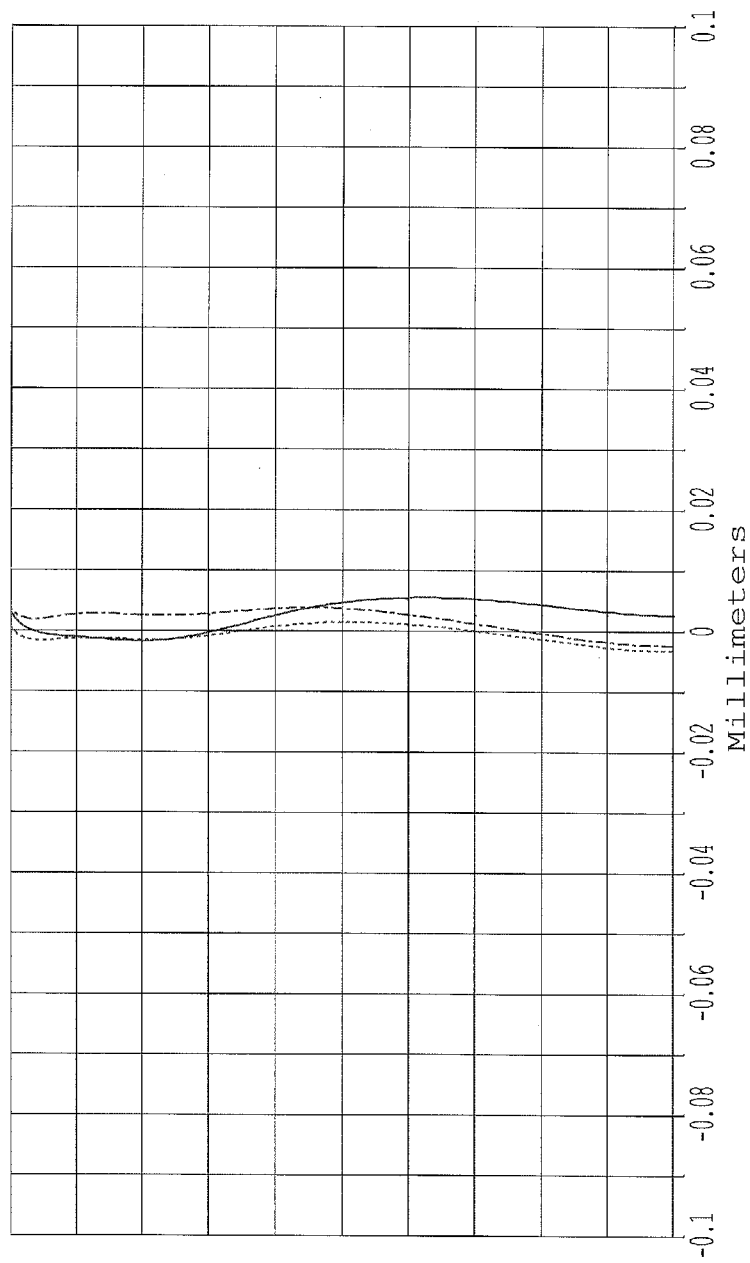
Maximum Field is 37.528 Degrees.

波長:	0.450	0.550	0.650
-----	-------	-------	-------

[図58]

図 58

球面収差 (Pupil Radius: 1.2227 Millimeters)

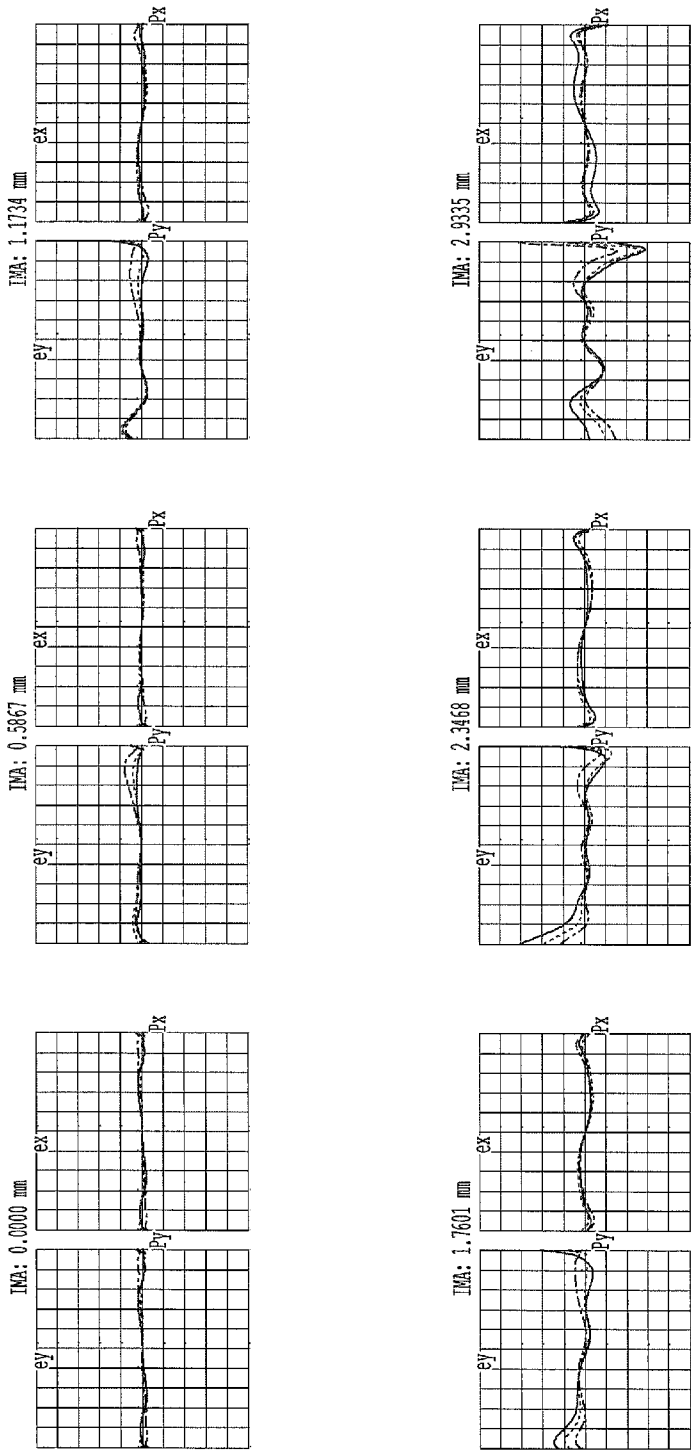


波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図59]

図 59

横収差

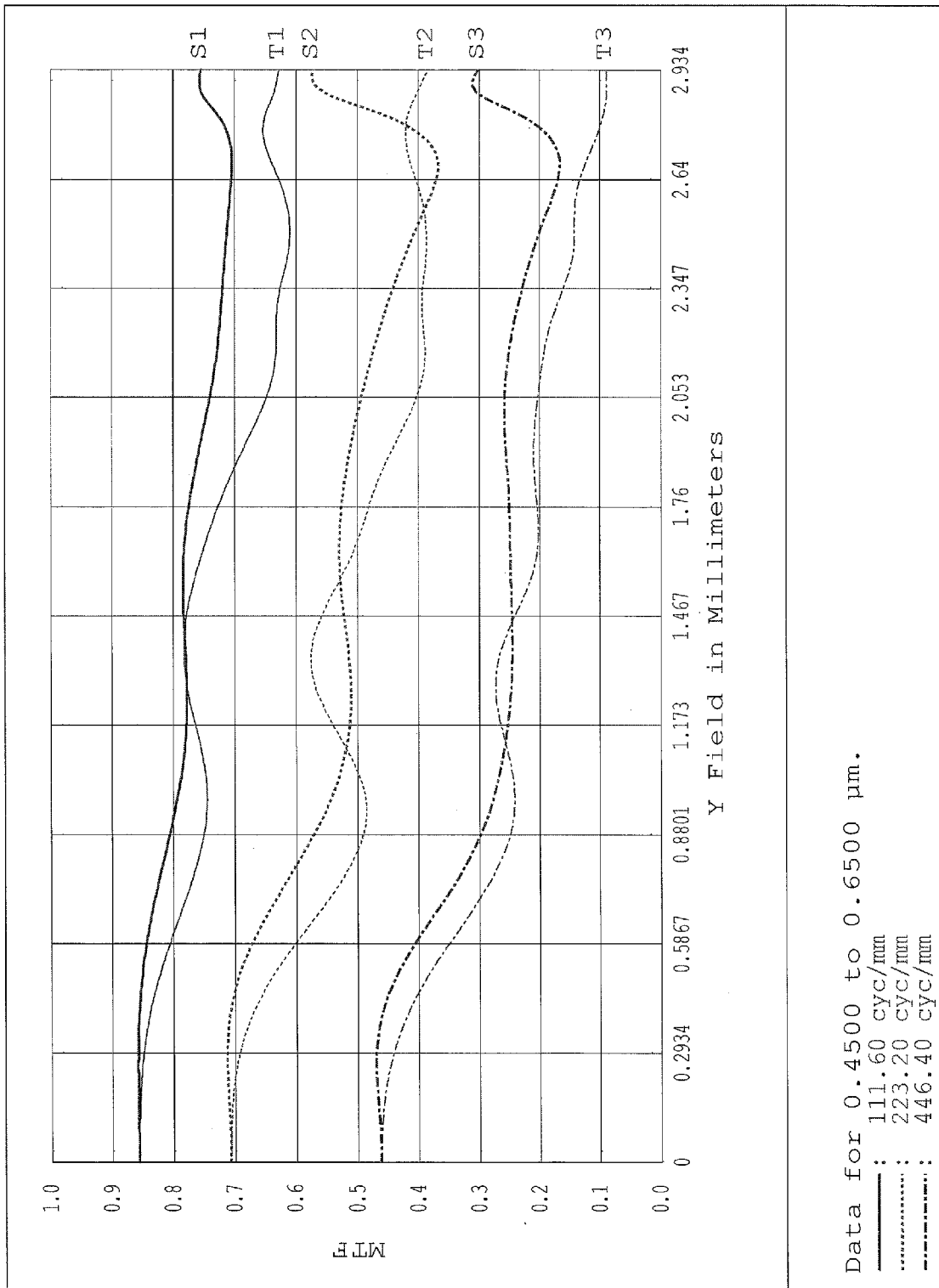


Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650

Surface: Image

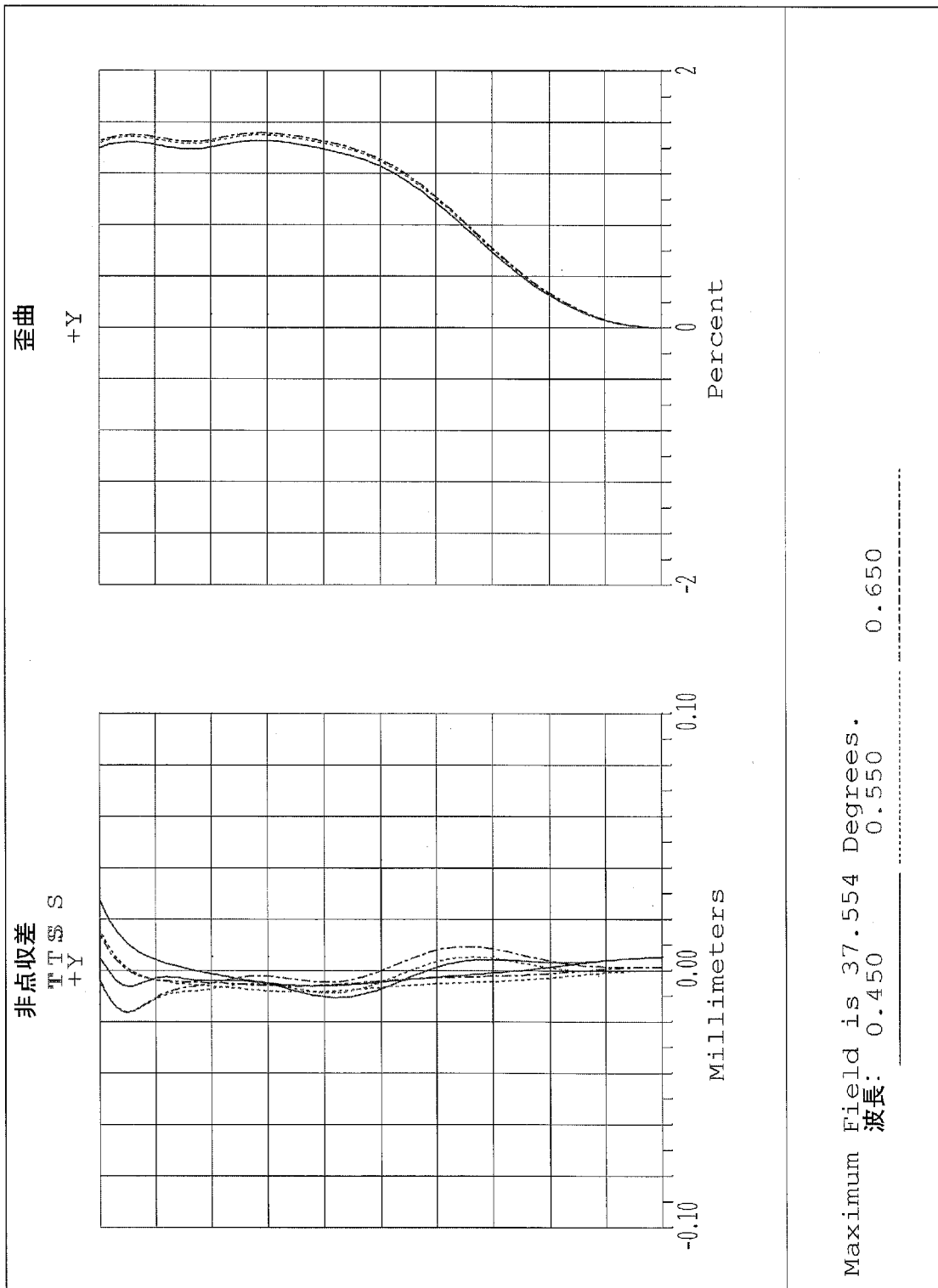
[図60]

図 60



[図63]

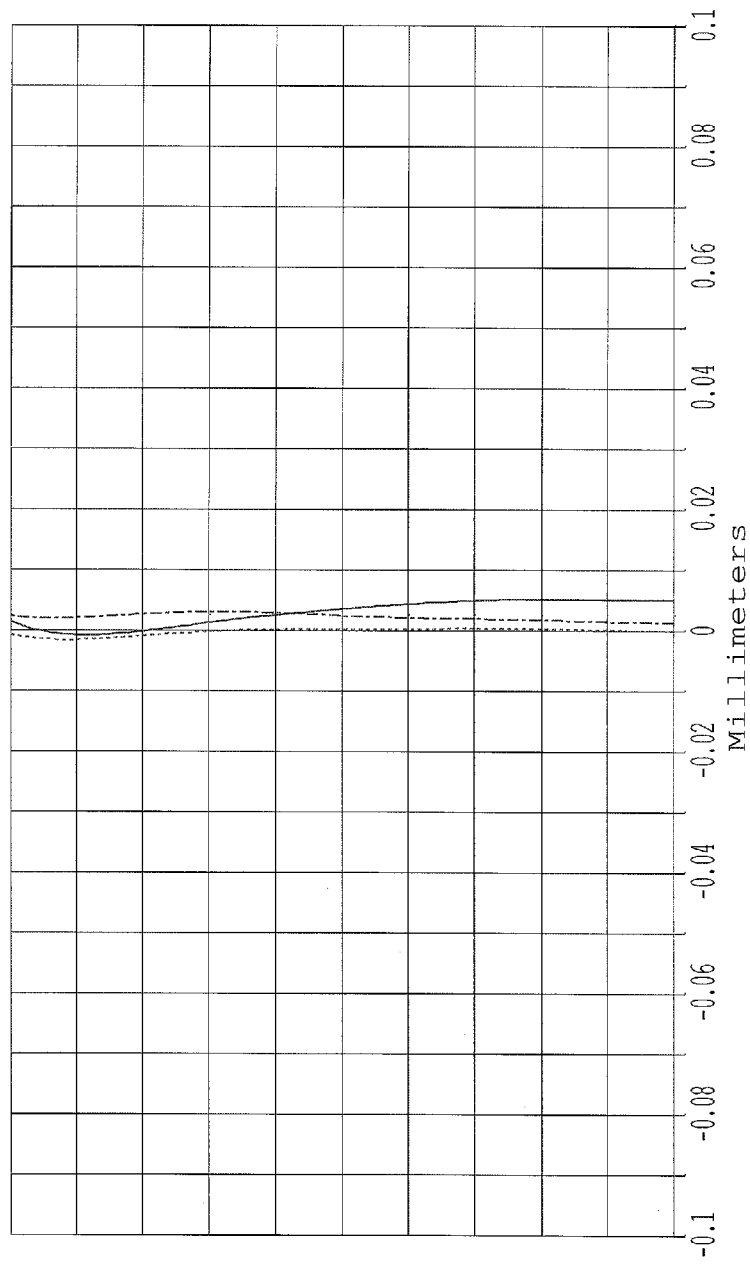
図 63



[図64]

図 64

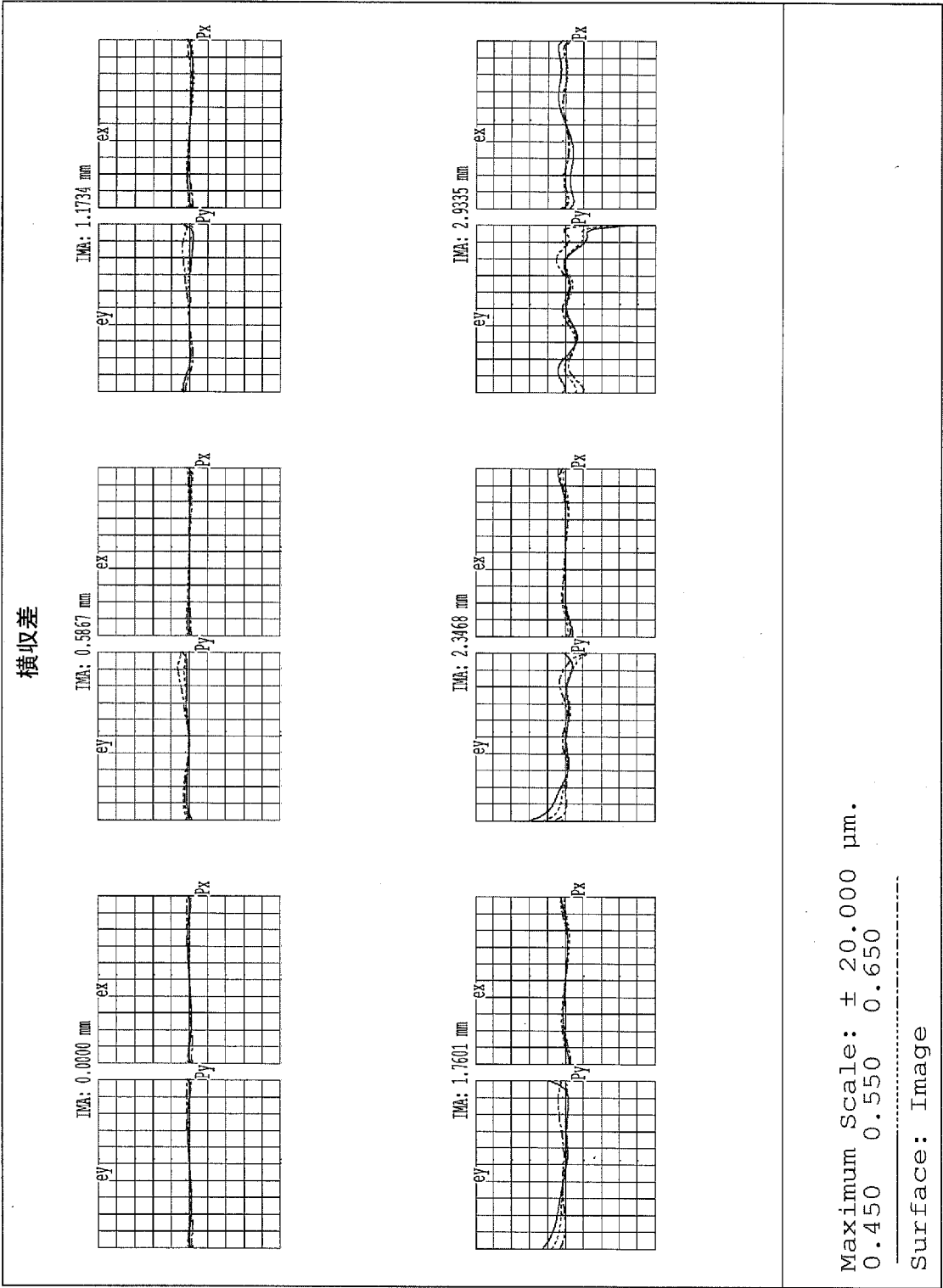
球面収差 (Pupil Radius: 1.0448 Millimeters)



波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

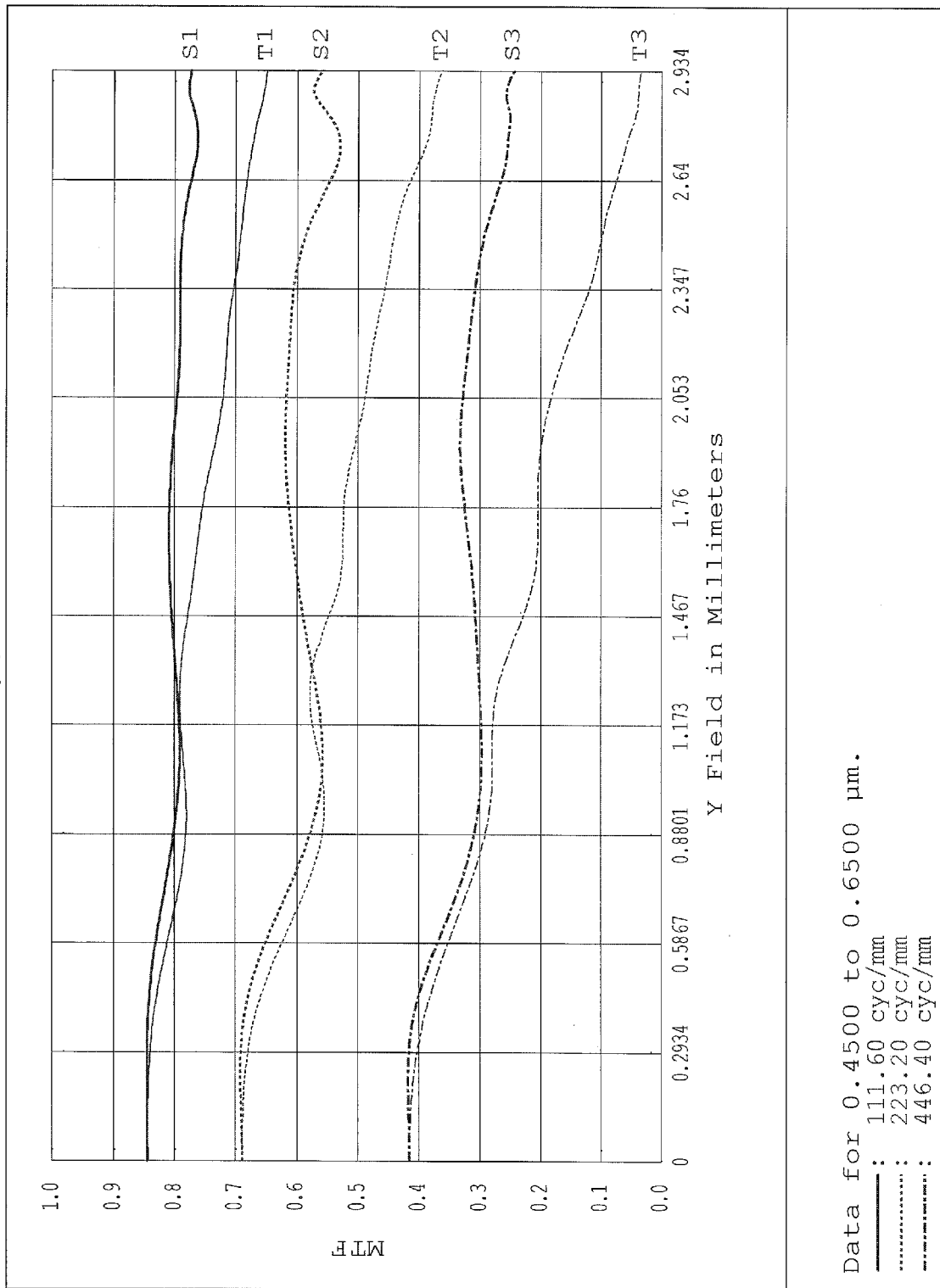
[図65]

図 65
横収差



[図66]

図 66

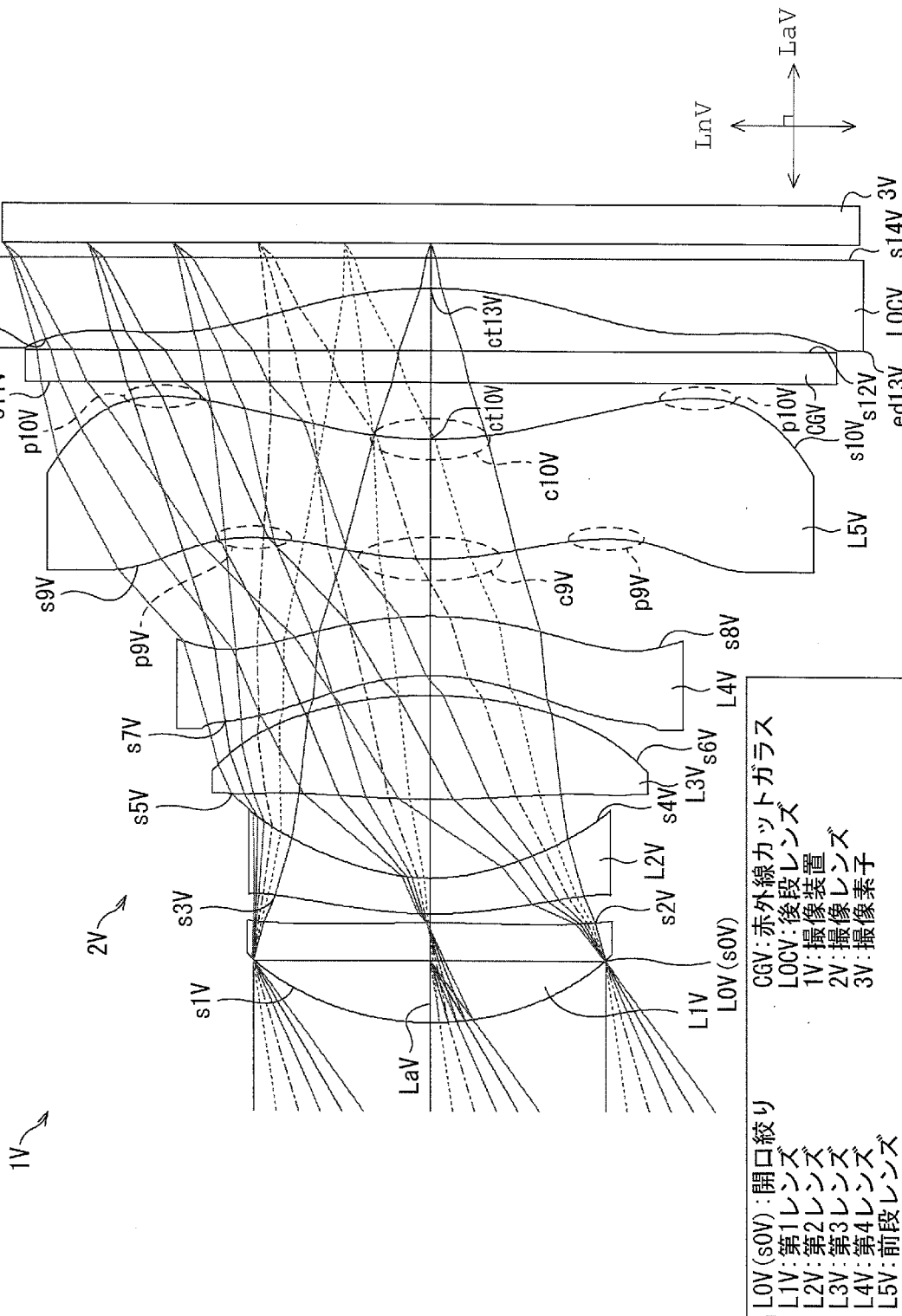


67

	撮像レンズ 100V	撮像レンズ 200V	撮像レンズ 300V	撮像レンズ 400V	撮像レンズ 500V	撮像レンズ 600V	撮像レンズ 700V	撮像レンズ 800V	撮像レンズ 900V
Fナンバー	1.60	1.60	1.60	1.60	1.54	1.80	1.60	1.60	1.60
画角(対角)/deg	73.7	76.3	73.8	73.6	75.1	75.1	77.6	77.8	76.7
焦点距離 /mm									
fV	3.854	3.673	3.852	3.862	3.766	3.761	3.609	3.586	3.628
f5V	16.375	16.053	14.914	15.944	15.278	15.753	16.068	17.063	12.827
fcV	-5.410	-5.420	-4.767	-5.338	-5.439	-5.445	-5.461	-5.521	-5.492
OTLV/mm	5.193	4.905	5.186	5.188	5.195	5.079	4.800	4.800	4.803
CAV/mm	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.050	0.050	0.100
FBV/mm	1.025	1.025	1.052	0.923	0.927	0.899	0.897	0.945	0.958
CGV厚み/mm	0.210	0.210	0.210	無し	0.210	0.210	無し	0.210	0.210
f5V/fV	4.248	4.371	3.872	4.128	4.057	4.188	4.452	4.758	3.536
fcV/fV	-1.404	-1.476	-1.237	-1.382	-1.444	-1.448	-1.513	-1.540	-1.514
OTLV/SDV	0.885	0.836	0.884	0.884	0.886	0.866	0.818	0.818	0.819
CAV/OTLV	0.019	0.020	0.019	0.019	0.019	0.020	0.010	0.010	0.021

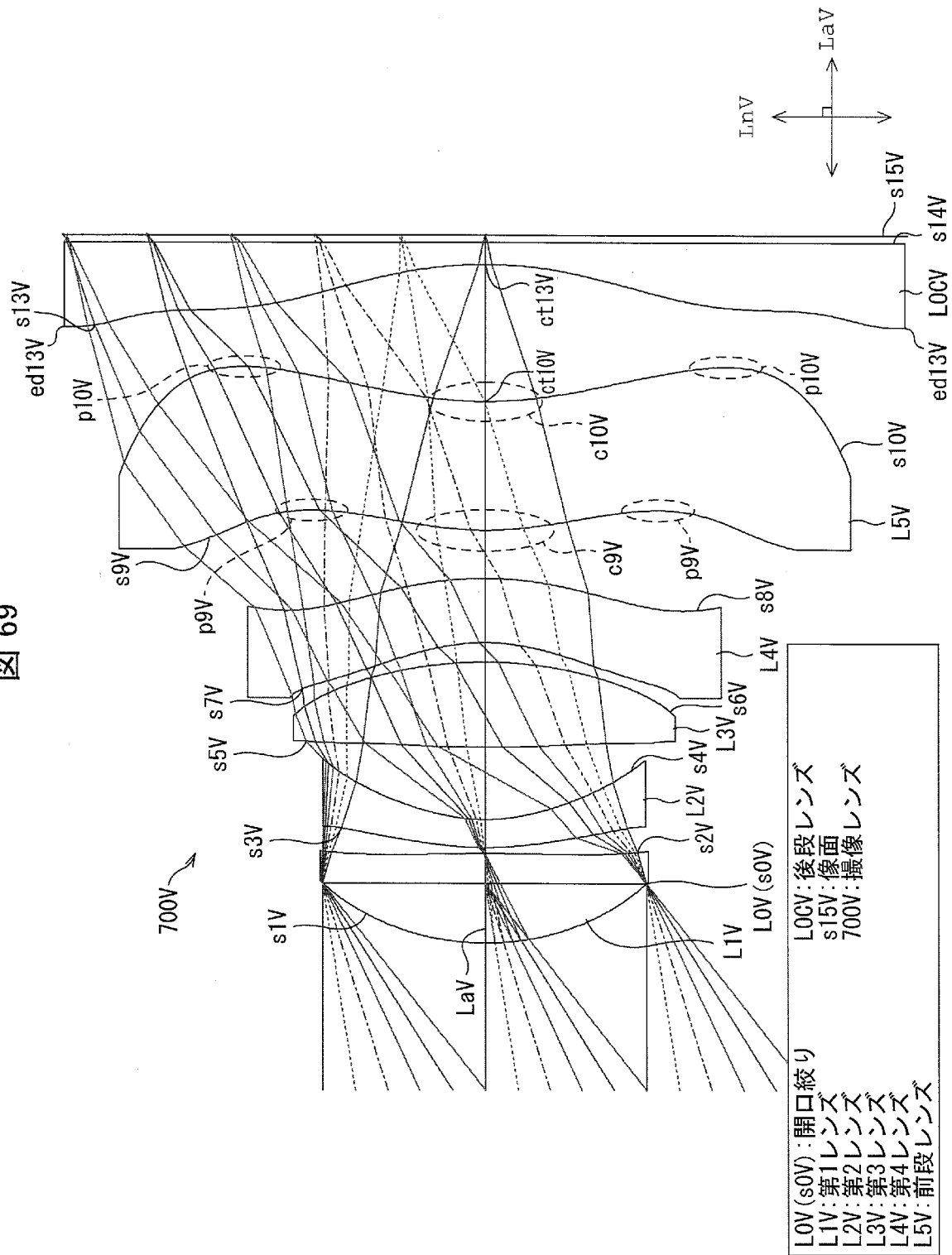
[図68]

図 68



[図69]

図 69

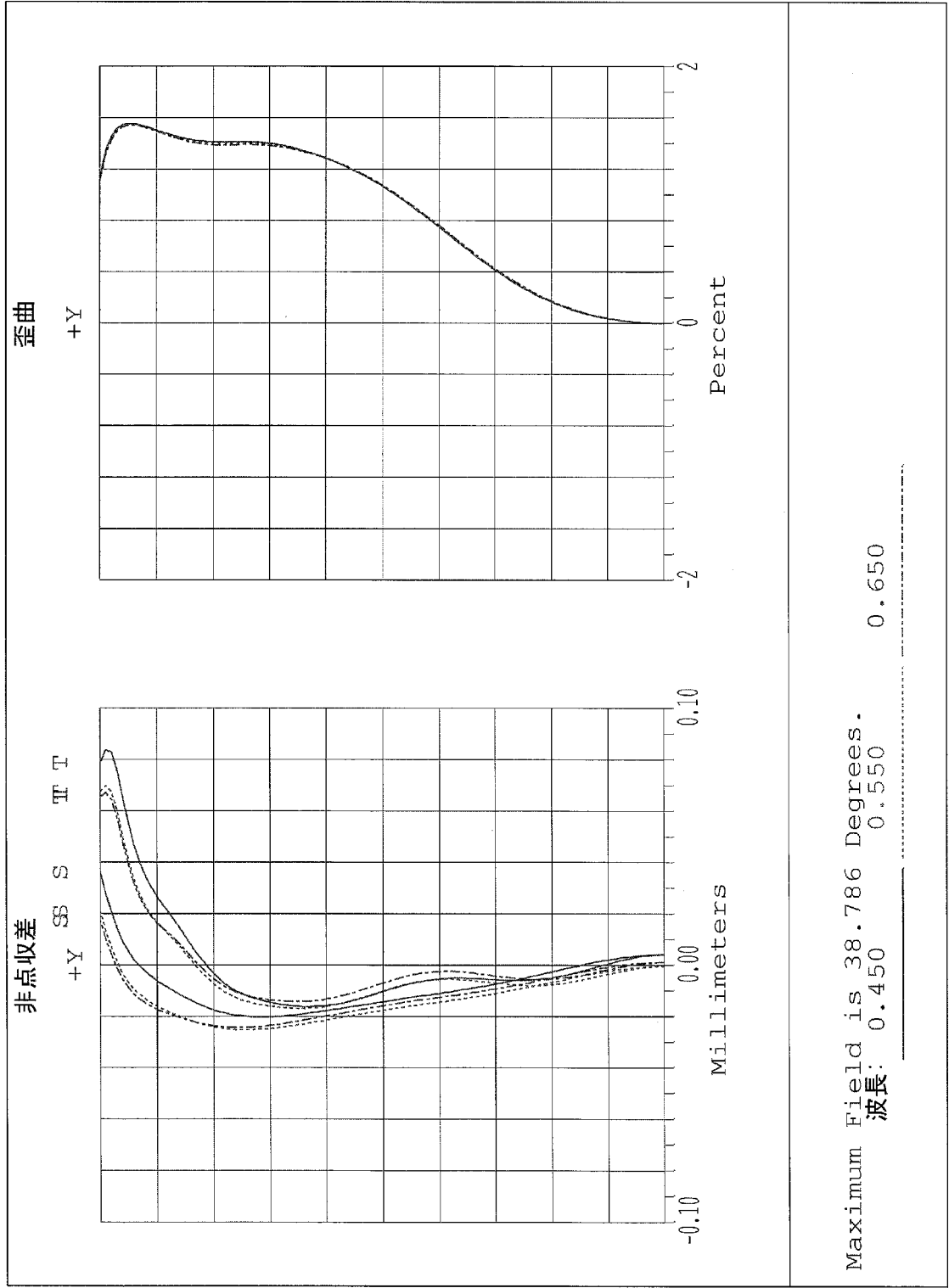


70 図

[illegible]

[図71]

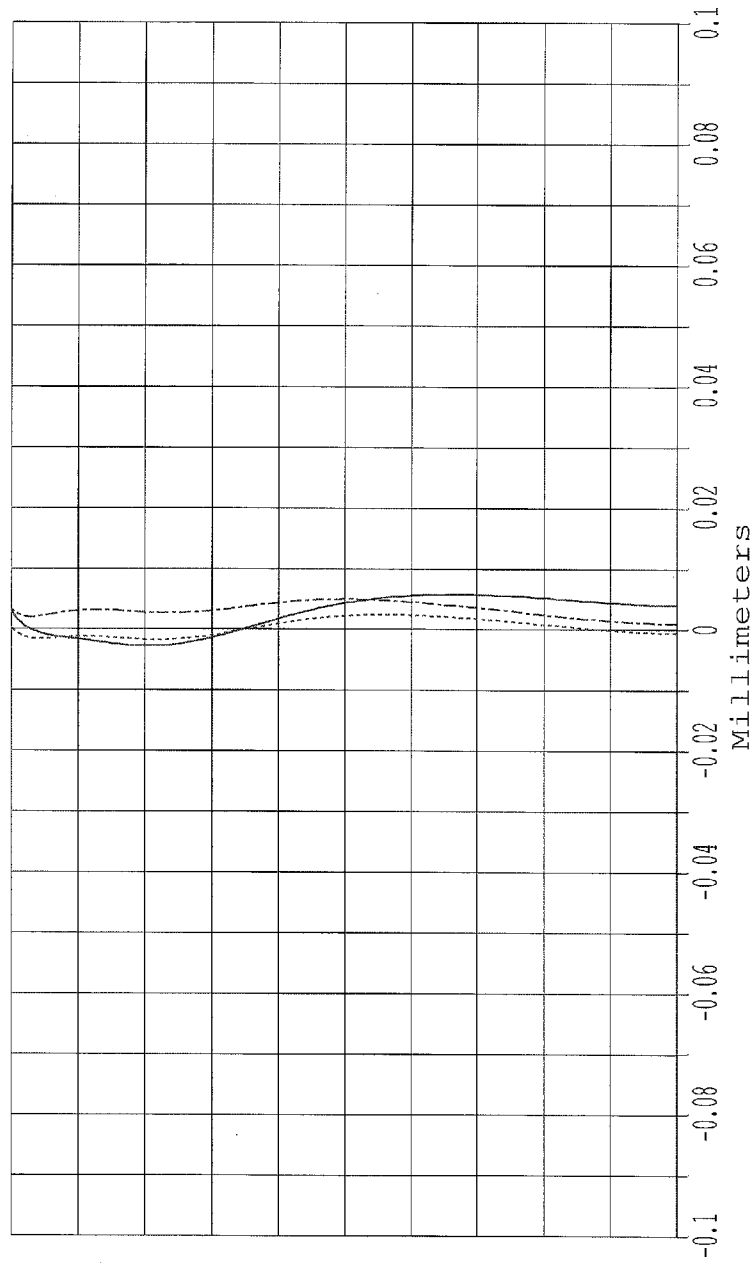
図 71



[図72]

図 72

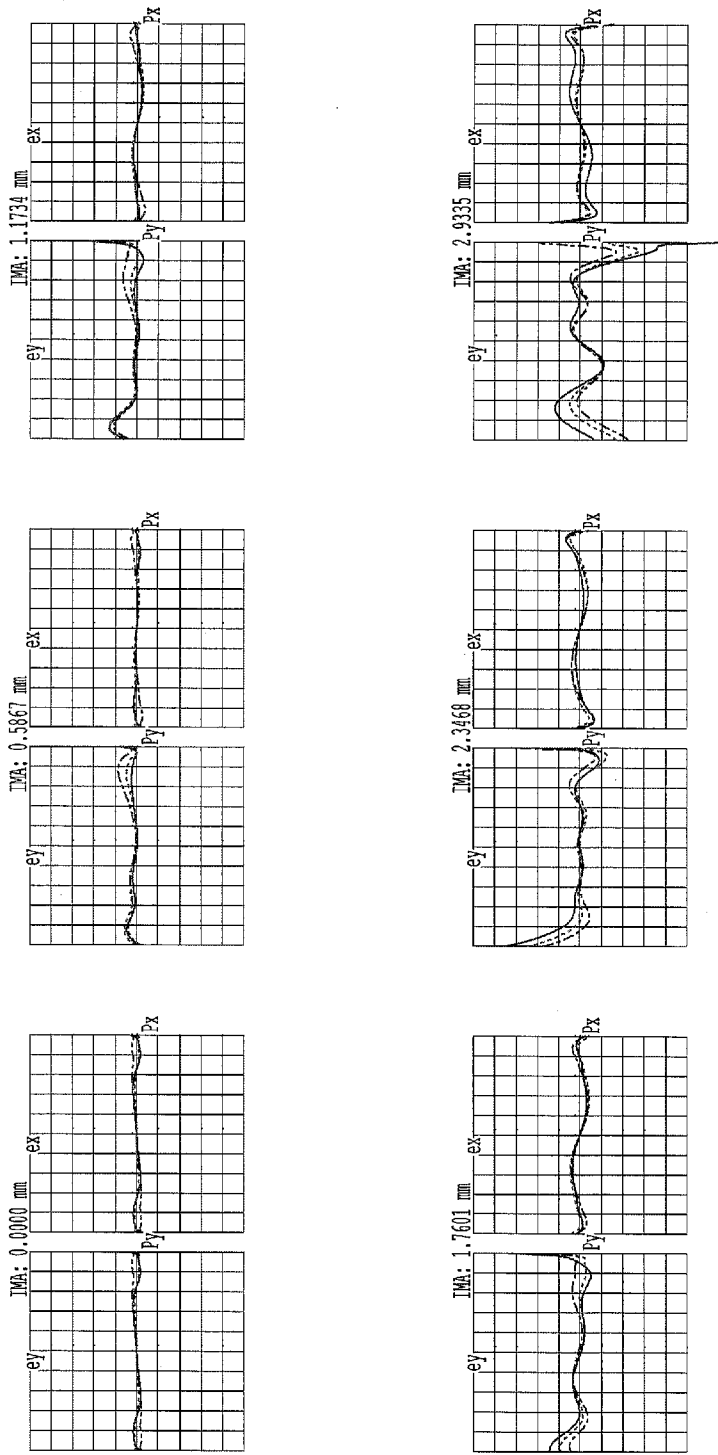
球面収差 (Pupil Radius: 1.1278 Millimeters)



波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図73]

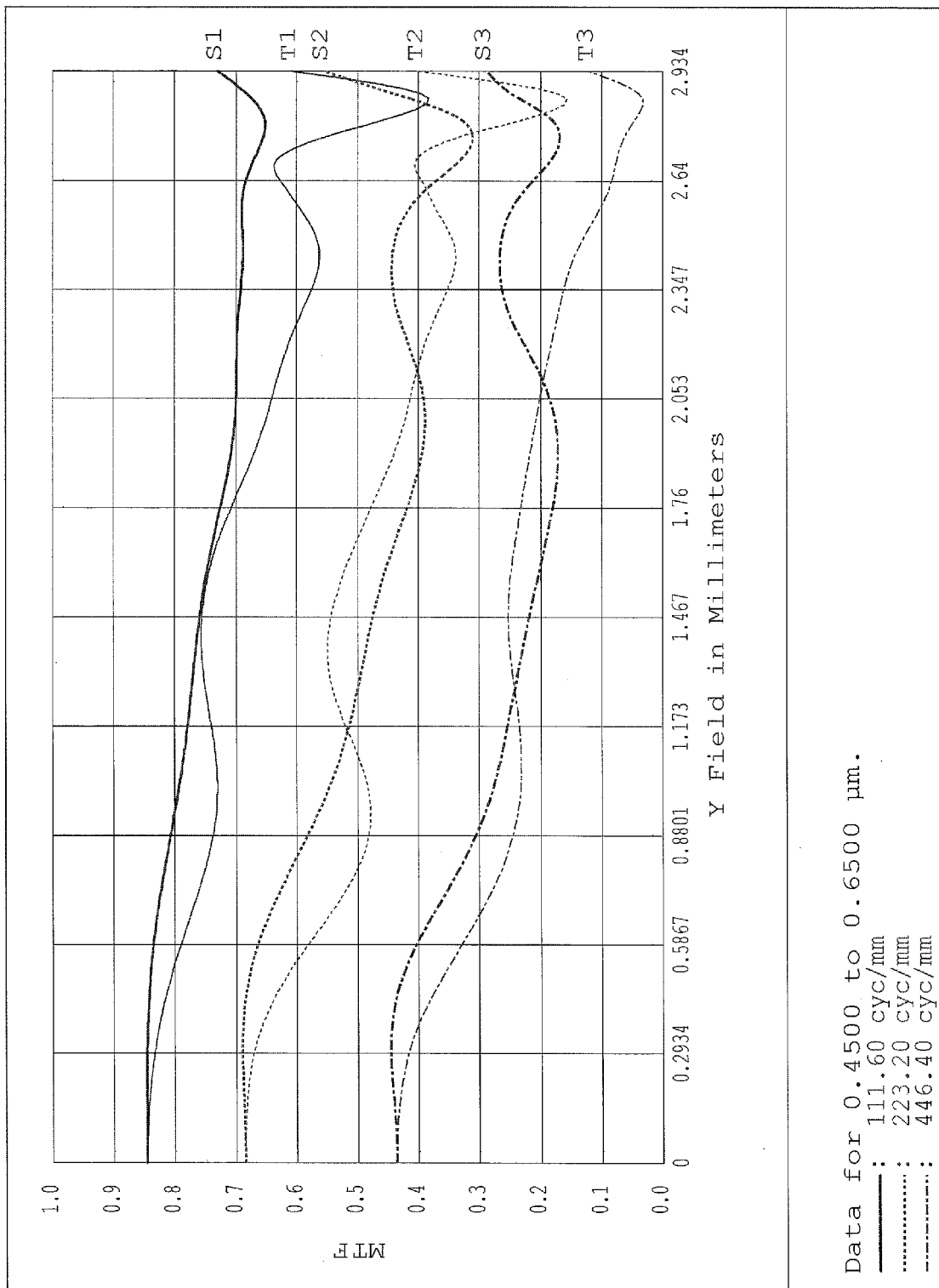
図 73
横収差



Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650
Surface: Image

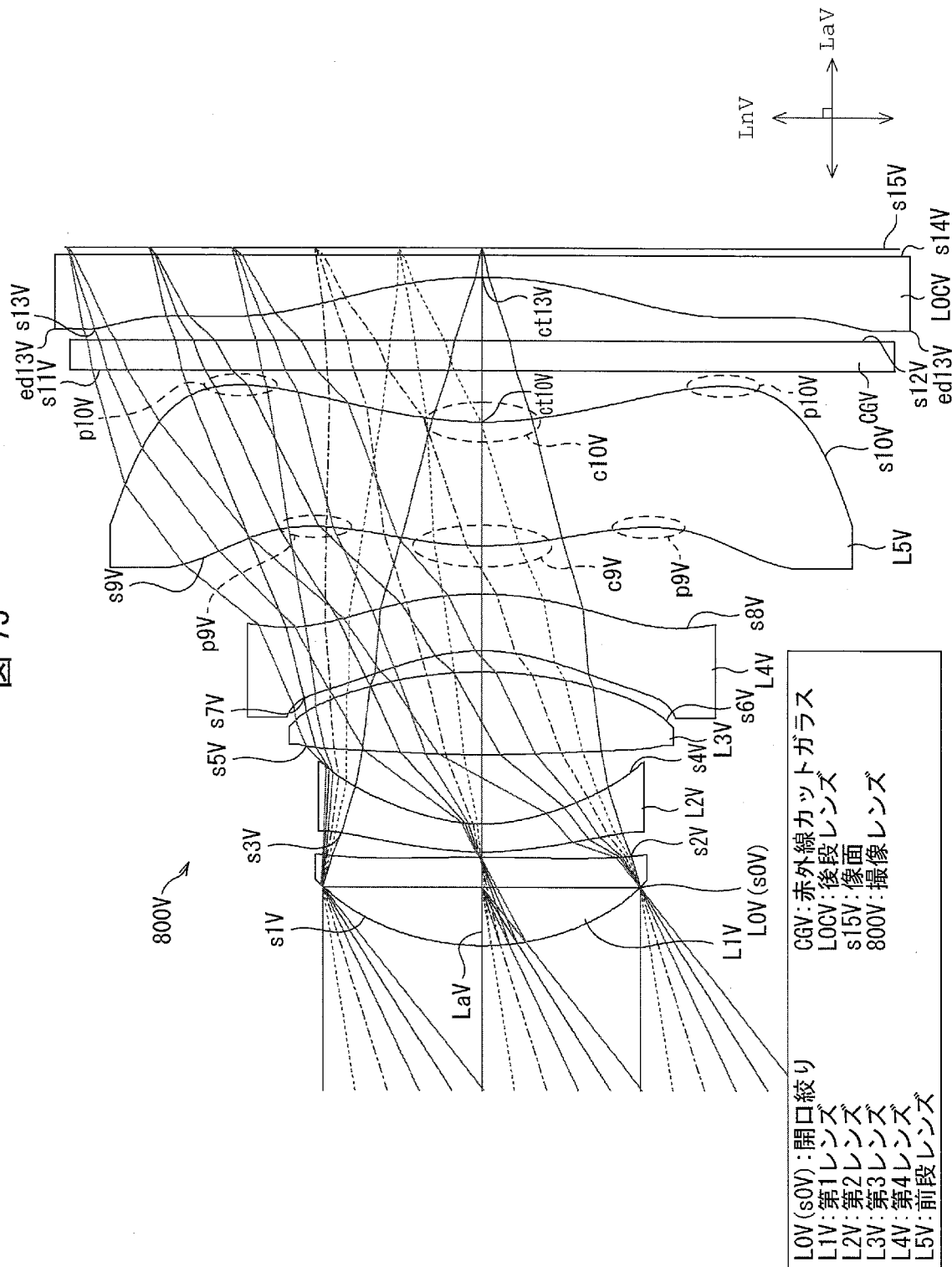
[図74]

図 74



[図75]

図 75



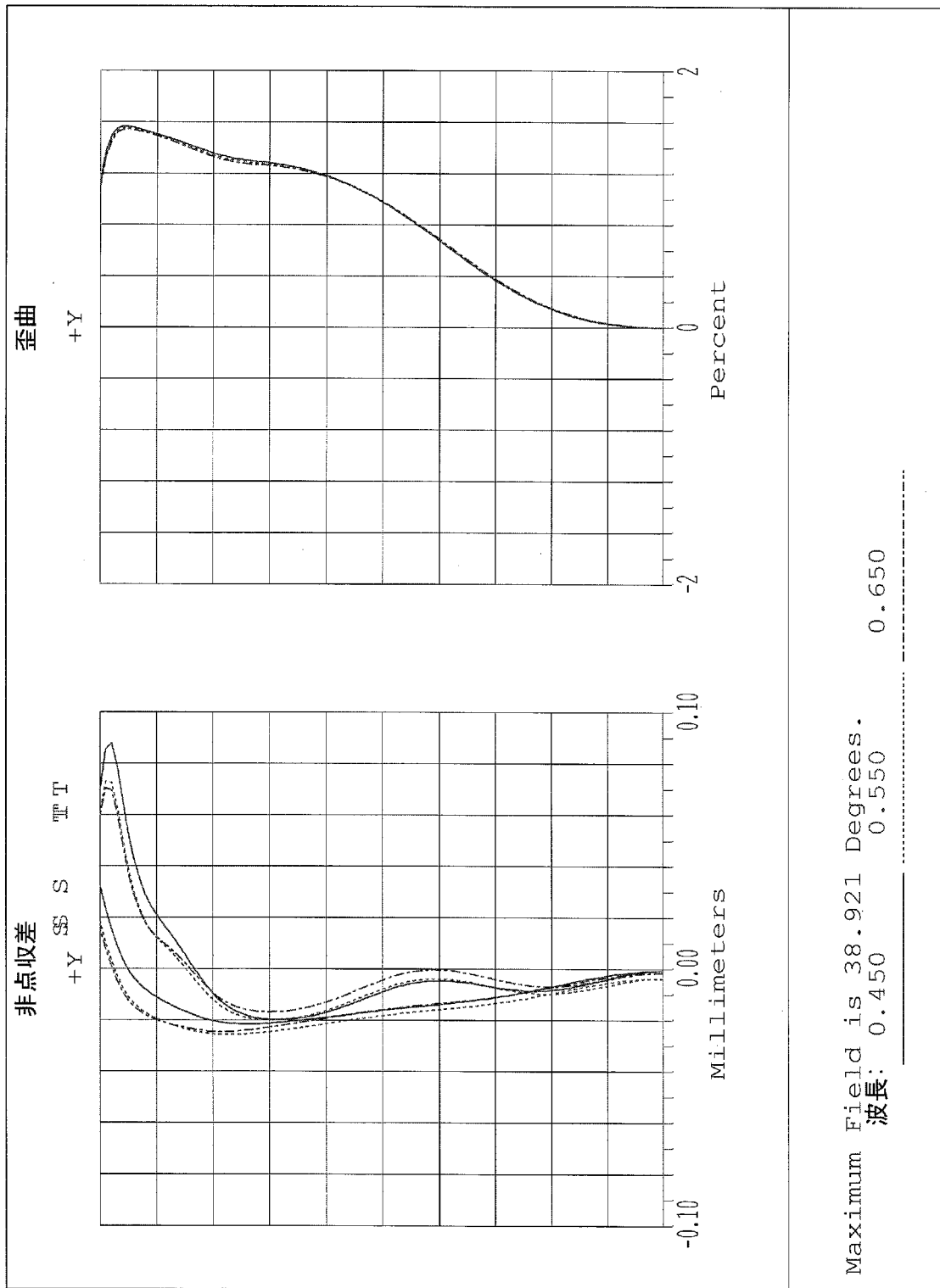
[図76]

図 76

要素	材料	面		曲率 /mm-1	中心厚 /mm	半径 /mm	非球面係数							
		r_d					Conic	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
L0V	-	-	s0V	0.00000E+00	-0.403	1.121	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
L1V	1.544	55.9	s1V	5.40814E-01	0.609	1.168	0.00000E+00	1.51608E-02	-1.28749E-02	1.83286E-02	-1.01717E-02	4.14018E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
L2V	1.614	25.6	s2V	-7.22090E-02	0.036	1.154	0.00000E+00	5.40100E-02	-1.13009E-02	-1.08180E-02	1.53937E-02	-5.80598E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
L3V	1.544	55.9	s3V	4.54025E-01	0.193	1.146	0.00000E+00	-2.36893E-01	2.97235E-01	-2.65203E-01	1.30459E-01	-3.22094E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
L4V	1.614	25.6	s4V	8.10179E-01	0.477	1.133	0.00000E+00	-3.35070E-01	3.50028E-01	-3.18349E-01	1.60996E-01	-4.54521E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
L5V	1.544	55.9	s5V	1.15303E-01	0.570	1.283	0.00000E+00	-1.93724E-02	-1.51421E-02	1.13089E-02	1.16586E-03	-2.21531E-04	0.00000E+00	0.00000E+00
CGV	1.517	64.2	s11V	0.00000E+00	0.210	2.871	0.00000E+00	2.43093E-01	-1.79683E-01	1.88167E-01	-8.99112E-02	1.73731E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
LOCV	1.544	55.9	s13V	-3.31583E-01	0.150	2.932	0.00000E+00	4.32415E-02	2.34186E-03	7.41804E-03	-1.67201E-03	-1.01337E-04	0.00000E+00	0.00000E+00
像面	-	-	s15V	0.00000E+00	-	-	0.00000E+00	-1.28973E-01	4.44350E-02	-1.92794E-02	4.23177E-03	-3.35715E-04	0.00000E+00	0.00000E+00

[図77]

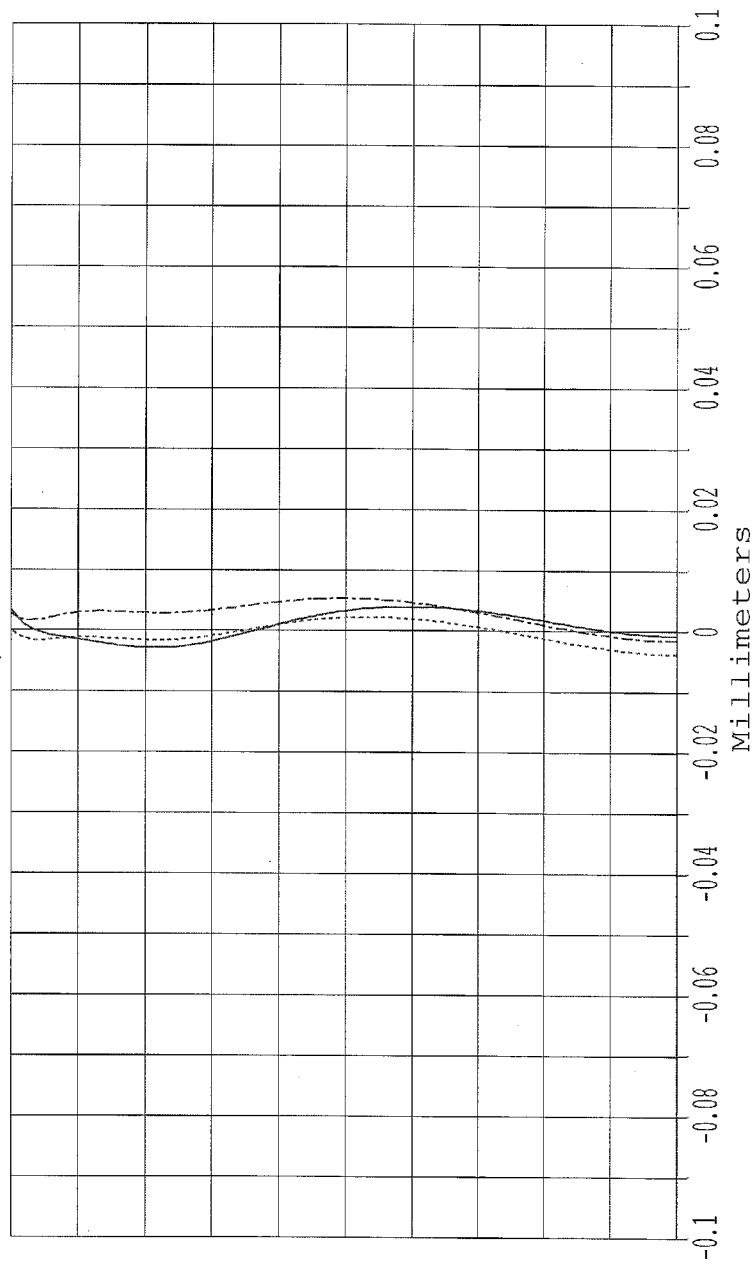
図 77



[図78]

図 78

球面収差 (Pupil Radius: 1.1207 Millimeters)

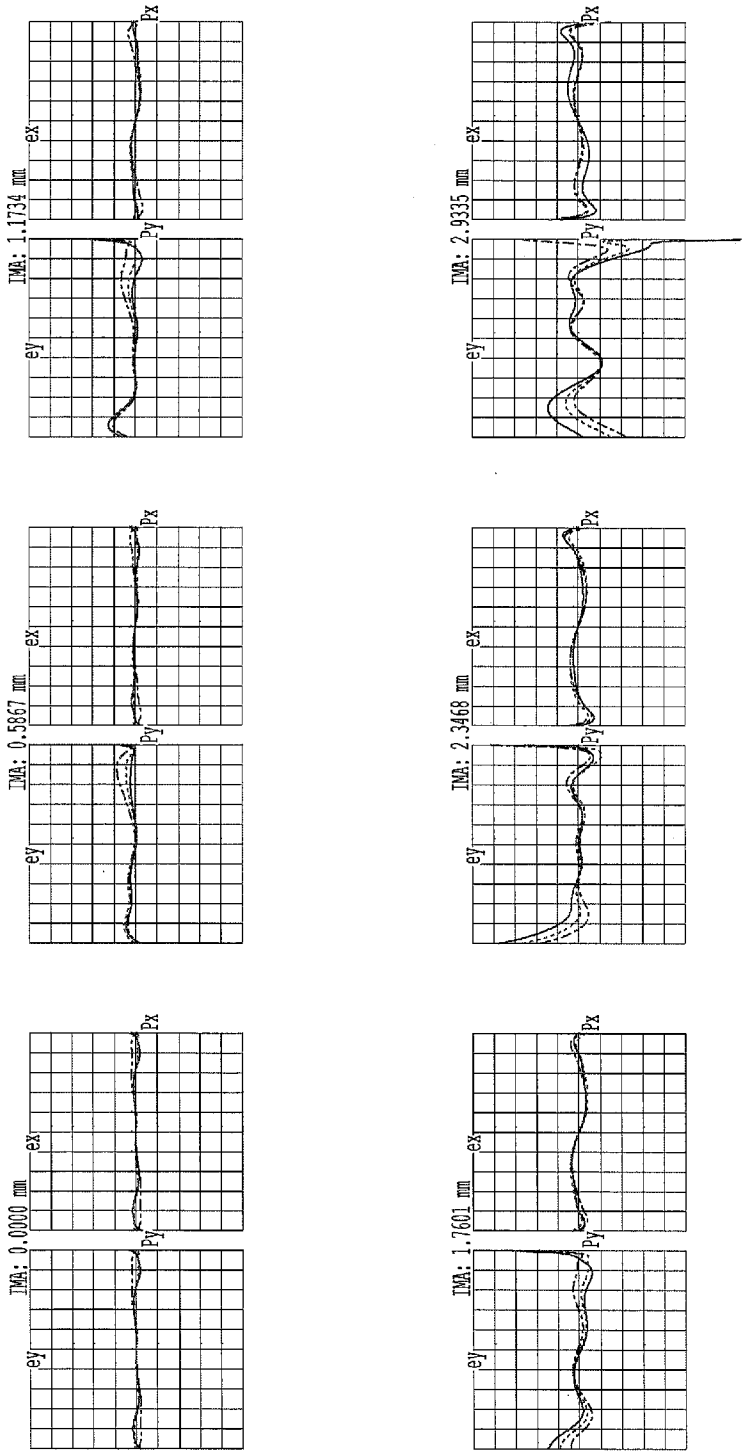


波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図79]

図 79

横収差

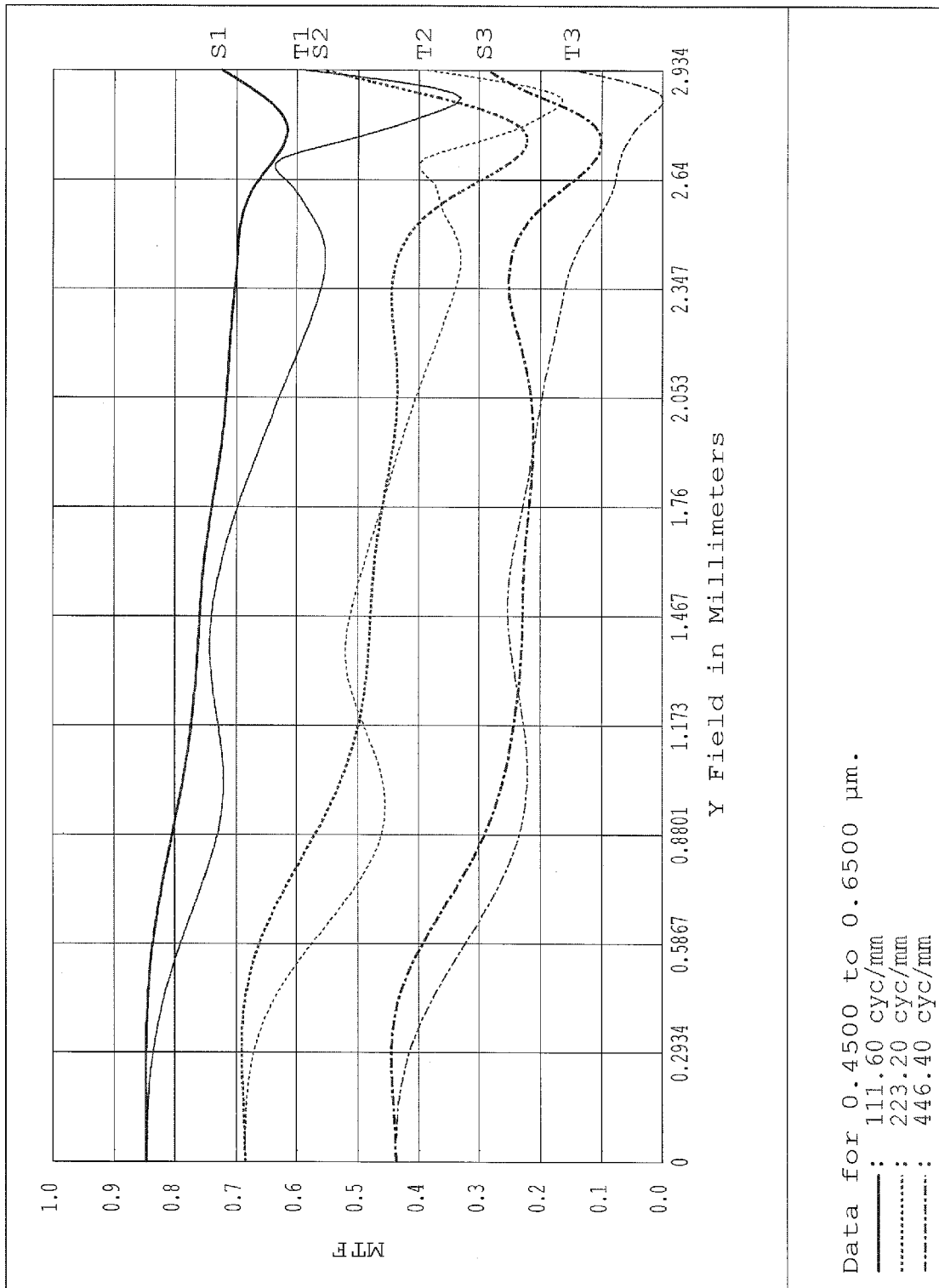


Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650

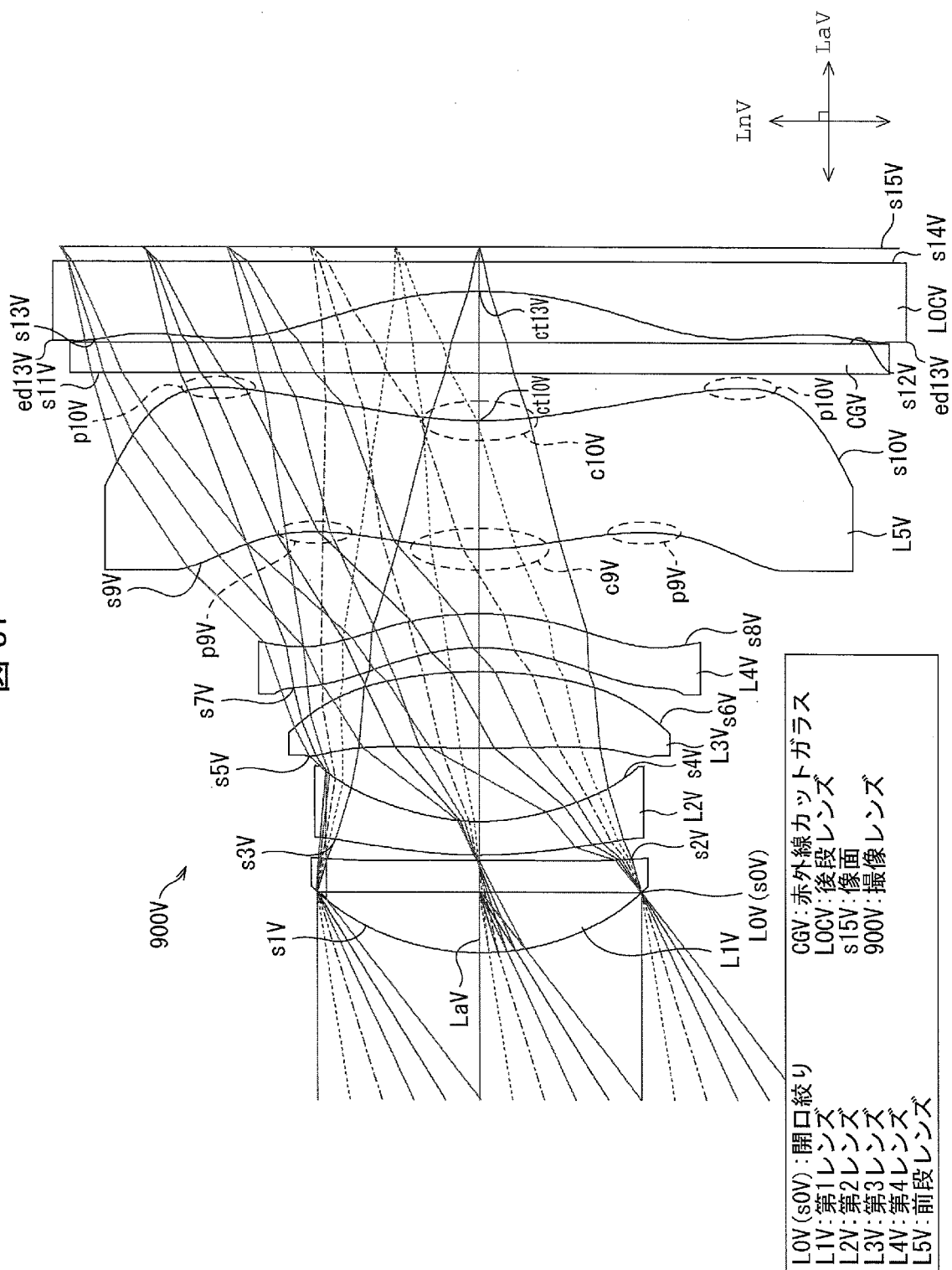
Surface: Image

[図80]

図 80



18

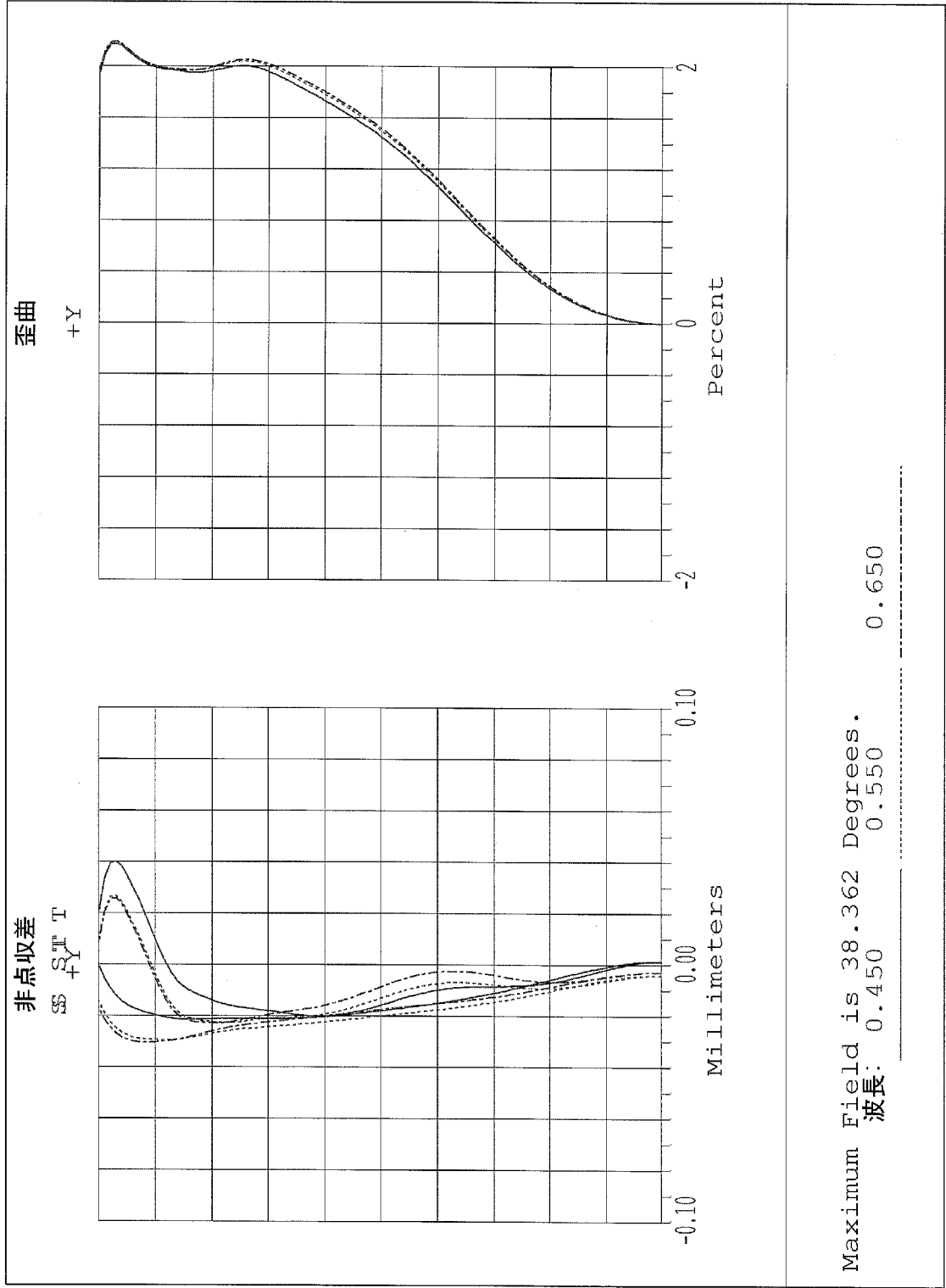


[図82]

82
✕[illegible]

[図83]

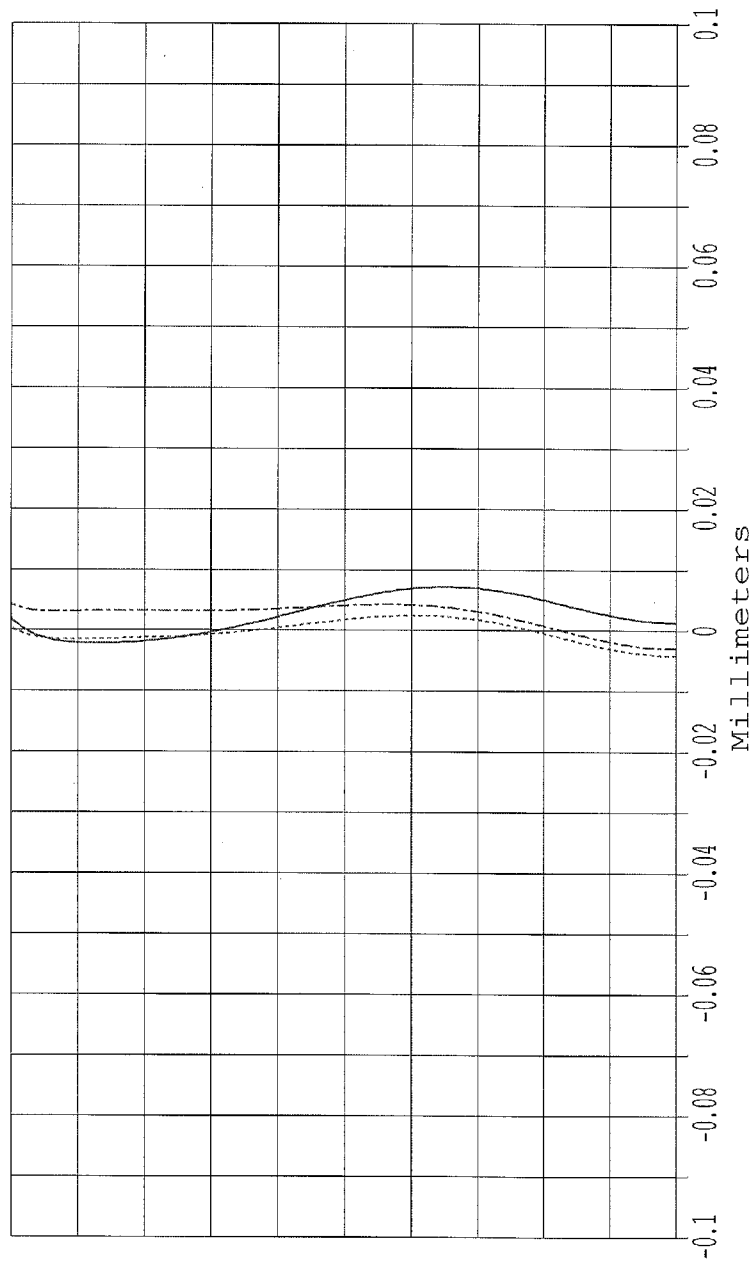
図 83



[図84]

図 84

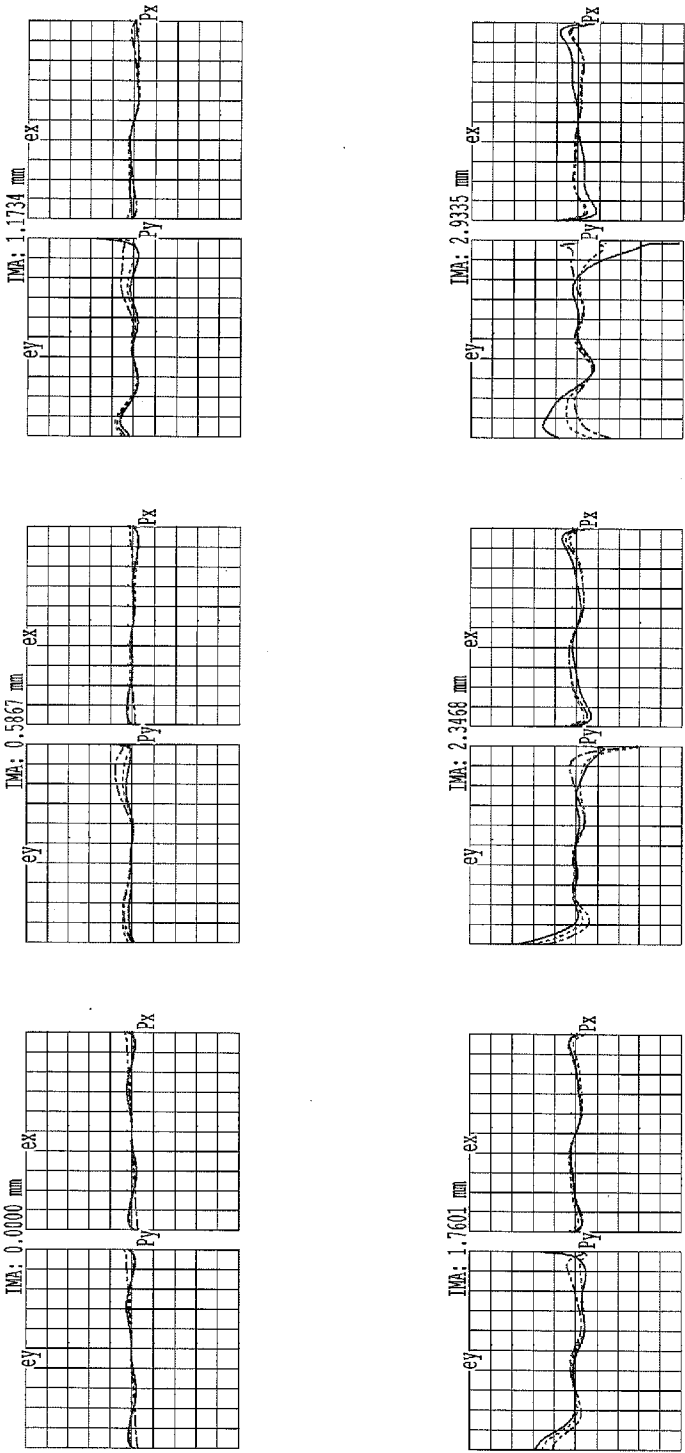
球面収差 (Pupil Radius: 1.1337 Millimeters)



波長: From 0.450 To 0.650 μm
0.450 0.550 0.650

[図85]

図 85
横収差

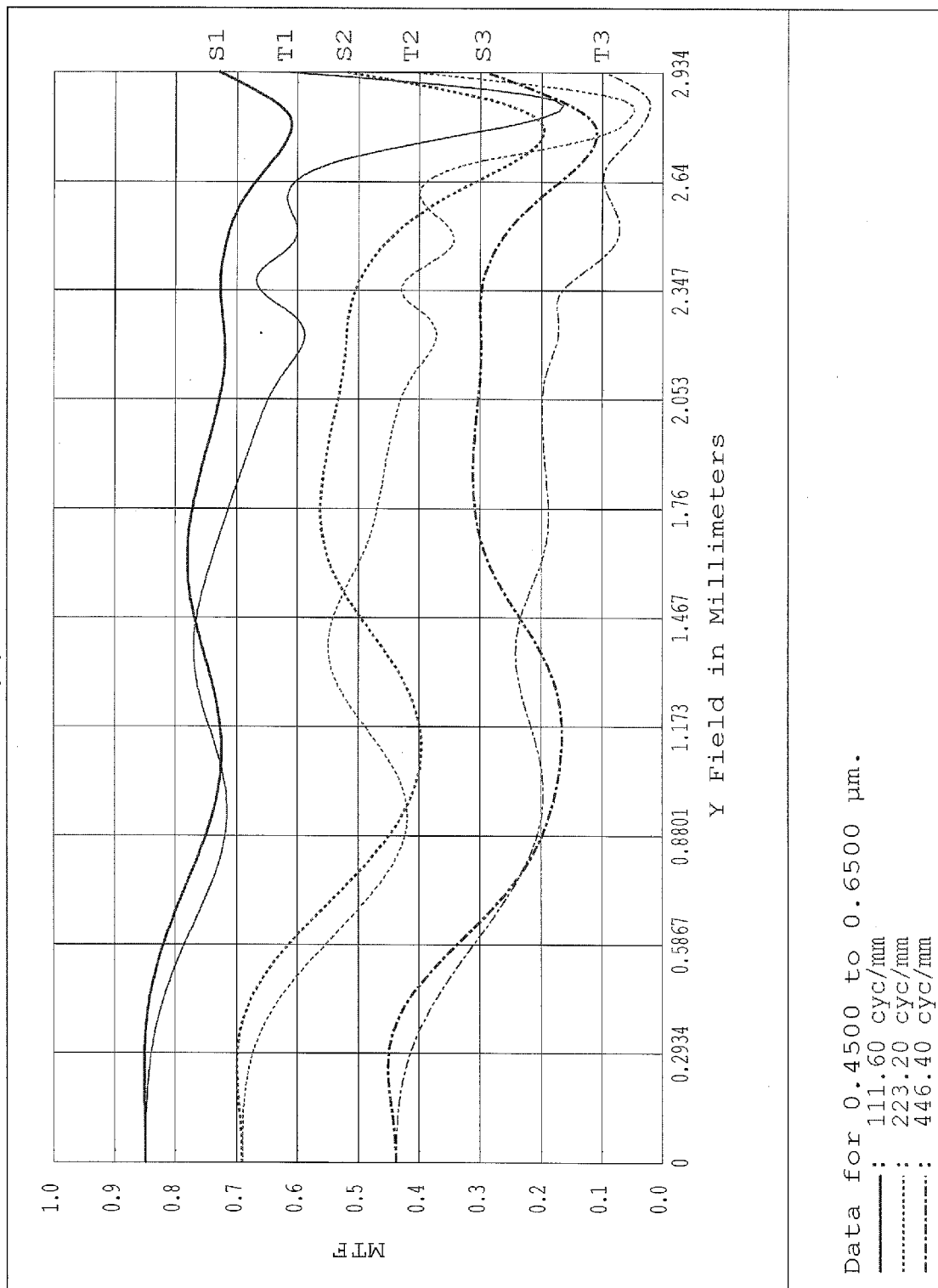


Maximum Scale: $\pm 20.000 \mu\text{m}$.
0.450 0.550 0.650

Surface: Image

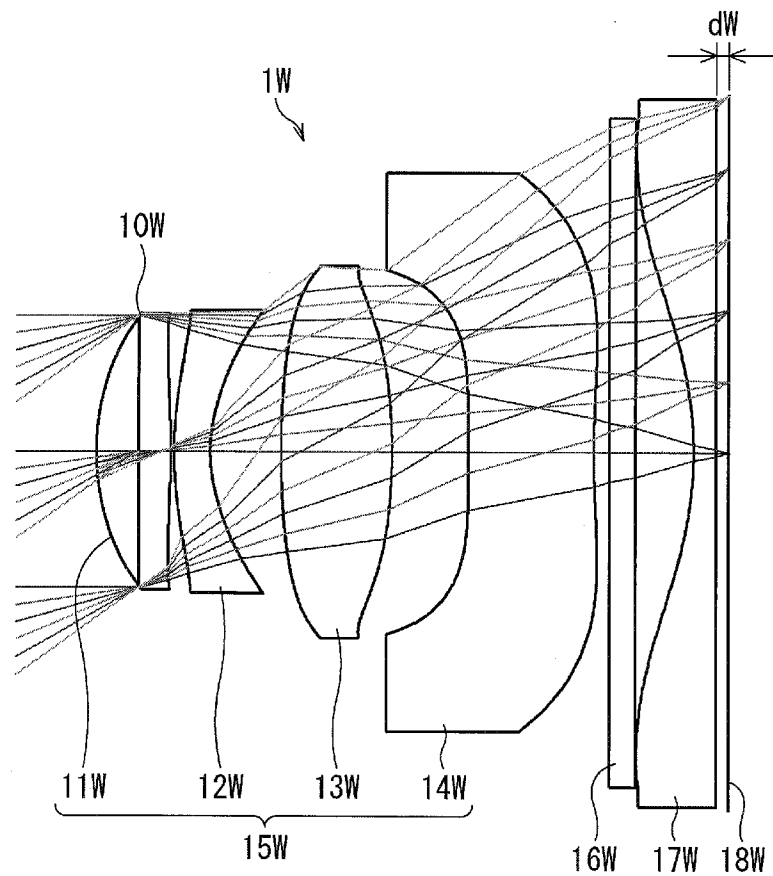
[図86]

図 86



[図87]

図 87

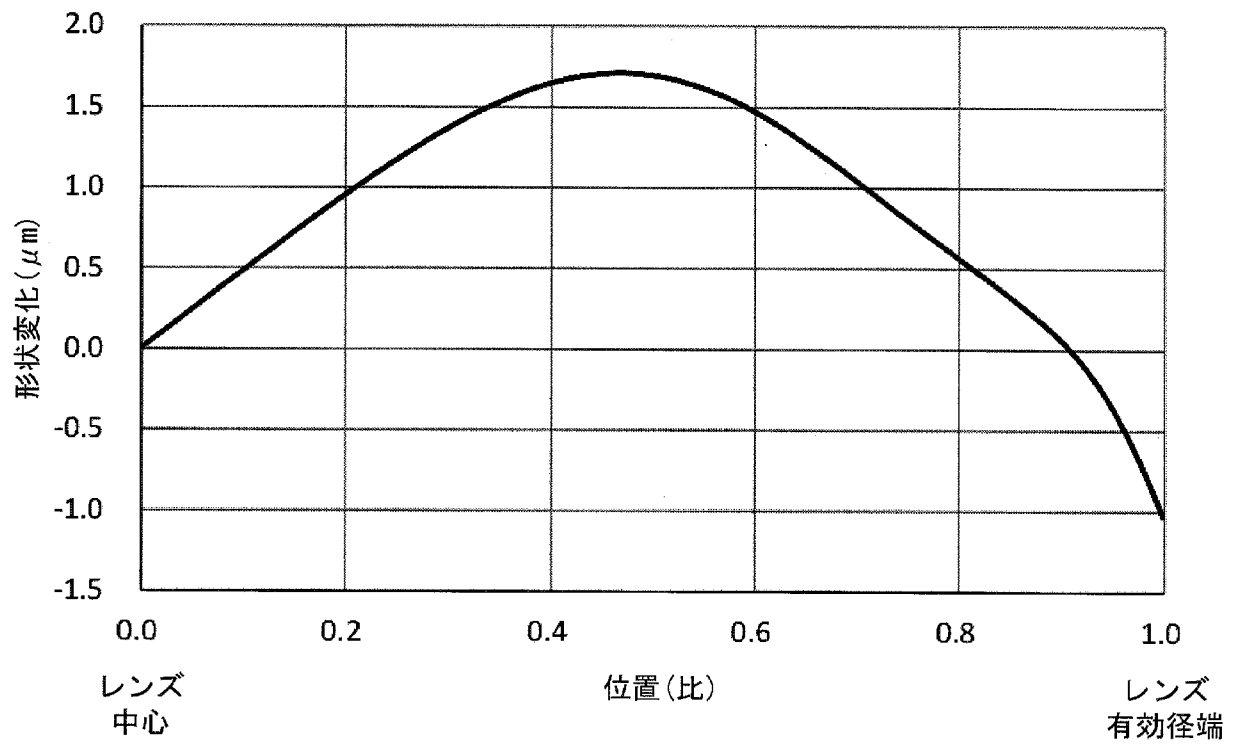


1W: 撮像レンズ
 10W: 開口絞り
 11W: 第1レンズ
 12W: 第2レンズ
 13W: 第3レンズ
 14W: 第4レンズ

15W: 上部レンズ
 16W: IRカットガラス
 17W: 下部レンズ
 18W: イメージセンサ(像面)

[図88]

図 88



[図89]

図 89

	実施の形態23	実施の形態24	実施の形態25	実施の形態26	実施の形態27	比較例1
Fナンバー	1.80	1.80	1.80	1.94	1.80	1.80
画角(対角)(deg)	71.2	70.0	70.8	71.4	76.0	72.9
焦点距離	光学系全体:fW(mm)	4.026	4.051	4.012	3.675	3.892
	第4レンズ:f4W(mm)	-17.066	-21.437	-13.462	-17.744	-9.322
	下部レンズ:fcW(mm)	-5.795	-5.637	-5.788	-5.795	-24.194
光学全長:OTLW(mm)	5.122	5.179	5.124	5.070	4.802	5.064
下部レンズ近接距離(mm)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
上部レンズバックフォーカス:FBW(mm)	1.068	0.899	0.920	1.067	0.960	0.895
IRカットガラス(mm)	0.210	0.210	-	0.210	0.210	0.210
f4W/fW	-4.239	-5.231	-3.323	-4.422	-3.550	-2.395
fcW/fW	-1.440	-1.375	-1.429	-1.444	-1.670	-6.217
光学全長/センサーサイズ	0.873	0.883	0.873	0.864	0.819	0.863
下部レンズ近接距離/光学全長	0.020	0.019	0.020	0.020	0.021	0.020

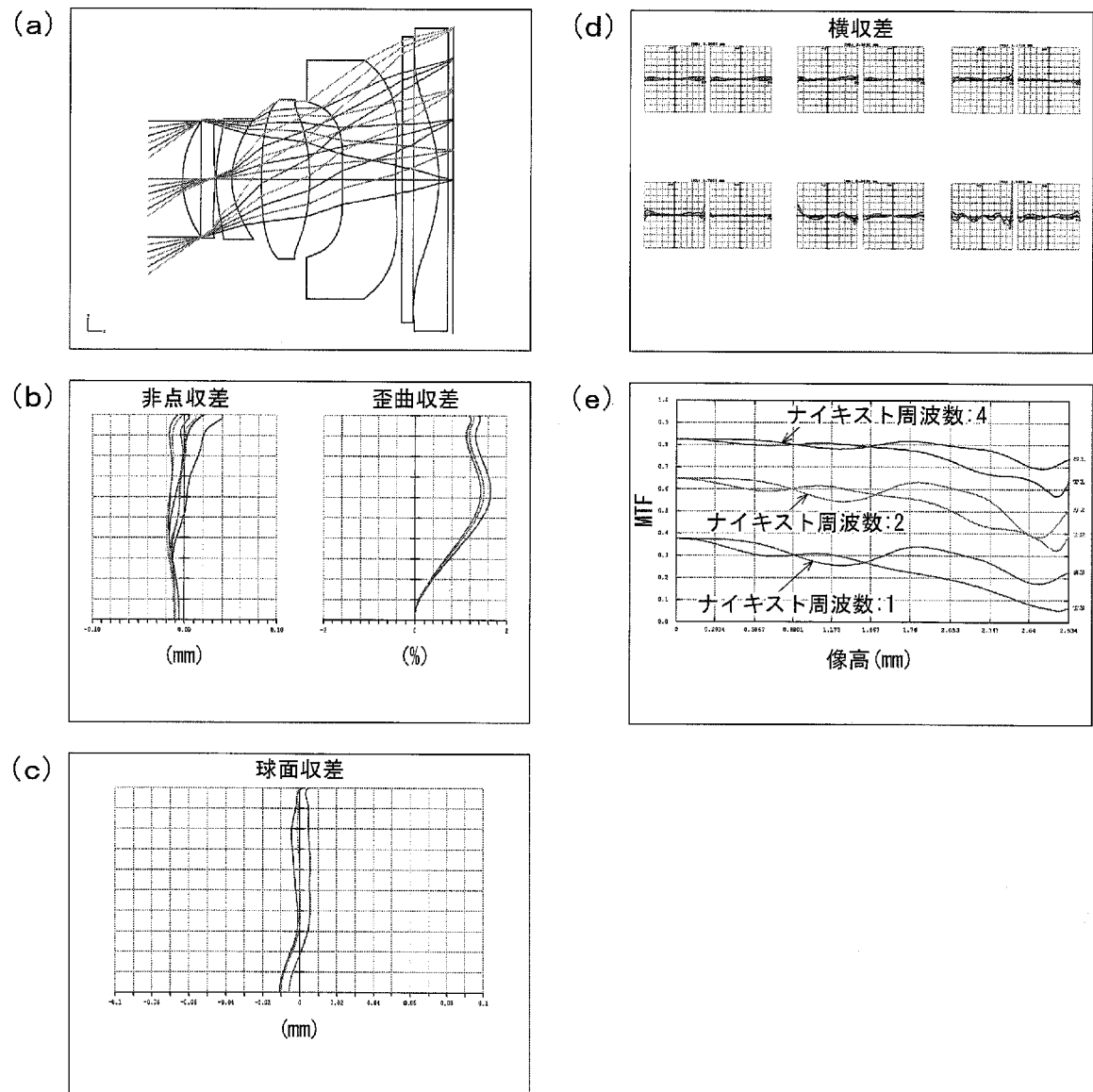
90 図

[illegible]

[図91]

図 91

実施の形態23



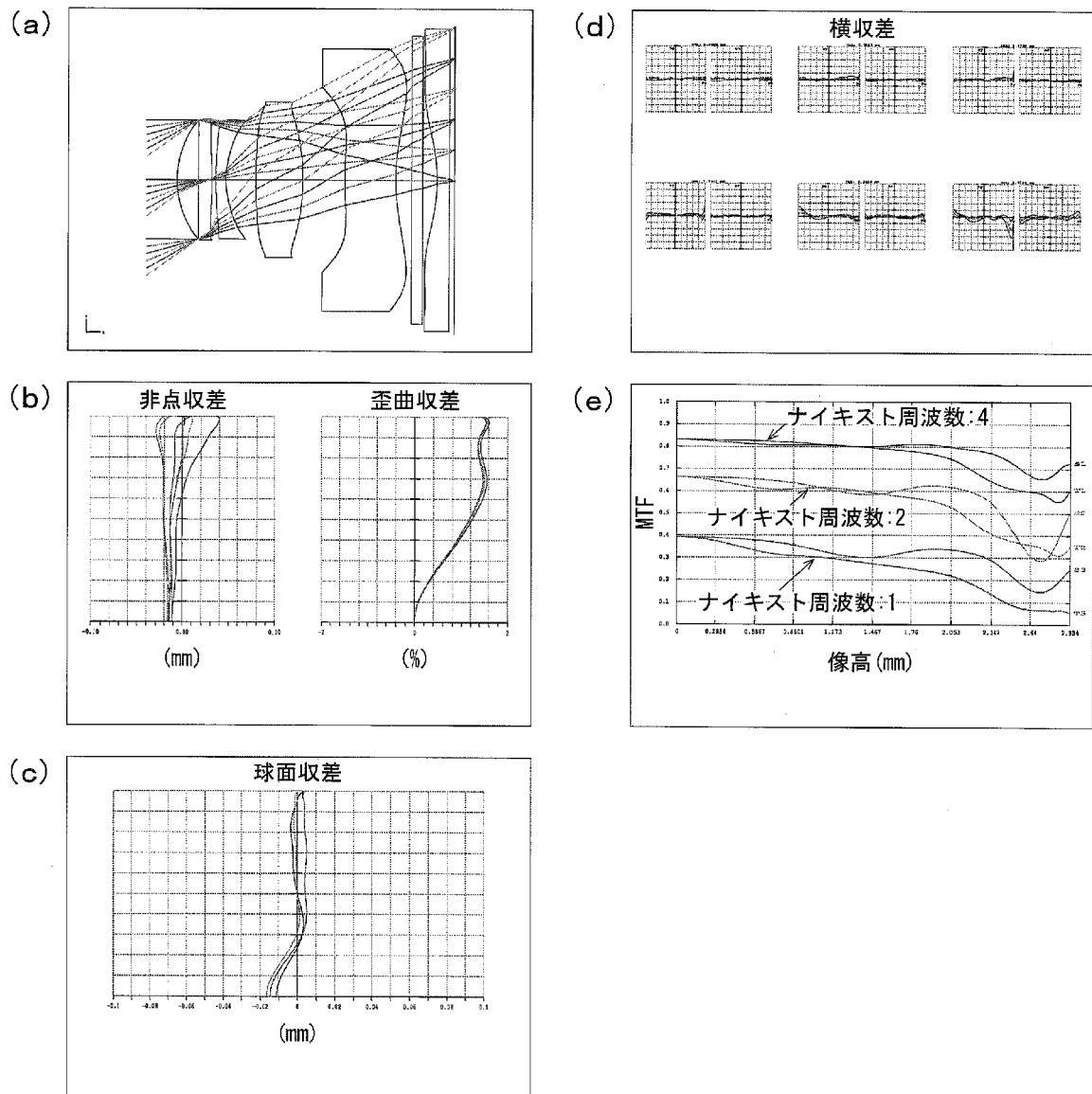
92

[illegible]

[図93]

図 93

実施の形態24



94

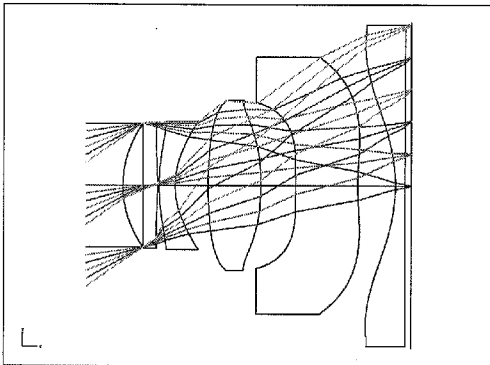
[illegible]

[図95]

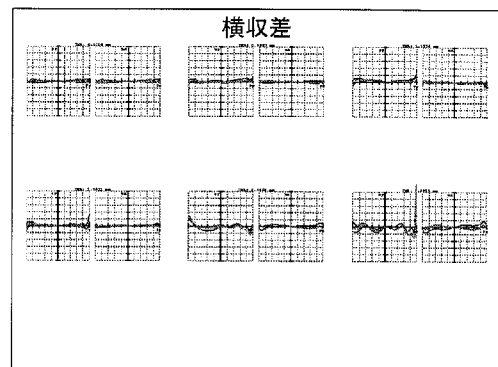
図 95

実施の形態25

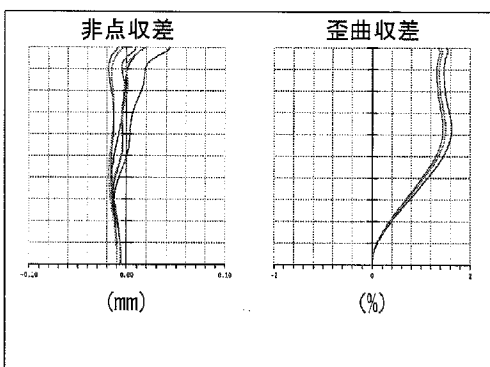
(a)



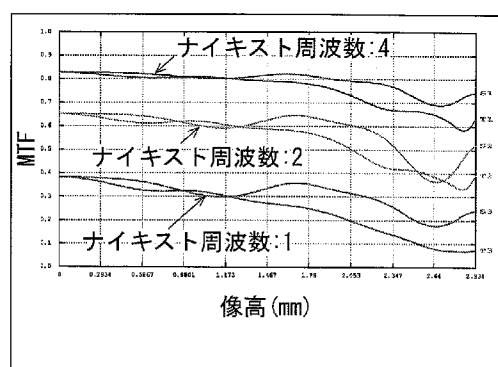
(d)



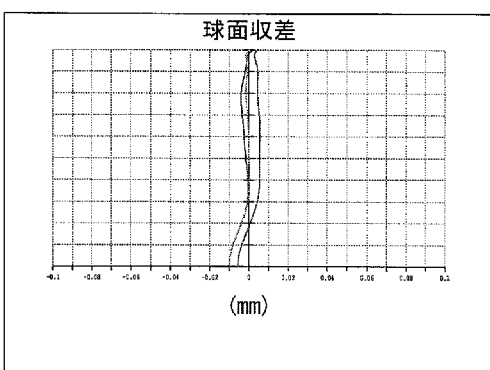
(b)



(e)



(c)



96 ☒

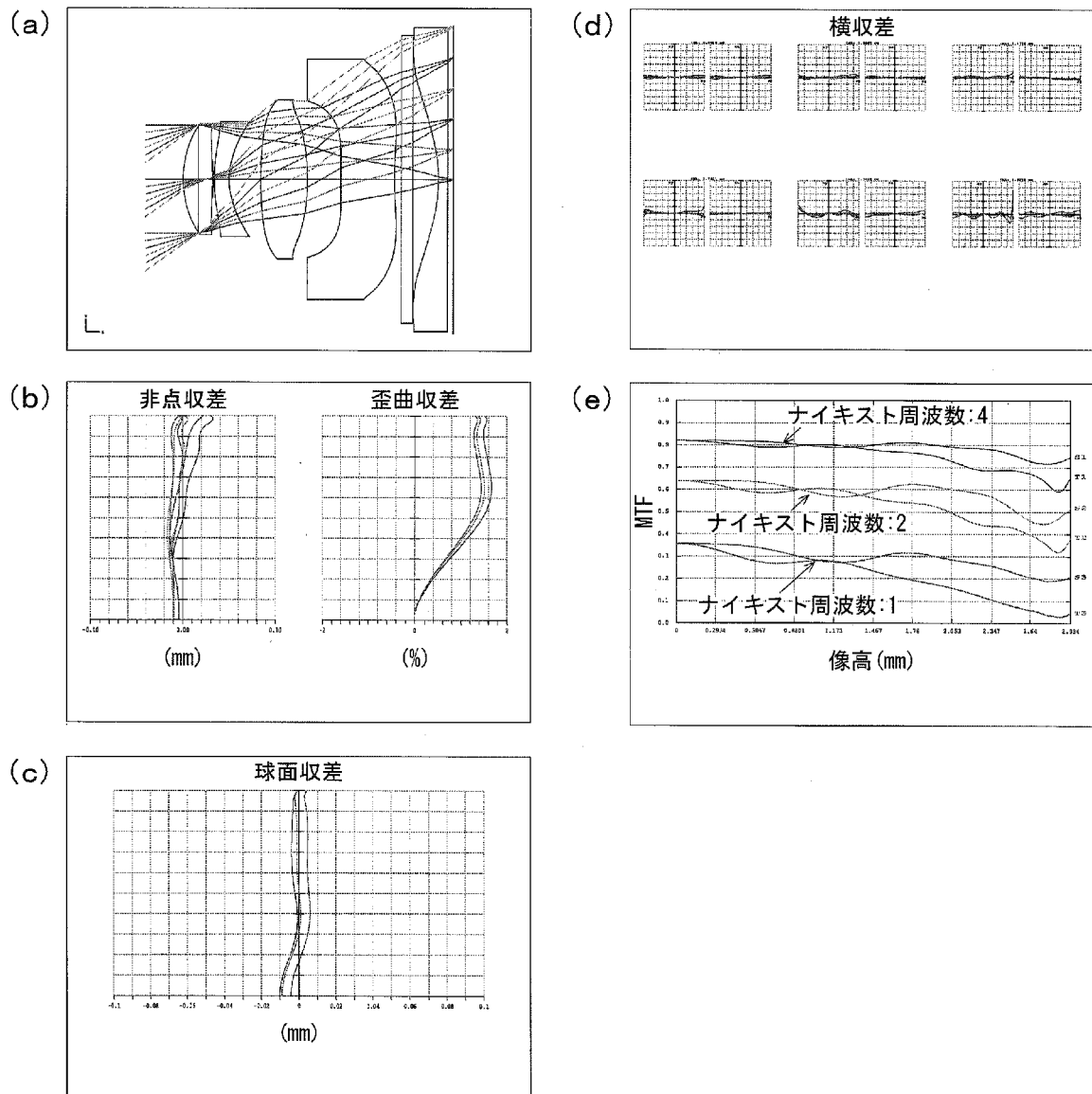
96 ☒

[illegible]

[図97]

図 97

実施の形態26



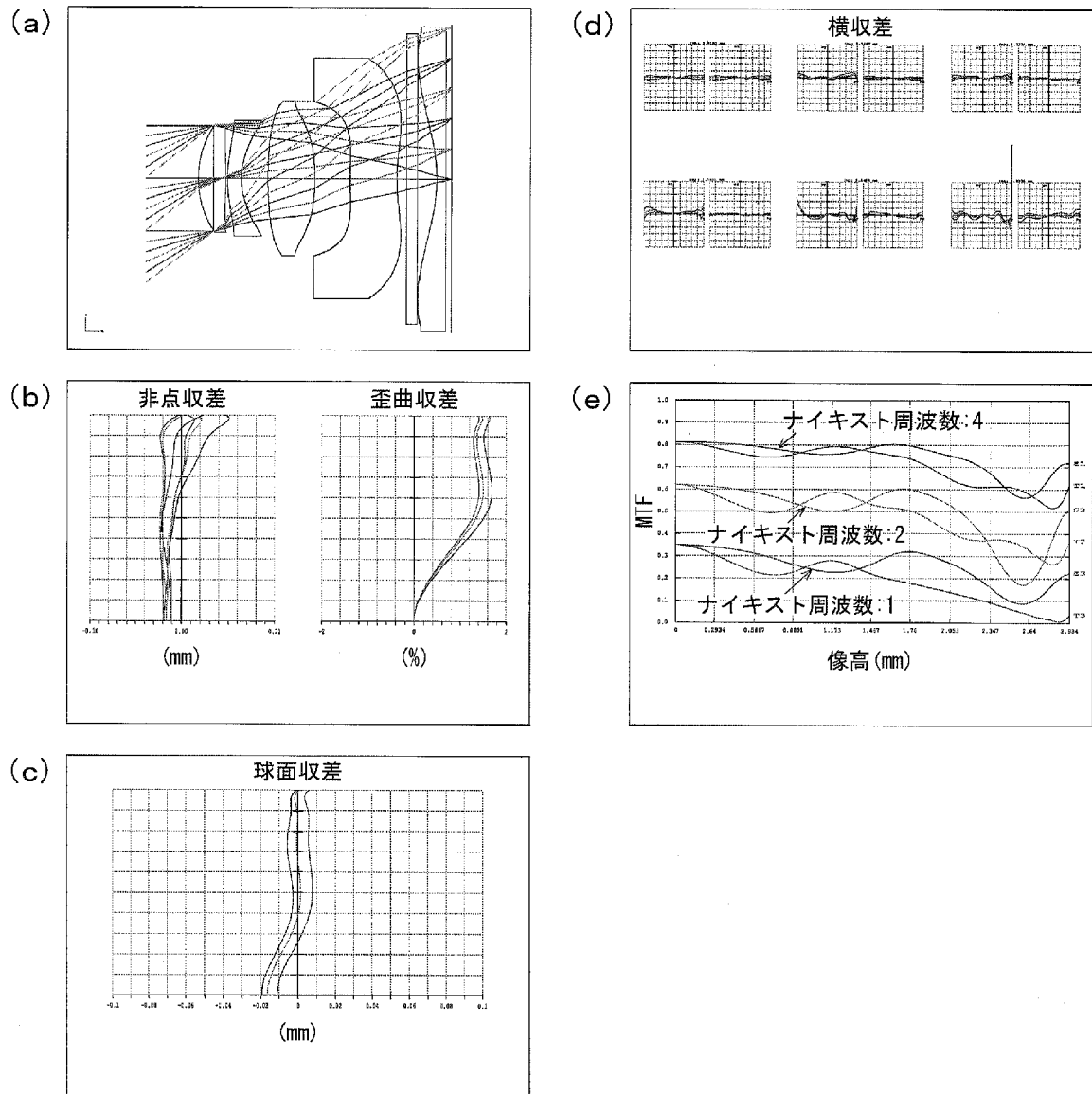
98

部材	材料特性		面	曲率半径 (mm)	中心厚 (mm)	有効半径 (mm)	非球面係数								
	屈折率 n_d	アッパース数 k_d					コーニング係数 K	4次係数	6次係数	8次係数	10次係数	12次係数	14次係数	16次係数	
開口絞り	-	-	-		-0.283	1.021	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	1.544	55.9	物体側	4.9032E-01	0.522	1.040	0.00000E+00	8.24218E-03	2.41380E-03	-1.33558E-02	3.33070E-02	-1.37182E-02	-1.08891E-02	1.03662E-02	
第1レンズ	1.544	25.6	像面側	-1.29318E-01	0.028	1.045	0.00000E+00	7.82020E-02	-4.69213E-02	3.64193E-02	-1.89488E-02	1.90383E-02	-2.44393E-02	1.60889E-02	
	1.614	55.9	物体側	3.91777E-01	0.264	1.071	0.00000E+00	-1.50285E-01	1.71301E-01	-1.57474E-01	6.58472E-02	-3.63020E-02	4.08619E-02	-1.69995E-02	
第2レンズ	1.544	25.6	像面側	8.00165E-01	0.502	1.114	0.00000E+00	-2.68779E-01	2.41870E-01	-2.14202E-01	5.91488E-02	8.19272E-03	3.45981E-04	-7.32782E-03	
	1.544	55.9	物体側	1.46512E-01	0.892	1.486	0.00000E+00	-1.48566E-02	2.15381E-02	-2.85059E-03	-3.38115E-03	4.42863E-03	-1.91689E-03	3.16308E-04	
第3レンズ	1.614	25.6	像面側	-2.38145E-01	0.673	1.484	0.00000E+00	-6.83478E-02	4.49790E-02	-4.61296E-02	3.75803E-02	-1.77417E-02	4.18936E-03	-2.45333E-04	
	1.614	25.6	物体側	1.20973E-01	0.899	1.488	0.00000E+00	-1.28386E-01	2.57506E-02	-5.85868E-02	7.47409E-02	-5.83748E-02	2.37168E-02	-4.07241E-03	
第4レンズ	1.614	25.6	像面側	2.55364E-01	0.172	2.323	0.00000E+00	-6.40674E-02	1.73645E-03	4.39079E-03	-2.32402E-03	6.12191E-04	-8.63866E-05	4.99635E-06	
	1.517	64.2	物体側	0.00000E+00	0.210	2.735	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
IRカットガラス			像面側	0.00000E+00	0.371	2.808	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	1.544	55.9	物体側	-2.38271E-01	0.180	2.845	0.00000E+00	1.37142E-02	3.88008E-03	-7.82245E-04	5.38677E-05	-7.06139E-07	0.00000E+00	0.00000E+00	
下部レンズ			像面側	0.00000E+00	0.100	2.944	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	1.544	55.9	物体側	-2.38271E-01	0.180	2.845	0.00000E+00	1.37142E-02	3.88008E-03	-7.82245E-04	5.38677E-05	-7.06139E-07	0.00000E+00	0.00000E+00	
像面	-	-	-		-	-	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	1.544	55.9	物体側	-2.38271E-01	0.180	2.845	0.00000E+00	1.37142E-02	3.88008E-03	-7.82245E-04	5.38677E-05	-7.06139E-07	0.00000E+00	0.00000E+00	

[図99]

図 99

実施の形態27

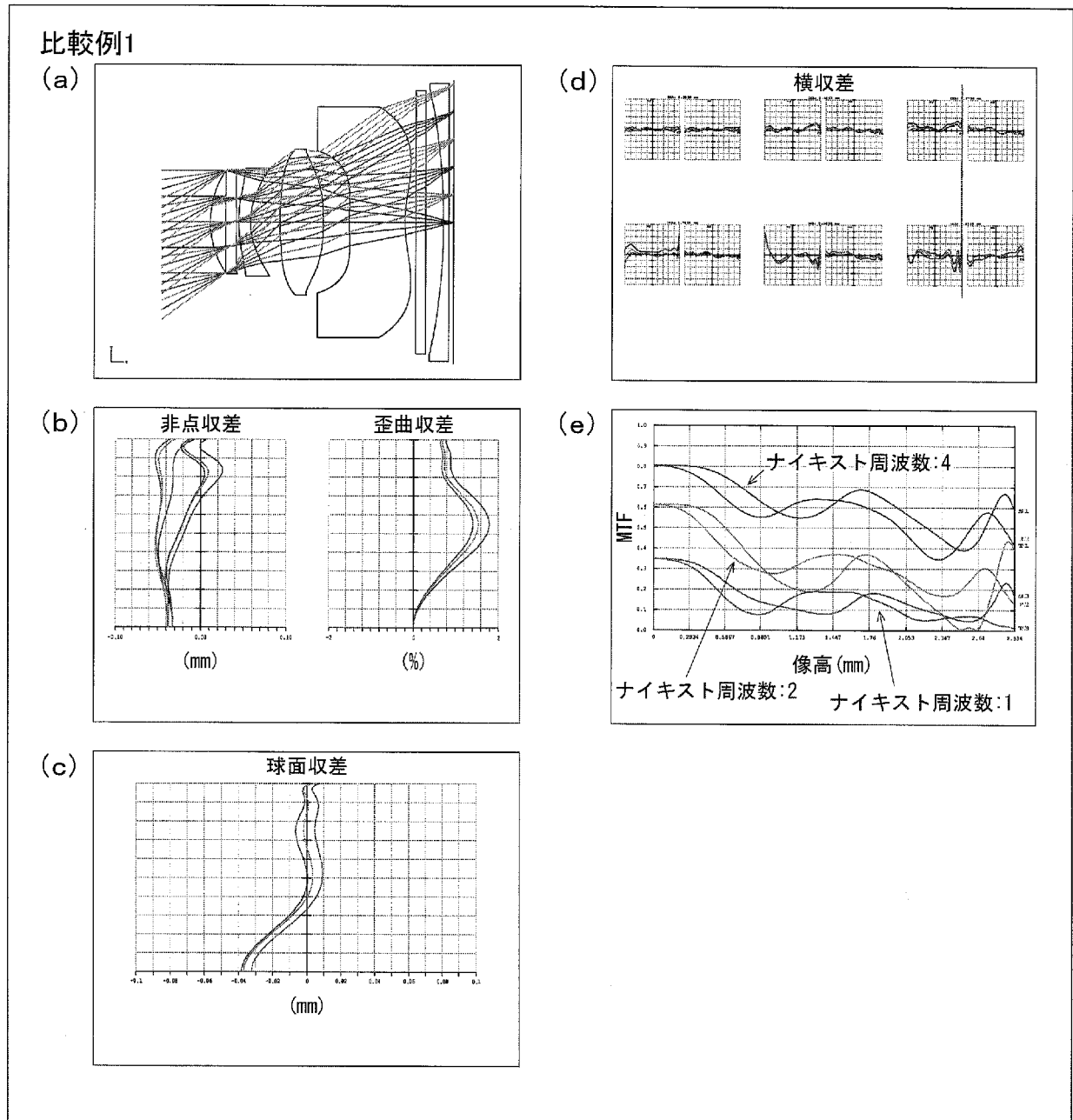


100
✕

[illegible]

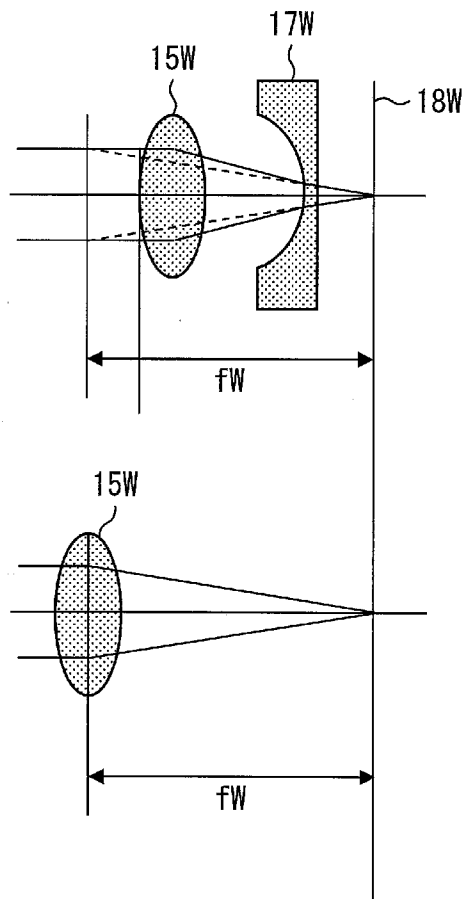
[図101]

図 101



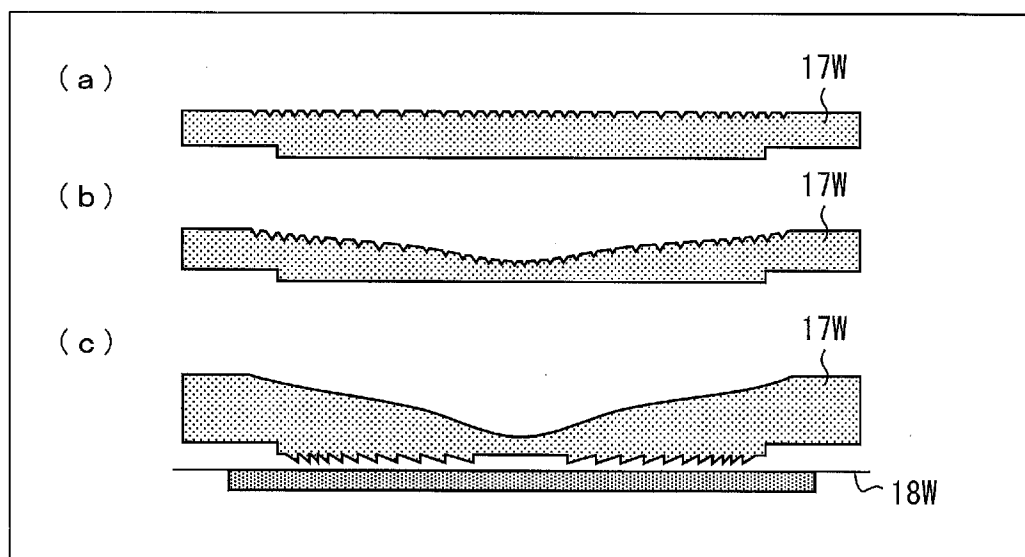
[図102]

図 102



[図103]

図 103



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056245

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(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, 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 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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	JP 2009-544226 A (Tessera North America, Inc.), 10 December 2009 (10.12.2009), entire text; all drawings; particularly, claims 1, 5; paragraphs [0053] to [0059], [0085] to [0086], [0107], [0121]; fig. 1A to 1C, 5 to 6B, 11 & WO 2008/011003 A2 & EP 2044629 A2 & KR 10-2009-0034981 A & KR 10-1185881 B1 & CN 101512768 A & CN 101512768 B & JP 2013-153537 A & JP 5292291 B2	1-4 6 5, 7-26
X Y A	JP 2011-49275 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings; particularly, claims 1, 6 to 7; paragraphs [0009] to [0012], [0029], [0036]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3, 7, 11 6 4-5, 8-10, 12-26



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

22 May 2015 (22.05.15)

Date of mailing of the international search report

02 June 2015 (02.06.15)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056245

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 11-119102 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 30 April 1999 (30.04.1999), entire text; all drawings; particularly, example 3 (paragraphs [0067], [0075]; fig. 3); paragraphs [0057] to [0058]; fig. 11 & US 6014265 A & US 6411443 B1 & JP 3713370 B2	1-3 6 4-5, 7-26
Y	JP 2013-186338 A (Canon Inc.), 19 September 2013 (19.09.2013), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0062] to [0063] (Family: none)	6-7, 11
X A	JP 2009-145597 A (Sharp Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), entire text; all drawings; particularly, carrying-out mode 4 (paragraphs [0124] to [0141]; fig. 11 to 13) (Family: none)	17, 19 1-16, 18, 20-26
X A	WO 2012/169778 A2 (LG INNOTEK CO., LTD.), 13 December 2012 (13.12.2012), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [113] to [165]; fig. 1, 6 & US 2014/0098239 A1 & EP 2718761 A2 & KR 10-2012-0135648 A & CN 103597395 A	17, 19 1-16, 18, 20-26
A	WO 2013/063097 A1 (DIGITALOPTICS CORP. MEMS), 02 May 2013 (02.05.2013), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0053] to [00120]; fig. 1 to 29D & CN 104105991 A & TW 201329495 A	17-26
A	US 7864454 B1 (LARGAN PRECISION CO., LTD.), 04 January 2011 (04.01.2011), entire text; all drawings; particularly, embodiments 1 to 4 & TW 201106040 A & TW I414840 B	17-26
A	US 2012/0300316 A1 (LARGAN PRECISION CO.), 29 November 2012 (29.11.2012), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0062] to [0105]; fig. 1A to 10B & US 8379324 B2 & TW 201248242 A & TW I453498 B & CN 202256845 U & CN 102798962 A & CN 102798962 B	22-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056245

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 (continuation of Box No. III).

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/JP2015/056245

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

The invention of claim 1, the invention of claim 17, and the invention of claim 22 have a technical feature substantially as a common technical feature, i.e., "a lens element including: an object side surface which is oriented toward an object and shaped to be aspherical and concave; and an image side surface which is oriented toward an image plane and shaped to be generally planar."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 2008-216807 A (Sharp Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), entire text; all drawings; particularly, claims 1, 4, 8; paragraphs [0057] to [0065]; examples 1 to 2).

Furthermore, the invention of claim 17 and the invention of claim 22 have a technical feature substantially as a common technical feature, i.e., an image-capturing lens including the lens element wherein "the object side surface of the lens is so shaped as to be increased in the amount of change in shape toward the object up to a predetermined distance from the center of the lens to the end of an effective diameter, the predetermined distance being set to be 30% or greater than the distance between the center of the lens and the end of the effective diameter, and so shaped as to be decreased in the amount of change in shape toward the object beyond the predetermined distance; and the distance between the lens and the image plane is less than 0.15 times the total optical length of the image-capturing lens."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since also the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

On the basis of special technical features at the time of the order for payment of fees, claims are classified into three inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) claims 1-16

A lens element including: an object side surface which is oriented toward an object and shaped to be aspherical and concave; and an image side surface which is oriented toward an image plane and shaped to be generally planar, wherein the outer shape of the image side surface is generally rectangular.

(Continued to next extra sheet)

(Invention 2) claims 17-21

An image-capturing lens wherein lenses are sequentially disposed in an order of a front stage lens and a rear-stage lens from an object toward an image plane; the front stage lens has positive refractive power, a convex central portion of a surface oriented toward the object, a concave peripheral portion of the surface oriented toward the object, a concave central portion of a surface oriented toward the image plane, and a convex peripheral portion of the surface oriented toward the image plane; the rear-stage lens has a concave surface oriented toward the object, a rear-stage object-side central region which is a central portion of the surface oriented toward the object and adapted such that with increasing distance from the center of the lens surface, the amount of change in the shape of the lens surface toward the object is increased, a rear-stage object-side intermediate region which is an intermediate portion of the surface oriented toward the object and adapted such that with increasing distance from the center of the lens surface, the amount of change in the shape is decreased, and a generally planar surface oriented toward the image plane; the surface of the rear-stage lens oriented toward the object is adapted such that the distance from the center of the lens surface to the boundary between the rear-stage object-side central region and the rear-stage object-side intermediate region is 30% or greater than the distance from the center of the lens surface to the edge of the lens surface; and the mathematical expression (1) below is satisfied,

$CAV/OTLV < 0.15 \dots (1),$

where CAV is the separation between the image plane and the surface of the rear-stage lens oriented toward the image plane, and OTLV is the total optical length of the image-capturing lens.

Invention 2 is not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 and which have a same category.

Further, there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on Invention 2 together with Invention 1 at the time of the order for payment of fees, and therefore, it is impossible to classify Invention 2 into Invention 1.

(Continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056245

(Invention 3) claims 22-26

An image-capturing lens for forming the image of an object on an image plane, wherein the image-capturing lens has an upper lens and a lower lens, the upper lens including: a first lens being convex toward the object and having a positive refractive index; a second lens being a meniscus lens which is convex toward the object; a third lens being convex toward the image plane and having a positive refractive index; and a fourth lens which has a positive refractive index and is shaped so that the shape toward the image plane has a point of inflection, the first, second, third, and the fourth lenses being disposed in that order from the object toward the image plane, the lower lens being disposed toward the image plane relative to the upper lens, being concave toward the object, and being generally planar toward the image plane, the surface of the lower lens toward the object being so shaped that the amount of change in shape toward the object is increased up to a predetermined distance which is set to be 30% or greater than the distance between the center of the lens and the end of the effective diameter from the center of the lens toward the end of an effective diameter and the amount of change in shape toward the object is decreased beyond the predetermined distance, the distance between the lower lens and the image plane being less than 0.15 times the total optical length of the image-capturing lens.

Invention 3 is not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 or 17 and which have a same category.

Further, there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on Invention 3 together with Invention 1 or 2 at the time of the order for payment of fees, and therefore, it is impossible to classify Invention 3 into Invention 1 or 2.

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, 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, 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 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	JP 2009-544226 A（テッセラ・ノース・アメリカ・インコーポレイ テッド）2009.12.10, 全文、全図、特に、請求項 1, 5、段落 [0053]-[0059]、[0085]-[0086]、[0107]、[0121]、図 1A-図 1C、図 5-図 6B、図 11 & WO 2008/011003 A2 & EP 2044629 A2 & KR 10-2009-0034981 A & KR 10-1185881 B1 & CN 101512768 A & CN 101512768 B & JP 2013-153537 A & JP 5292291 B2	1-4 6 5, 7-26	
☒ 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 2 . 0 5 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 0 2 . 0 6 . 2 0 1 5	
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） 森内 正明 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1	2 V 9 2 2 2

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
X Y A	JP 2011-49275 A (旭硝子株式会社) 2011.03.10, 全文、全図、特に、請求項 1, 6-7、段落[0009]-[0012]、[0029]、[0036]、図 1-図 5 (ファミリーなし)	1-3, 7, 11 6 4-5, 8-10, 12-26
X Y A	JP 11-119102 A (オリンパス光学工業株式会社) 1999.04.30, 全文、全図、特に、実施例 3 (段落[0067]、[0075]、図 3)、段落[0057]-[0058]、図 11 & US 6014265 A & US 6411443 B1 & JP 3713370 B2	1-3 6 4-5, 7-26
Y	JP 2013-186338 A (キヤノン株式会社) 2013.09.19, 全文、全図、特に、段落[0062]-[0063] (ファミリーなし)	6-7, 11
X A	JP 2009-145597 A (シャープ株式会社) 2009.07.02, 全文、全図、特に、実施の形態 4 (段落[0124]-[0141]、図 11-図 13) (ファミリーなし)	17, 19 1-16, 18, 20-26
X A	WO 2012/169778 A2 (LG INNOTEK CO., LTD.) 2012.12.13, 全文、全図、特に、段落[113]-[165]、Fig. 1、Fig. 6 & US 2014/0098239 A1 & EP 2718761 A2 & KR 10-2012-0135648 A & CN 103597395 A	17, 19 1-16, 18, 20-26
A	WO 2013/063097 A1 (DIGITALOPTICS CORPORATION MEMS) 2013.05.02, 全文、全図、特に段落[0053]-[00120]、FIG. 1 - FIG. 29D & CN 104105991 A & TW 201329495 A	17-26
A	US 7864454 B1 (LARGAN PRECISION CO., LTD.) 2011.01.04, 全文、全図、特に、Embodiment 1 - Embodiment 4 & TW 201106040 A & TW I414840 B	17-26
A	US 2012/0300316 A1 (LARGAN PRECISION CO.) 2012.11.29, 全文、全図、特に、段落[0062]-[0105]、FIG. 1A - FIG. 10B & US 8379324 B2 & TW 201248242 A & TW I453498 B & CN 202256845 U & CN 102798962 A & CN 102798962 B	22-26

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。
特別ページ第Ⅲ欄の続きを参照。

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ので、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ので、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 7 に係る発明、及び、請求項 2 2 に係る発明は、実質的に「物体側に向けられ、非球面かつ凹面である物側面と、像面側に向けられ、概略平面である像側面とを備えたレンズ素子」という技術的特徴を共通の技術的特徴として有している。

しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1（JP 2008-216807 A（シャープ株式会社）2008.09.18、全文、全図、特に、請求項 1, 4, 8、段落[0057]-[0065]、実施例 1-実施例 2）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

また、請求項 1 7 に係る発明、及び、請求項 2 2 に係る発明は、さらに、当該レンズ素子を備える撮像レンズに関して、実質的に「上記レンズにおける物体側の面の形状は、レンズ中心から有効径端側に向かって、レンズ中心と有効径端との距離の 30%以上を設定される所定距離までは物体側への形状変化量が増加し、上記所定距離を超えると物体側への形状変化量が減少する形状であり、

上記レンズと像面との距離が前記撮像レンズの光学全長の 0.15 倍未満である」という技術的特徴を共通の技術的特徴として有している。

しかしながら、当該技術的特徴は、同じく文献 1 の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

そして、請求の範囲は、手数料納付命令時点における特別な技術的特徴に基づく、各々下記の特典な技術的特徴を有する 3 つの発明に区分される。

（発明 1）請求項 1-16

物体側に向けられ、非球面かつ凹面である物側面と、
像面側に向けられ、概略平面である像側面とを備えており、
上記像側面の外形の形状が、概略矩形であることを特徴とするレンズ素子。

（発明 2）請求項 17-21

物体側から像面側へと向かって、前段レンズ、後段レンズの順にレンズが配置されており、
上記前段レンズは、

正の屈折力を有しており、
物体側に向けた面の中央部分が凸形状であり、
物体側に向けた面の周辺部分が凹形状であり、
像面側に向けた面の中央部分が凹形状であり、
像面側に向けた面の周辺部分が凸形状であり、

上記後段レンズは、

物体側に向けた面が凹形状であり、

物体側に向けた面の中央部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、該レンズ面の物体側への形状変化量が大きくなる後段物側中央領域と、

物体側に向けた面の中間部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、上記形状変化量が小さくなる後段物側中間領域とを有しており、

物体側に向けた面の中間部分であり、レンズ面の中心から離れるほど、上記形状変化量が小さくなる後段物側中間領域とを有しており、

像面側に向けた面が概略平面であり、

上記後段レンズの物体側に向けた面では、レンズ面の中心から上記後段物側中央領域と上記後段物側中間領域との境界までの距離が、レンズ面の中心からレンズ面の縁までの距離の 3 割

以上であり、

像面と上記後段レンズの像面側に向けた面との間隔をCAV、撮像レンズの光学全長をOTLVとすると、数式(1)

$$CAV/OTLV < 0.15 \quad \dots (1)$$

を満足することを特徴とする撮像レンズ。

発明2は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。

そして、発明2は、手数料納付命令時点において、発明1とまとめて調査を行うことが効率的であるとはいえる他の事情もないから、発明2を発明1に区分することはできない。

(発明3) 請求項22-26

物体の像を像面に結像させる撮像レンズであって、

物体側が凸である正の屈折率を有する第1レンズと、物体側が凸であるメニスカスレンズからなる第2レンズと、像面側が凸である正の屈折率を有する第3レンズと、正の屈折率を有しかつ像面側の形状が変曲点を有する形状である第4レンズとが物体側から像面側に向かってこの順で配置された上部レンズと、

上記上部レンズに対して像面側に配置された、物体側が凹であり像面側が概略平面である下部レンズとを備え、

上記下部レンズにおける物体側の面の形状は、レンズ中心から有効径端側に向かって、レンズ中心と有効径端との距離の30%以上に設定される所定距離までは物体側への形状変化量が増加し、上記所定距離を超えると物体側への形状変化量が減少する形状であり、

上記下部レンズと上記像面との距離が当該撮像レンズの光学全長の0.15倍未満であることを特徴とする撮像レンズ。

発明3は、請求項1または17の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。

そして、発明3は、手数料納付命令時点において、発明1または2とまとめて調査を行うことが効率的であるとはいえる他の事情もないから、発明3を発明1または2に区分することはできない。