

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年8月28日 (28.08.2008)

PCT

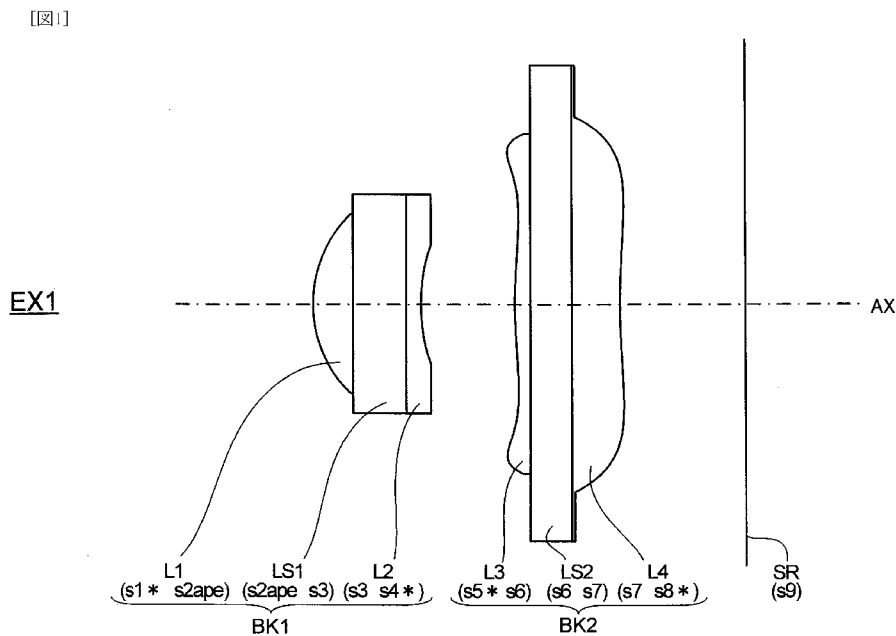
(10) 国際公開番号
WO 2008/102773 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01) OPTO, INC. [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/052761 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平尾 祐亮 (HIRAO, Yusuke) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 松坂 慶二 (MATSUSAKA, Keiji) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2008年2月19日 (19.02.2008)
- (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2007-038221 2007年2月19日 (19.02.2007) JP
特願2007-229164 2007年9月4日 (04.09.2007) JP
- (74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO, Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (KONICA MINOLTA (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,

[続葉有]

(54) Title: IMAGING LENS, IMAGING DEVICE, PORTABLE TERMINAL AND METHOD FOR MANUFACTURING IMAGING LENS

(54) 発明の名称: 撮像レンズ、撮像装置、携帯端末、および撮像レンズの製造方法



(57) Abstract: An imaging lens (LN) includes at least one lens block (BK), and an aperture stop (ape). The lens block (BK) includes parallel flat lens substrates (LS) formed of different materials, and a lens (L). In the imaging lens (LN), a first lens block (BK1) positioned closest to an object includes a first lens substrate (LS1) and a lens (L[LS1o]), and a prescribed conditional expression is satisfied.

(57) 要約: 撮像レンズ (LN) は、少なくとも1つ以上のレンズブロック (BK) を含むとともに、開口絞り (ape) を含む。このレンズブロック (BK) は異なる材質で形成される平行平板

[続葉有]

WO 2008/102773 A1



DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

のレンズ基板 (LS) とレンズ (L) とを含む。そして、この撮像レンズ (LN) では、最も物体側に位置する第1レンズブロック (BK1) が第1レンズ基板 (LS1) とレンズ (L[LS1o]) とを含み、所定の条件式が満たされる。

明 細 書

撮像レンズ、撮像装置、携帯端末、および撮像レンズの製造方法
技術分野

[0001] 本発明は、撮像レンズ、撮像装置、携帯端末、および撮像レンズの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 昨今、コンパクトで薄型の撮像装置が、コンパクトで薄型の電子機器である携帯端末{例えば、携帯電話機やPDA(Personal Digital Assistant)等}に搭載される。そして、このような携帯端末と、例えば遠隔地の電子機器との間では、音声情報および画像情報等の情報が双方向で伝送される。

[0003] ところで、撮像装置に使用される撮像素子としては、例えば、CCD(Charge Coupled Device)型イメージセンサおよびCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型イメージセンサの固体撮像素子が挙げられる。また、昨今では、これらの撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズとして、安価に大量生産できる樹脂製レンズが、低コスト化のために用いられる。

[0004] このような撮像レンズ、特に、携帯端末に内蔵される撮像装置(いわゆるカメラモジュール)に使用される撮像レンズとしては、プラスチックレンズ3枚構成のタイプ、および、ガラスレンズ1枚とプラスチックレンズ2枚とを含む3枚構成のタイプが、一般的によく知られている。しかしながら、これらの撮像レンズに対するさらなる超コンパクト化と高い量産化とは、技術的な限界から両立しにくい。

[0005] このような問題点を克服する一対策として、レプリカ法(replica method)が特許文献1に挙げられる。レプリカ法は、1つのレンズ平板(ウェハ)に多数のレンズ(レンズ要素)を同時に形成する方法である。そして、特許文献1は、レプリカ法で形成された接合型複合レンズ(レンズブロック)を含む撮像レンズを開示する。なお、撮像レンズにおける接合型複合レンズでは、レンズ平板上に回折面と屈折面とが同時に形成されており、それらによって、この撮像レンズは色収差を補正する。

[0006] また、特許文献2は、レンズ平板、レンズ平板に対する物体側レンズ、およびレンズ

平板に対する像側レンズを含む接合型複合レンズを開示する。そして、この接合型複合レンズでは、収差補正の観点から、レンズ平板、物体側レンズ、および像側レンズのそれぞれの屈折率およびアッベ数が大きく異なる。

特許文献1:特開2006-323365号公報

特許文献2:特許第3929479号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に記載の撮像レンズでは、周辺光束にかけて非点収差が大きくなる。また、最も物体側に位置する第1接合型複合レンズでのレンズ平板の物体側面に、開口絞りが形成される。そのため、撮像レンズの光学性能は、開口絞り位置前後におけるレンズ面に大きく依存する。したがって、この撮像レンズの製造誤差感度は、高くならざるを得ない。

[0008] また、特許文献2に記載の撮像レンズも特許文献1の撮像レンズと同様である。例えばこの撮像レンズに関して規格化された種々値を現実的な値へ換算したところ、周辺光束にかけて非点収差が大きくなる。また、この特許文献2に記載の撮像レンズでは、第1接合型複合レンズの物体側に開口絞りが配置されており、特許文献1に記載の撮像レンズよりも製造誤差感度がさらに高くなる。

[0009] 本発明は、前述の状況を鑑みてなされたものである。そして、本発明の目的は、以下の点を満たす撮像レンズ等を提供することにある。

- ・回折面等を含むことなく、像高に対する光学全長を短縮する。
- ・良好な収差補正の確保。
- ・製造誤差感度の抑制。
- ・コストダウン。

課題を解決するための手段

[0010] 撮像レンズは、平行平板であるレンズ基板と、レンズ基板の物体側基板面および像側基板面の少なくとも一方の基板面に連なる正パワーまたは負パワーを発揮するレンズと、を有するレンズブロックを、少なくとも1つ以上含む。さらに、撮像レンズは、光量を規制する開口絞りも含む。

[0011] なお、この撮像レンズにて含まれるレンズブロックは、物体側から像側に向かう順番で、第1～第4の数字を付される。また、レンズブロックに含まれるレンズ基板も同様に、第1～第4の数字を付される。さらに、レンズブロックにおけるレンズLは、レンズ基板LS(第1レンズ基板LS1～第4レンズ基板LS4)における物体側(o)のレンズLおよび像側(m)のレンズLという意味で、レンズL[LS1o]、レンズL[LS1m]、レンズL[LS2o]、レンズL[LS2m]、レンズL[LS3o]、レンズL[LS3m]、レンズL[LS4o]、レンズL[LS4m]、と表現する。

[0012] 以上のような撮像レンズでは、レンズブロックは、レンズ基板とは異なる材質で形成されるレンズを含み、第1レンズブロックは、最も物体側に位置する。そして、この第1レンズブロックでは、第1レンズ基板が含まれ、かつ、レンズL[LS1o]が第1レンズ基板の物体側基板面に連なる。さらに、この撮像レンズでは、下記条件式(A1)が満たされる。

$$[0013] \quad 0 \leq DT[LS1o-ape] / d[LS1] \leq 1 \quad \dots \quad (A1)$$

ただし、

DT[LS1o-ape] : 第1レンズ基板の物体側基板面から開口絞り面に至るまでの長さ

d[LS1] : 第1レンズ基板の光軸上の厚み

である。

[0014] なお、撮像レンズでは、開口絞りが、第1レンズ基板の物体側基板面に形成されると望ましい。

[0015] また、撮像レンズでは、開口絞りが、遮光性膜であり、第1レンズ基板の物体側基板面または像側基板面に形成されており、下記条件式(A2)が満たされると望ましい。

$$[0016] \quad d[ape] < 25 \quad \dots \quad (A2)$$

ただし、

d[ape] : 開口絞りの光軸方向の厚み[単位; μm]

である。

[0017] また、撮像レンズでは、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が、物体側凸面であると望ましい。

[0018] また、撮像レンズにおいて、第1レンズブロックでは、レンズL[LS1m]が第1レンズ基板の像側基板面に連なり、そのレンズL[LS1m]の像側レンズ面は、像側凹面であると望ましい。

[0019] また、撮像レンズでは、下記条件式(A3)および(A4)が満たされると望ましい。

[0020] $1.4 < f[\text{all}] / Y' < 1.9 \dots (A3)$

$0.18 \leq (d[\text{L}[\text{LS1o}]] + DT[\text{LS1o-ape}]) / r[\text{L}[\text{LS1o}]\text{o}] \leq 1.2 \dots (A4)$

ただし、

$f[\text{all}]$: 撮像レンズ全体の焦点距離

Y' : 最大像高

$d[\text{L}[\text{LS1o}]]$: レンズL[LS1o]の光軸上の厚み

$DT[\text{LS1o-ape}]$: 第1レンズ基板の物体側基板面から開口絞り面に至るまでの長さ

$r[\text{L}[\text{LS1o}]\text{o}]$: レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の近軸曲率半径

である。

[0021] また、撮像レンズでは、下記条件式(A5)が満たされると望ましい。

[0022] $0.03 \leq d[\text{LS1}] / TL \leq 0.33 \dots (A5)$

ただし、

$d[\text{LS1}]$: 第1レンズ基板の光軸上の厚み

TL : 撮像レンズにて最も物体側の面から結像面に至るまでの光軸上の長さ

である。

[0023] また、撮像レンズでは、レンズ基板は、2枚の平板型ガラス片の接合で完成しており、平板型ガラス片同士の接合面に、開口絞りが位置すると望ましい。

[0024] また、撮像レンズにおいて、第1レンズブロックでは、レンズL[LS1m]が第1レンズ基板の像側基板面に連なり、下記条件式(A6)が満たされると望ましい。

[0025] $Cs[\text{L}[\text{LS1o}]\text{o}] / Cs[\text{L}[\text{LS1m}]\text{m}] \leq 1.3 \dots (A6)$

ただし、

$Cs[\text{L}[\text{LS1o}]\text{o}]$: レンズL[LS1o]の物体側レンズ面上の有効半径

$Cs[L[LS1m]m]$: レンズ $L[LS1m]$ の像側レンズ面上の有効半径である。

[0026] また、撮像レンズにおいて、第1レンズブロックでは、レンズ $L[LS1m]$ が第1レンズ基板の像側基板面に連なり、下記条件式(A7)が満たされると望ましい。

[0027] $-13 \leq HY[L[LS1m]m] / HY[L[LS1o]o] \leq -0.08 \dots (A7)$

ただし、

$HY[L[LS1m]m]$: レンズ $L[LS1m]$ の像側レンズ面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高の主光線と光軸との間の長さ

$HY[L[LS1o]o]$: レンズ $L[LS1o]$ の物体側レンズ面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高の主光線と光軸との間の長さ

である。

[0028] また、撮像レンズでは、第2レンズブロックが、第1レンズブロックの像側に位置し、その第2レンズブロックでは、第2レンズ基板が含まれ、かつ、レンズ $L[LS2o]$ が第2レンズ基板の物体側基板面に連なるとともに、レンズ $L[LS2m]$ が第2レンズ基板の像側基板面に連なると望ましい。

[0029] そして、特に望ましくは、以下の通りである。すなわち、レンズ $L[LS2o]$ は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にする一方、像側レンズ面を平面にする。レンズ $L[LS2m]$ は、物体側レンズ面を平面にする。さらに、第2レンズ基板の物体側基板面とレンズ $L[LS2o]$ の像側レンズ面とが連なり、第2レンズ基板の像側基板面とレンズ $L[LS2m]$ の物体側レンズ面とが連なる。

[0030] また、レンズ $L[LS2o]$ 、第2レンズ基板、およびレンズ $L[LS2m]$ を含む撮像レンズでは、以下の通りであると望ましい。すなわち、レンズ $L[LS2o]$ は、物体側レンズ面を物体側凹面とするとともに、像側レンズ面を平面にする。レンズ $L[LS2m]$ は、物体側レンズ面を平面にする。さらに、第2レンズ基板の物体側基板面とレンズ $L[LS2o]$ の像側レンズ面とが連なり、第2レンズ基板の像側基板面とレンズ $L[LS2m]$ の物体側レンズ面とが連なる。

[0031] また、撮像レンズでは、第2レンズブロックが第1レンズブロックの像側に位置すると

ともに、第3レンズブロックが第2レンズブロックの像側に位置し、その第3レンズブロックでは、第3レンズ基板が含まれ、かつ、レンズL[LS3o]が第3レンズ基板の物体側基板面に連なるとともに、レンズL[LS3m]が第3レンズ基板の像側基板面に連なると望ましい。

[0032] そして、特に望ましくは、以下の通りである。すなわち、レンズL[LS3o]は、物体側レンズ面を物体側凹面とするとともに、像側レンズ面を平面にする。レンズL[LS3m]は、物体側レンズ面を平面にする。さらに、第3レンズ基板の物体側基板面とレンズL[LS3o]の像側レンズ面とが連なり、第3レンズ基板の像側基板面とレンズL[LS3m]の物体側レンズ面とが連なる。

[0033] また、レンズL[LS3o]、第3レンズ基板、およびレンズL[LS3m]を含む撮像レンズでは、以下の通りであると望ましい。すなわち、レンズL[LS3o]の物体側レンズ面およびレンズL[LS3m]の像側レンズ面の少なくとも一方のレンズ面が非球面である一方、レンズL[LS3o]の像側レンズ面およびレンズL[LS3m]の物体側レンズ面の両方のレンズ面が平面である。さらに、第3レンズ基板の物体側基板面とレンズL[LS3o]の像側レンズ面とが連なり、第3レンズ基板の像側基板面とレンズL[LS3m]の物体側レンズ面とが連なる。

[0034] なお、撮像レンズにおけるレンズでは、空気に触れるレンズ面が非球面であると望ましい。

[0035] また、撮像レンズでは、レンズとレンズ基板とは、互いに異なる屈折率を有すると望ましい。

[0036] また、撮像レンズでは、レンズが樹脂で形成されると望ましい。

[0037] なお、レンズとなる樹脂には、30nm以下の粒径である無機微粒子が分散すると望ましい。

[0038] また、樹脂は、硬化型樹脂であると望ましい。

[0039] また、撮像レンズでは、レンズ基板の物体側基板面および像側基板面に連なるレンズは、レンズ基板に直接接着されると望ましい。

[0040] なお、以上のような撮像レンズと、撮像レンズを通過する光を撮像する撮像素子と、を含む撮像装置も本発明といえる。また、この撮像装置を含む携帯端末も本発明と

いえる。

[0041] また、以上のような撮像レンズの製造方法にあつて、複数のレンズブロックを並べて含むユニットを、レンズブロックユニットとすると、以下の工程が含まれると望ましい。すなわち、レンズブロックの周縁の少なくとも一部にスペーサを並べ、複数のレンズブロックユニットを、スペーサを介在させてつなげる連結工程と、つながるレンズブロックユニットを、スペーサに沿って切断する切断工程と、を含む撮像レンズの製造方法が望ましい。

発明の効果

[0042] 本発明によると、撮像レンズは、少なくとも1つ以上のレンズブロックを含む。そして、この撮像レンズにおける開口絞りが、テレセントリック性を確保しつつ良好な収差補正機能を有するために適した位置にある。その上、良好な収差補正機能を有することから、撮像レンズの製造も簡易になり、その結果、低コストでその撮像レンズは製造される。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]は、実施例1の撮像レンズの光学断面図である。
[図2]は、実施例2の撮像レンズの光学断面図である。
[図3]は、実施例3の撮像レンズの光学断面図である。
[図4]は、実施例4の撮像レンズの光学断面図である。
[図5]は、実施例5の撮像レンズの光学断面図である。
[図6]は、実施例6の撮像レンズの光学断面図である。
[図7]は、実施例7の撮像レンズの光学断面図である。
[図8]は、実施例8の撮像レンズの光学断面図である。
[図9]は、実施例9の撮像レンズの光学断面図である。
[図10]は、実施例10の撮像レンズの光学断面図である。
[図11]は、実施例11の撮像レンズの光学断面図である。
[図12]は、実施例12の撮像レンズの光学断面図である。
[図13]は、実施例13の撮像レンズの光学断面図である。
[図14]は、実施例14の撮像レンズの光学断面図である。

[図15]は、実施例15の撮像レンズの光学断面図である。

[図16]は、実施例16の撮像レンズの光学断面図である。

[図17]は、実施例17の撮像レンズの光学断面図である。

[図18]は、実施例18の撮像レンズの光学断面図である。

[図19]は、比較例の撮像レンズの光学断面図である。

[図20A]は、実施例1の撮像レンズの球面収差図である。

[図20B]は、実施例1の撮像レンズの非点収差図である。

[図20C]は、実施例1の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図21A]は、実施例2の撮像レンズの球面収差図である。

[図21B]は、実施例2の撮像レンズの非点収差図である。

[図21C]は、実施例2の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図22A]は、実施例3の撮像レンズの球面収差図である。

[図22B]は、実施例3の撮像レンズの非点収差図である。

[図22C]は、実施例3の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図23A]は、実施例4の撮像レンズの球面収差図である。

[図23B]は、実施例4の撮像レンズの非点収差図である。

[図23C]は、実施例4の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図24A]は、実施例5の撮像レンズの球面収差図である。

[図24B]は、実施例5の撮像レンズの非点収差図である。

[図24C]は、実施例5の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図25A]は、実施例6の撮像レンズの球面収差図である。

[図25B]は、実施例6の撮像レンズの非点収差図である。

[図25C]は、実施例6の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図26A]は、実施例7の撮像レンズの球面収差図である。

[図26B]は、実施例7の撮像レンズの非点収差図である。

[図26C]は、実施例7の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図27A]は、実施例8の撮像レンズの球面収差図である。

[図27B]は、実施例8の撮像レンズの非点収差図である。

[図27C]は、実施例8の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図28A]は、実施例9の撮像レンズの球面収差図である。

[図28B]は、実施例9の撮像レンズの非点収差図である。

[図28C]は、実施例9の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図29A]は、実施例10の撮像レンズの球面収差図である。

[図29B]は、実施例10の撮像レンズの非点収差図である。

[図29C]は、実施例10の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図30A]は、実施例11の撮像レンズの球面収差図である。

[図30B]は、実施例11の撮像レンズの非点収差図である。

[図30C]は、実施例11の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図31A]は、実施例12の撮像レンズの球面収差図である。

[図31B]は、実施例12の撮像レンズの非点収差図である。

[図31C]は、実施例12の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図32A]は、実施例13の撮像レンズの球面収差図である。

[図32B]は、実施例13の撮像レンズの非点収差図である。

[図32C]は、実施例13の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図33A]は、実施例14の撮像レンズの球面収差図である。

[図33B]は、実施例14の撮像レンズの非点収差図である。

[図33C]は、実施例14の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図34A]は、実施例15の撮像レンズの球面収差図である。

[図34B]は、実施例15の撮像レンズの非点収差図である。

[図34C]は、実施例15の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図35A]は、実施例16の撮像レンズの球面収差図である。

[図35B]は、実施例16の撮像レンズの非点収差図である。

[図35C]は、実施例16の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図36A]は、実施例17の撮像レンズの球面収差図である。

[図36B]は、実施例17の撮像レンズの非点収差図である。

[図36C]は、実施例17の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図37A]は、実施例18の撮像レンズの球面収差図である。

[図37B]は、実施例18の撮像レンズの非点収差図である。

[図37C]は、実施例18の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図38A]は、比較例の撮像レンズの球面収差図である。

[図38B]は、比較例の撮像レンズの非点収差図である。

[図38C]は、比較例の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図39]は、携帯端末のブロック図である。

[図40A]は、レンズブロックユニットの断面図である。

[図40B]は、撮像レンズの製造工程を示す断面図である。

[図40C]は、撮像レンズの断面図である。

符号の説明

[0044]	BK	レンズブロック
	L	レンズ
	LS	レンズ基板
	ape	開口絞り
	s	レンズ面・基板面
	*	非球面
	PT	平行平板
	LN	撮像レンズ
	SR	撮像素子
	IM	像面(光学像)
	SS	受光面
	AX	光軸
	LU	撮像装置
	CU	携帯端末
	1	信号処理部
	2	制御部
	3	メモリ

4 操作部

5 表示部

発明を実施するための最良の形態

[0045] [実施の形態1]

[■撮像装置および携帯端末について]

通常、撮像レンズは、画像入力機能付きデジタル機器(例えば携帯端末)への使用に適する。なぜなら、撮像レンズと撮像素子等とを組み合わせる含むデジタル機器は、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像装置になるためである。

[0046] 撮像装置は、被写体の静止画および動画を撮影するカメラの主たる構成要素(光学装置)であり、例えば、物体(すなわち被写体)側から順に、物体の光学像を形成する撮像レンズと、その撮像レンズにより形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を含む。

[0047] カメラの例としては、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、車載カメラ、およびテレビ電話用カメラが挙げられる。また、カメラは、パーソナルコンピュータ、携帯端末(例えば、携帯電話、モバイルコンピュータ等のコンパクトで携帯可能な情報機器端末)、これらの周辺機器(スキャナー、プリンター等)、および、その他のデジタル機器等に内蔵または外付けされてもよい。

[0048] これらの例からわかるように、撮像装置を搭載することでカメラが構成されるだけでなく、撮像装置を搭載することでカメラ機能を有する各種機器が構成される。例えば、カメラ付き携帯電話等の画像入力機能付きデジタル機器が構成される。

[0049] 図39は、画像入力機能付きデジタル機器の一例である携帯端末CUのブロック図である。この図での携帯端末CUに搭載されている撮像装置LUは、撮像レンズLN、平行平板PT、および撮像素子SRを含む。

[0050] 撮像レンズLNは、物体(すなわち被写体)側から順に、物体の光学像(像面)IMを形成する。詳説すると、撮像レンズLNは、例えばレンズブロックBK(詳細は後述)を含み、撮像素子SRの受光面SS上に光学像IMを形成する。

[0051] なお、撮像レンズLNで形成されるべき光学像IMは、例えば、撮像素子SRの画素

ピッチにより決定される所定の遮断周波数特性を有する光学的ローパスフィルター(図39での平行平板PT)を通過する。この通過により、電気的な信号に変換される場合に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。

- [0052] そして、この空間周波数特性の調整により、色モアレの発生が抑えられる。ただし、解像限界周波数周辺の性能が抑えられれば、光学的ローパスフィルターを用いなくても、ノイズが発生しない。また、ノイズのあまり目立たない表示系(例えば、携帯電話の液晶画面等)を用いて、ユーザーが撮影や鑑賞を行う場合、光学的ローパスフィルターは不要である。
- [0053] 平行平板PTは、例えば、必要に応じて配置される光学的ローパスフィルター、赤外カットフィルタ等の光学フィルタである(なお、平行平板PTは、撮像素子SRのカバーガラス等に相当することもある)。
- [0054] 撮像素子SRは、撮像レンズLNにより受光面SS上に形成された光学像IMを電気的な信号に変換する。例えば、複数の画素を有するCCD(Charge Coupled Device)型イメージセンサおよびCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型イメージセンサが撮像素子(固体撮像素子)として挙げられる。なお、撮像レンズLNは、撮像素子SRの受光面SS上に被写体の光学像IMを形成させるように位置する。そのため、撮像レンズLNによって形成された光学像IMは、撮像素子SRによって電気的な信号に効率よく変換される。
- [0055] なお、このような撮像装置LUが画像入力機能付きの携帯端末CUに搭載される場合、通常、携帯端末CUのボディ内部に撮像装置LUが配置される。ただし、携帯端末CUがカメラ機能を発揮する場合には、撮像装置LUが必要に応じた形態になる。例えば、ユニット化した撮像装置LUが、携帯端末CUの本体に対して着脱自在または回転自在になってもよい。
- [0056] ところで、携帯端末CUは、撮像装置LUの他に、信号処理部1、制御部2、メモリ3、操作部4、および表示部5を含む。
- [0057] 信号処理部1は、撮像素子SRで生成された信号に対して、例えば、所定のデジタル画像処理および画像圧縮処理を必要に応じて施す。そして、処理の施された信号

は、デジタル映像信号としてメモリ3(半導体メモリ、光ディスク等)に記録されたり、ケーブルを介して赤外線信号に変換され、他の機器に伝送されたりする。

[0058] 制御部2は、マイクロコンピュータであり、撮影機能、画像再生機能等の機能制御、すなわち、フォーカシングのためのレンズ移動機構の制御等を集中的に行う。例えば、制御部2は、被写体の静止画撮影および動画撮影のうちの少なくとも一方を行うように、撮像装置LUを制御する。

[0059] メモリ3は、例えば、撮像素子SRで生成されるとともに信号処理部1にて処理された信号を記憶する。

[0060] 操作部4は、操作ボタン(例えばリリースボタン)、操作ダイヤル(例えば撮影モードダイヤル)等の操作部材を含む部分であり、操作者の操作入力した情報を制御部2に伝達する。

[0061] 表示部5は、液晶モニター等のディスプレイを含む部分であり、撮像素子SRによって変換された画像信号またはメモリ3に記録されている画像情報を用いて画像表示を行う。

[0062] [■撮像レンズについて]

ここで、撮像レンズLNについて詳説する。撮像レンズLNは、複数の光学要素を連ねたレンズブロックBKを含む(後述の図1等参照)。そして、このレンズブロック(接合型複合レンズ)BKは、例えば、レンズ基板LSにて対向する2面(物体側基板面および像側基板面)のうちの少なくとも一方の基板面にレンズLを連ねる(なお、このレンズLは正パワーまたは負パワーを発揮する)。

[0063] なお、“連なる”とは、レンズ基板LSの基板面とレンズLとが直接接着状態にあること、または、レンズ基板LSの基板面とレンズLとが別部材を介しながら間接接着状態にあることを意味する。

[0064] また、レンズ基板LSは、レンズ基板片LSP・LSPの接合によって完成していてもよい(後述の図40A～図40C等参照)。すなわち、第1のレンズLに連なる第1のレンズ基板片LSPと、第2のレンズLに連なる第2のレンズ基板片LSPとが、レンズ基板片LSP・LSP同士で接着することで、レンズブロックBKが完成していてもよい。(すなわち、レンズブロックBKは、第1のレンズL、第1のレンズ基板片LSP、第2のレンズ基板

片LSP、第2のレンズLをこの順で並べる)。

[0065] [■撮像レンズの製造方法について]

ところで、図40Aの断面図に示すような、複数のレンズブロックBKを並べて含むレンズブロックユニットUTは、例えば、多数のレンズLを同時に作製できるとともに低コストであるリフロー法またはレプリカ法で製造される(なお、レンズブロックユニットUTに含まれるレンズブロックBKの数は単数であっても複数であってもよい)。

[0066] リフロー法は、CVD(Chemical Vapor Deposition)法によって、ガラス基板に、低軟化点ガラスを成膜させる。そして、この低軟化点ガラス成膜は、リソグラフィおよびドライエッチングによって微細加工される。さらに、加熱されることで、低軟化点ガラス成膜は熔融してレンズ状になる。つまり、このリフロー法では、ガラス基板上に、多数のレンズが同時に作製される。

[0067] また、レプリカ法は、レンズウェーハ上に、金型を用いて硬化性の樹脂をレンズ形状にして転写する。これにより、このレプリカ法では、レンズウェーハ上に、多数のレンズが同時に作製される。

[0068] そして、これらのような方法によって製造されたレンズブロックユニットUTから、撮像レンズLNが製造される。この撮像レンズの製造工程の一例を、図40Bの概略断面図で示す。

[0069] 第1のレンズブロックユニットUT1は、平行平板である第1レンズ基板LS1と、その一方の平面に接着された複数の第1レンズL1と、他方の平面に接着された複数の第2レンズL2と、で構成される{なお、第1レンズ基板LS1は、前述したように、第1のレンズ基板片LSP(平行平板)と第2のレンズ基板片LSPとの貼り合わせにより構成される}。

[0070] 第2のレンズブロックユニットUT2は、平行平板である第2レンズ基板LS2と、その一方の平面に接着された複数の第3レンズL3と、他方の平面に接着された複数の第4レンズL4と、で構成される(なお、第2レンズ基板LS2は、前述したように、第1のレンズ基板片LSPと第2のレンズ基板片LSPとの貼り合わせにより構成される)。

[0071] 格子状のスペーサ部材(スペーサ)B1は、第1のレンズブロックユニットUT1と第2のレンズブロックユニットUT2との間(具体的には、第1レンズ基板LS1と第2レンズ

基板LS2との間)に介在し、両レンズブロックユニットUT1・UT2の間隔を一定に保つ。さらに、スペーサ部材B1は、基板2と第2のレンズブロックユニット2との間に介在し、基板2とレンズブロックユニットUT2との間隔を一定に保つ(つまり、スペーサ部材B1は2段格子といえる)。そして、スペーサ部材B1の格子の穴の部分に、各レンズLが位置する。

[0072] なお、基板B2は、マイクロレンズアレイを含むウェーハスケールのセンサーチップサイズパッケージ、あるいはセンサーカバーガラスまたはIRカットフィルタ等の平行平面板(図39での平行平面板PTに相当するもの)である。

[0073] そして、スペーサ部材B1が、第1のレンズブロックユニットUT1と第1のレンズブロックユニットUT2との間、および、第2のレンズユニットUT2と第2基板B2との間に介在することで、レンズ基板LS同士(第1レンズ基板LS1と第2レンズ基板LS2と)が、封止され一体化する。

[0074] そして、一体化した第1レンズ基板LS1、第2レンズ基板LS2、スペーサ部材B1、および基板2が、スペーサ部材B1の格子枠(破線Qの位置)に沿って切断されると、図40Cに示すように、2枚玉構成の撮像レンズLNが複数得られる。

[0075] このように、複数のレンズブロックBK(第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2)の組み込まれた部材が切り離されることで、撮像レンズLNが製造されると、撮像レンズLN毎のレンズ間隔の調整および組み立てが不要になる。そのため、撮像レンズLNの大量生産が可能となる。

[0076] しかも、スペーサ部材B1が格子形状である。そのため、このスペーサ部材B1が、複数のレンズブロックBKの組み込まれた部材から撮像レンズLNを切り離す場合の印にもなる。したがって、複数のレンズブロックBKの組み込まれた部材から撮像レンズLNが簡単に切り離され、手間がかからない。その結果、撮像レンズが安価に大量生産できる。

[0077] 以上を踏まえると、撮像レンズLNの製造方法は、レンズブロックBKの周縁の少なくとも一部にスペーサ部材B1を並べ、複数のレンズブロックユニットUTを、スペーサ部材B1を介在させてつなげる連結工程と、つながるレンズブロックユニットUTを、スペーサ部材B1に沿って切断する切断工程と、を含む。そして、このような製造方法は、

安価なレンズ系の量産に向いている。

[0078] [■撮像レンズに関するレンズ構成について]

次に、全実施例(EX)である実施例1～18および比較例(CEX)の撮像レンズLNに関するレンズ構成について、図1～図18の光学断面図を用いて説明する。

[0079] 光学断面等における部材符号については、以下のようになる。

- Li :レンズL
- LSi :レンズ基板LS(なお、全実施例のレンズ基板LSは平行平板である)
- BK_i :レンズブロックBK
- PT_i :平行平板(なお、レンズLを連ねない平行平板に限ってPT_iを付す)
- si :レンズ面および基板面
- i :“Li”等に付される数字であり、各部材での物体側から像側に至るまでの順番。
- * :非球面(なお、レンズ基板LSに隣接せず、空気に接するレンズ面は非球面である)
- ape :開口絞り
- AX :光軸

[0080] なお、物体側から像側に並ぶ順番に合致した数字を付されたレンズLを別表現する場合がある。具体的には、レンズ基板LS(第1レンズ基板LS1～第4レンズ基板LS4)における物体側(o)のレンズLおよび像側(m)のレンズLという意味で、レンズL[LS1o]、レンズL[LS1m]、レンズL[LS2o]、レンズL[LS2m]、レンズL[LS3o]、レンズL[LS3m]、レンズL[LS4o]、レンズL[LS4m]、と表現する場合がある。

[0081] [●実施例1]～[●実施例4]

実施例1～4の撮像レンズLNでは、物体側から像側に向かって並ぶ2つのレンズブロックBK1・BK2を含むとともに、開口絞りapeを含む。

[0082] 最も物体側に位置する第1レンズブロックBK1は、第1レンズ基板LS1を含む。そして、この第1レンズ基板LS1の物体側基板面には第1レンズL1(レンズL[LS1o])が連なり、第1レンズ基板LS1の像側基板面には第2レンズL2(レンズL[LS1m])が連なる。詳説すると、第1レンズL1および第2レンズL2は、以下のようになる。なお、開口絞

りapeは、第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との境界面に形成される。

[0083] •第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

 •第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0084] 第2レンズブロックBK2は、第1レンズブロックBK1の像側に位置し、第2レンズ基板LS2を含む。そして、この第2レンズ基板LS2の物体側基板面には第3レンズL3(レンズL[LS2o])が連なり、第2レンズ基板LS2の像側基板面には第4レンズL4(レンズL[LS2m])が連なる。詳説すると、第3レンズL3および第4レンズL4は、以下のようになる。

[0085] •第3レンズL3 :物体側凸の平凸レンズ

 (なお、この第3レンズL3は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にする)

 •第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0086] [●実施例5]

 実施例5の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、および開口絞りapeを含む。

[0087] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との境界面に形成される。

[0088] •第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

 •第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0089] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0090] •第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

 •第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0091] [●実施例6]

実施例6の撮像レンズLNでは、第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2に加えて、第3レンズブロックBK3を含む。そして、この第3レンズブロックBK3は、第2レンズブロックBK2の像側に位置する。また、この撮像レンズLNは開口絞りapeを含む。

[0092] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との境界面に形成される。

[0093] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0094] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0095] ・第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第4レンズL4 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0096] 第3レンズブロックBK3は、第3レンズ基板LS3を含む。そして、この第3レンズ基板LS3の物体側基板面には第5レンズL5(レンズL[LS3o])が連なり、第3レンズ基板LS3の像側基板面には第6レンズL6(レンズL[LS3m])が連なる。詳説すると、第5レンズL5および第6レンズL6は、以下のようになる。

[0097] ・第5レンズL5 :物体側凸の平凸レンズ

(なお、この第5レンズL5は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にする)

・第6レンズL6 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0098] [●実施例7]

実施例7の撮像レンズLNでは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、第3レンズブロックBK3、および開口絞りapeを含む。

[0099] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レン

、以下のようになる。

[0109] ・第3レンズL3 :物体側凸の平凸レンズ

(なお、この第3レンズL3は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にする)

・第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0110] [●実施例 9]

実施例9の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、第3レンズブロックBK3、および開口絞りapeを含む。

[0111] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との境界面に形成される。

[0112] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0113] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0114] ・第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第4レンズL4 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0115] 第3レンズブロックBK1では、第3レンズ基板LS3の物体側基板面に連なる第5レンズL5(レンズL[LS3o])および像側基板面に連なる第6レンズL6(レンズL[LS3m])は、以下のようになる。

[0116] ・第5レンズL5 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第6レンズL6 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0117] [●実施例 10]

実施例10の撮像レンズLNでは、第1レンズブロックBK1～第3レンズブロックBK3に加えて、第4レンズブロックBK4を含む。そして、この第4レンズブロックBK4は、第

3レンズブロックBK3の像側に位置する。また、この撮像レンズLNは開口絞りapeを含む。

[0118] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との境界面に形成される。

- [0119] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0120] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

- [0121] ・第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第4レンズL4 :像側凸の平凸レンズ

(なお、この第4レンズL4は、像側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線に交わる部分を凹状とする非球面にする)

[0122] 第3レンズブロックBK3は、第3レンズ基板LS3を含み、その第3レンズ基板LS3の像側基板面にのみレンズL{第5レンズL5(レンズL[LS3m])}を連ねる。詳説すると、第5レンズL5は以下のようになる。

- ・第5レンズL5 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0123] 第4レンズブロックBK4は、第4レンズ基板LS4を含む。そして、この第4レンズ基板LS4の物体側基板面には第6レンズL6(レンズL[LS4o])が連なり、第4レンズ基板LS4の像側基板面には第7レンズL7(レンズL[LS4m])が連なる。詳説すると、第6レンズL6および第7レンズL7は、以下のようになる。

- [0124] ・第6レンズL6 :物体側凹の平凹レンズ

(なお、この第6レンズL6は、物体側側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凹状とするとともに最大像高の主光線に交わる部分を凸状とする非球面にする)

- ・第7レンズL7 : 像側凹の平凹レンズ

(なお、この第7レンズL7は、像側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凹状とするとともに最大像高の主光線に交わる部分を凸状とする非球面にする)

[0125] [●実施例 11]

実施例11の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1を含み、その第1レンズブロックBK1の像側に平行平板PT1を含む(もちろん、開口絞りapeも含まれる)。すなわち、この撮像レンズLNは、レンズブロックBK(パワーを有する光学素子)としては第1レンズブロックBK1のみを含む。

[0126] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との境界面に形成される。

- ・第1レンズL1 : 物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第2レンズL2 : 像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0128] [●実施例 12]

実施例12の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1と、その第1レンズブロックBK1の像側に位置する平行平板PT1とを含む(もちろん、開口絞りapeも含まれる)。すなわち、この撮像レンズLNは、レンズブロックBKとしては第1レンズブロックBK1のみを含む。

[0129] ただし、第1レンズブロックBK1は、第1レンズ基板LS1を含み、その第1レンズ基板LS1の像側基板面にのみレンズL{第1レンズL1(レンズL[LS1m])}を連ねる。詳説すると、第1レンズL1は以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に形成される。

- ・第1レンズL1 : 像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0131] [●実施例 13]

実施例13の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、および開口絞りapeを含む。特に、この撮像レンズLNは、実施例1~12の撮像レン

ズLNとは異なり、レンズ基板片LSP・LSP同士を連ねるレンズ基板LSを含む。

[0132] 第1レンズブロックBK1は、第1レンズ基板LS1を含む。そして、この第1レンズ基板LS1は、物体側に位置するレンズ基板片LSP1oと像側に位置するレンズ基板片LSP1mとのつながり(接合等)によって形成される。なお、このような第1レンズ基板LS1であっても、物体側基板面および像側基板面の両基板面(レンズ基板片LSP1oの物体側基板面およびレンズ基板片LSP1mの像側基板面)は平面である。したがって、第1レンズ基板LS1は平行平板である。

[0133] また、第1レンズ基板LS1の物体側基板面には第1レンズL1(レンズL[LS1o])が連なり、第1レンズ基板LS1の像側基板面には第2レンズL2(レンズL[LS1m])が連なる。詳説すると、第1レンズL1および第2レンズL2は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1におけるレンズ基板片LSP1oとレンズ基板片LSP1mとの境界面に形成される。

[0134] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0135] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0136] ・第3レンズL3 :物体側凸の平凸レンズ

(なお、この第3レンズL3は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にする)

・第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0137] [●実施例 14]

実施例14の撮像レンズLNは、レンズ基板片LSP1o・LSP1m同士を連ねる第1レンズ基板LS1を含む。また、この撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、および開口絞りapeを含む。

[0138] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は

、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1におけるレンズ基板片LSP1oとレンズ基板片LSP1mとの境界面に形成される。

[0139] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0140] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0141] ・第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第4レンズL4 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0142] [●実施例 15]

実施例15の撮像レンズLNは、レンズ基板片LSP1o・LSP1m同士を連ねる第1レンズ基板LS1を含む。また、この撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、および開口絞りapeを含む。

[0143] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1におけるレンズ基板片LSP1oとレンズ基板片LSP1mとの境界面に形成される。

[0144] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0145] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0146] ・第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0147] [●実施例 16]

実施例16の撮像レンズLNは、レンズ基板片LSP1o・LSP1m同士を連ねる第1レンズ基板LS1を含む。また、この撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、および開口絞りapeを含む。

[0148] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1におけるレンズ基板片LSP1oとレンズ基板片LSP1mとの境界面に形成される。

- [0149] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0150] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

- [0151] ・第3レンズL3 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0152] [●実施例 17]

実施例17の撮像レンズLNは、レンズ基板片LSP1o・LSP1m同士を連ねる第1レンズ基板LS1を含む。また、この撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、第3レンズブロックBK3、および開口絞りapeを含む。

[0153] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS1m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1におけるレンズ基板片LSP1oとレンズ基板片LSP1mとの境界面に形成される。

- [0154] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0155] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

- [0156] ・第3レンズL3 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)
- ・第4レンズL4 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0157] 第3レンズブロックBK3では、第3レンズ基板LS3の物体側基板面に連なる第5レンズL5(レンズL[LS3o])および像側基板面に連なる第6レンズL6(レンズL[LS3m])は

、以下のようになる。

[0158] ・第5レンズL5 :物体側凹の平凹レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第6レンズL6 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0159] [●実施例 18]

実施例18の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK、第2レンズブロックBK2、および開口絞りapeを含む(ただし、この撮像レンズLNにおける開口絞りapeは、他の実施例の撮像レンズLNにおける開口絞りapeの位置とは異なる)。

[0160] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レンズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、他の実施例での開口絞りapeとは異なり、第1レンズ基板LS1の物体側レンズ面に形成される。

[0161] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0162] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0163] ・第3レンズL3 :物体側凸の平凸レンズ

(なお、この第3レンズL3は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にする)

・第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0164] [●比較例]

比較例の撮像レンズLNは、特許第3929479号公報(前述の特許文献2)における実施例2の撮像レンズLNをトレースし、実際寸法にスケールしたものである。

[0165] この撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1、第2レンズブロックBK2、平行平板PT1、および開口絞りapeを含む(なお、平行平板PT1は、撮像素子SRのカバーガラスである)。

[0166] 第1レンズブロックBK1では、第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる第1レン

ズL1(レンズL[LS1o])および像側基板面に連なる第2レンズL2(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。なお、開口絞りapeは、第1レンズL1の物体側に配置される。

[0167] ・第1レンズL1 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第2レンズL2 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0168] 第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面に連なる第3レンズL3(レンズL[LS2o])および像側基板面に連なる第4レンズL4(レンズL[LS2m])は、以下のようになる。

[0169] ・第3レンズL3 :物体側凸の平凸レンズ(なお、物体側レンズ面は非球面)

・第4レンズL4 :像側凹の平凹レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0170] [■撮像レンズに関するレンズのデータについて]

次に、実施例(EX)1~18および比較例(CEX)の撮像レンズLNにおける各種データ、コンストラクションデータ、および非球面データを表に示す。

[0171] なお、各種データにおける符号については、以下のようになる。

・f :焦点距離[単位;mm]

・Fno :Fナンバー

・BF :バックフォーカス(ただし、空気換算長。また、撮像レンズLNの全長である光学全長に含まれるバックフォーカスも同様である)。

・Y' :像高[単位;mm](ただし、歪曲無しでの値)

・ ω :半画角[単位;°](ただし、画角は歪曲込みの値)

・TL :撮像レンズLNの全長[単位;mm]

[0172] ただし、レンズ基板LSの物体側基板面に連なるレンズLの焦点距離は、そのレンズLの物体側が空気で満たされる一方、像側がレンズ基板LSの媒質で満たされるという状態のもとで求められる。また、レンズ基板LSの像側基板面に連なるレンズの焦点距離は、そのレンズLの物体側がレンズ基板LSの媒質で満たされる一方、像側が空気で満たされるという状態のもとで求められる。

[0173] また、接合されていないレンズLの物体側レンズ面の焦点距離は、そのレンズLの物体側が空気で満たされる一方、像側がレンズ基板LSの媒質で満たされるという状態のもとで求められる。もちろん、接合されていないレンズLの像側レンズ面の焦点距

離は、そのレンズLの物体側がレンズ基板LSの媒質で満たされる一方、像側が空気
で満たされるという状態のもとで求められる。

[0174] コンストラクションデータにおける符号については、以下のようになる。

- ・si : 数字は物体側から像側に向かうレンズ面および基板面の順番
- ・i : “si”等に付される数字であり、物体側から像側に至るまでの順番。
- ・* : 非球面
- ・ape : 開口絞り
- ・r : レンズ面または基板面の曲率半径[単位;mm]
- ・d : 軸上面間隔[単位;mm]
- ・Nd : d線(波長587.56nm)に対して媒質が有する屈折率
- ・ νd : d線に対して媒質が有するアッペ数

[0175] 非球面データは、非球面における面頂点を原点とするローカルな直交座標系(x, y, z)を用いた以下の式(AS)で定義される。そして、以下のKおよびA~Iが、面(si)毎に示される(ただし、表記のないA~Iはゼロである)。なお、すべてのデータに関して、“E-n”=“ $\times 10^{-n}$ ”である。

$$[0176] \quad z = (c \cdot \rho^2) / [1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot c \cdot \rho^2}] + A \cdot \rho^4 + B \cdot \rho^6 + C \cdot \rho^8 \\ + D \cdot \rho^{10} + E \cdot \rho^{12} + F \cdot \rho^{14} + G \cdot \rho^{16} + H \cdot \rho^{18} + I \cdot \rho^{20} \quad \dots \quad (AS)$$

ただし、

ρ : z軸(光軸AX)に対して垂直な方向の高さ($\rho^2 = x^2 + y^2$)

z : 高さ ρ の位置での光軸AX方向のサグ量(面頂点基準)

c : 面頂点での曲率(曲率半径rの逆数)

K : 円錐定数

A~I : 4次, 6次, 8次, 10次, 12次, 14次, 16次, 18次, 20次の非球面係数である。

[0177] [●実施例1]

[表1]

EXAMPLE 1											
f[mm]		2.955		Fno		2.8		BF[mm]		0.9280	
Y'[mm]		1.750		$\omega[^\circ]$		30.63		TL[mm]		3.177	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	νd	Elemnt		
s1	*	1	0.911	1	0.290	1	1.5071	54.00	L1	BK1	
s2	ape	2	∞	2	0.390	2	1.4875	70.44	LS1		
s3		3	∞	3	0.110	3	1.5737	29.00	L2		
s4	*	4	1.564	4	0.684					BK2	
s5	*	5	3.611	5	0.115	4	1.5071	54.00	L3		
s6		6	∞	6	0.304	5	1.4875	70.44	LS2		
s7		7	∞	7	0.355	6	1.5071	54.00	L4	SR	
s8	*	8	5.353	8	0.928						
s9		9	∞								

[0178] [表2]

EXAMPLE 1				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	6.08E-03	5.15E+00	-4.71E+01	4.12E-01
A	-4.68E-03	7.41E-02	-7.85E-02	-6.53E-02
B	9.08E-02	1.47E-01	-4.45E-02	-2.39E-02
C	-9.80E-02	7.91E-02	-2.47E-02	-8.17E-03
D	-5.25E-01	1.48E-01	-3.66E-06	2.68E-03
E	-6.08E-01	-1.24E+00	1.20E-02	-1.28E-03
F	5.71E+00	-1.42E+00	1.39E-02	-5.39E-04

[0179] [●実施例 2]

[表3]

EXAMPLE 2												
f[mm]		2.918		Fno		2.8		BF[mm]		0.8086		
Y'[mm]		1.730		ω [°]		30.96		TL[mm]		3.177		
si	i	r[mm]		i	d[mm]		i	Nd		ν d	Elemnt	
s1	*	1	0.893									
				1	0.361	1	1.5305		55.72		L1	
s2	ape	2	∞								BK1	
				2	0.302	2	1.4997		62.16			LS1
s3		3	∞									L2
s4	*	4	1.459								BK2	
				4	0.508							L3
s5	*	5	9.342									LS2
s6		6	∞								BK2	
				6	0.411	5	1.4997		62.16			LS2
s7		7	∞									L4
s8	*	8	17.669								SR	
				8	0.809							
s9		9	∞									

[0180] [表4]

EXAMPLE 2				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	-1.09E-02	4.09E+00	-3.70E+02	9.93E+01
A	-5.00E-03	1.01E-01	-1.60E-01	-5.49E-02
B	9.04E-02	2.25E-01	-1.94E-02	-4.07E-02
C	-1.75E-01	1.25E-03	-2.97E-02	-8.86E-03
D	-3.06E-01	3.27E+00	-6.92E-02	1.03E-03
E	-1.32E-01	-3.52E+00	-9.81E-02	1.44E-03
F	5.97E+00	2.75E-01	3.33E-02	-9.40E-05
G	-7.17E+00	-8.80E-01	3.63E-01	-1.15E-03
H	5.00E+00	-4.84E+01	0.00E+00	0.00E+00
I	-6.89E-03	-2.70E+01	0.00E+00	0.00E+00

[0181] [●実施例 3]

[表5]

EXAMPLE 3											
f[mm]		2.895		Fno		2.8		BF[mm]		0.8105	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		31.15		TL[mm]		3.177	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt		
s1	*	1	0.938								
s2	ape	2	∞	1	0.310	1	1.5071	54.00	L1	BK1	
s3		3	∞	2	0.379	2	1.4875	70.42	LS1		
s4	*	4	1.740	3	0.100	3	1.5737	29.00	L2		
s5	*	5	3.356	4	0.734						
s6		6	∞	5	0.124	4	1.5071	54.00	L3	BK2	
s7		7	∞	6	0.303	5	1.4875	70.42	LS2		
s8	*	8	4.230	7	0.416	6	1.5071	54.00	L4		
s9		9	∞	8	0.810						SR

[0182] [表6]

EXAMPLE 3				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	3.23E-03	5.82E+00	-4.41E+01	-5.87E+01
A	-5.96E-03	1.04E-01	-6.96E-02	-3.94E-02
B	9.10E-02	1.63E-01	-2.97E-02	-7.25E-03
C	-3.15E-02	-3.99E-02	-9.84E-03	-1.25E-02
D	-3.97E-01	1.97E-01	4.86E-03	1.82E-03
E	-4.04E-01	2.73E-01	7.38E-03	-6.82E-04
F	3.91E+00	-7.07E-01	2.52E-03	1.41E-04

[0183] [●実施例 4]

[表7]

EXAMPLE 4											
f[mm]		2.979		Fno		2.8		BF[mm]		0.7526	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		30.43		TL[mm]		3.448	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	d	Elemnt	
s1	*	1	0.934								
s2	ape	2	∞	1	0.362	1	1.4875		70.45	L1	BK1
s3		3	∞	2	0.427	2	1.6886		47.43	LS1	
s4	*	4	2.194	3	0.074	3	1.6889		31.16	L2	
s5	*	5	4.356	4	0.726						
s6		6	∞	5	0.124	4	1.5305		55.72	L3	BK2
s7		7	∞	6	0.362	5	1.6886		47.43	LS2	
s8	*	8	6.134	7	0.619	6	1.5305		55.72	L4	
s9		9	∞	8	0.753						SR

[0184] [表8]

EXAMPLE 4				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	1.78E-02	6.32E+00	-4.52E+01	-9.45E+00
A	-2.99E-03	1.17E-01	-7.05E-02	-3.51E-02
B	1.01E-01	2.15E-01	-2.74E-02	-7.32E-03
C	-6.96E-03	1.70E-01	-9.45E-03	-1.25E-02
D	-3.67E-01	1.01E+00	2.67E-03	1.77E-03
E	-4.39E-01	9.13E-01	6.76E-03	-6.39E-04
F	3.39E+00	-3.45E+00	2.96E-03	2.11E-04

[0185] [●実施例 5]

[表9]

EXAMPLE 5											
f[mm]		2.964		Fno		2.8		BF[mm]		0.4625	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		30.56		TL[mm]		3.179	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	d	Elemnt	
s1	*	1	0.808								
s2	ape	2	∞	1	0.489	1	1.5071	54.00		L1	BK1
s3		3	∞	2	0.300	2	1.6492	29.92		LS1	
s4	*	4	2.301	3	0.080	3	1.5737	29.00		L2	
s5	*	5	-1.948	4	0.373						
s6		6	∞	5	0.100	4	1.5071	54.00		L3	BK2
s7		7	∞	6	0.695	5	1.6492	29.92		LS2	
s8	*	8	18.783	7	0.680	6	1.5071	54.00		L4	
s9		9	∞	8	0.463						SR

[0186] [表10]

EXAMPLE 5				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	-1.20E-01	1.63E+01	1.04E+01	-3.60E+04
A	1.30E-02	3.20E-02	-4.11E-01	-3.72E-02
B	2.66E-02	2.71E-01	3.07E-01	-1.36E-01
C	1.51E-01	-9.96E-01	-4.63E+00	5.58E-02
D	-1.54E-01	1.63E+00	9.15E+00	2.95E-03
E	-2.05E-01	-2.38E+00	-4.59E+00	-1.45E-02
F	2.63E+00	7.12E+01	-7.14E+01	-4.84E-03
G	-3.72E+00	-3.52E+00	-2.51E+01	4.32E-03
H	3.33E+00	-4.13E+01	-6.52E+01	2.28E-03
I	2.59E+00	-5.28E+02	-1.88E+02	-1.37E-03

[0187] [●実施例 6]

[表11]

EXAMPLE 6											
f[mm]		2.954		Fno		2.8		BF[mm]		0.5282	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		30.64		TL[mm]		3.280	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	d	Elemnt	
s1	*	1	0.758								
s2	ape	2	∞	1	0.360	1	1.5071		54.00	L1	BK1
s3		3	∞	2	0.303	2	1.8408		40.83	LS1	
s4	*	4	2.606	3	0.114	3	1.6100		26.00	L2	
s5	*	5	-1.751	4	0.281						
s6		6	∞	5	0.095	4	1.6100		26.00	L3	BK2
s7		7	∞	6	0.360	5	1.8408		40.83	LS2	
s8	*	8	-33.387	7	0.198	6	1.6100		26.00	L4	
s9	*	9	7.682	8	0.110						
s10		10	∞	9	0.110	7	1.5305		55.72	L5	BK3
s11		11	∞	10	0.312	8	1.8408		40.83	LS3	
s12	*	12	5.749	11	0.510	9	1.5305		55.72	L6	
s13		13	∞	12	0.528						SR

[0188] [表12]

EXAMPLE 6						
Aspherical Surface Data						
si	s1	s4	s5	s8	s9	s12
K	1.52E-02	2.72E+01	1.11E+01	0.00E+00	-5.44E+02	-1.31E+02
A	-8.73E-03	3.43E-02	-1.82E-01	-7.36E-02	-1.09E-01	-1.39E-01
B	1.07E-01	-4.99E-01	-1.14E+00	-2.57E-02	-2.61E-03	2.93E-02
C	-1.83E-01	1.14E+00	2.31E+00	-1.62E-02	-8.62E-03	-2.37E-02
D	6.94E-01	-9.83E-01	-1.22E+01	-2.96E-02	-1.58E-02	-1.76E-02
E	-2.14E+00	-1.15E+01	3.69E+00	0.00E+00	-1.89E-02	8.83E-03
F	8.57E+00	-1.45E+01	2.58E+01	0.00E+00	-1.65E-02	5.73E-03
G	0.00E+00	-2.16E+02	-3.77E+00	0.00E+00	-1.02E-02	-3.87E-03
H	0.00E+00	8.29E+02	-1.62E+03	0.00E+00	6.72E-04	5.37E-05
I	0.00E+00	0.00E+00	-2.05E+03	0.00E+00	1.60E-02	1.47E-04

[0189] [●実施例 7]

[表13]

EXAMPLE 7										
f[mm]		2.927		Fno		2.8		BF[mm]		0.6582
Y'[mm]		1.750		ω [°]		30.88		TL[mm]		3.176
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt	
s1	*	1	0.798							
s2	ape	2	∞	1	0.339	1	1.5071	54.00	L1	BK1
s3		3	∞	2	0.308	2	1.5508	43.35	LS1	
s4	*	4	2.618	3	0.109	3	1.5737	29.00	L2	
s5	*	5	-1.816	4	0.207					
s6		6	∞	5	0.099	4	1.5737	29.00	L3	BK2
s7		7	∞	6	0.375	5	1.5508	43.35	LS2	
s8	*	8	3.325	7	0.100					
s9		9	∞	8	0.104	6	1.5071	54.00	L4	BK3
s10		10	∞	9	0.304	7	1.5531	43.28	LS3	
s11	*	11	3.856	10	0.572	8	1.5071	54.00	L5	
s12		12	∞	11	0.658					SR

[0190] [表14]

EXAMPLE 7					
Aspherical Surface Data					
si	s1	s4	s5	s8	s11
K	1.95E-02	2.43E+01	1.09E+01	-1.36E+02	-1.06E+02
A	-7.50E-04	1.22E-01	2.12E-01	-1.18E-01	-1.22E-01
B	1.22E-01	-4.91E-01	-1.32E+00	-4.71E-02	1.34E-02
C	-1.64E-01	1.15E+00	1.69E+00	1.00E-03	-1.88E-02
D	8.90E-01	2.30E-02	-3.12E+00	-3.52E-02	-1.51E-02
E	-2.19E+00	-8.87E+00	2.70E+00	-6.31E-03	7.97E-03
F	4.90E+00	-3.57E+00	2.82E+01	-2.61E-04	4.14E-03
G	0.00E+00	-1.85E+02	4.19E+01	1.40E-02	-3.86E-03
H	0.00E+00	8.43E+02	-1.28E+03	3.75E-02	2.95E-04
I	0.00E+00	0.00E+00	5.02E+00	2.89E-02	7.25E-05

[0191] [●実施例 8]

[表15]

EXAMPLE 8											
f[mm]		2.894		Fno		3.5		BF[mm]		0.9650	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		31.06		TL[mm]		3.190	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	d	Elemnt	
s1	*	1	0.879								
s2	ape	2	∞	1	0.256	1	1.5071		54.00	L1	BK1
s3		3	∞	2	0.309	2	1.4874		70.44	LS1	
s4	*	4	1.416	3	0.074	3	1.5071		54.00	L2	
s5	*	5	3.214	4	0.784						
s6		6	∞	5	0.098	4	1.5071		54.00	L3	BK2
s7		7	∞	6	0.500	5	1.8337		23.49	LS2	
s8	*	8	4.295	7	0.206	6	1.5071		54.00	L4	
s9		9	∞	8	0.953						SR

[0192] [表16]

EXAMPLE 8				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	3.48E-02	2.87E+00	-5.52E+00	3.91E+00
A	3.23E-03	1.91E-01	-2.06E-01	-9.39E-02
B	1.38E-01	-8.83E-02	1.79E-02	-3.38E-02
C	5.16E-02	3.15E+00	1.26E-03	9.85E-03
D	-2.95E+00	-4.04E+00	-5.12E-02	9.67E-05
E	3.49E-01	-6.85E+00	-3.94E-02	-3.65E-03
F	4.45E+01	-7.51E-01	5.47E-02	5.10E-04

[0193] [●実施例 9]

[表17]

EXAMPLE 9											
f[mm]		2.874		Fno		2.8		BF[mm]		0.3700	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		31.82		TL[mm]		3.180	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	d	Elemnt	
s1	*	1	0.907	1	0.202	1	1.5071		54.00	L1	BK1
s2	ape	2	∞	2	0.455	2	1.4874		70.44	LS1	
s3		3	∞	3	0.080	3	1.5071		54.00	L2	
s4	*	4	2.328	4	0.250						
s5	*	5	-1.384	5	0.053	3	1.5071		54.00	L3	BK2
s6		6	∞	6	0.300	4	1.4874		70.44	LS2	
s7		7	∞	7	0.250	5	1.5071		54.00	L4	
s8	*	8	-0.905	8	0.594						
s9	*	9	-0.902	9	0.080	6	1.5071		54.00	L5	BK3
s10		10	∞	10	0.300	7	1.4874		70.44	LS3	
s11		11	∞	11	0.250	8	1.5071		54.00	L6	
s12	*	12	-5.158	12	0.355						
s13		13	∞								SR

[0194] [表18]

EXAMPLE 9						
Aspherical Surface Data						
si	s1	s4	s5	s8	s9	s12
K	2.88E-01	2.82E+00	4.87E+00	-5.63E-03	-1.40E+00	-5.44E+00
A	-4.53E-02	1.22E-01	-5.36E-02	2.24E-01	2.14E-01	-1.15E-02
B	2.12E-02	1.14E-01	2.60E-01	1.77E-01	1.81E-03	-1.07E-02
C	-1.43E-01	3.05E-01	1.53E+00	5.46E-01	-1.27E-02	4.78E-03

[0195] [●実施例 10]

[表19]

EXAMPLE 10											
f[mm]		2.750		Fno		2.8		BF[mm]		0.1081	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		32.32		TL[mm]		3.198	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	d	Elemnt	
s1	*	1	0.923	1	0.330	1	1.5071	54.00		L1	BK1
s2	ape	2	∞	2	0.300	2	1.5300	48.91		LS1	
s3		3	∞	3	0.080	3	1.5740	29.00		L2	
s4	*	4	5.000	4	0.336						
s5	*	5	-3.144	5	0.075	4	1.5740	29.00		L3	BK2
s6		6	∞	6	0.359	5	1.5300	48.91		LS2	
s7		7	∞	7	0.100	6	1.5740	29.00		L4	
s8	*	8	-4.805	8	0.050						
s9		9	∞	9	0.678	7	1.5300	48.91		LS3	BK3
s10		10	∞	10	0.132	8	1.5740	29.00		L5	
s11	*	11	-277.220	11	0.200						
s12	*	12	-1.681	12	0.050	9	1.5740	29.00		L6	
s13		13	∞	13	0.300	10	1.5300	48.91		LS4	BK4
s14		14	∞	14	0.100	11	1.5740	29.00		L7	
s15	*	15	15.376	15	0.108						
s16		16	∞								

[0196] [表20]

EXAMPLE 10							
Aspherical Surface Data							
si	s1	s4	s5	s8	s11	s12	s15
K	2.77E-01	2.04E+01	-9.39E+01	2.08E+01	-1.00E+03	-1.03E+01	-1.00E+03
A	-3.94E-02	2.87E-02	-5.69E-01	1.62E-01	1.29E-01	8.52E-02	2.22E-01
B	-2.96E-01	-4.79E-01	9.32E-01	5.78E-02	-1.38E-01	-1.79E-02	-3.20E-01
C	1.48E+00	3.30E+00	-5.77E+00	-6.96E-02	4.81E-02	7.43E-04	1.52E-01
D	-3.81E+00	-1.41E+01	5.95E+00	-3.63E-02	7.38E-03	-3.75E-05	-1.80E-02
E	-4.17E+00	3.20E+00	1.13E+01	2.85E-02	-8.22E-03	3.18E-04	-5.09E-03
F	2.60E+01	5.49E+01	-5.99E+01	1.61E-02	-1.40E-03	-5.95E-05	4.89E-04
G	-2.50E+01	1.37E+01	-2.95E+01	-7.64E-03	1.20E-03	0.00E+00	2.65E-04
H	9.60E+00	-3.02E+01	-7.94E+01	-1.87E-02	2.21E-04	0.00E+00	3.59E-05
I	2.94E+00	-3.27E+02	-2.39E+02	5.60E-02	-1.17E-04	0.00E+00	-1.86E-05

[0197] [●実施例 11]

[表21]

EXAMPLE 11										
f[mm]		1.590		Fno		2.8		BF[mm]		1.1036
Y'[mm]		0.880		ω [°]		28.96		TL[mm]		2.204
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt	
s1	*	1	0.802	1	0.050	1	1.5071	54.00	L1	BK1
s2	ape	2	∞	2	0.670	2	1.6077	56.20	LS1	
s3		3	∞	3	0.050	3	1.5071	54.00	L2	
s4	*	4	100.000	4	0.050					
s5		5	∞	5	0.880	4	1.5163	64.10	PT1	
s6		6	∞	6	0.471				SR	
s7		7	∞							

[0198] [表22]

EXAMPLE 11		
Aspherical Surface Data		
si	s1	s4
K	-1.53E+00	-1.00E+00
A	-6.59E-01	1.83E+00
B	5.00E+01	-1.42E+01
C	-9.55E+02	1.12E+02
D	6.20E+03	-3.39E+02

[0199] [●実施例 12]

[表23]

EXAMPLE 12										
f[mm]		1.317		Fno		2.8		BF[mm]		1.3175
Y'[mm]		0.880		ω [°]		33.75		TL[mm]		2.103
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt	
s1	ape	1	∞	1	0.434	1	1.5168	64.00	LS1	BK1
s2		2	∞	2	0.216	2	1.5200	54.00	L1	
s3	*	3	-0.672	3	0.150					
s4		4	∞	4	0.400	3	1.5168	64.00	PT1	
s5		5	∞	5	0.903				SR	
s6		6	∞							

[0200] [表24]

EXAMPLE 12	
Aspherical Surface Data	
si	s3
K	3.35E-01
A	1.28E+00
B	-1.10E+01
C	5.77E+01
D	-9.18E+01
E	2.76E+01

[0201] [●実施例 13]

[表25]

EXAMPLE 13											
f[mm]		2.998		Fno		3.5		BF[mm]		0.9140	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		30.78		TL[mm]		3.210	
si	i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν	Elemnt			
s1	*	1	0.865								
s2		2	∞	1	0.269	1	1.5071	54.00	L1		BK1
s3	ape	3	∞	2	0.152	2	1.4874	70.44	LSP1o	LS1	
s4		4	∞	3	0.213	3	1.4996	62.20	LSP1m		
s5	*	5	1.337	4	0.138	4	1.5071	54.00	L2		
s6	*	6	14.221	5	0.591				L3		BK2
s7		7	∞	6	0.066	5	1.5071	54.00	L3		
s8		8	∞	7	0.499	6	1.5950	35.53	LS2		
s9	*	9	18.481	8	0.371	7	1.5071	54.00	L4		
s10		10	∞	9	0.899				SR		

[0202] [表26]

EXAMPLE 13				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s5	s6	s9
K	3.63E-03	3.01E+00	-1.18E+02	9.94E+01
A	6.26E-03	1.77E-01	-2.02E-01	-6.20E-02
B	-1.04E-01	2.15E-01	1.60E-02	-5.65E-02
C	5.62E-01	6.22E-01	-2.20E-02	1.45E-02
D	3.93E-01	1.07E+00	-7.63E-02	2.53E-04
E	-9.48E+00	-6.80E+00	-1.35E-02	-4.64E-03
F	2.10E+01	-6.54E-01	2.06E-01	-2.95E-04

[0203] [●実施例 14]

[表27]

EXAMPLE 14										
f[mm]		2.809		Fno		2.8		BF[mm]		0.6900
Y'[mm]		1.750		ω [°]		31.25		TL[mm]		3.200
si	i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt		
s1	*	1	0.838	1	0.289	1	1.5071	54.00	L1	
s2		2	∞	2	0.296	2	1.6952	53.81	LSP1o	LS1
s3	ape	3	∞	3	0.254	3	1.6952	53.81	LSP1m	
s4		4	∞	4	0.070	4	1.5737	29.00	L2	
s5	*	5	1.935	5	0.235				L3	
s6	*	6	-2.568	6	0.170	5	1.5737	29.00	L3	
s7		7	∞	7	0.780	6	1.4874	70.44	LS2	
s8		8	∞	8	0.419	7	1.5737	29.00	L4	
s9	*	9	-5.977	9	0.683				L4	
s10		10	∞						SR	

[0204] [表28]

EXAMPLE 14				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s5	s6	s9
K	1.91E-01	4.31E+00	1.77E+01	-1.64E+02
A	-4.93E-02	2.38E-01	-2.65E-01	-1.27E-01
B	4.30E-02	-1.01E+00	-3.91E-01	5.68E-02
C	-2.25E-01	6.62E+00	-1.50E+00	-2.95E-02

[0205] [●実施例 15]

[表29]

EXAMPLE 15										
f[mm]		2.962		Fno		2.8		BF[mm]		0.4200
Y'[mm]		1.750		ω [°]		29.58		TL[mm]		3.210
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt	
s1	*	1	0.920	1	0.412	1	1.5071	54.00	L1	
s2		2	∞	2	0.470	2	1.6952	53.81	LSP1o	LS1 BK1
s3	ape	3	∞	3	0.080	3	1.6952	53.81	LSP1m	
s4		4	∞	4	0.070	4	1.5737	29.00	L2	
s5	*	5	2.490	5	0.425				L3	
s6	*	6	-2.645	6	0.215	5	1.5737	29.00	L3	
s7		7	∞	7	0.500	6	1.4874	70.44	LS2 BK2	
s8		8	∞	8	0.617	7	1.5737	29.00	L4	
s9	*	9	7.023	9	0.411				L4	
s10		10	∞						SR	

[0206] [表30]

EXAMPLE 15				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s5	s6	s9
K	4.11E-02	1.28E+00	1.60E+01	-1.00E+05
A	-2.47E-02	1.69E-01	-3.98E-01	-4.53E-02
B	1.42E-03	-6.17E-03	7.31E-01	-2.98E-02
C	-4.23E-02	1.55E+00	-2.56E+00	-5.48E-03

[0207] [●実施例 16]

[表31]

EXAMPLE 16												
f[mm]		2.932		Fno		2.8		BF[mm]		0.7200		
Y'[mm]		1.750		ω [°]		29.47		TL[mm]		3.390		
si	i	r[mm]		i	d[mm]		i	Nd		ν d	Elemnt	
s1	*	1	1.132	1	0.200	1	1.5800	45.50	L1		BK1	
s2		2	∞	2	0.273	2	1.4740	65.40	LSP1o	LS1		
s3	ape	3	∞	3	0.461	3	1.4740	65.40	LSP1m			
s4		4	∞	4	0.020	4	1.4700	54.80	L2			
s5	*	5	1.306	5	0.835				L3		BK2	
s6	*	6	3.298	6	0.200	5	1.5800	45.50	L3			
s7		7	∞	7	0.500	6	1.4740	65.40	LS2			
s8		8	∞	8	0.180	7	1.5800	45.50	L4			
s9	*	9	18.311	9	0.719				L4			
s10		10	∞						SR			

[0208] [表32]

EXAMPLE 16				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s5	s6	s9
K	1.69E-01	-1.06E+00	6.25E-01	-4.10E+03
A	-3.94E-02	2.27E-01	-1.05E-02	8.02E-02
B	5.09E-02	2.19E-01	-3.11E-02	-6.36E-02
C	-9.03E-02	-4.14E-01	9.96E-03	6.91E-03

[0209] [●実施例 17]

[表33]

EXAMPLE 17											
f[mm]		2.897		Fno		2.8		BF[mm]		0.3700	
Y'[mm]		1.750		$\omega[^\circ]$		31.81		TL[mm]		3.180	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	νd	Elemnt		
s1	*	1	0.907	1	0.202	1	1.5071	54.00	L1		BK1
s2		2	∞	2	0.135	2	1.4874	70.44	LSP1o	LS1	
s3	ape	3	∞	3	0.320	3	1.4874	70.44	LSP1m		
s4		4	∞	4	0.080	4	1.5071	54.00	L2		
s5	*	5	2.328	5	0.250				L3		BK2
s6	*	6	-1.384	6	0.053	5	1.5071	54.00	L4		
s7		7	∞	7	0.300	6	1.4874	70.44	LS2		
s8		8	∞	8	0.250	7	1.5071	54.00	L5		
s9	*	9	-0.905	9	0.594				L6		BK3
s10	*	10	-0.902	10	0.080	8	1.5071	54.00	LS3		
s11		11	∞	11	0.300	9	1.4874	70.44	L6		
s12		12	∞	12	0.250	10	1.5071	54.00	SR		
s13	*	13	-5.158	13	0.355						
s14		14	∞								

[0210] [表34]

EXAMPLE 17						
Aspherical Surface Data						
si	s1	s5	s6	s9	s10	s13
K	2.88E-01	2.82E+00	4.87E+00	-5.63E-03	-1.40E+00	-5.44E+00
A	-4.53E-02	1.22E-01	-5.36E-02	2.24E-01	2.14E-01	-1.15E-02
B	2.12E-02	1.14E-01	2.60E-01	1.77E-01	1.81E-03	-1.07E-02
C	-1.43E-01	3.05E-01	1.53E+00	5.46E-01	-1.27E-02	4.78E-03

[0211] [●実施例 18]

[表35]

EXAMPLE 18											
f[mm]		3.045		Fno		4.0		BF[mm]		1.0420	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		30.34		TL[mm]		3.220	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	ν d	Elemnt		
s1	*	1	0.834	1	0.244	1	1.5071	54.00	L1	BK1	
s2		2	∞	2	0.238	2	1.4874	70.44	LS1		
s3	ape	3	∞	3	0.143	3	1.5071	54.00	L2		
s4	*	4	1.229	4	0.811				L3	BK2	
s5	*	5	3.594	5	0.078	4	1.5071	54.00	LS2		
s6		6	∞	6	0.420	5	1.8337	23.49	L4		
s7		7	∞	7	0.239	6	1.5071	54.00	SR		
s8	*	8	4.416	8	1.029						
s9		9	∞								

[0212] [表36]

EXAMPLE 18				
Aspherical Surface Data				
si	s1	s4	s5	s8
K	2.63E-02	2.86E+00	-2.15E+01	1.54E+00
A	9.37E-03	1.93E-01	-1.91E-01	-1.33E-01
B	-7.85E-02	-2.09E-01	3.95E-02	-9.36E-03
C	1.20E+00	8.89E+00	-6.10E-03	9.85E-03
D	-2.71E+00	-4.65E+01	-1.67E-02	-1.77E-03
E	-4.69E+00	-1.40E+01	8.08E-04	-5.53E-03
F	3.03E+01	-5.64E+01	1.48E-02	1.82E-03

[0213] [●比較例]

[表37]

COMPARISON EXAMPLE											
f[mm]		2.796		Fno		2.9		BF[mm]		1.3300	
Y'[mm]		1.750		ω [°]		31.67		TL[mm]		3.020	
si		i	ri[mm]	i	di[mm]	i	Ni	ν i	Elemnt		
s1	ape	1	∞						ape		
s2	*	2	0.859	1	0.000				L1		
s3		3	∞	2	0.324	1	1.5300	35.00			
s4		4	∞	3	0.288	2	1.5168	61.00	LS1		
s5	*	5	1.165	4	0.036	3	1.5168	62.00	L2		
s6	*	6	3.935	5	0.383				L3		
s7		7	∞	6	0.115	4	1.5300	35.00			
s8		8	∞	7	0.288	5	1.5168	61.00	LS2		
s9	*	9	22.176	8	0.252	6	1.5300	35.00	L4		
s10		10	∞	9	0.425				PT1		
s11		11	∞	10	0.432	7	1.5168	61.00			
s12		12	∞	11	0.603				SR		

[0214] [表38]

COMPARISON EXAMPLE				
Aspherical Surface Data				
si	s2	s5	s6	s9
K	-2.04E-01	-1.22E+01	-1.65E+01	-1.01E+05
A	1.50E-02	1.01E+00	-1.00E-01	6.95E-02
B	-5.92E-02	-8.08E-01	-3.43E-01	-3.01E-01
C	9.46E-01	-1.55E+00	-1.84E-01	1.94E-01
D	-8.99E-01	1.44E+01	5.97E-01	-7.86E-02

[0215] [■撮像レンズに関する収差について]

実施例(EX)1~18および比較例(CEX)の撮像レンズLNに関する収差は、図20A~図38Cに示される。収差図では、球面収差(LONGITUDINAL SPHERICAL ABER.)、非点収差(ASTIGMATIC FIELD CURVES)、および歪曲収差(DISTORTION)が示される。

[0216] 球面収差図は、d線(波長587.56nm)に対する球面収差量、C線(波長656.28nm)に対する球面収差量、g線(波長435.84nm)に対する球面収差量を、それぞれ近軸像面からの光軸AX方向のズレ量[単位;mm]で示す。また、球面収差図における縦軸は、瞳への入射高さをその最大高さで規格化した値(すなわち、相對瞳

高さ)を示す。なお、d線、c線、g線を示す線種は各図を参照するものとする。

[0217] 非点収差図は、d線に対するタンジェンシャル像面、および、d線に対するサジタル像面を、近軸像面からの光軸AX方向のズレ量[単位;mm]で示す。なお、“T”と付した線がタンジェンシャル像面に対応し、“S”と付した線がサジタル像面に対応している。また、非点収差図における縦軸は像高(IMG HT)である[単位;mm]。

[0218] 歪曲収差図は、横軸がd線に対する歪曲[単位;%]を示し、縦軸が像高[単位;mm]を示す。なお、像高は結像面における最大像高Y'(撮像素子SRの受光面SSの対角長の半分)に相当する。

[0219] [■撮像レンズの詳細について]

以上の撮像レンズLNの詳細は以下の通りである。

[0220] 撮像レンズLNは、レンズブロック(ウェハスケールレンズ)BKを含む。そして、このレンズブロックBKは、前述した通り、安価に大量生産される。この生産にて、材料の選択肢を増やすべく、例えば、加工しやすい材料または安価な材料を選択可能にすべく(簡易かつ低コストな撮像レンズLNを製造すべく)、レンズブロックBKは、材質を異ならせたレンズLとレンズ基板LSとを含む。

[0221] また、このようなレンズブロックBKも、従来のガラスまたは樹脂で形成されるノーマルなレンズ系(ノーマルレンズ)と同等の光学性能を有さなくてはならない。通常、ノーマルレンズにて、像面に対するテレセントリック性が考慮されると、開口絞りが最も物体側に位置すると望ましい。

[0222] しかしながら、開口絞りが最も物体側に位置すると、その開口絞りを基準にして物体側に位置するレンズ面と像側に位置するレンズ面との間で、光学的な対称性が成立しない(例えば、ノーマルレンズの光学全長の間付近に開口絞りが位置し、その開口絞りを基準にして、物体側に位置するレンズ面が物体側凸面で、像側に位置するレンズ面が像側凸面だと、対称性が成立したといえる)。

[0223] そして、このような対称性が成立しない場合、ノーマルレンズにおける収差性能は劣化する(要は、開口絞りの前後で、収差が補正されにくい)。この解決策として、例えば特開2006-91638号公報および特開2006-98504号公報では、最も物体側のレンズを物体側凸のメニスカスレンズにし、さらに、そのメニスカスレンズにおける

物体側レンズ面の曲率半径を比較的小さくしたノーマルレンズが開示される。

[0224] このノーマルレンズは、広角レンズ系でありながら、中絞りであっても、開口絞りを物体側に位置させる。そのため、このノーマルレンズは、像面に対するテレセントリック性を確保しつつ、開口絞り位置を基準にした物体側および像側の光学的な対称性も確保する。

[0225] しかしながら、レンズブロックBKの場合、特に平行平板であるレンズ基板LSを含むレンズブロックBKの場合、加工の制限上、レンズ基板LSは一定の厚みを有さなくてはならず、十分に薄くはならない。そのため、このレンズ基板LSを含むレンズブロックBKは、レンズ基板LSの厚みよりも薄いメニスカス形状にはなり得ない。

[0226] そのため、このレンズブロックBKにて、レンズ基板LSの物体側のレンズL(例えば第1レンズL1)よりもさらに物体側、または、レンズ基板LSの像側のレンズL(例えば第2レンズL2)よりもさらに像側に、開口絞りapeが位置してしまうと、レンズブロックBKの光学性能は、ノーマルレンズに比べて劣る。

[0227] 例えば、第1レンズL1の物体側に開口絞りapeが位置することで生じる光学性能の劣化の一例として、非点収差が挙げられる。非点収差は、レンズ面への入射角(レンズ面法線基準)と射出角との比が、像高毎で異なることで生じる。特に、非点収差は、以下の式(AFC)にしたがって、主に周辺(光軸外)での非点隔差の増大に起因して悪化する{なお、式(AFC)は、比較的厚いレンズに関する一般的な式である}。

[0228] $(d/2n) \cdot (1 - \cos^2 U / \cos^2 U') \cdot (\cos U / \cos U') \cdots (AFC)$

ただし、

d : レンズの厚み

n : レンズの屈折率

U : レンズへの入射角(ただし、レンズ面法線基準)

U' : レンズからの射出角

である。

[0229] また、第1レンズL1の物体側に開口絞りapeが位置すると、前述のような光学性能の劣化が起きる他に、撮像レンズLNの軸外偏心誤差感度が大きくなる。軸外偏心誤差感度とは、撮像レンズLNの製造誤差感度の一つであり、撮像レンズLNにて、シフ

ト偏心が生じた場合に結像面で生じる片ボケ量のことである。

- [0230] そして、このような軸外偏心誤差感度の増大は、レンズLの曲率中心と開口絞りapeとの間隔が比較的長いことに起因する。通常、レンズLの曲率中心と開口絞りapeとの間隔が比較的短ければ、開口絞りapeを通過する光は、レンズ面に対して比較的垂直に入射するので、偏心による光線軌跡のズレが減少し、光学性能に影響を与えにくい。
- [0231] しかしながら、レンズLの曲率中心と開口絞りapeとの間隔が比較的長いと、開口絞りapeを通過する光は、レンズ面に対して垂直に入射しづらくなり、偏心による光線軌跡のズレが増加し、光学性能に影響を与えてしまうためである。
- [0232] また、第2レンズL2の像側に開口絞りapeが位置すると、像面に対するテレセントリック性が悪くなる。すなわち、コンパクトさを維持したまま、開口絞りを像側に配置すると、性能が低下する。
- [0233] 例えば、焦点距離と同等な光学全長を有するとともに、焦点距離と像高の2倍とを同程度にする撮像レンズLNがあるとすると、この撮像レンズLNにて、開口絞りapeが光学系の中心にあると、最大画角(最大像高)の光線は、開口絞りapeの位置から像面へ向かうときに必ず画角以上の入射角で撮像素子SRの受光面に入射する。
- [0234] これによって、像面への入射角度が大きくなる。さらに、この入射角度は、撮像素子SRの受光面前のレンズアレイの入射制限角度を超えてしまうため、光線がケラレて周辺照度不足が発生する。
- [0235] 以上を踏まえると、開口絞りapeが第1レンズブロックBK1の内部(特に、第1レンズ基板LS1内部)に位置すると、像面に対するテレセントリック性を確保しつつ良好な収差補正機能を有する撮像レンズLNが実現する。そして、このような撮像レンズLNの実現に要する条件の1つが、以下の条件式(A1)である。この条件式(A1)は、開口絞りapeの位置を規定する。
- [0236] $0 \leq DT[LS1o-ape] / d[LS1] \leq 1 \quad \dots (A1)$

ただし、

$DT[LS1o-ape]$: 第1レンズ基板LS1の物体側基板面から開口絞り面に至る

までの長さ(ただし、第1レンズ基板LS1の物体側基板面から像側での長さを“正”とし、物体側での長さを“負”とする)

$d[LS1]$: 第1レンズ基板LS1の光軸上の厚みである。

- [0237] 条件式(A1)の値が下限値を下回る場合、開口絞りapeは第1レンズ基板LS1の物体側基板面よりも物体側に位置することになり、レンズL[LS1o]の曲率中心と開口絞りapeとの間隔が比較的長くなる。そのため、撮像レンズLNの軸外偏心誤差感度が高くなり、レンズLの面精度の要求が極めて高くなる。そのため、撮像レンズLNの製造が難しくなる。
- [0238] 一方、条件式(A1)の値が上限値を上回る場合、開口絞りapeは第1レンズ基板LS1の像側基板面よりも像側に位置することになる。つまり、開口絞りapeの位置が過剰に像側に近づく。そのため、像面に対するテレセントリック性が低下する。
- [0239] 以上から、条件式(A1)の値が下限値から上限値までの範囲に収まれば、比較的簡易かつ安価に撮像レンズLNが製造され、さらに、製造された撮像レンズLNは、比較的コンパクトでありながら高性能(例えば高い収差補正機能)を有する。
- [0240] このような条件式(A1)を満たす一例としては、条件式(A1)の値がゼロとなる場合(下限値と一致する場合)が挙げられる。この場合、開口絞りapeが第1レンズ基板LS1の物体側基板面に形成される。そして、このようになっていけば、比較的開口絞りapeの位置が物体側に位置することになり、像面に対するテレセントリック性が向上する。
- [0241] さらに、条件式(A1)について詳説すると、その条件式(A1)を満たす撮像レンズLNは、回折面を含むことなく、像高に対する光学全長を短縮し、良好に収差を補正する。また、この撮像レンズLNがレンズブロックBKを2つ以上含んでいたとしても、そのレンズブロックBKは製造誤差感度を抑えたレンズ基板LSを含む。したがって、このようなレンズブロックBKを2つ含む撮像レンズLNであっても、簡易かつ低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。
- [0242] また、以上のような撮像レンズLNが撮像装置LUに搭載されると、その撮像装置LUも、低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。もちろん、このような

撮像装置LUが携帯端末CUに搭載されても同様である。すなわち、薄型、軽量、およびコンパクトでありながら、低コストで高性能かつ高機能を有する携帯端末CUが実現する。

[0243] なお、このような撮像レンズLNに関する効果は、以下の条件式(A1a)であっても奏する。

$$0 < DT[LS1o-ape] / d[LS1] \leq 1 \quad \dots (A1a)$$

[0244] 続いて、説明してきた種々の効果をバランス良く得るとともに、さらに、高度な光学性能等を達成するための条件等を以下に説明する。

[0245] 例えば、条件式(A1)を満たす開口絞りapeを含む撮像レンズLNは、少なくとも1つ以上のレンズブロックBKを含めばよい。レンズブロックBKが単数であれば撮像レンズLNはコンパクトになり、レンズブロックBKが複数であれば、撮像レンズLNは高い収差補正機能を有するためである。

[0246] また、撮像レンズLNは、図40Bに示すように、スペーサ部材B1を介して、レンズ基板LSに多数個成型されたレンズLを並べたレンズブロックユニットUT同士、さらには、センサーカバーになり得る基板B2をつなげた後、スペーサ部材B1に沿う切断で製造される。

[0247] そのため、レンズ基板LSが平行平板であると、撮像レンズLNの製造過程で、レンズ基板LSに対する加工は簡易または不要になるだけでなく、レンズLが基板平面に形成されるため安定する。そのため、平行平板のレンズ基板LSだと、撮像レンズLNの製造負担が軽減する。

[0248] さらに、レンズ基板LSが平行平板であると、基板面とレンズLとの境界面はパワーを有さない。そのため、例えば、レンズ基板LSの基板面における面精度が、撮像レンズLNにおける像面へのピント位置に影響を与えにくい。したがって、撮像レンズLNは、高性能を有する。

[0249] また、開口絞りapeは、遮光性膜であると望ましい。このような膜状の開口絞りapeであれば、例えば第1レンズ基板LS1の基板面(物体側基板面または像側基板面)に塗布または真空蒸着で形成できる。

[0250] その上、塗布または蒸着によって開口絞りapeが形成されると、その開口絞りapeは

比較的薄くなる。そして、特に、以下の条件式(A2)が満たされると望ましい。

[0251] $d[\text{ape}] < 25 \dots (\text{A2})$

ただし、

$d[\text{ape}]$: 開口絞りの光軸方向の厚み[単位; μm]

である。

[0252] すなわち、開口絞りapeの光軸方向の厚みが $25 \mu\text{m}$ より薄ければよい(望ましくは、開口絞りapeの光軸方向の厚みは $10 \mu\text{m}$ より薄ければよい; $d[\text{ape}] \leq 10 \mu\text{m}$)。このようになっていれば、開口絞りapeのエッジ付近での反射が起きにくくなる。そのため、その反射に起因する迷光が撮像レンズLNにて発生しない。なお、全実施例の撮像レンズLNにて、開口絞りapeは、以下の条件式(A2)を満たす厚みを有する。

[0253] また、第1レンズブロックBK1では、レンズL[LS1o]が第1レンズ基板LS1の物体側基板面に連なる。そして、このレンズL[LS1o]の物体側レンズ面は、物体側凸面であると望ましい。

[0254] このようになっていると、レンズL[LS1o]の曲率中心は、そのレンズL[LS1o]の物体側レンズ面よりも像側に位置し、第1レンズブロックB1に近づく。そして、条件式(A1)を満たす撮像レンズLNでは、開口絞りapeは、第1レンズ基板LS1物体側基板面から像側基板面に至るまでの間に位置する。すると、曲率中心と開口絞りapeとの間隔は比較的短くなる(その上、開口絞り位置を基準にした物体側および像側の光学的な対称性も確保されやすくなる)。そのため、撮像レンズLNの軸外偏心誤差感度が抑えられ、レンズの面精度の要求も抑えられる。その結果、撮像レンズLNの製造が簡易になる。

[0255] また、第1レンズブロックBK1では、レンズL[LS1m]が第1レンズ基板LS1の像側基板面に連なる。そして、このレンズL[LS1m]の像側レンズ面は、像側凹面であると望ましい。

[0256] 通常、単焦点で2つのレンズブロックBKを含む撮像レンズLNにて、例えば、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が物体側凸面であると、その物体側凸面のパワーは強くなる。すると、レンズL[LS1o]よりも像側に位置するレンズL[LS1m]が像側レンズ面を像側凹面にしていると、収差(例えば球面収差)が効率よく補正される。

[0257] なお、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が物体側凸面で、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が像側凹面であると、開口絞りapeを境にしたレンズブロックBK1での光学的対称性が成立しにくい。しかしながら、レンズL[LS1m]の焦点距離がレンズL[LS1o]の焦点距離よりも長ければ(すなわち、レンズL[LS1m]の像側レンズ面の曲率が比較的弱ければ)、レンズL[LS1m]の像側レンズ面のパワーは過剰に強いとはいえない。そのため、撮像レンズLNは、光学的対称性の不成立の影響を受けにくい(要は、諸収差が一定以上の程度で補正される)。

[0258] さらに、このようなレンズL[LS1m]を有していても、開口絞りapeを第1レンズ基板LS1の物体側基板面に位置させた第1レンズブロックBK1を含む撮像レンズLNは、軸外偏心誤差感度を小さく抑えられる。そのため、この撮像レンズLNは、簡易かつ低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。

[0259] ところで、撮像レンズLN全体(全系)の焦点距離と撮像レンズLNの全長とが同等程度であると、撮像レンズLNがコンパクトといえる。例えば、光学系の合成焦点距離 f と光学全長TLとの比が、“ $0.6 < f/TL < 1.2$ ”の範囲だと、撮像レンズLNはコンパクトといえる(なお、光学全長とは、撮像レンズLNにて最も物体側面から撮像素子の受光面までの距離のことである)。逆に、 f/TL の値が0.6以下であると、撮像レンズLNはコンパクトにはなり得ず、 f/TL の値が1.2以上であると、テレセントリック性が悪くなり、さらに収差補正機能も劣化する。

[0260] そして、このようなコンパクトな撮像レンズLNが製造されるために、特に、以下の条件式(A3)の範囲の画角にて、撮像レンズLNが製造される必要な条件として、条件式(A4)が一例として挙げられる。この条件式(A4)は、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の面頂点から開口絞りapeに至るまでの長さ、と、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の曲率半径との比を規定する。

$$[0261] \quad 1.4 < f[all]/Y' < 1.9 \quad \dots \quad (A3)$$

ただし、

$f[all]$: 撮像レンズLN全体の焦点距離

Y' : 最大像高(撮像素子SRの受光面における対角長の半分)

である。

$$[0262] \quad 0.18 \leq (d[L[LS1o]] + DT[LS1o-ape]) / r[L[LS1o]o] \leq 1.2 \quad \dots \quad (A4)$$

ただし、

$d[L[LS1o]]$: レンズ $L[LS1o]$ の光軸上の厚み

$DT[LS1o-ape]$: 第1レンズ基板 $LS1$ の物体側基板面から開口絞り面に至るまでの長さ

$r[L[LS1o]o]$: レンズ $L[LS1o]$ の物体側レンズ面の近軸曲率半径

[0263] 条件式(A4)の値が下限値を下回る場合、例えば、レンズ $L[LS1o]$ の曲率中心は比較的長くなり、曲率中心がレンズ $L[LS1o]$ の物体側面から大きく離れる。そのため、レンズ $L[LS1o]$ の曲率中心と開口絞り ape との間隔が比較的長くなり、撮像レンズ LN の軸外偏心誤差感度が高くなる。その結果、撮像レンズ LN の製造が難しくなる。

[0264] 一方、条件式(A4)の値が上限値を上回る場合、例えば、開口絞り ape はレンズ $L[LS1o]$ の物体側レンズ面から比較的大きく離れる。そのため、開口絞り ape の位置が過剰に像側に近づき像面に対するテレセントリック性が低下する。

[0265] 以上から、条件式(A4)の値が下限値から上限値までの範囲に収まれば、条件式(A1)が満たされる場合と同様に、撮像レンズ LN は、簡易かつ低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。

[0266] なお、このような撮像レンズ LN に関する効果は、以下の条件式(A4a)または(A4b)であっても奏ずる。詳説すると、条件式の値は1に近いことが好ましいが、現実的な値としては以下のような範囲であれば、製造難易度は大きく悪化しない。条件式の上限を超えると樹脂レンズ部の厚みがましてしまい、硬化させるのが困難となり、均質に硬化されない媒質においては屈折率分布ができてしまい、迷光を生み画像性能を劣化させる。条件式の下限値を超えるとレンズ部の厚みが薄くなりレンズ部にパワーを持たせるのが困難となり、収差性能(像面湾曲)が劣化する。

$$0.25 \leq (d[L[LS1o]] + DT[LS1o-ape]) / r[L[LS1o]o] \leq 1.2 \quad \dots \quad (A4a)$$

$$0.2 \leq (d[L[LS1o]] + DT[LS1o-ape]) / r[L[LS1o]o] \leq 0.8 \quad \dots \quad (A4b)$$

[0267] また、条件式(A4)、(A4a)または(A4b)を満たす場合の撮像レンズ LN に関する効果は、条件式(A3a)または(A3b)であっても奏ずる。

$$1.4 < f[all] / Y' < 2.1 \quad \dots \quad (A3a)$$

$$1.8 < f_{\text{all}}/Y' < 2.1 \dots (A3b)$$

[0268] また、撮像レンズLNでは、以下の条件式(A5)が満たされると望ましい。この条件式(A5)は、光学全長で第1レンズ基板LSの厚みを規定する。

$$0.03 \leq d[\text{LS1}] / \leq 0.33 \dots (A5)$$

ただし、

$d[\text{LS1}]$: 第1レンズ基板LS1の光軸上の厚み

TL : 撮像レンズLNにて最も物体側の面から結像面に至るまでの光軸上の長さ

である。

[0270] 条件式(A5)の値が下限値を下回る場合、第1レンズ基板LS1の厚みが薄くなりすぎてしまい、第1レンズブロックBK1の製造が困難になる。また、この第1レンズ基板LS1が市販ガラス平板を削ることで薄くなる場合、削られる量に相当する材料費が無駄になる。また薄くなりすぎた第1レンズ基板LS1に起因して、高価な樹脂でレンズL[LS1o]およびレンズL[LS1m]が厚みを増さなくてはならない場合、第1レンズブロックBK1(ひいては撮像レンズLN)のコストが増加する。

[0271] 一方、条件式(A5)の値が上限値を上回る場合、第1レンズ基板LS1の厚みが厚くなりすぎてしまい、ひいては第1レンズブロックBK1の厚みが厚くなる。そして、その厚みに起因した非点隔差が増大する。

[0272] また、3枚以下のコンパクトな光学系では、特開2006-91638号公報および特開2006-98504号公報のように、最も物体側のレンズが物体側凸メニスカスレンズになっていると望ましい。しかし、このように第1レンズ基板LS1が厚くなりすぎると、第1レンズブロックBK1の形状が、薄いメニスカス形状と大きく異なる。そのため、撮像レンズLNにおける収差補正のための設計に制限が加わる(要は、このような撮像レンズLNは、低い収差補正性能を有する)。その上、このような第1レンズブロックBK1を含む撮像レンズLNは、広角レンズ系として不向きになる。

[0273] 以上から、条件式(A5)の値が下限値から上限値までの範囲に収まれば、撮像レンズLNは、低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。特に、条件式(A5)の条件範囲のなかでも、以下の条件範囲を定めた条件式(A5a)、または(A5b)

が満たされると望ましい。

$$0.065 \leq d[\text{LS1}] / \text{TL} \leq 0.19 \quad \dots \quad (\text{A5a})$$

$$0.09 \leq d[\text{LS1}] / \text{TL} \leq 0.19 \quad \dots \quad (\text{A5b})$$

[0274] このようになっていると、より一層、撮像レンズLNは、低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。また、市販されているガラス基板が、第1レンズ基板LS1として用いられると、撮像レンズLNは簡易に製造される(要は、レンズ基板LSがガラスで形成されると望ましい)。

[0275] なお、第1レンズ基板LS1がレンズ基板片LSP(LSP1o・LSP1m)の接合によって形成されている場合、接合されたレンズ基板片LSPの厚みが、第1レンズ基板LS1の厚みになる。

[0276] また、レンズ基板片LSPが平板型ガラス片であると、第1レンズ基板LS1は、2枚の平板型ガラス片の接合で完成する。そして、このような第1レンズ基板LS1であれば、レンズ基板片同士LSP・LSPの接合面に、開口絞りapeが位置してもよい(なお、この開口絞りapeの厚みも25 μm 未満、望ましくは10 μm 未満であるよい)。

[0277] 例えば、接合面となるレンズ基板片LSPの一面に開口絞りapeがプリントされ、そのプリント面に対して、別のレンズ基板片LSPの一面が貼り付けば、簡易に開口絞りapeがレンズ基板LS内に形成される。そして、このようなレンズ基板LSが第1レンズ基板LS1であれば、条件式(A1)の値は、その式の下限值から上限値までの間の値となる。したがって、撮像レンズLNは、簡易かつ低コストで製造され、さらに、コンパクトで高性能を有する。

[0278] なお、開口絞りapeの位置は、レンズLの有効半径に影響する。そこで、レンズLの有効半径を用いた条件式(A6)を一例として以下に示す。この条件式(A6)は、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面上の有効半径と、レンズL[LS1m]の像側レンズ面上の有効半径との比である。

$$[\text{0279}] \quad \text{Cs}[\text{L}[\text{LS1o}]_o] / \text{Cs}[\text{L}[\text{LS1m}]_m] \leq 1.3 \quad \dots \quad (\text{A6})$$

ただし、

$\text{Cs}[\text{L}[\text{LS1o}]_o]$: レンズL[LS1o]の物体側レンズ面上の有効半径

$\text{Cs}[\text{L}[\text{LS1m}]_m]$: レンズL[LS1m]の像側レンズ面上の有効半径

である。

[0280] 条件式(A6)の値が上限値を上回る場合、例えば、Cs[L[LS1o]o]がCs[L[LS1m]m]よりも長くなるので、開口絞りapeが比較的物体側に寄る。そのため、レンズL[LS1o]の曲率中心と開口絞りapeとの間隔が比較的長くなり、撮像レンズLNの軸外偏心誤差感度が高くなる。そのため、条件式(A6)の値が上限値を下回れば、撮像レンズLNは、簡易かつ低コストで製造される。

[0281] なお、以下の条件式(A6a)を満たす撮像レンズLNのほうが、条件式(A6)を満たす撮像レンズLNよりも望ましいといえる。

$$Cs[L[LS1o]o]/Cs[L[LS1m]m] \leq 1 \quad \dots (A6a)$$

[0282] また、開口絞りapeの位置が変化すると、各レンズLの面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高(結像面における対角割像高であり、10割像高とも称す)の主光線と光軸との間隔も変化する。そこで、この間隔の長さを用いた条件式(A7)を一例として以下に示す。

[0283] この条件式(A7)は、最大像高の主光線がレンズL[LS1o]の物体側レンズ面上を通過する場合に生じる主光線と光軸との間隔と、最大像高の主光線がレンズL[LS1m]の像側面上を通過する場合に生じる主光線と光軸との間隔との比である。

[0284] なお、この間隔(距離)が、各図にて示される撮像レンズLNにて、光軸AXを境にした紙面内の上側に生じるのであれば“正”の符号を付し、下側に生じるのであれば“負”の符号を付す。また、撮像素子SR側を像側、この像側の逆側(レンズL[LS1o]の位置する側)を物体側とする。

$$-13 \leq HY[L[LS1m]m]/HY[L[LS1o]o] \leq -0.08 \quad \dots (A7)$$

ただし、

HY[L[LS1m]m] : レンズL[LS1m]の像側レンズ面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高の主光線と光軸との間隔

HY[L[LS1o]o] : レンズL[LS1o]の物体側レンズ面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高の主光線と光軸との間隔

である。

[0286] 条件式(A7)の値が下限値を下回る場合、例えば、HY[L[LS1m]m]がHY[L[LS1o]o]

o]よりも長くなるので、開口絞りapeが比較的物体側に寄る。そのため、レンズL[LS1o]の曲率中心と開口絞りapeとの間隔が比較的長くなり、撮像レンズLNの軸外偏心誤差感度が高くなる。そのため、条件式(A7)の値が下限値を上回れば、条件式(A6)が満たされる場合と同様に、撮像レンズLNは簡易かつ低コストで製造される。

[0287] なお、条件式(A7)の条件範囲のなかでも、以下の条件範囲を定めた条件式(A7a)が満たされると望ましい。なぜなら、絞りの位置がより像側へよっており、収差性能が改善する。その結果、撮像レンズLNの製造難易度は一層低減する。

$$-1 < HY[L[LS1m]m] / HY[L[LS1o]o] \dots (A7a)$$

[0288] ところで、第2レンズブロックBK2は、第1レンズブロックBK1の像側に位置し、その第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2が含まれる。また、この第2レンズブロックBK2は、第2レンズ基板LS2の物体側基板面にレンズL[LS2o]を連ねるとともに、第2レンズ基板LS2の像側基板面にレンズL[LS2m]を連ねると望ましい。

[0289] そして、このような第2レンズブロックBK2を含む撮像レンズLNにおいて、軸外光が第2レンズブロックBK2の物体側面(すなわちレンズL[LS2o]の物体側レンズ面)に入射する場合、入射角度が大きすぎると、第2レンズ基板LS2の厚みに起因して非点隔差が増大する。この非点隔差の増大を抑制するためには、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面における軸外光(特に最大像高の主光線)の到達付近が、適切な面形状になるとよい。

[0290] そこで、撮像レンズLNにおける第2レンズブロックBK2では、レンズL[LS2o]は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にすると望ましい(ただし、レンズL[LS2o]の像側レンズ面は平面であり、レンズL[LS2m]は物体側レンズ面は平面である)。

[0291] なお、これらの第2レンズブロックBK2では、第2レンズ基板LS2の物体側基板面とレンズL[LS2o]の像側レンズ面とが連なり、第2レンズ基板LS2の像側基板面とレンズL[LS2m]の物体側レンズ面とが連なる。

[0292] このようになっていると、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面にて開口絞りapeの開口中心への対応位置に対して同心の(コンセントリックな)部分に、第1レンズブロックBK1を通過してくる軸外光が到達する。そして、この到達部分が凹状になっていること

から、軸外光がレンズL[LS2o]の物体側レンズ面にて比較的小さな角度で入射する。特に、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面が非球面であると、一層、軸外光が比較的小さな角度で入射可能となる。

- [0293] その結果、撮像レンズLNでの非点収差が補正される。なお、このようにして非点収差が補正される場合、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面に到達する光軸上の光は収斂されるとともに、軸外光は発散される。
- [0294] また、撮像レンズLNにおける第2レンズブロックBKでは、レンズL[LS2o]が物体側レンズ面を物体側凹面とすると望ましい(ただし、レンズL[LS2o]の像側レンズ面は平面であり、レンズL[LS2m]の物体側レンズ面は平面である)。
- [0295] なお、これらの第2レンズブロックBK2でも、第2レンズ基板LS2の物体側基板面とレンズL[LS2o]の像側レンズ面とが連なり、第2レンズ基板LS2の像側基板面とレンズL[LS2m]の物体側レンズ面とが連なる。
- [0296] このような撮像レンズLNであっても、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面にて開口絞りapeの開口中心への対応位置に対して同心の部分に、第1レンズブロックBK1を通過してくる軸外光が到達する。そして、この到達部分が凹状になっていることから、軸外光がレンズL[LS2o]の物体側レンズ面にて比較的小さな角度で入射し、撮像レンズLNでの非点収差が補正される。なお、特に、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面が非球面であると、一層、軸外光が比較的小さな角度で入射可能となる。
- [0297] さらに、この第2レンズブロックBK2でも、第2レンズ基板LS2の物体側基板面とレンズL[LS2o]の像側レンズ面とが連なり、第2レンズ基板LS2の像側基板面とレンズL[LS2m]の物体側レンズ面とが連なる。
- [0298] この撮像レンズLNでは、軸外光線に起因する非点収差が比較的大きく発生するため、広角な光学系には向かない。しかしながら、レンズL[LS2o]が物体側レンズ面が物体側凸面であることから、非球面のサグ量が比較的小さくても、光が撮像素子SRの受光面に結像される。また、非球面のサグ量が比較的小さいことから、撮像レンズLNの製造も簡易になる。
- [0299] なお、このような撮像レンズLNであっても、前述した条件式(A3b)である“ $1.8 < f_{[all]} / Y' < 2.1$ ”を満たしていれば、諸収差を十分に補正する。

- [0300] ところで、第1レンズブロックBK1～第3レンズブロックBK3を含む撮像レンズLNにあって、第3レンズブロックBK3では、第3レンズ基板LS3が含まれる。そして、この第3レンズブロックBK3は、第3レンズ基板LS3の物体側基板面にレンズL[LS3o]を連ねるとともに、第3レンズ基板LS3の像側基板面にレンズL[LS3m]を連ねると望ましい。
- [0301] さらに、このような第3レンズブロックBK3を含む撮像レンズLNでは、軸外光が第3レンズブロックBK3の物体側面(すなわち、レンズL[LS3o]の物体側レンズ面)に入射する場合、入射角度が大きすぎると、第3レンズ基板LS3の厚みに起因して非点隔差が増大する(要は、第2レンズブロックBK2の場合と同様に、非点隔差が増大する)。
- [0302] そこで、第3レンズブロックBK3を含む撮像レンズLNでは、レンズL[LS3o]は、物体側レンズ面を物体側凹面とすると望ましい(なお、レンズL[LS3o]の像側レンズ面は平面であり、レンズL[LS3m]の物体側レンズ面は平面である)。
- [0303] なお、第3レンズ基板LS3の物体側基板面とレンズL[LS3o]の像側レンズ面とが連なり、第3レンズ基板LS3の像側基板面とレンズL[LS3m]の物体側レンズ面とが連なる。
- [0304] このような撮像レンズLNでは、レンズL[LS3o]の物体側レンズ面にて開口絞りapeの開口中心への対応位置に対して同心の部分に、第2レンズブロックBK2を通過してくる軸外光が到達する。そして、この到達部分が凹状になっていることから、軸外光がレンズL[LS3o]の物体側レンズ面にて比較的小さな角度で入射し、撮像レンズLNでの非点収差が補正される。なお、特に、レンズL[LS3o]の物体側レンズ面が非球面であると、一層、軸外光が比較的小さな角度で入射可能となる。
- [0305] また、このような3つのレンズブロックBKを含む撮像レンズLNでは、全長が増大しやすく、像面に対するテレセントリック性の確保が難しい。そこで、このような撮像レンズLNの第3レンズブロックBK3では、レンズL[LS3o]の物体側レンズ面およびレンズL[LS3m]の像側レンズ面の少なくとも一方のレンズ面が非球面になると望ましい(ただし、レンズL[LS3o]の像側レンズ面およびレンズL[LS3m]の物体側レンズ面の両レンズ面は平面である)。
- [0306] なお、これらの第3レンズブロックBK3では、第3レンズ基板LS3の物体側基板面と

レンズL[LS3o]の像側レンズ面とが連なり、第3レンズ基板LS3の像側基板面とレンズL[LS3m]の物体側レンズ面とが連なる。

[0307] このようになっていると、第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2を通過してくる光が、さらに第3レンズブロックBK3を通過する場合、レンズL[LS3o]の物体側レンズ面は光の入射面となり、レンズL[LS3m]の像側レンズ面は光の出射面となる。そして、この入射面と出射面との少なくとも一方が非球面であると、第3レンズブロックBK3を通過する光は、像面に対してテレセントリックになるように導かれる。特に、最大像高の主光線の像面に対する入射角度が、入射面および出射面の非球面によって、なお一層像面にテレセントリックになるように導かれる。

[0308] なお、非球面は、空気に触れるレンズ面であれば望ましい。なぜなら、空気とレンズ材料との境界では、最も屈折率差が大きくなるので、非球面の効果が最も発揮されるためである。

[0309] また、色収差補正の観点から、レンズブロックBKにおけるレンズLとレンズ基板LSとは、互いに異なる屈折率を有すると望ましい。

[0310] なお、以下に、全ての実施例(EX1～EX18)および比較例(CEX)における条件式(A1～A7)の結果、製造誤差感度(EMS)、および軸外偏心誤差感度(OMS)を示す。

[0311] ただし、製造誤差感度(EMS)は、以下の式により求められるRMS値である。また、軸外偏心誤差感度(OMS)は、実施例18の製造誤差感度を“1.00”とした場合での比率である。

$$[0312] \quad EMS = [\{(\alpha^2 + \beta^2) / 1.75\} / Fno] \times 2.8$$

ただし、

α : レンズ面(物体側レンズ面)が光軸AXに対して $5 \mu\text{m}$ シフト偏心した場合でのメリジオナル像面の変化量

β : レンズブロックBKが光軸AXに対して $15 \mu\text{m}$ シフト偏心した場合でのメリジオナル像面の変化量

1.75 : 撮像素子SRにおける画素ピッチサイズ[単位; μm]

Fno : 各実施例の撮像レンズLNのFナンバー

2.8 :規格化のために使用するFナンバー
である。

[0313] なお、表での“×”は、条件式に対応する値を求められないことを意味する。また、実施例1～18は、条件式(A2)を満たすため表では省略する。また、表での下線は、条件を満たさないことを意味する。

[0314] [表39]

$0 \leq DT[LS1o-ape] / d[LS1] \leq 1 \dots (A1)$										
A1	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	0.00	0.00	0.42	0.54	0.85	0.37	0.30	1.00	x	
EMS	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	9.74	7.88	8.83	6.86	6.73	9.46	8.70	6.34	10.29	6.78
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	2.57	0.63	5.42	7.96	3.53	7.88	8.67	3.45	17.78	
OMS	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	2.82	2.28	2.56	1.99	1.95	2.74	2.52	1.84	2.98	1.97
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	0.74	0.18	1.57	2.31	1.02	2.28	2.51	1.00	5.15	
$1.4 < f[all] / Y' < 1.9 \dots (A3)$										
A3	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	1.68	1.66	1.65	1.70	1.69	1.69	1.67	1.65	1.64	1.58
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	1.80	1.50	1.71	1.61	1.69	1.68	1.66	1.74	1.60	
$0.18 \leq (d[L[LS1o]] + DT[LS1o-ape]) / r[L[LS1o]o] \leq 1.2 \dots (A4)$										
A4	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	0.32	0.40	0.33	0.39	0.60	0.48	0.43	0.45	0.22	0.36
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	0.06	0.00	0.49	0.70	0.96	0.42	0.37	0.58	x	
$0.03 \leq d[LS1] / TL \leq 0.33 \dots (A5)$										
A5	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	0.12	0.10	0.12	0.12	0.09	0.09	0.10	0.10	0.14	0.09
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	0.30	0.21	0.11	0.17	0.17	0.22	0.14	0.07	0.09	
$Cs[L[LS1o]o] / Cs[L[LS1m]m] \leq 1.3 \dots (A6)$										
A6	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	1.07	1.14	1.05	1.08	1.26	1.22	1.29	0.97	1.00	1.09
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	0.53	x	0.83	0.75	0.62	0.87	0.91	0.69	x	
$-13 \leq HY[L[LS1m]m] / HY[L[LS1o]o] \leq -0.08 \dots (A7)$										
A7	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10
	-1.82	-1.37	-1.63	-1.25	-0.76	-1.01	-1.25	-1.59	-2.79	-1.17
	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	CEX	
	-13.60	∞	-0.89	-0.54	-0.19	-1.13	-1.26	-0.32	x	

[0315] [実施の形態2]

実施の形態2について説明する。なお、実施の形態1で用いた部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付記し、その説明を省略する。この実施の形態では、レンズLを形成する樹脂について説明する。

[0316] 樹脂は、加工性に優れている。そのため、実施の形態1で列举してきたレンズLが樹脂で形成される場合、金型等で簡易に非球面のレンズ面が形成される。

[0317] ただし、通常、透明な樹脂(ポリメチルメタクリレート等)に微粒子が混合すると、樹脂内に光の散乱が生じ、透過率が低下する。そのため、微粒子を含有する樹脂は、光学材料として不向きといえる。

[0318] また、樹脂は、温度に依存して屈折率を変える。例えば、以下のローレンツ・ローレンツの式(LL)で、ポリメチルメタクリレート(PMMA)の屈折率の温度依存性、すなわち、温度に依存する屈折率変化(dn/dt)を求めてみる。

[数LL]

$$\frac{dn}{dt} = \frac{(n^2 + 2) \times (n^2 - 1)}{6n} \times \left\{ (-3\alpha) + \frac{1}{[R]} \times \frac{\partial [R]}{\partial t} \right\} \quad \dots (LL)$$

ただし、

n : 樹脂の屈折率

t : 温度

α : 線膨張係数(なお、PMMAの場合、 $\alpha = 7 \times 10^{-5}$ である)

[R] : 分子屈折

である。

[0319] すると、PMMAの場合、屈折率変化が“ $-1.2 \times 10^{-4} [/\text{°C}]$ ”となる。この数値は実測値とほぼ一致する。したがって、樹脂(プラスチック)だけでレンズLが形成されると、そのレンズLの有する屈折率変化は、温度に依存せざるを得ない。その上、このような樹脂に単純に微粒子を混在させてレンズLが形成されると、そのレンズLは光を散乱させるだけでなく、温度に応じて屈折率を変えることになる。

[0320] しかしながら、最近、樹脂が適切に設計された微粒子を含むことで、光学材料として使用可能であることがわかってきた。なぜなら、微粒子を含有する樹脂(混合樹脂)では、その微粒子の粒径が透過光束の波長より小さくなっていると、光の散乱が発生し

ない。

- [0321] その上、微粒子が無機微粒子であると、その無機微粒子は温度上昇にともなって屈折率を上昇させる。そのため、混合樹脂にて、温度上昇にともなった樹脂の屈折率低下と、温度上昇にともなった無機微粒子の屈折率上昇とが同時に発生する。すると、両方の温度依存性(屈折率低下・屈折率上昇)が相殺され、その結果、混合樹脂の屈折率変化が温度に依存して起きにくくなる(例えば、レンズLにて、面形状変化に起因する近軸像点位置への影響とほぼ同程度に、屈折率変化が抑えられる)。
- [0322] なお、特開2007-126636号に、以上の一例である混合樹脂、すなわち、樹脂(母材)に最大長30nm以下の無機微粒子{子材;酸化ニオブ(Nb_2O_5)等}を分散させた混合樹脂が開示される。
- [0323] 以上を踏まえると、レンズLが30nm以下の無機微粒子を分散させた樹脂(混合樹脂)で形成されると、そのレンズLを含む撮像レンズLNは、温度に対して高い耐久性を有する。また、例えば、混合樹脂における樹脂と無機微粒子との比率、無機微粒子の粒径の長さ(例えば、最大長20nm以下、さらに望ましくは15nm以下)、母材となる樹脂の種類、および子材となる無機微粒子の種類、が適切に調整されると、レンズLが高屈折率を発揮する。すると、混合樹脂でレンズLが形成されると、そのレンズLを含む撮像レンズLNがコンパクトになったり、レンズLの成形難易度が低減したりする。
- [0324] なお、以上のような樹脂は硬化型樹脂であると望ましい。なぜなら、このような硬化型樹脂であれば、金型等によって、簡易に非球面を含むレンズLが製造されるためである。また、樹脂に接着性があれば(または樹脂に接着剤が混在していれば)、その樹脂製のレンズLはレンズ基板LSに容易に接合する。つまり、直接接着されたレンズ基板LSおよびレンズLを含むレンズブロックBKブロックが簡単に製造される。
- [0325] さらに、以上のような樹脂が耐熱性を有するとよい。例えば、撮像レンズLNおよび撮像素子SRを一体化したモジュール(カメラモジュール)は、ペースト状のハンダの印刷されたプリント基板(回路基板)に取り付けられた後、加熱処理(リフロー処理)されることで、そのプリント基板に実装される。特に、このような実装はオートメーションで行われる。すると、レンズLが耐熱性の硬化型樹脂であれば、リフロー処理に耐えら

れるので、オートメーションに適する(もちろん、レンズ基板LSも耐熱性の高い材料、例えば、ガラスだと望ましい)。

[0326] なお、硬化型樹脂の一例としては、熱硬化型樹脂および紫外線(UV)硬化型樹脂が挙げられる。

[0327] そして、熱硬化型樹脂の場合、レンズLが比較的厚かったとしても、精度よく製造される。また、UV硬化型樹脂の場合、比較的短時間で硬化するため、レンズLが短時間で製造される。

[0328] 最後に、本発明は上記の実施の形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

請求の範囲

- [1] 平行平板であるレンズ基板と、前記レンズ基板の物体側基板面および像側基板面の少なくとも一方の基板面に連なる正パワーまたは負パワーを発揮するレンズと、を有するレンズブロックが、少なくとも1つ以上含まれるとともに、

光量を規制する開口絞りが含まれており、

前記レンズブロックは、前記レンズ基板とは異なる材質で形成される前記レンズを含み、

前記レンズブロックである第1レンズブロックは、最も物体側に位置し、その第1レンズブロックでは、前記レンズ基板である第1レンズ基板が含まれ、かつ、前記レンズであるレンズL[LS1o]が前記第1レンズ基板の物体側基板面に連なり、下記条件式(A1)が満たされる撮像レンズ。

$$0 \leq DT[LS1o-ape] / d[LS1] \leq 1 \quad \cdots (A1)$$

ただし、

DT[LS1o-ape] : 第1レンズ基板の物体側基板面から開口絞り面に至るまでの長さ

d[LS1] : 第1レンズ基板の光軸上の厚み

である。

- [2] 前記開口絞りが、前記第1レンズ基板の物体側基板面に形成される請求項1に記載の撮像レンズ。

- [3] 前記開口絞りが、遮光性膜であり、前記第1レンズ基板の物体側基板面または像側基板面に形成されており、

下記条件式(A2)が満たされる請求項1または2に記載の撮像レンズ。

$$d[ape] < 25 \quad \cdots (A2)$$

ただし、

d[ape] : 開口絞りの光軸方向の厚み[単位; μm]

である。

- [4] 前記レンズL[LS1o]の物体側レンズ面は、物体側凸面である請求項1～3のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

- [5] 前記第1レンズブロックでは、前記レンズであるレンズL[LS1m]が前記第1レンズ基板の像側基板面に連なり、
前記レンズL[LS1m]の像側レンズ面は、像側凹面である請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

- [6] 下記条件式(A3)および(A4)が満たされる請求項1～5のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$1.4 < f[\text{all}] / Y' < 1.9 \quad \dots \quad (\text{A3})$$

$$0.18 \leq (d[\text{L}[\text{LS1o}]] + \text{DT}[\text{LS1o-ape}]) / r[\text{L}[\text{LS1o}]\text{o}] \leq 1.2 \quad \dots \quad (\text{A4})$$

ただし、

$f[\text{all}]$: 撮像レンズ全体の焦点距離

Y' : 最大像高

$d[\text{L}[\text{LS1o}]]$: レンズL[LS1o]の光軸上の厚み

$\text{DT}[\text{LS1o-ape}]$: 第1レンズ基板の物体側基板面から開口絞り面に至るまでの長さ

$r[\text{L}[\text{LS1o}]\text{o}]$: レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の近軸曲率半径

である。

- [7] 下記条件式(A5)が満たされる請求項1～6のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.03 \leq d[\text{LS1}] / \text{TL} \leq 0.33 \quad \dots \quad (\text{A5})$$

ただし、

$d[\text{LS1}]$: 第1レンズ基板の光軸上の厚み

TL : 撮像レンズにて最も物体側の面から結像面に至るまでの光軸上の長さ

である。

- [8] 前記レンズ基板は、2枚の平板型ガラス片の接合で完成しており、
前記平板型ガラス片同士の接合面に、前記開口絞りが位置する請求項1、4、5、6、および7のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

- [9] 前記第1レンズブロックでは、前記レンズであるレンズL[LS1m]が前記第1レンズ基板の像側基板面に連なり、

下記条件式(A6)が満たされる請求項1～8のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$Cs[L[LS1o]o]/Cs[L[LS1m]m] \leq 1.3 \quad \dots \quad (A6)$$

ただし、

$Cs[L[LS1o]o]$: レンズL[LS1o]の物体側レンズ面上の有効半径

$Cs[L[LS1m]m]$: レンズL[LS1m]の像側レンズ面上の有効半径

である。

- [10] 前記第1レンズブロックでは、前記レンズであるレンズL[LS1m]が前記第1レンズ基板の像側基板面に連なり、

下記条件式(A7)が満たされる請求項1～9のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-13 \leq HY[L[LS1m]m]/HY[L[LS1o]o] \leq -0.08 \quad \dots \quad (A7)$$

ただし、

$HY[L[LS1m]m]$: レンズL[LS1m]の像側レンズ面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高の主光線と光軸との間の長さ

$HY[L[LS1o]o]$: レンズL[LS1o]の物体側レンズ面上にて、そのレンズ面を通過する最大像高の主光線と光軸との間の長さ

である。

- [11] 前記レンズブロックである第2レンズブロックが、前記第1レンズブロックの像側に位置し、

その第2レンズブロックでは、前記レンズ基板である第2レンズ基板が含まれ、かつ、前記レンズであるレンズL[LS2o]が前記第2レンズ基板の物体側基板面に連なりるとともに、前記レンズであるレンズL[LS2m]が前記第2レンズ基板の像側基板面に連なり、

前記レンズL[LS2o]は、物体側レンズ面を、そのレンズ面での面頂点を凸状とするとともに最大像高の主光線と交わる部分を凹状とする非球面にしており、

前記第2レンズ基板の物体側基板面と前記レンズL[LS2o]の像側レンズ面とが連なり、前記第2レンズ基板の像側基板面と前記レンズL[LS2m]の物体側レンズ面とが連なる請求項1～10のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

- [12] 前記レンズブロックである第2レンズブロックが、前記第1レンズブロックの像側に位

置し、

その第2レンズブロックでは、前記レンズ基板である第2レンズ基板が含まれ、かつ、前記レンズであるレンズL[LS2o]が前記第2レンズ基板の物体側基板面に連なるとともに、前記レンズであるレンズL[LS2m]が前記第2レンズ基板の像側基板面に連なり、

前記レンズL[LS2o]は、物体側レンズ面を物体側凹面にしており、前記第2レンズ基板の物体側基板面と前記レンズL[LS2o]の像側レンズ面とが連なり、前記第2レンズ基板の像側基板面と前記レンズL[LS2m]の物体側レンズ面とが連なる請求項1～10のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

- [13] 前記レンズブロックである第2レンズブロックが前記第1レンズブロックの像側に位置するとともに、前記レンズブロックである第3レンズブロックが前記第2レンズブロックの像側に位置し、

前記第3レンズブロックでは、前記レンズ基板である第3レンズ基板が含まれ、かつ、前記レンズであるレンズL[LS3o]が前記第3レンズ基板の物体側基板面に連なるとともに、前記レンズであるレンズL[LS3m]が前記第3レンズ基板の像側基板面に連なり、

前記レンズL[LS3o]は、物体側レンズ面を物体側凹面にしており、前記第3レンズ基板の物体側基板面と前記レンズL[LS3o]の像側レンズ面とが連なり、前記第3レンズ基板の像側基板面と前記レンズL[LS3m]の物体側レンズ面とが連なる請求項1～12のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

- [14] 前記レンズブロックである第2レンズブロックが前記第1レンズブロックの像側に位置するとともに、前記レンズブロックである第3レンズブロックが前記第2レンズブロックの像側に位置し、

前記第3レンズブロックでは、前記レンズ基板である第3レンズ基板が含まれ、かつ、前記レンズであるレンズL[LS3o]が前記第3レンズ基板の物体側基板面に連なるとともに、前記レンズであるレンズL[LS3m]が前記第3レンズ基板の像側基板面に連なり、

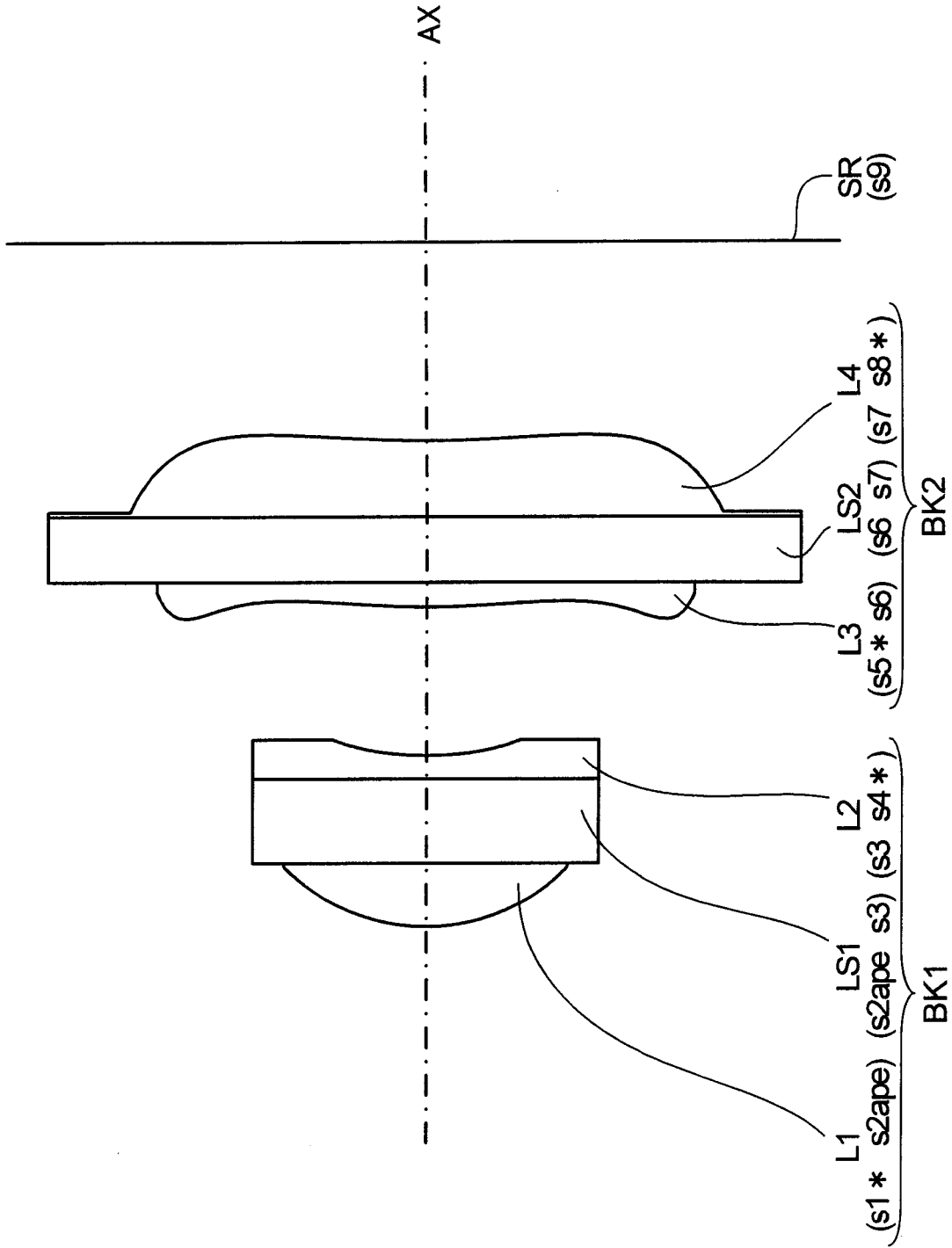
前記レンズL[LS3o]の物体側レンズ面および前記レンズL[LS3m]の像側レンズ面の

少なくとも一方のレンズ面が非球面であり、

前記第3レンズ基板の物体側基板面と前記レンズL[LS3o]の像側レンズ面とが連なり、前記第3レンズ基板の像側基板面と前記レンズL[LS3m]の物体側レンズ面とが連なる請求項1～12のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

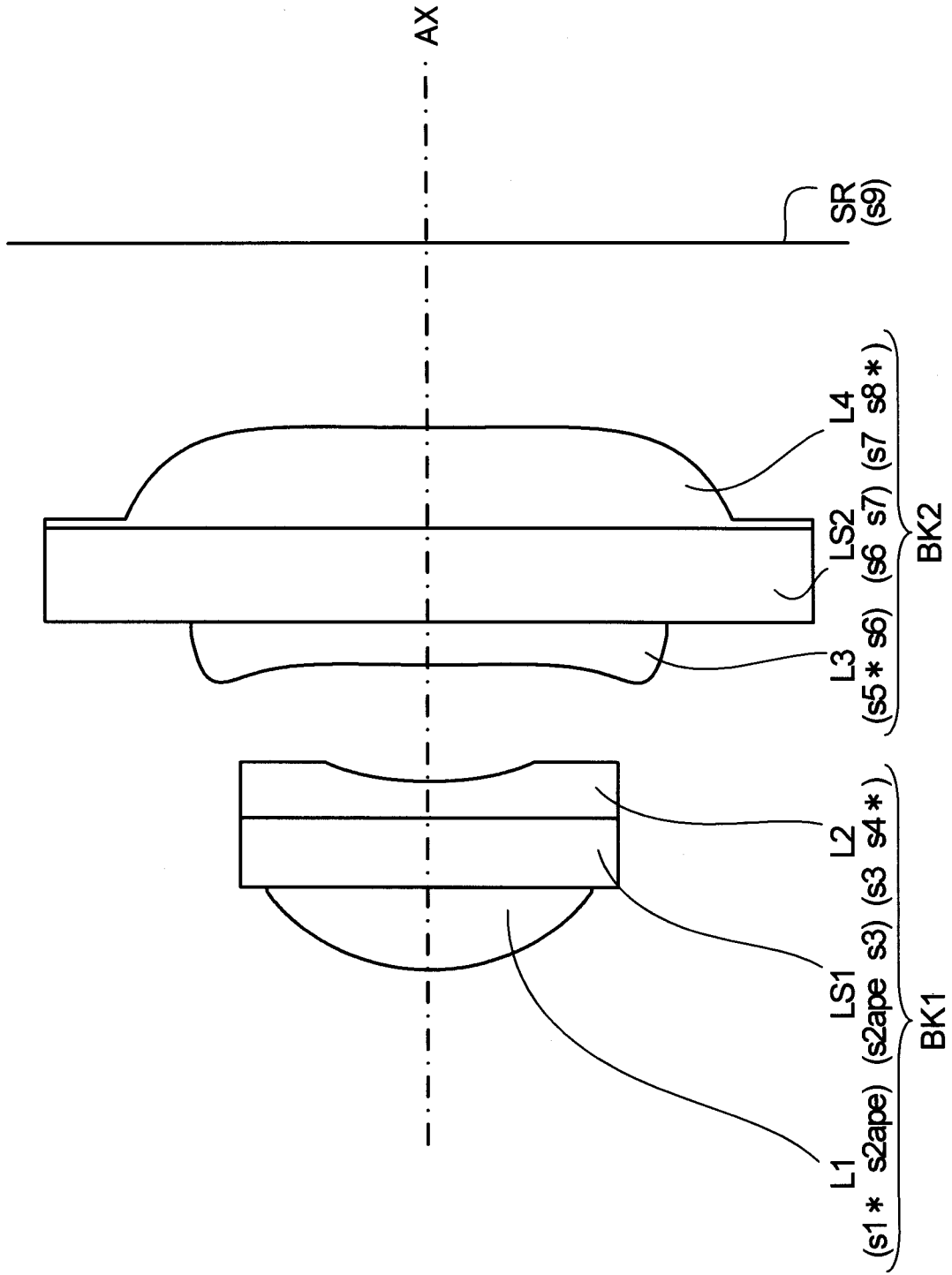
- [15] 前記レンズでは、空気に触れるレンズ面が非球面である請求項1～14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。
- [16] 前記レンズと前記レンズ基板とは、互いに異なる屈折率を有する請求項1～15のいずれか1項に記載の撮像レンズ。
- [17] 前記レンズが樹脂で形成される請求項1～16のいずれか1項に記載の撮像レンズ。
- [18] 前記レンズとなる樹脂には、30nm以下の粒径である無機微粒子が分散する請求項17に記載の撮像レンズ。
- [19] 前記樹脂は、硬化型樹脂である請求項17または18に記載の撮像レンズ。
- [20] 前記レンズ基板の物体側基板面および像側基板面に連なる前記レンズは、レンズ基板に直接接着される請求項1～19のいずれか1項に記載の撮像レンズ。
- [21] 請求項1～20のいずれか1項に記載の撮像レンズと、
前記撮像レンズを通過する光を撮像する撮像素子と、
を含む撮像装置。
- [22] 請求項21に記載の撮像装置を含む携帯端末。
- [23] 請求項1～20のいずれか1項に記載の撮像レンズの製造方法にあつて、
複数の前記レンズブロックを並べて含むユニットを、レンズブロックユニットとする
と、
前記レンズブロックの周縁の少なくとも一部にスペーサを並べ、複数の前記レンズブロックユニットを、前記スペーサを介在させてつなげる連結工程と、
前記のつながるレンズブロックユニットを、前記スペーサに沿って切断する切断工程と、
を含む撮像レンズの製造方法。

[図1]



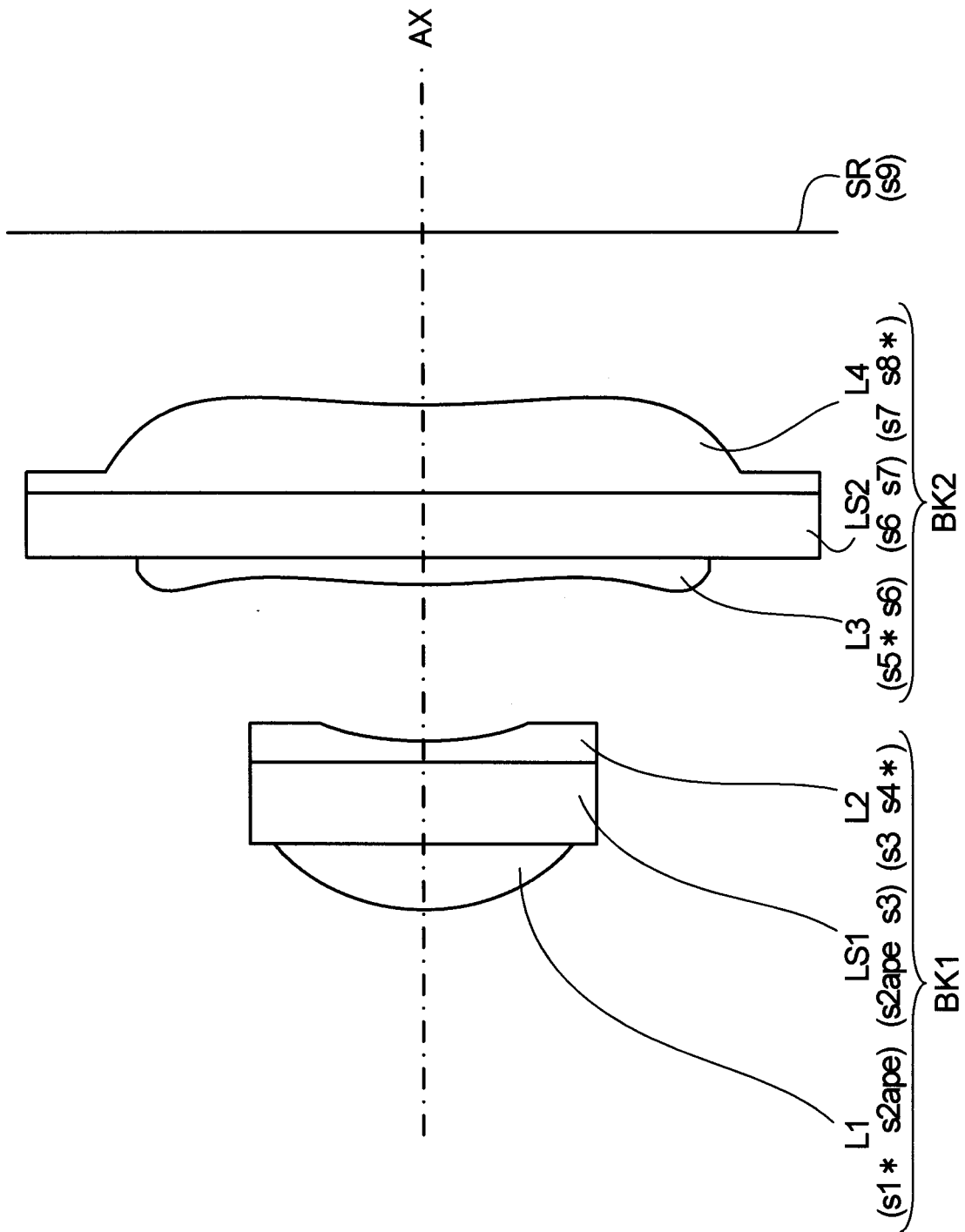
EX1

[図2]



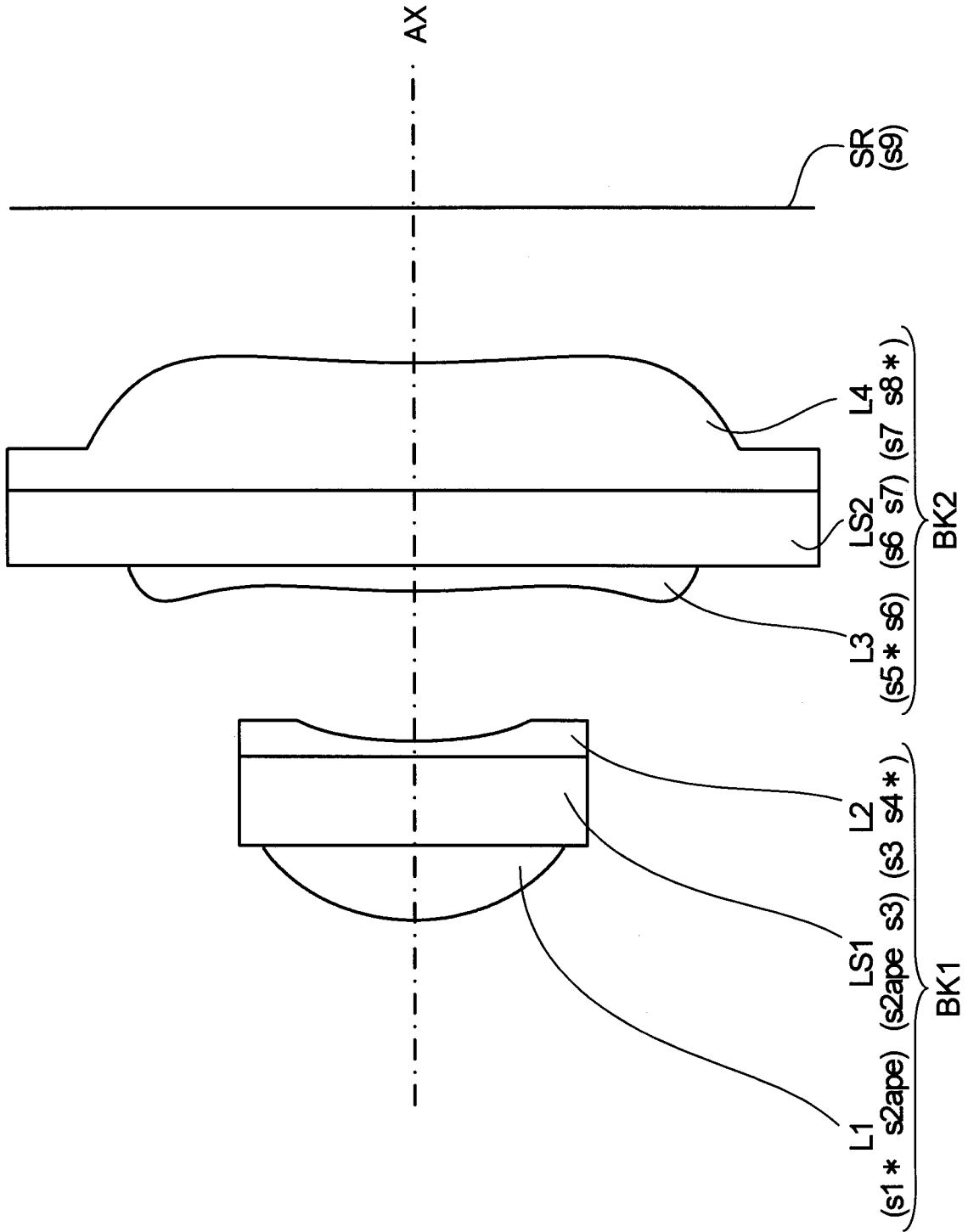
EX2

[図3]



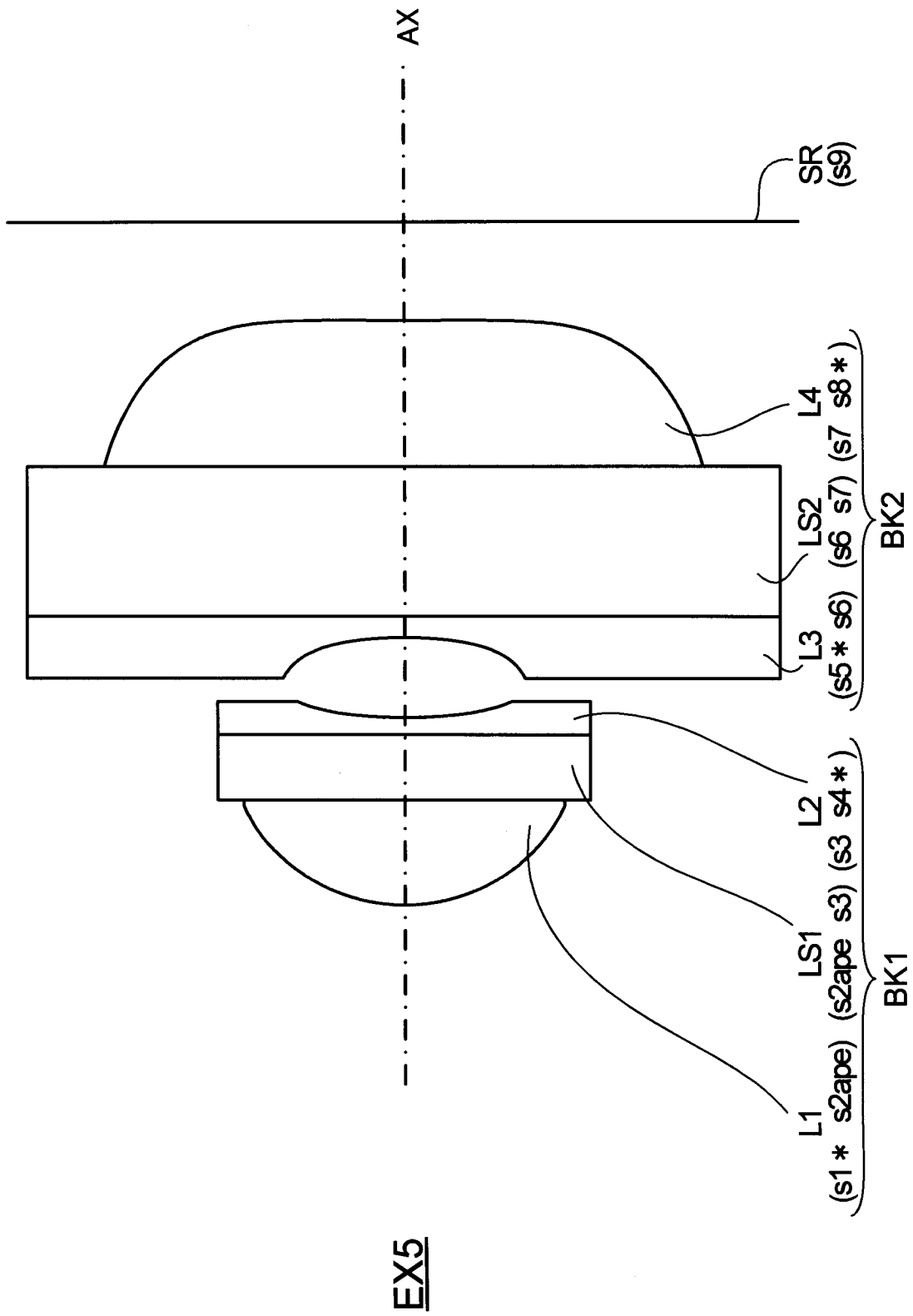
EX3

[図4]

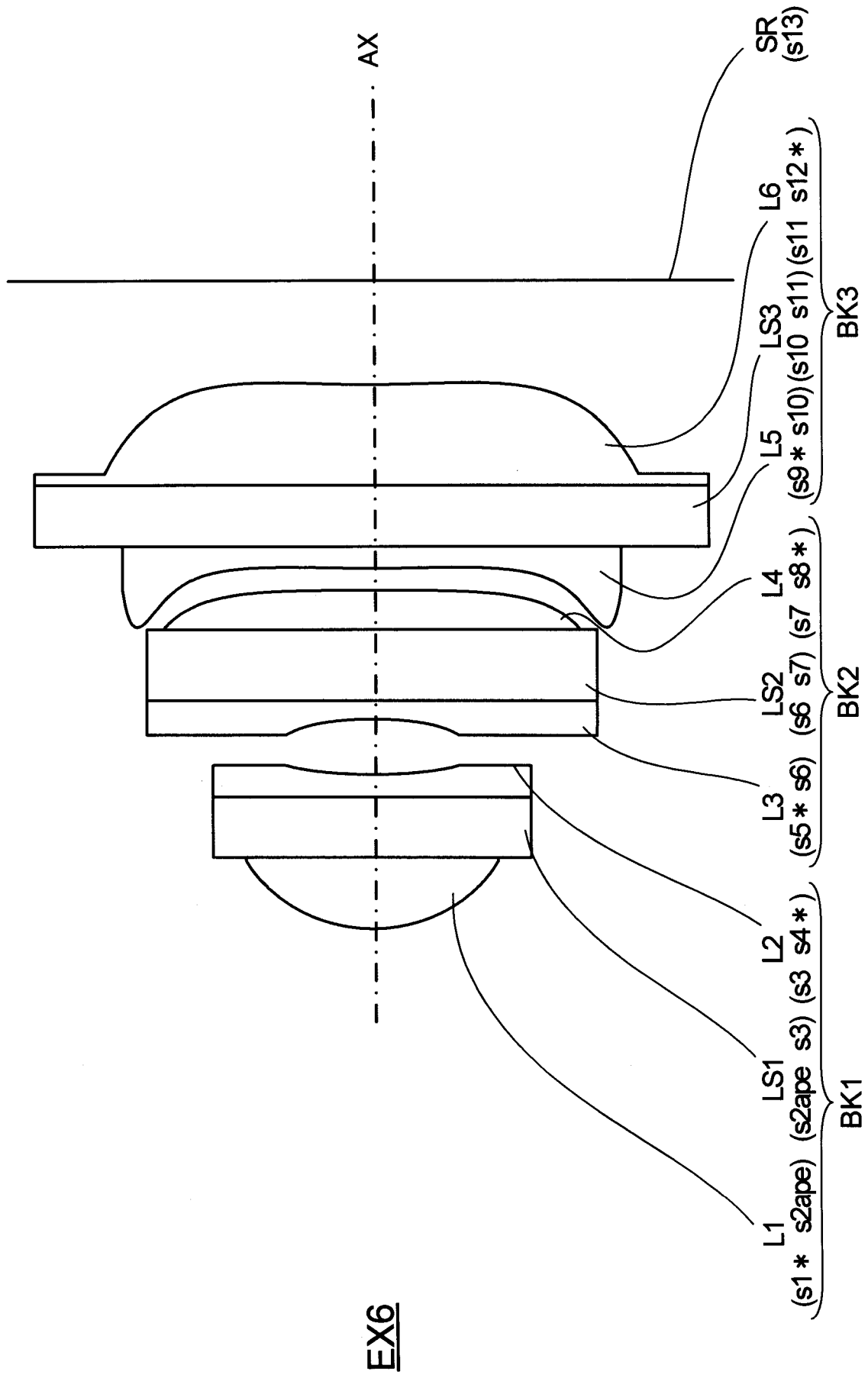


EX4

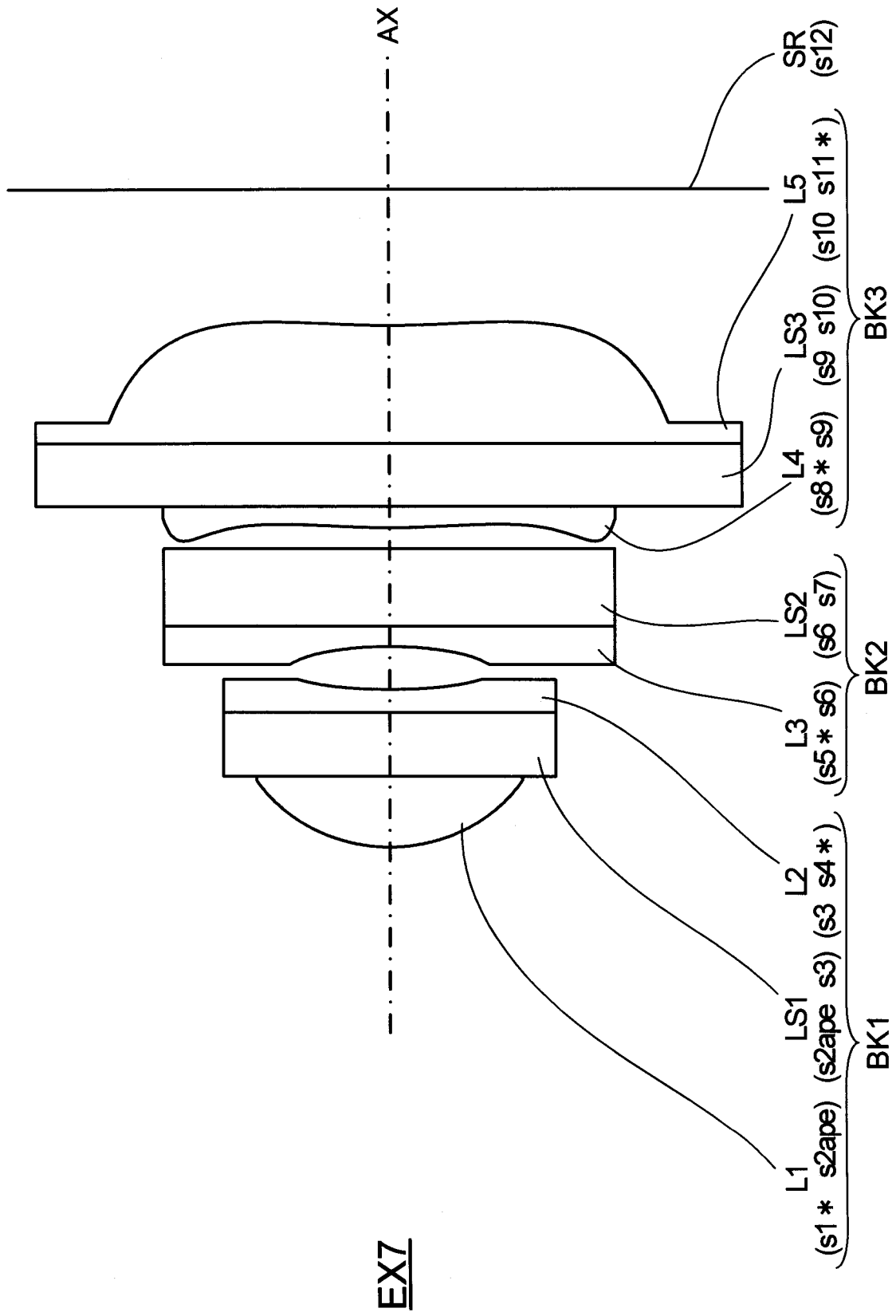
[図5]



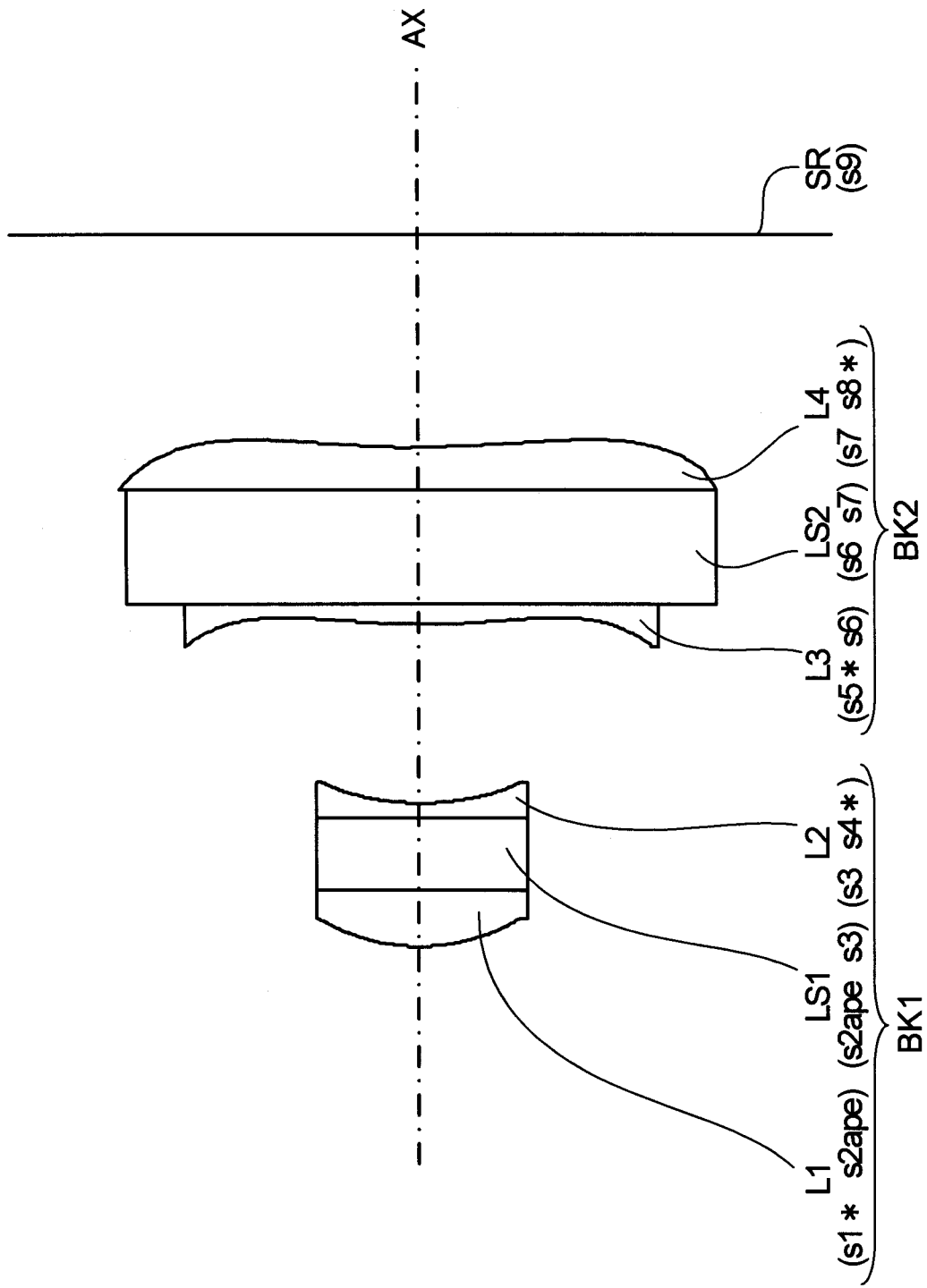
[図6]



[図7]

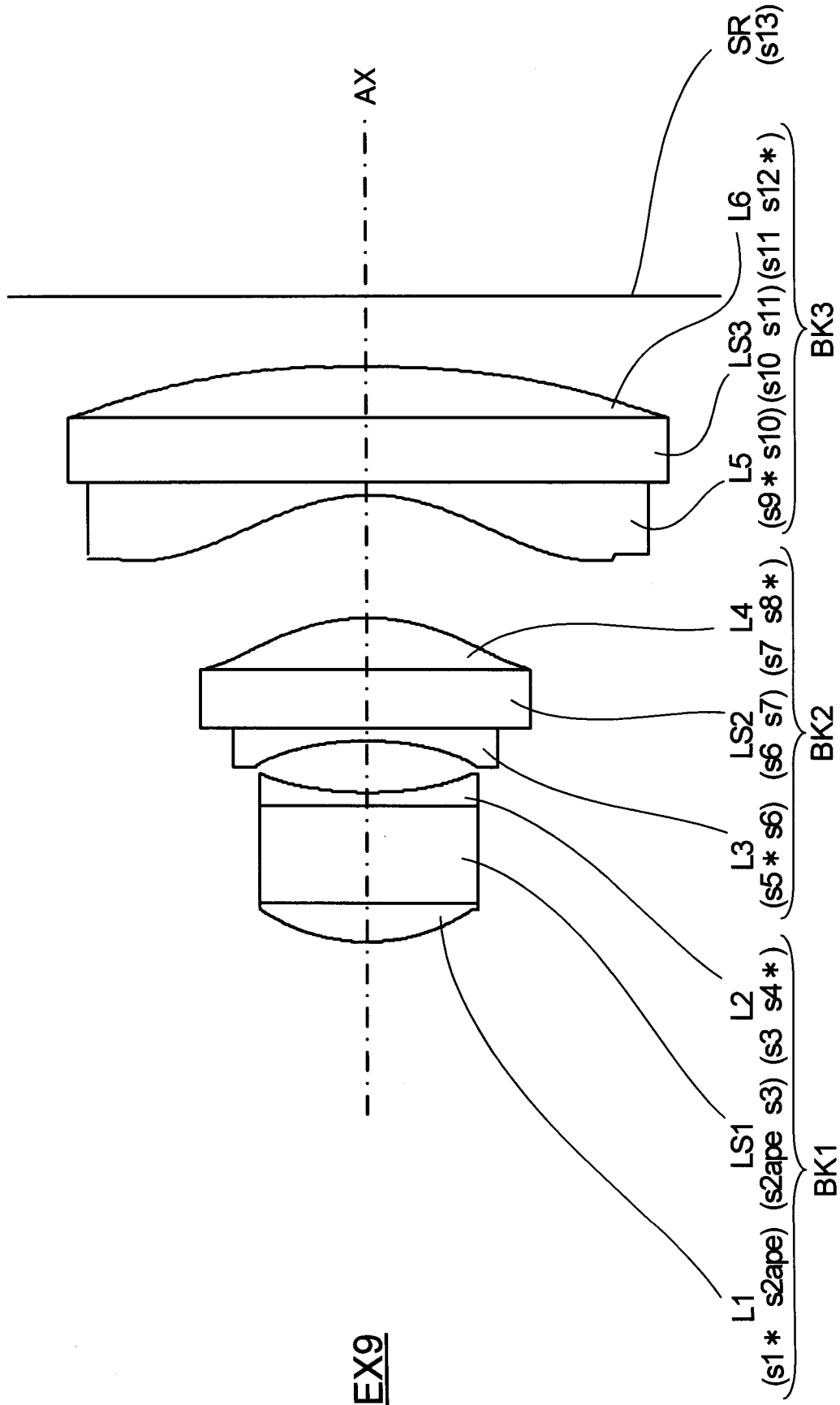


[図8]

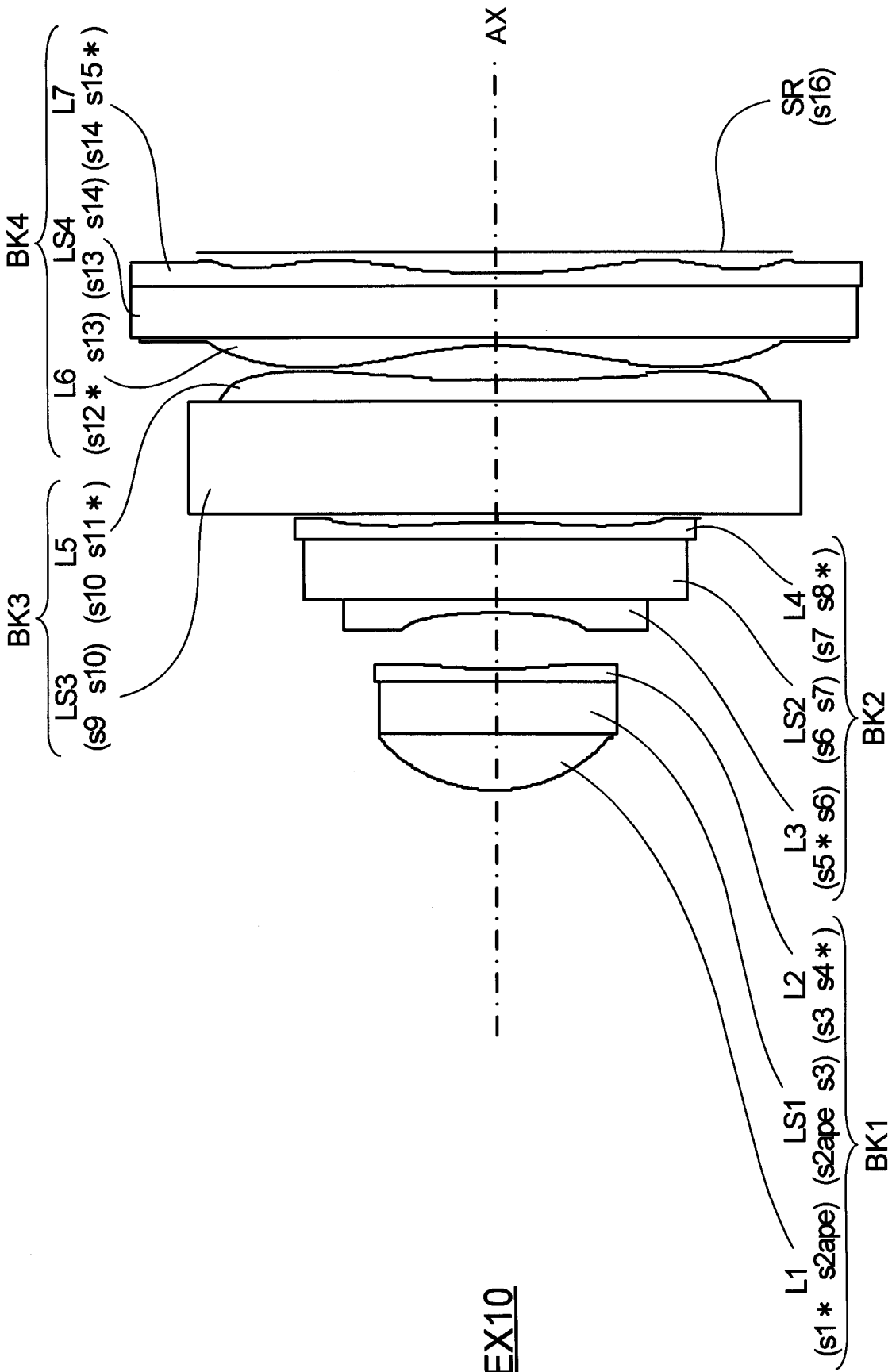


EX8

[図9]

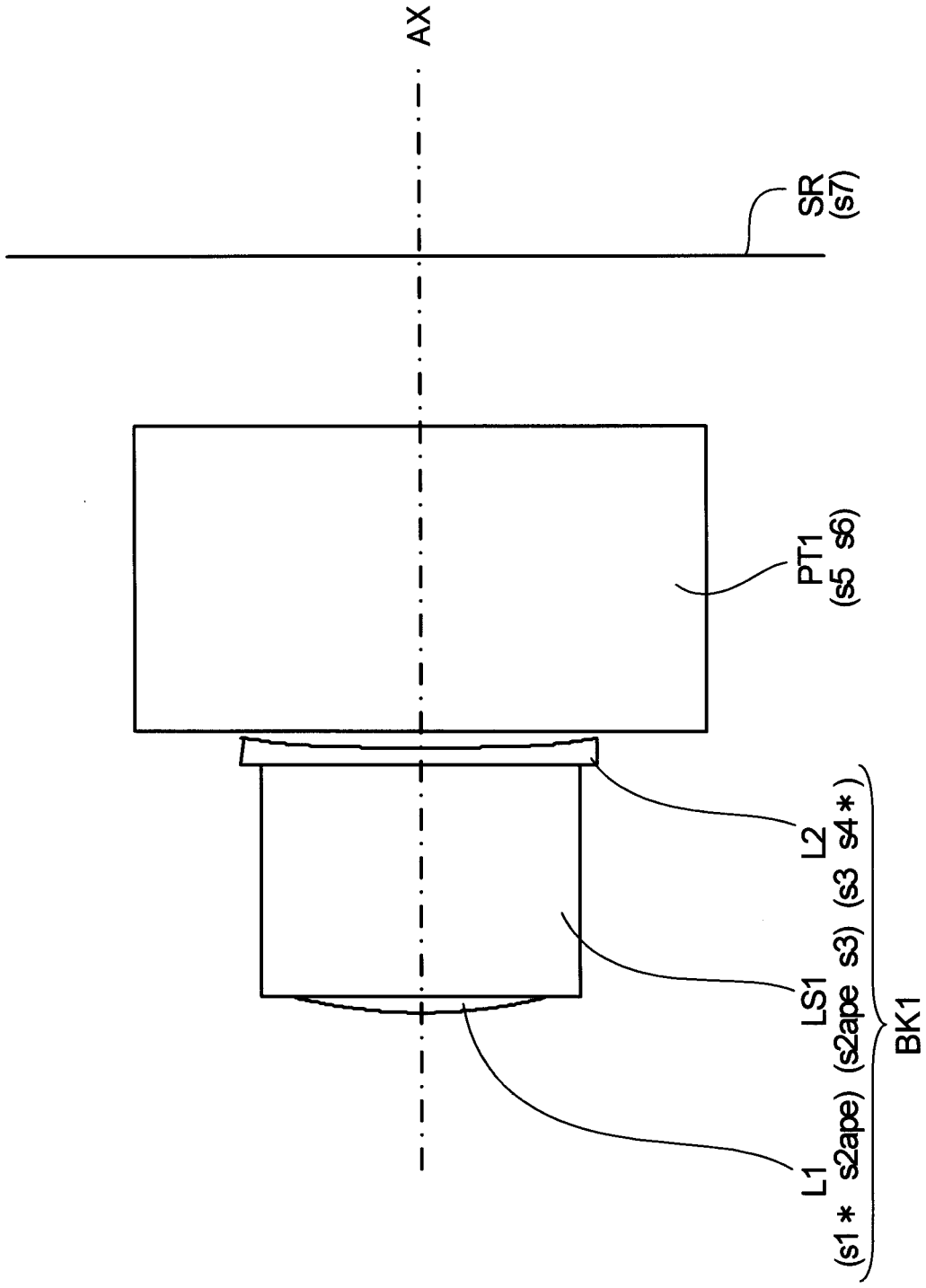


[図10]



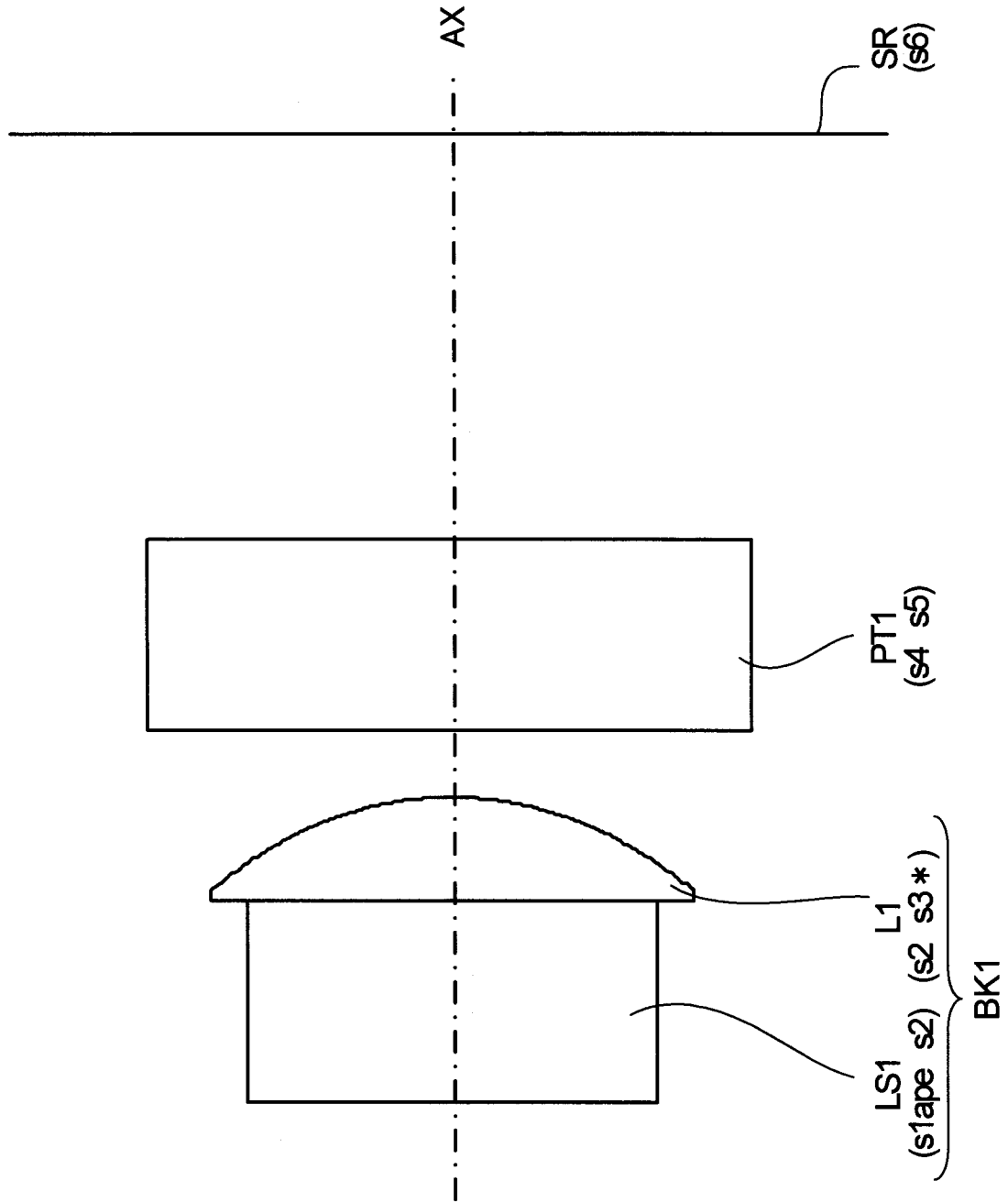
EX10

[図11]



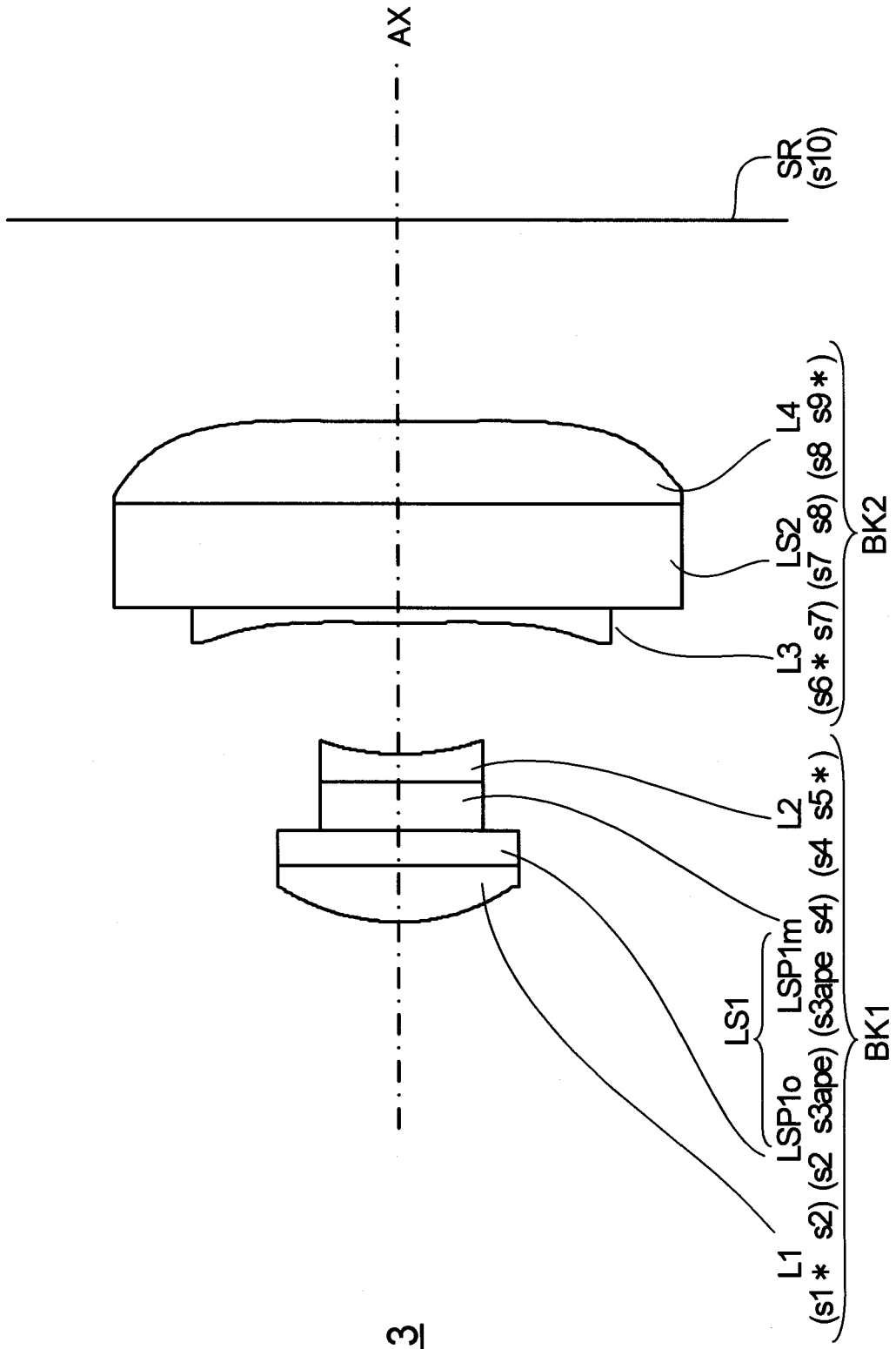
EX11

[図12]



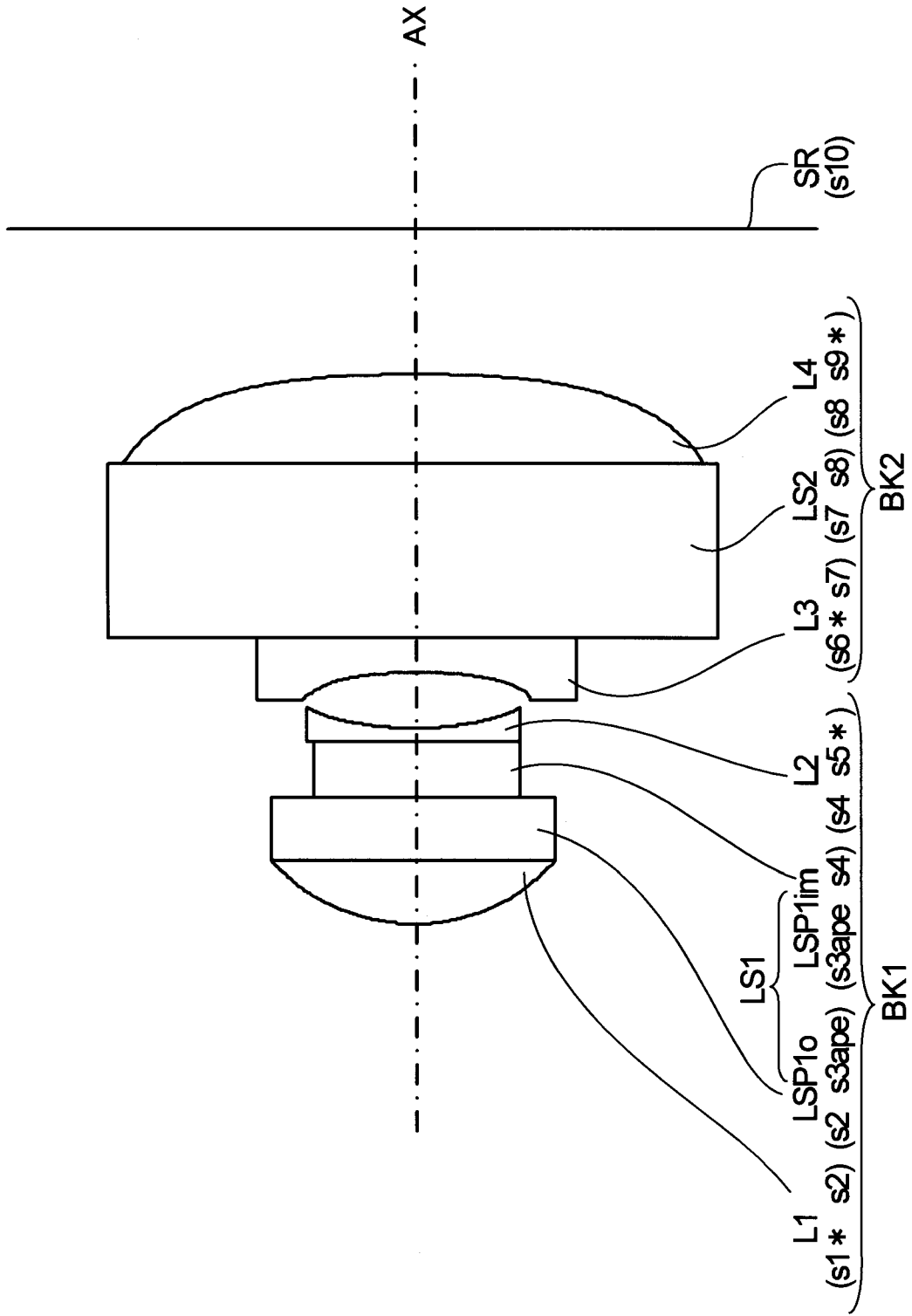
EX12

[図13]



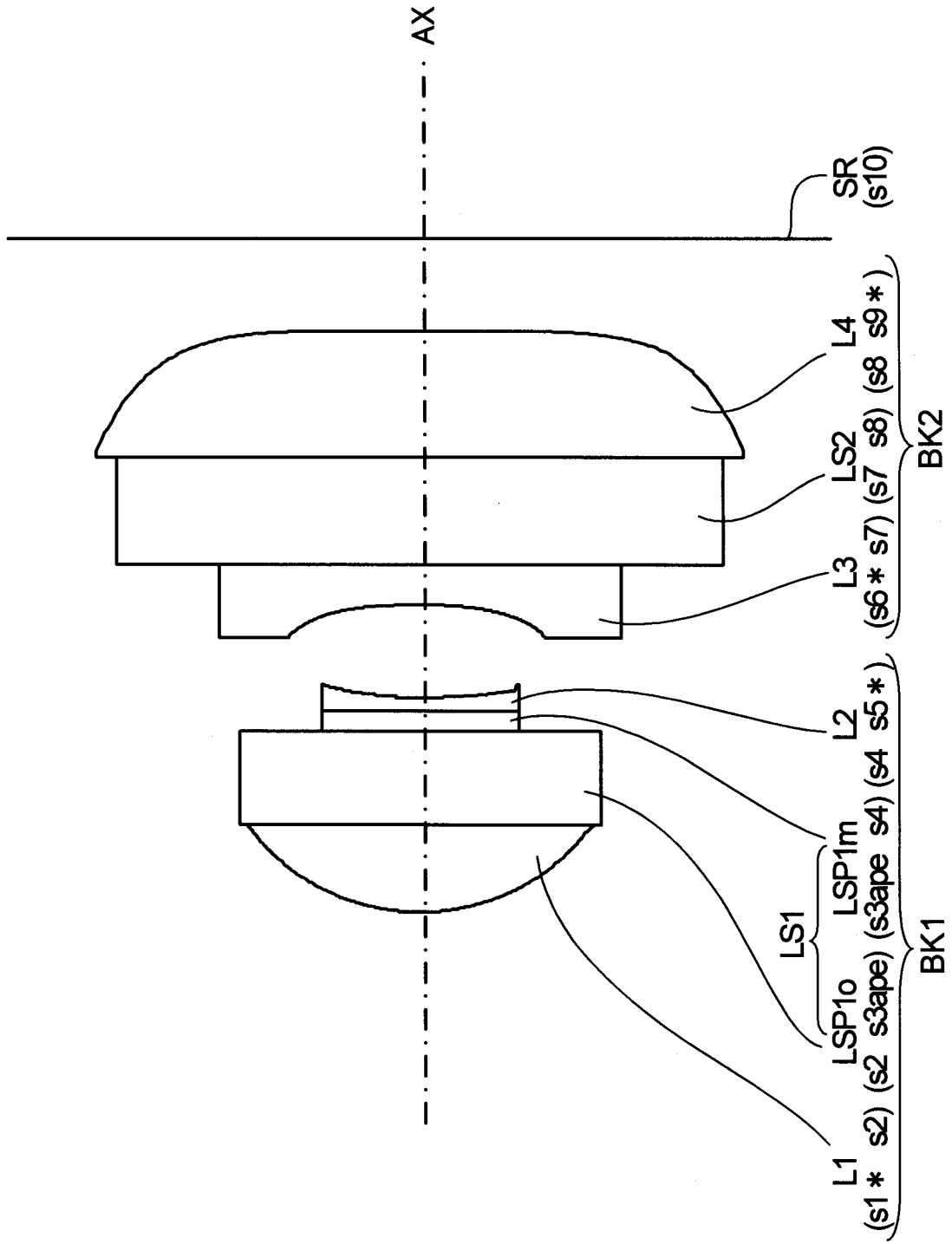
EX13

[図14]



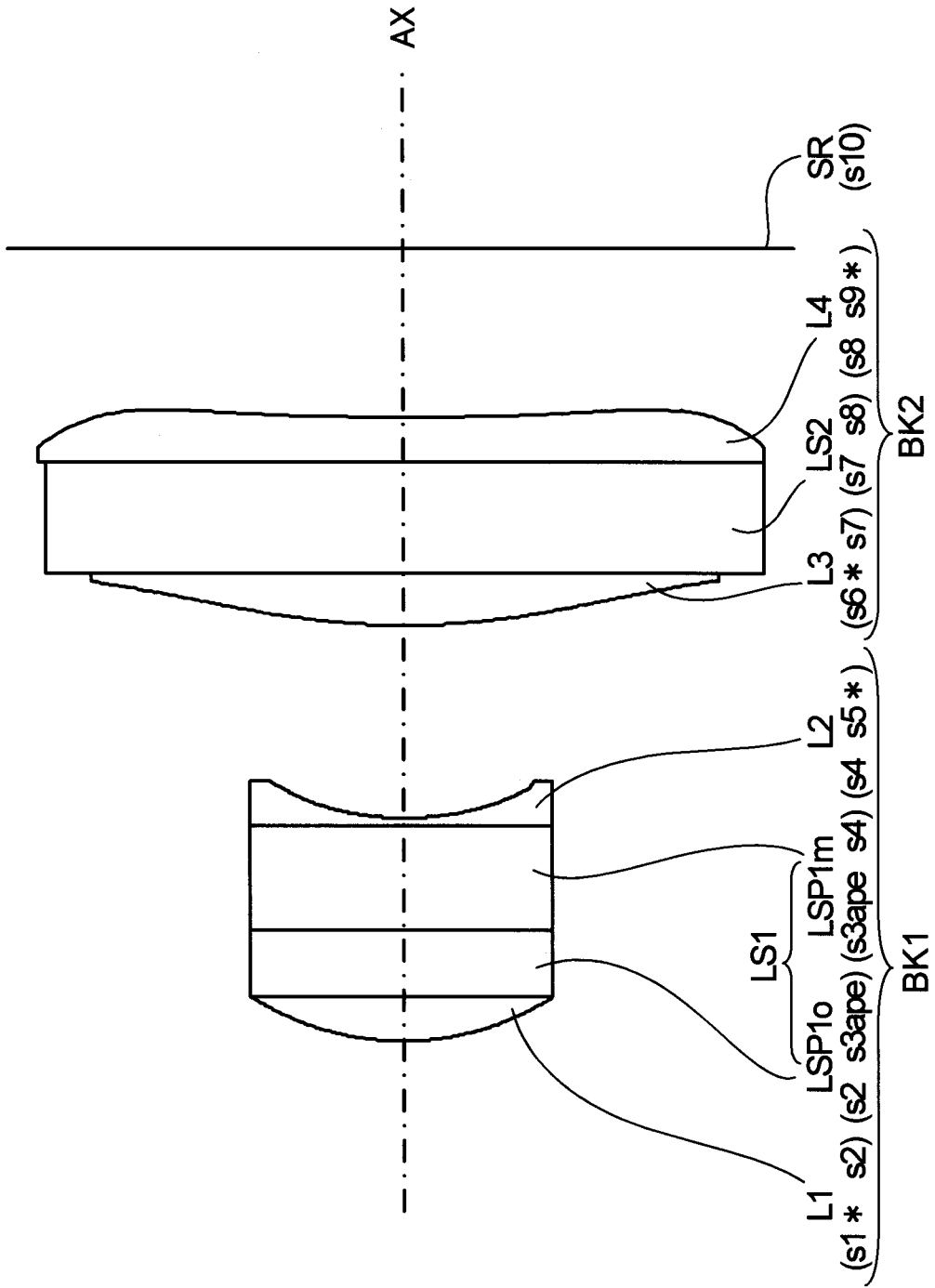
EX14

[図15]



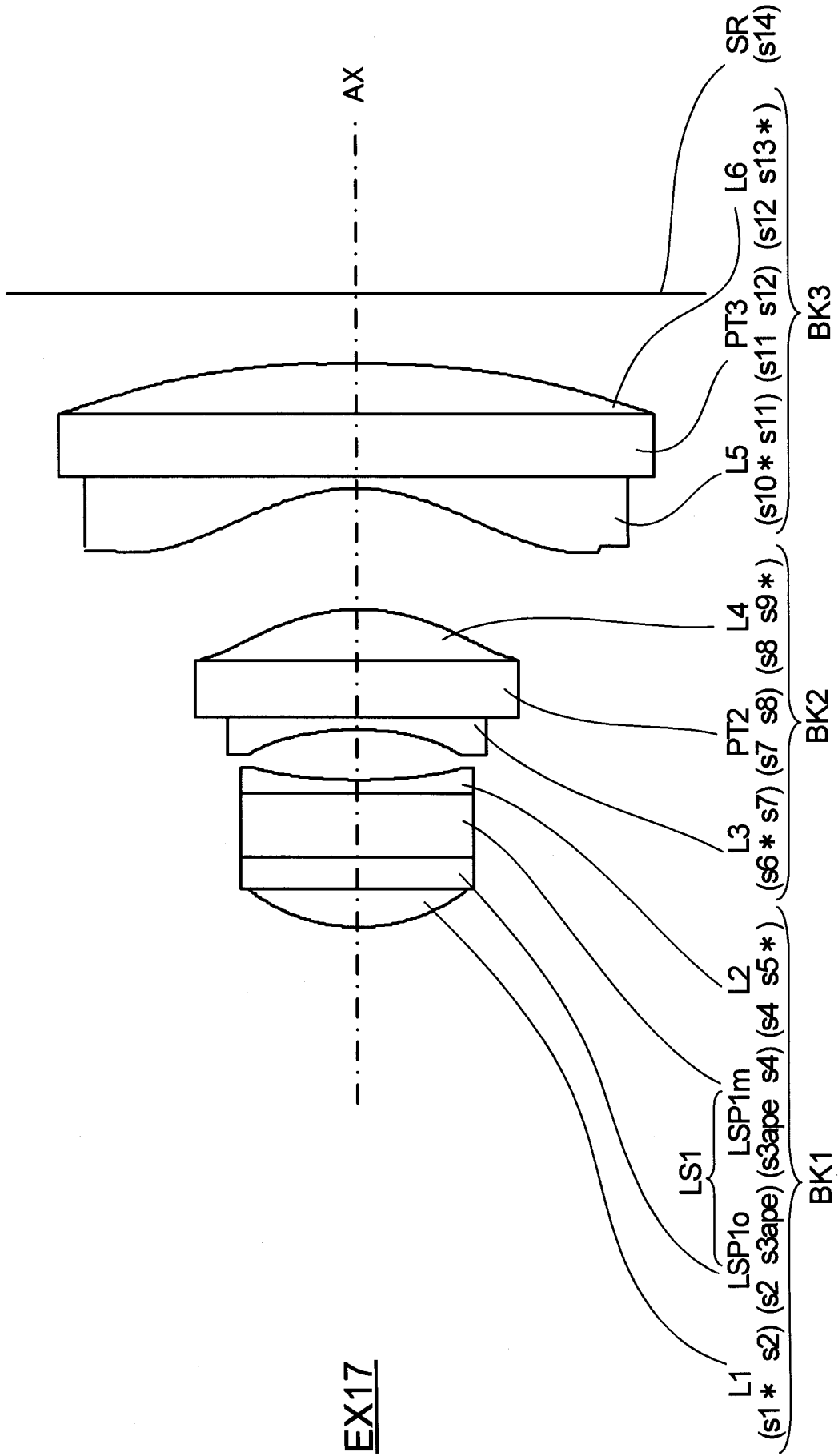
EX15

[図16]

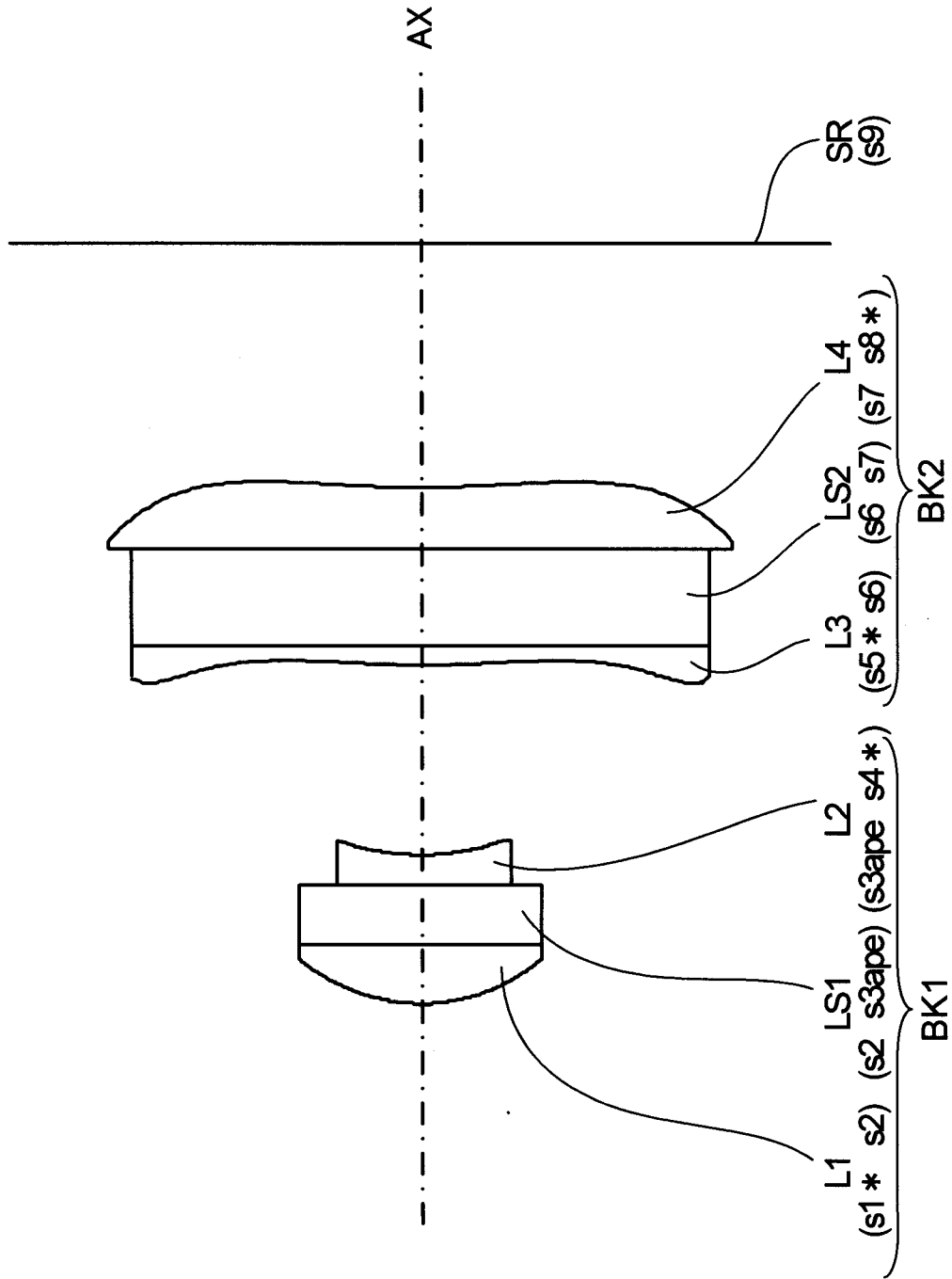


EX16

[図17]

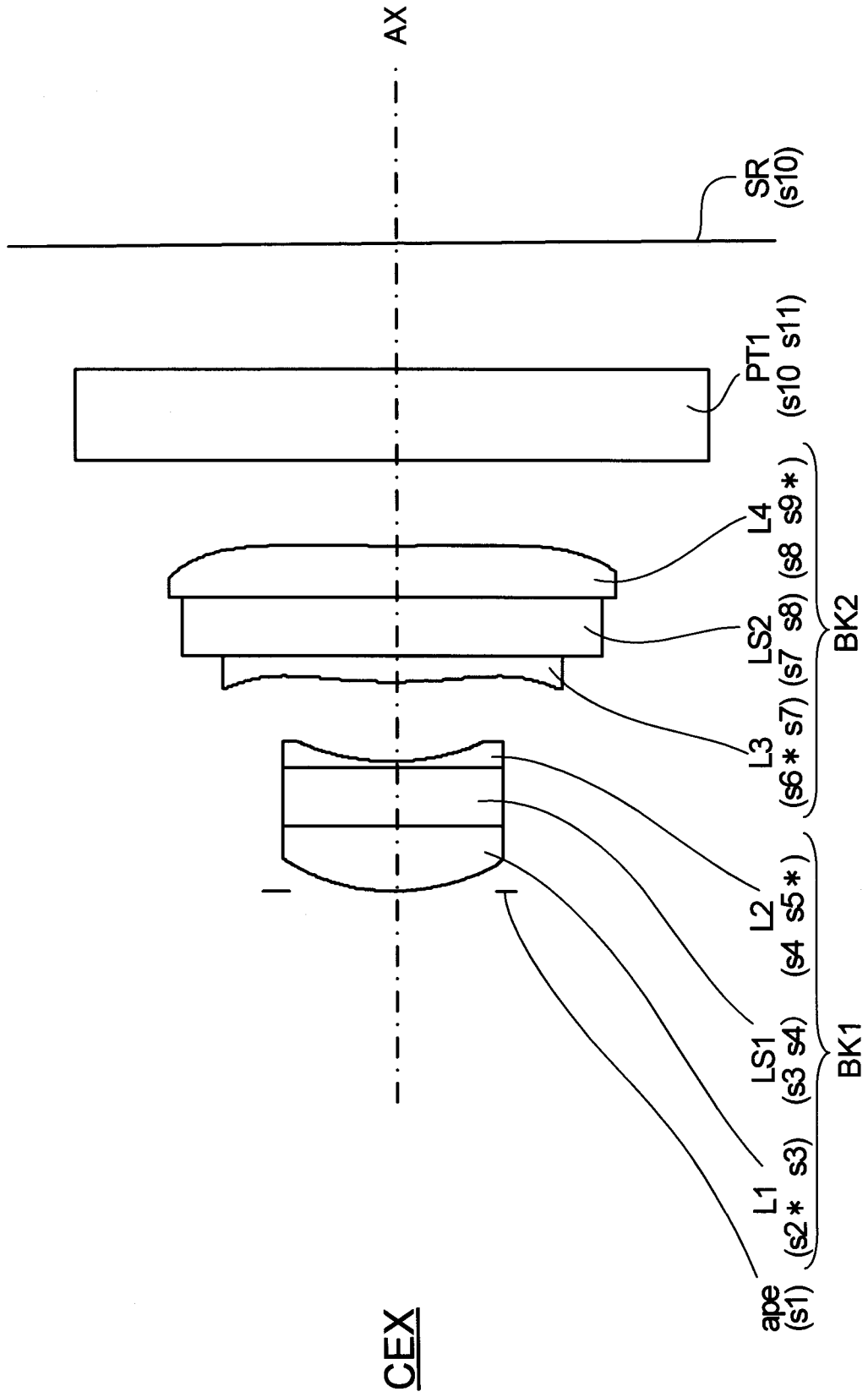


[図18]

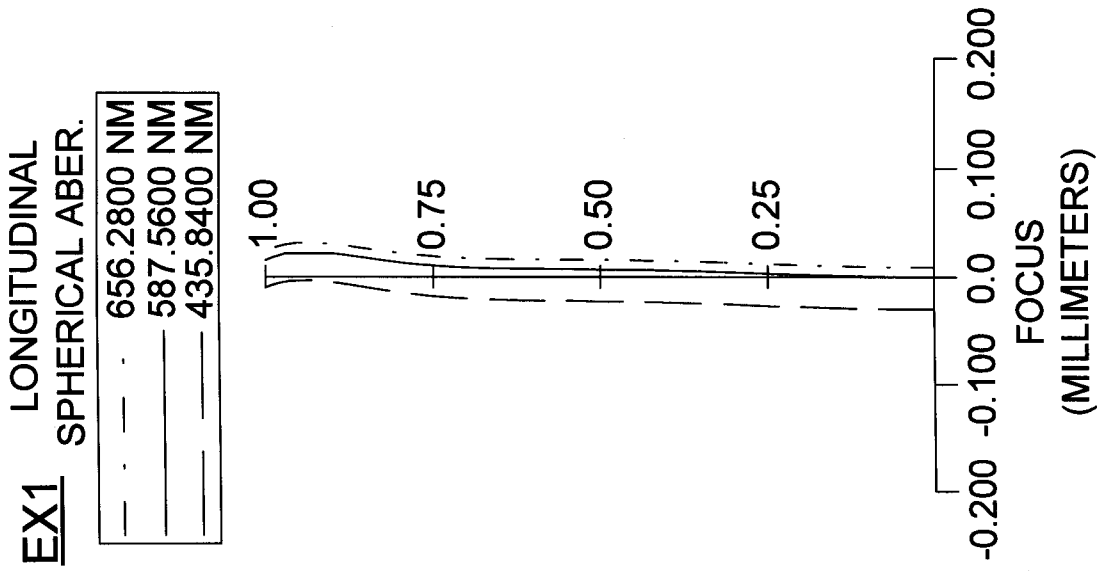


EX18

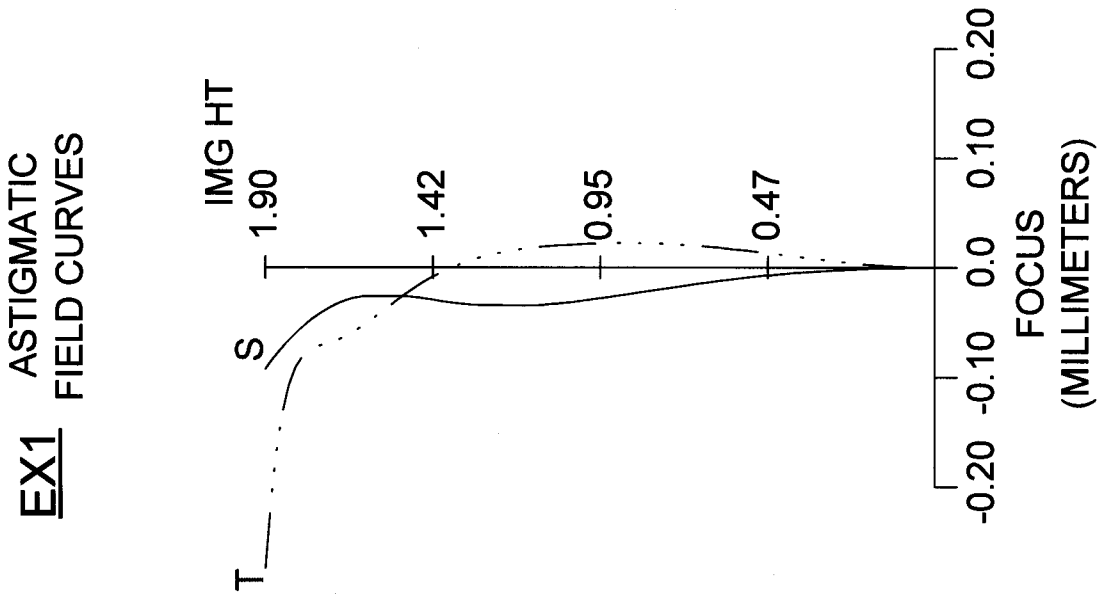
[図19]



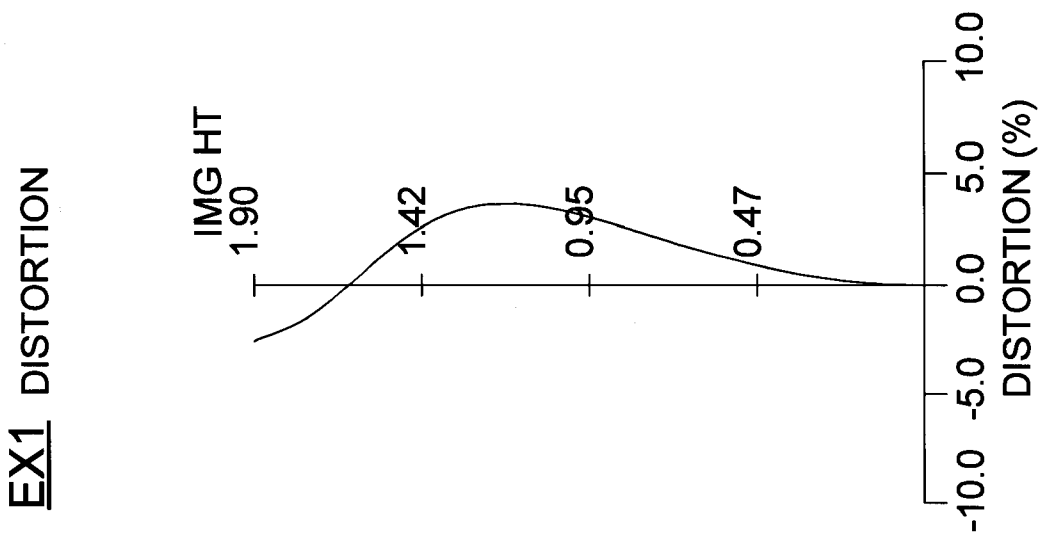
[圖20A]



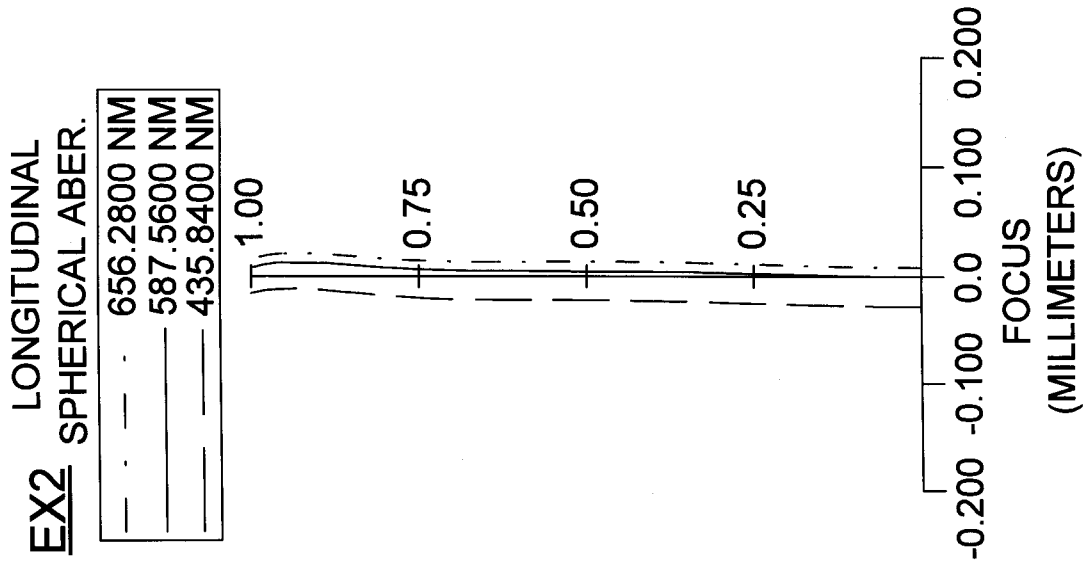
[圖20B]



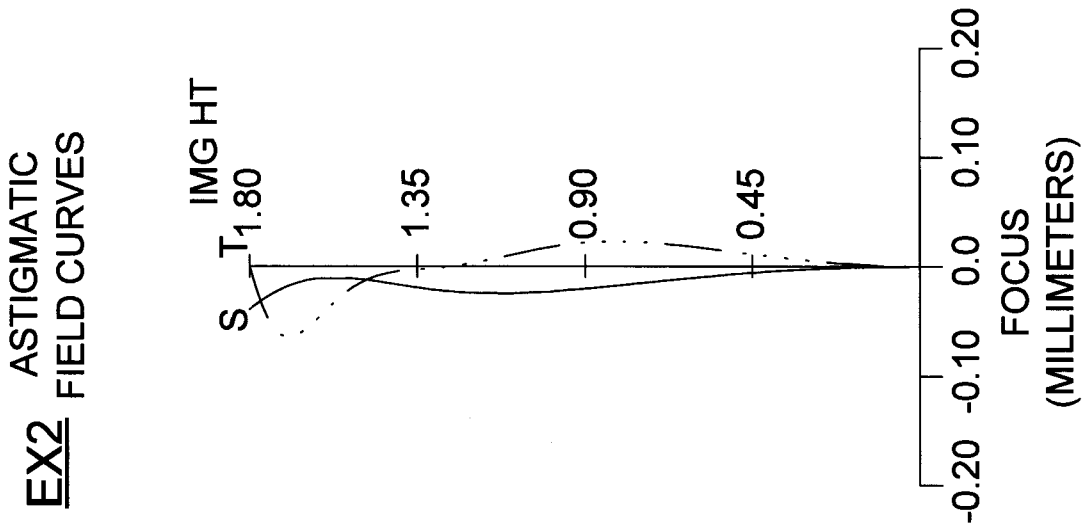
[圖20C]



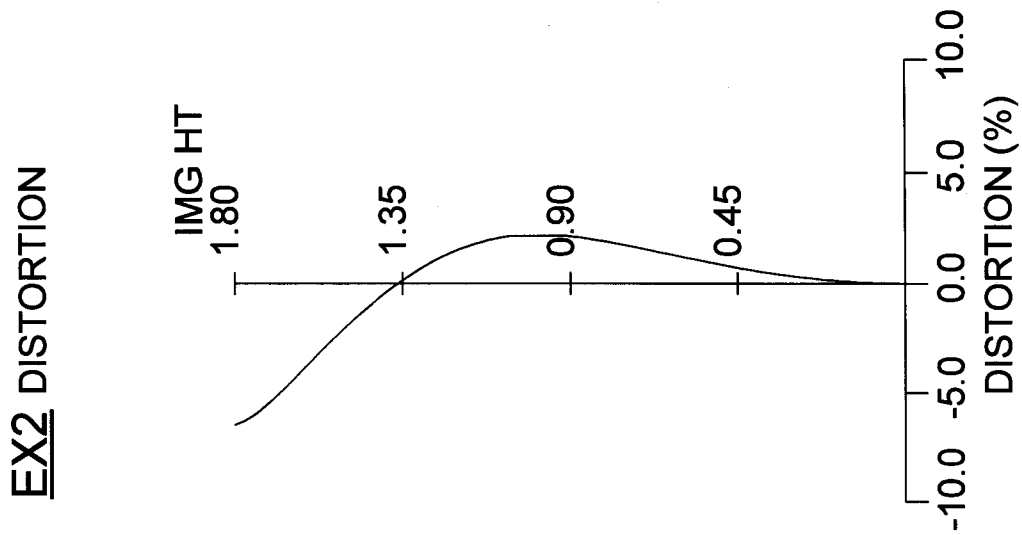
[圖21A]



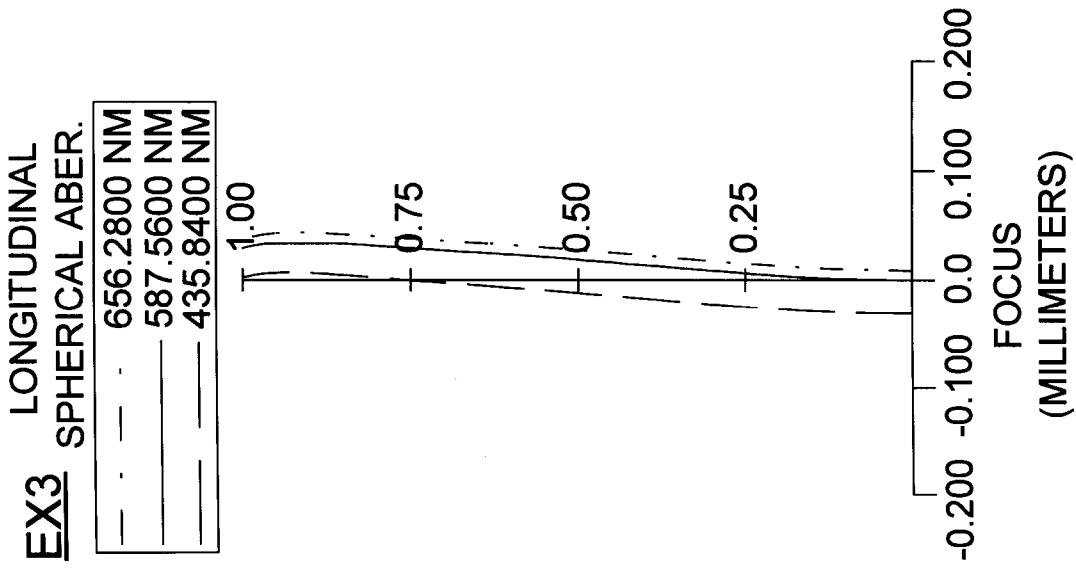
[圖21B]



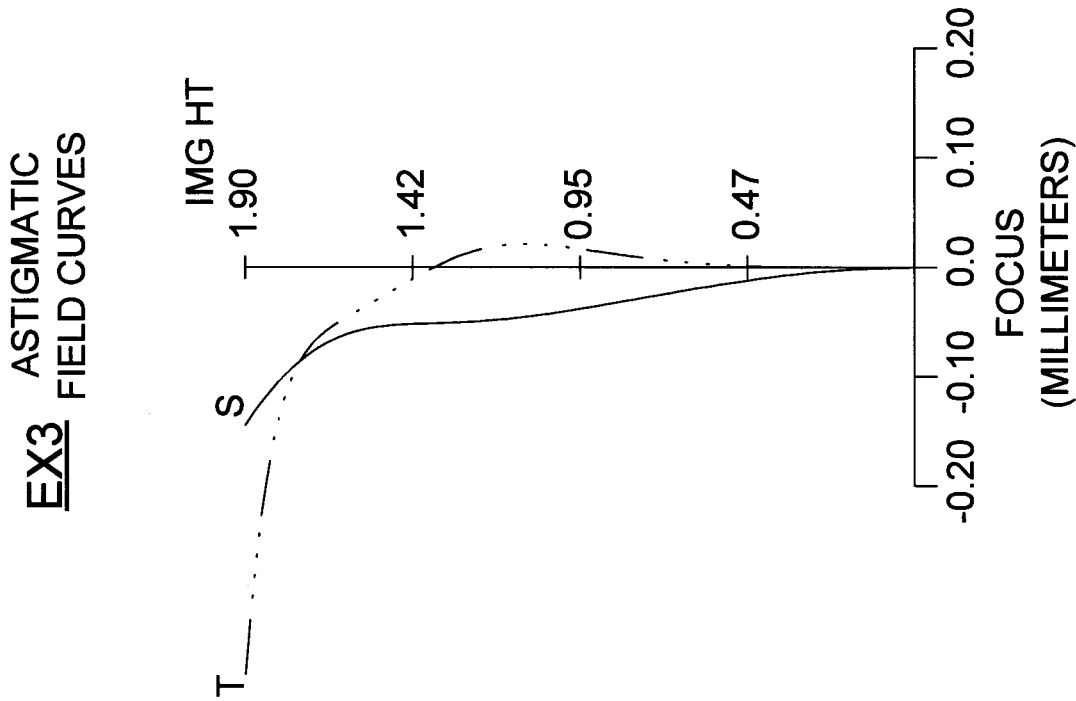
[圖21C]



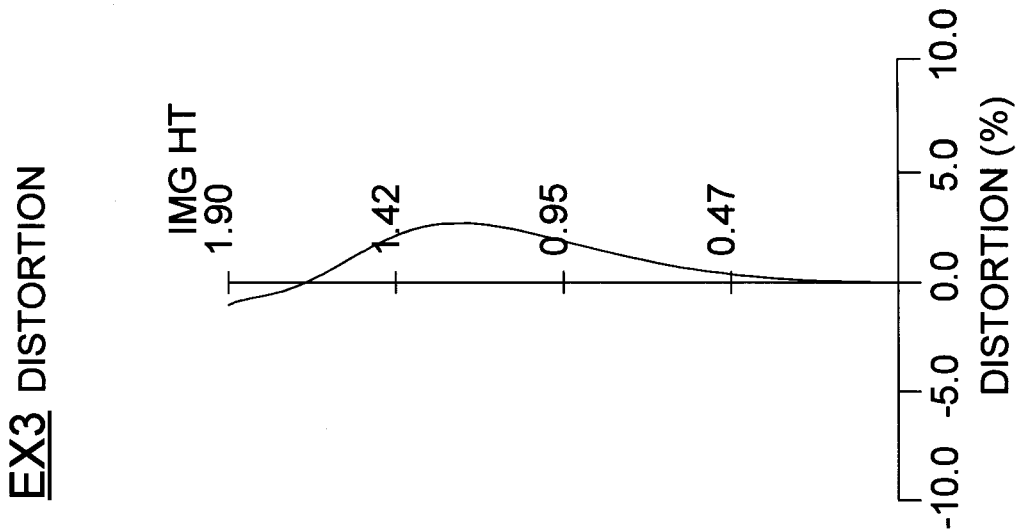
[圖22A]



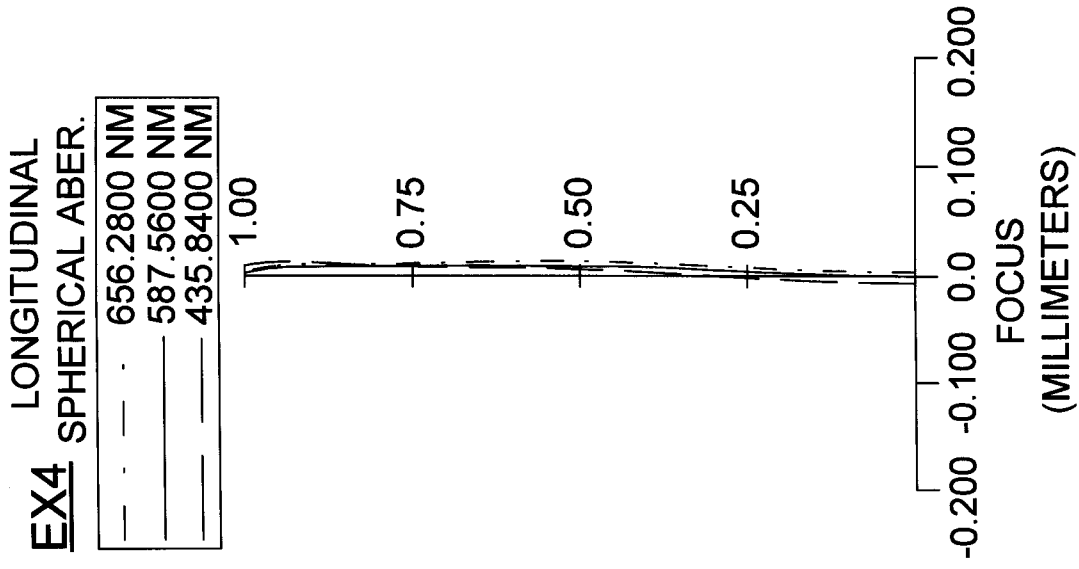
[圖22B]



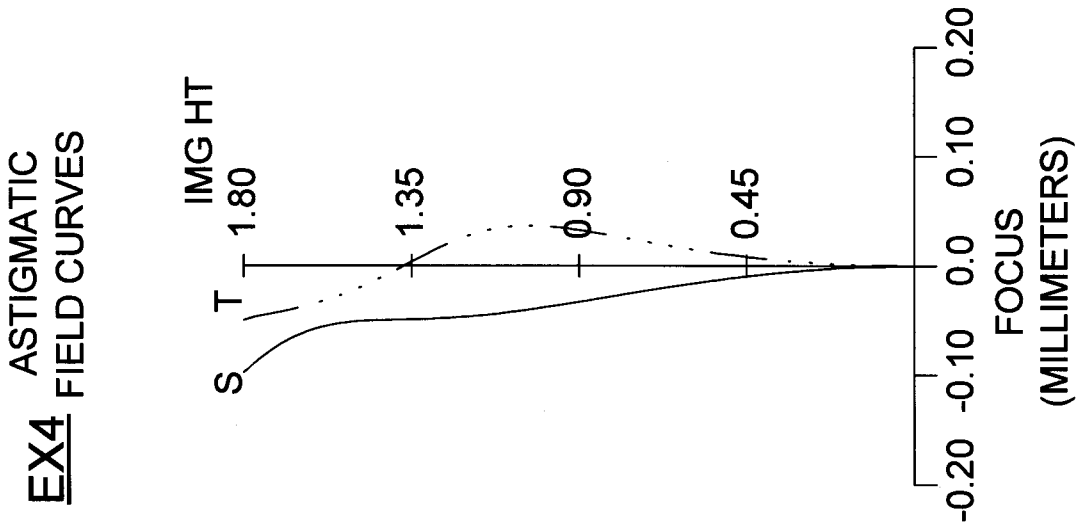
[圖22C]



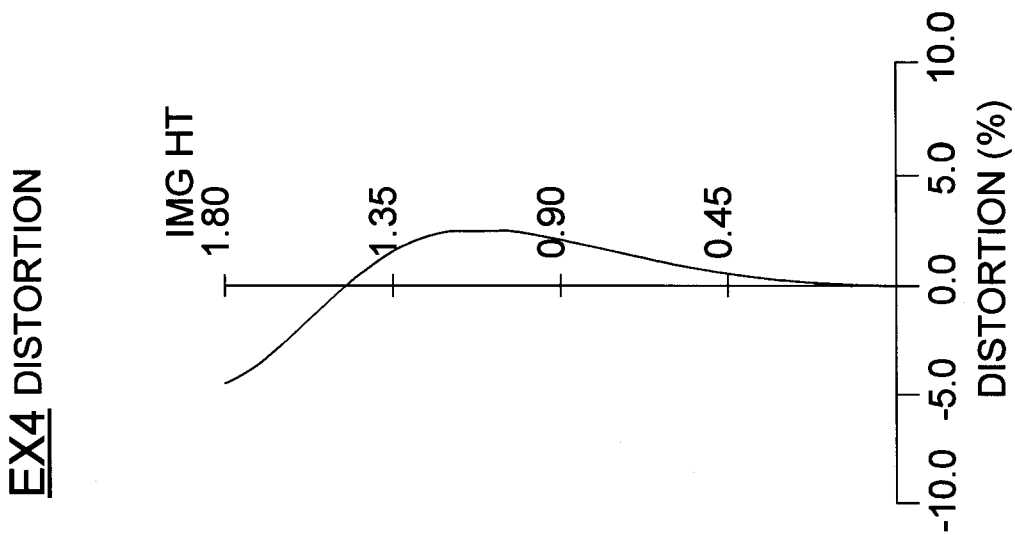
[圖23A]



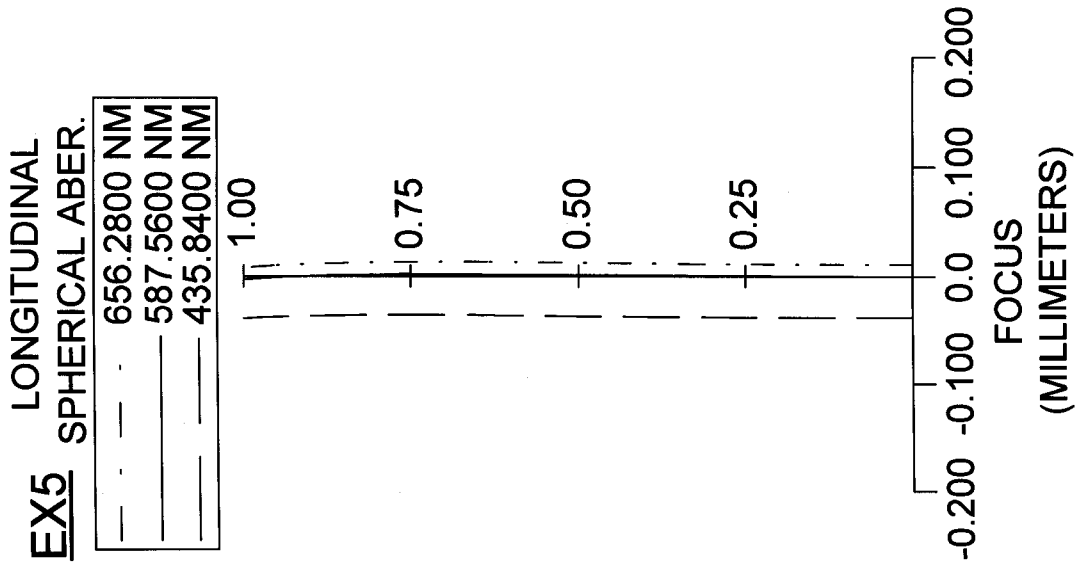
[圖23B]



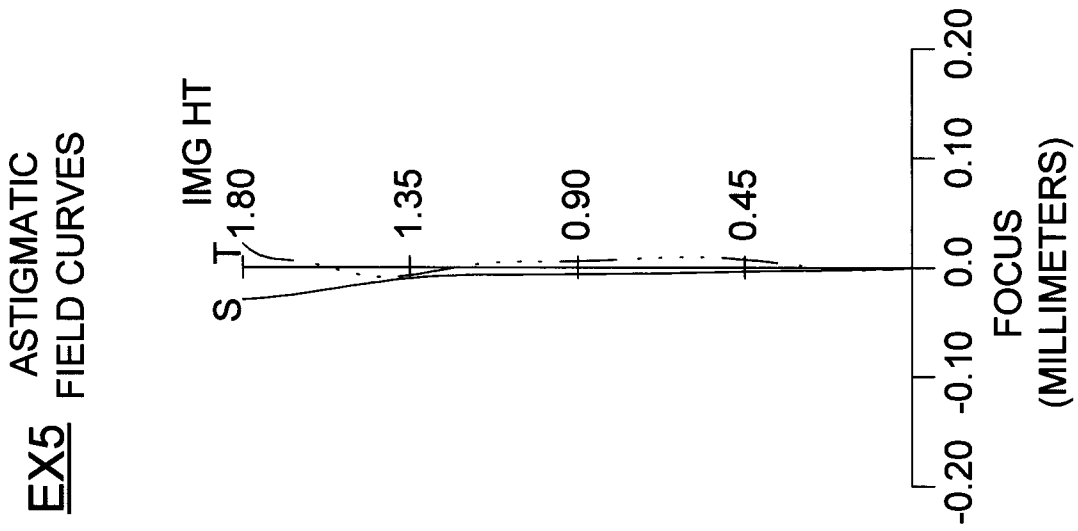
[圖23C]



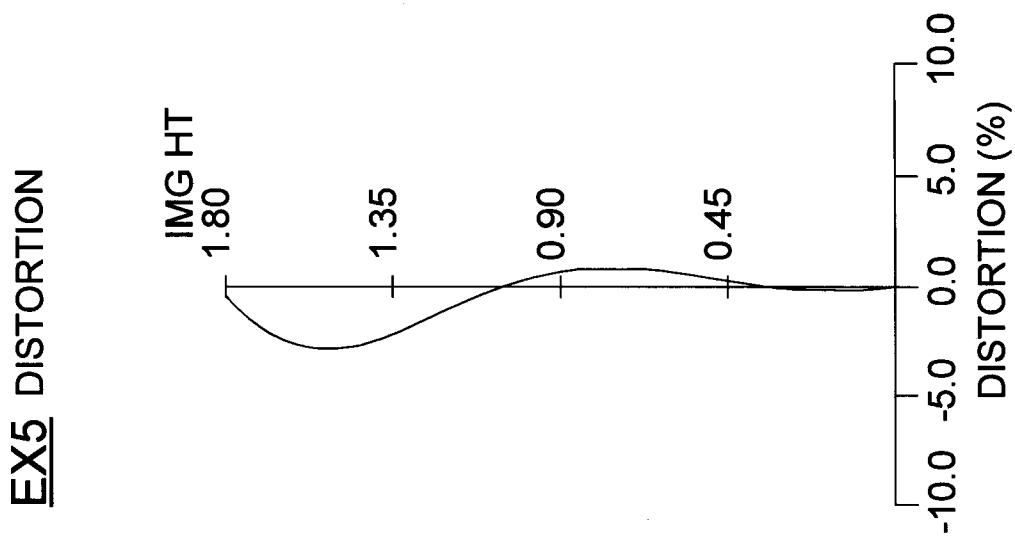
[圖24A]



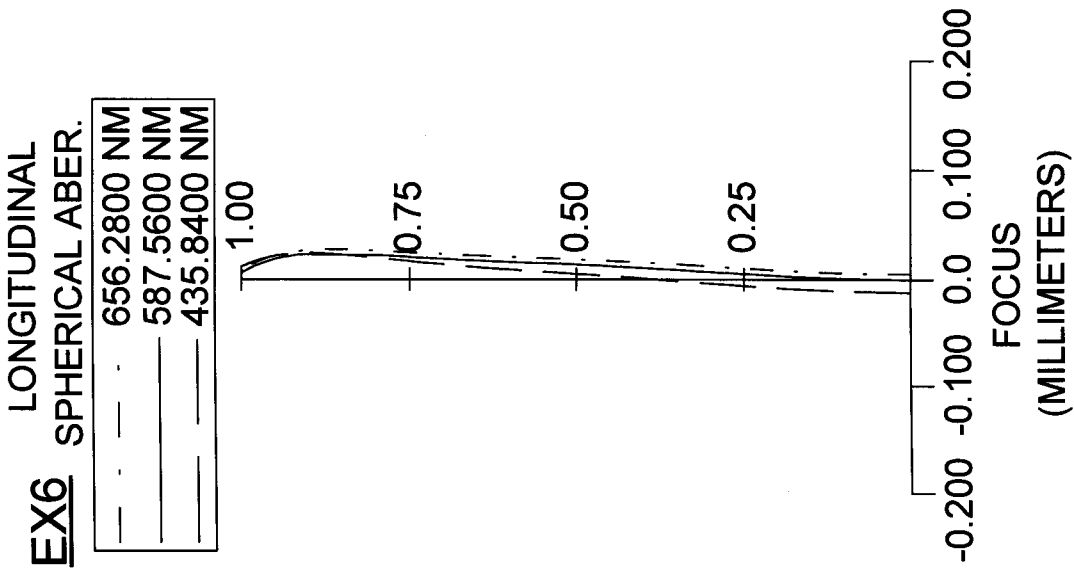
[圖24B]



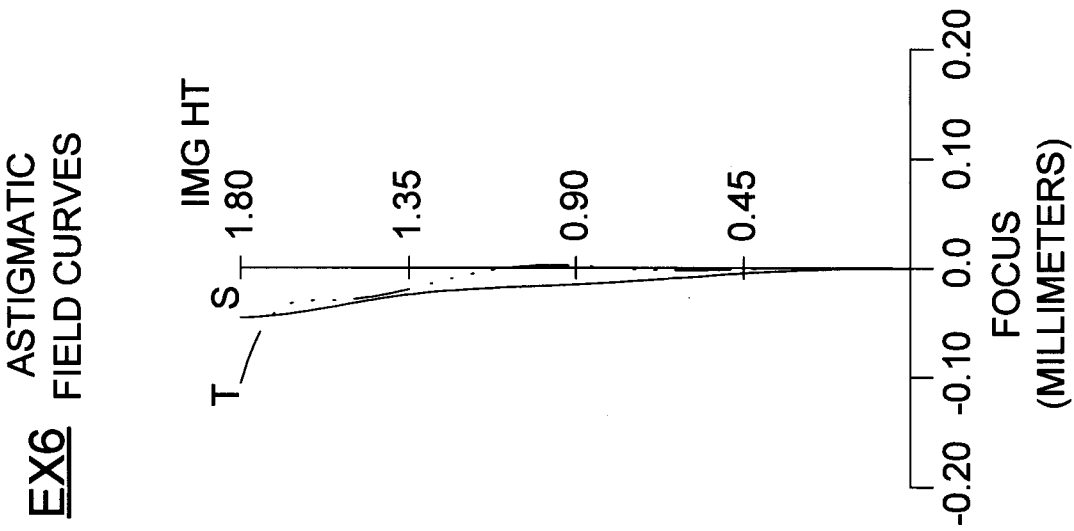
[圖24C]



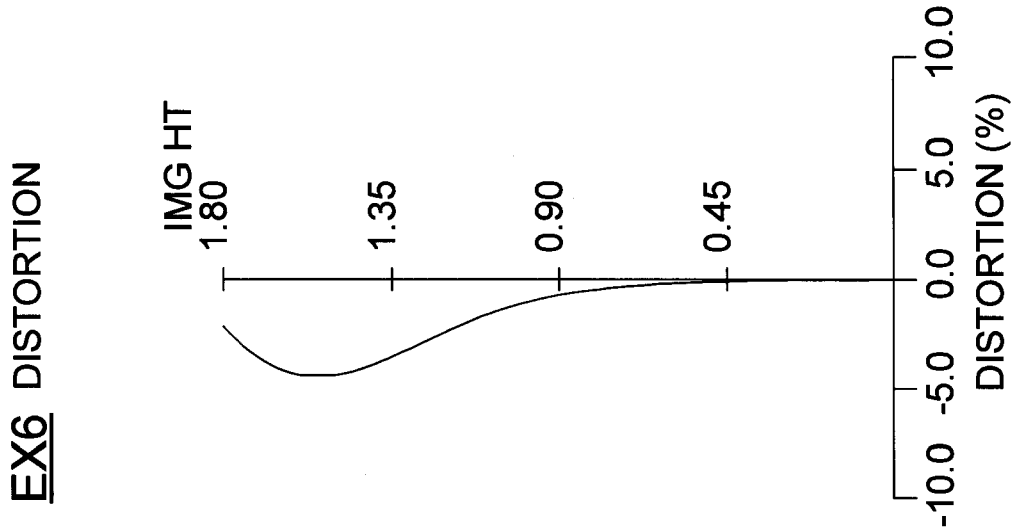
[圖25A]



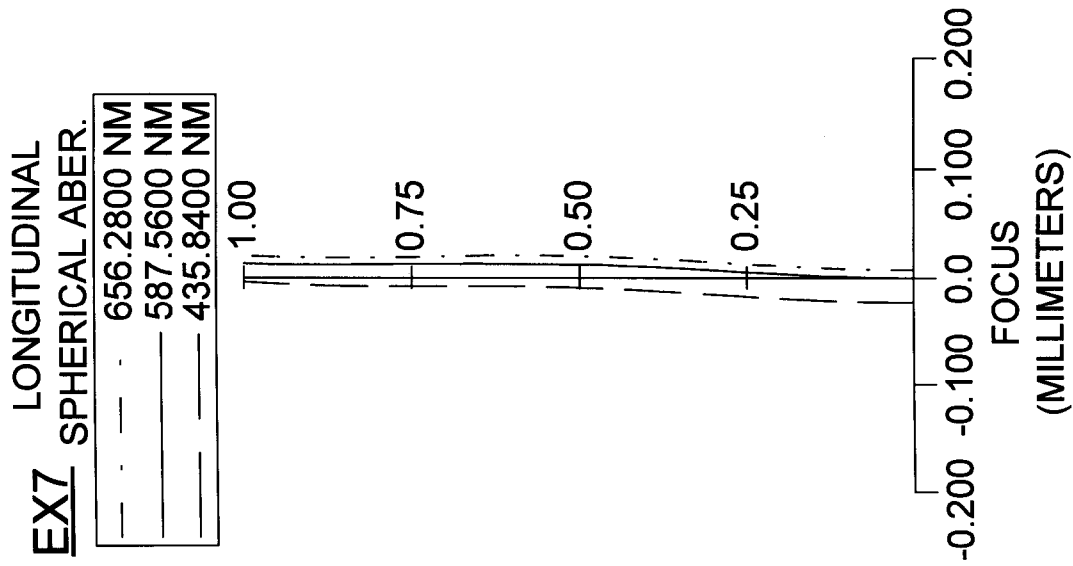
[圖25B]



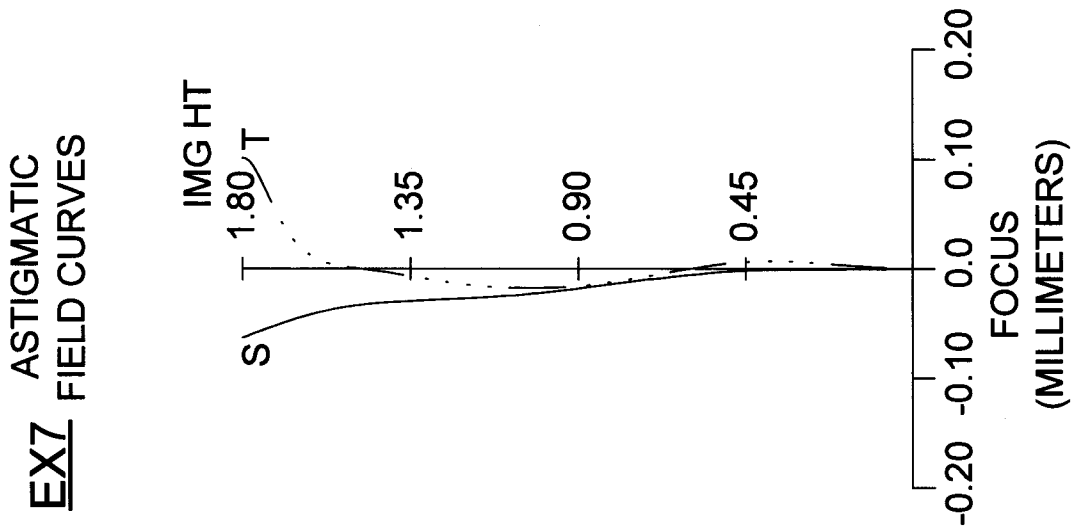
[圖25C]



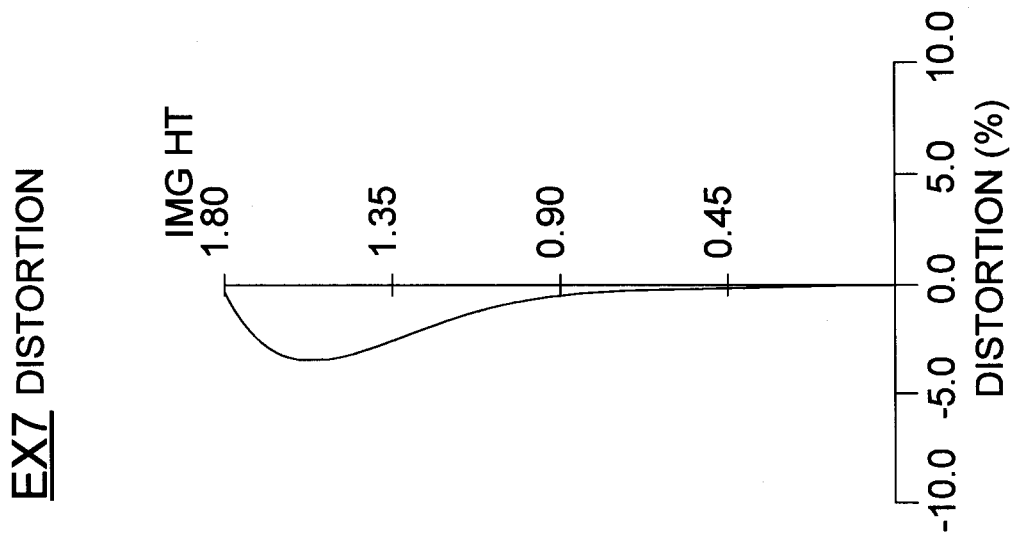
[圖26A]



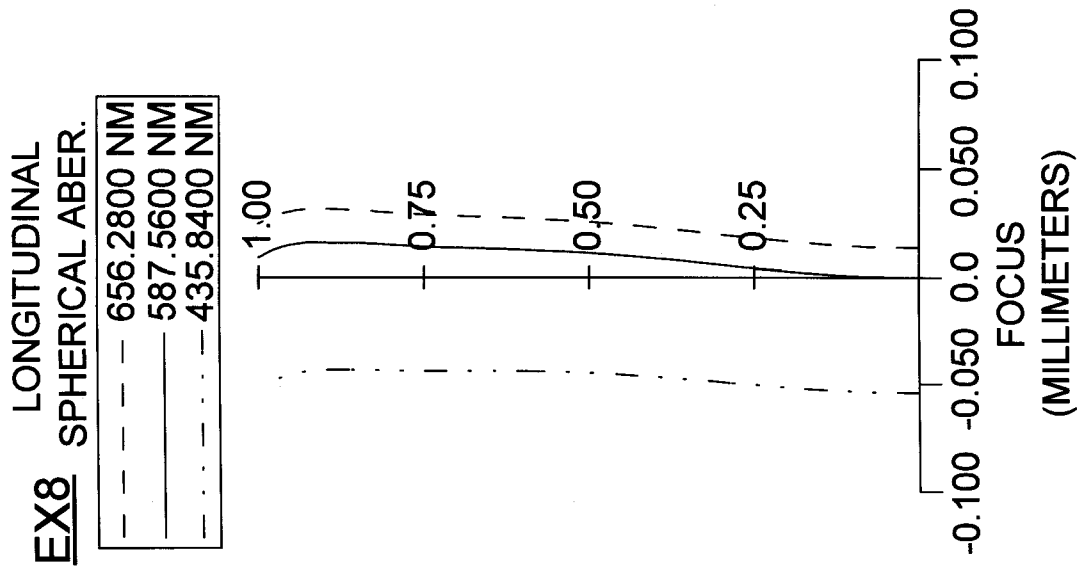
[圖26B]



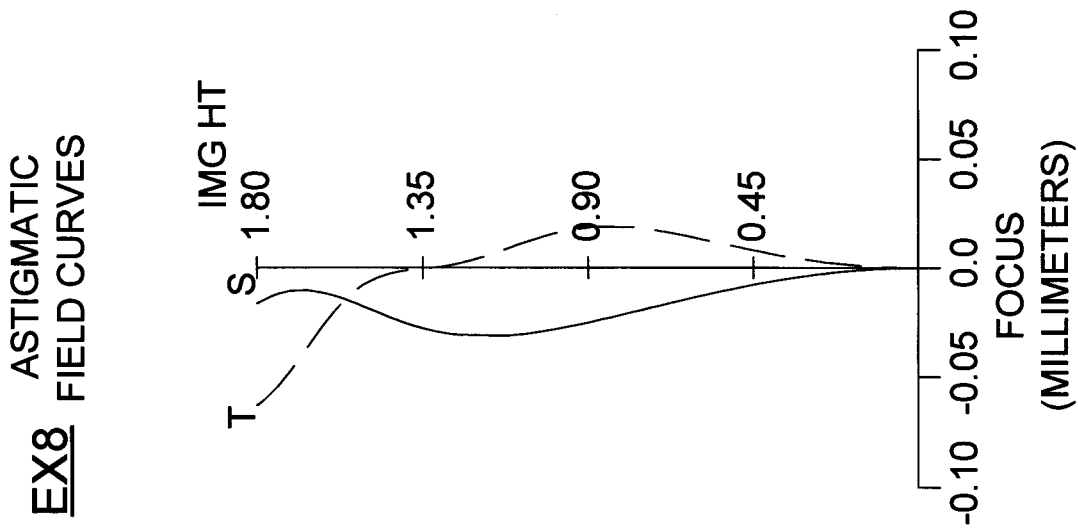
[圖26C]



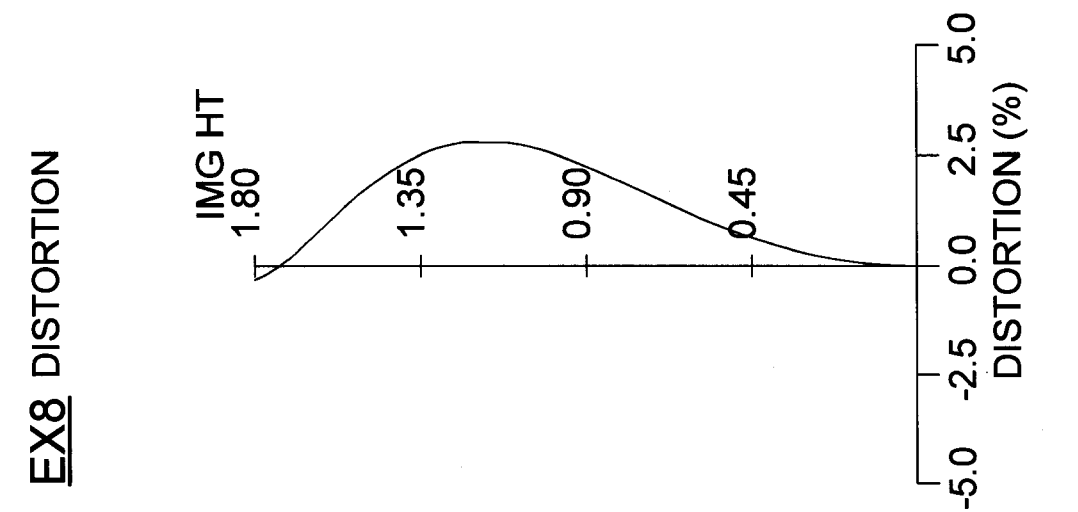
[圖27A]



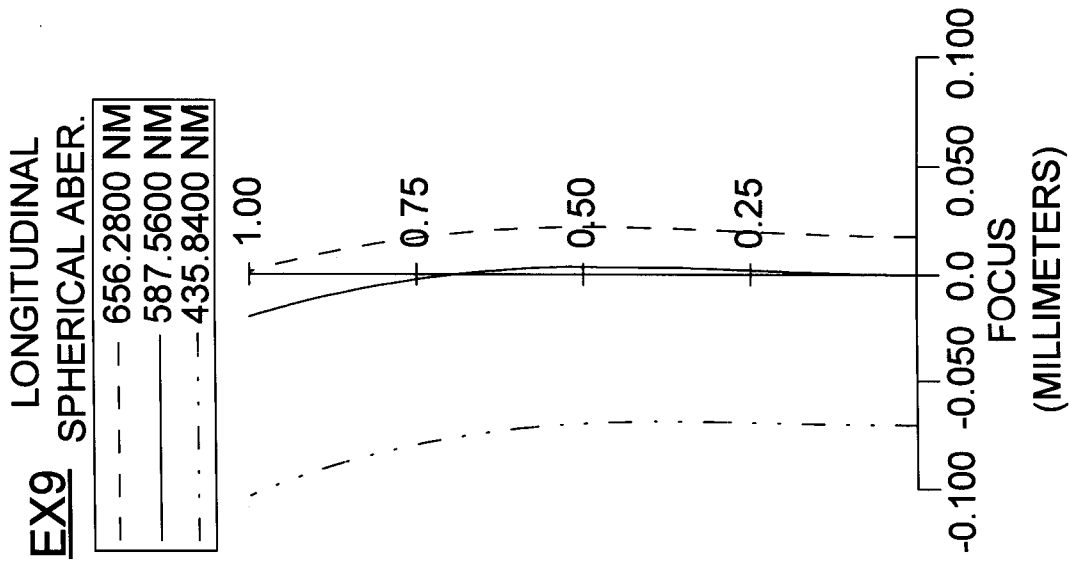
[圖27B]



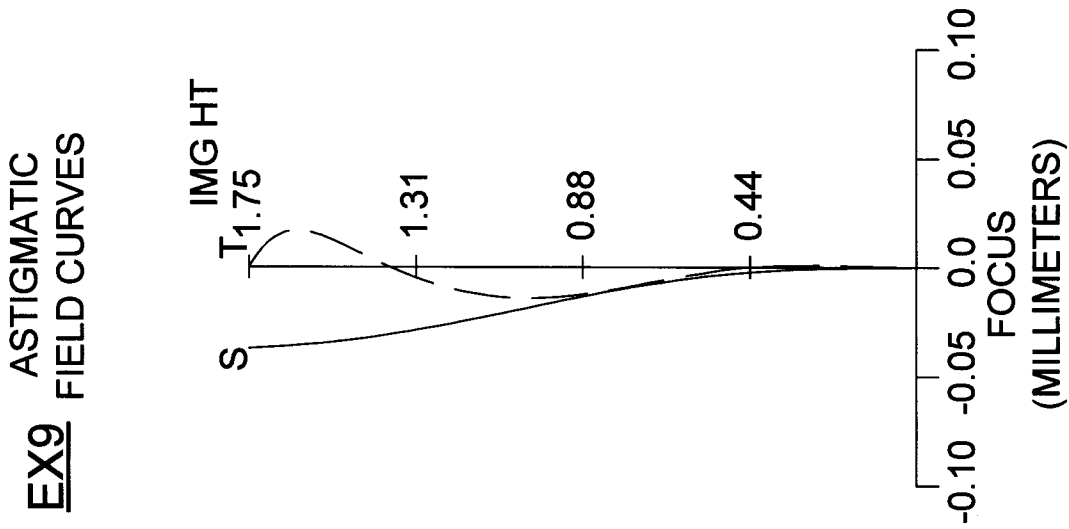
[圖27C]



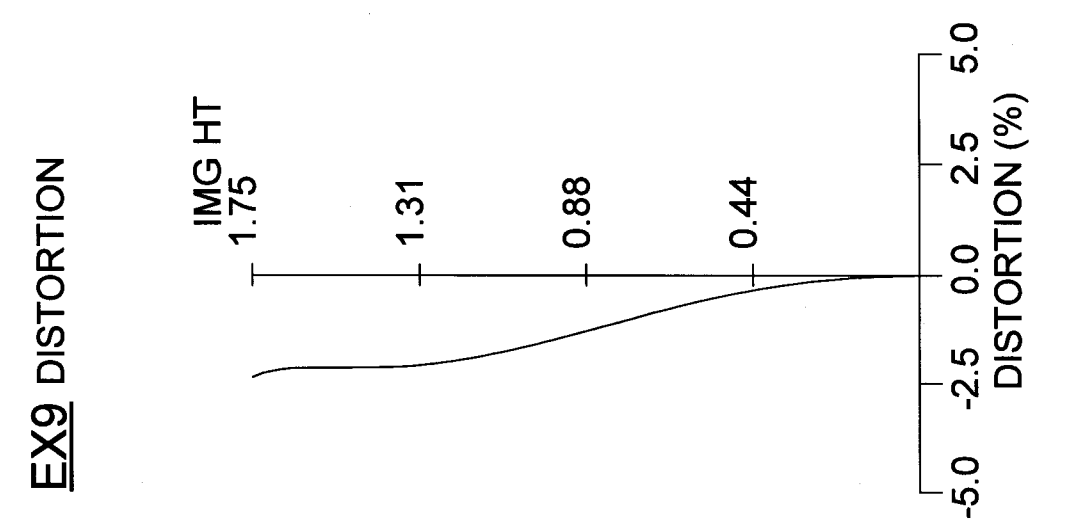
[圖28A]



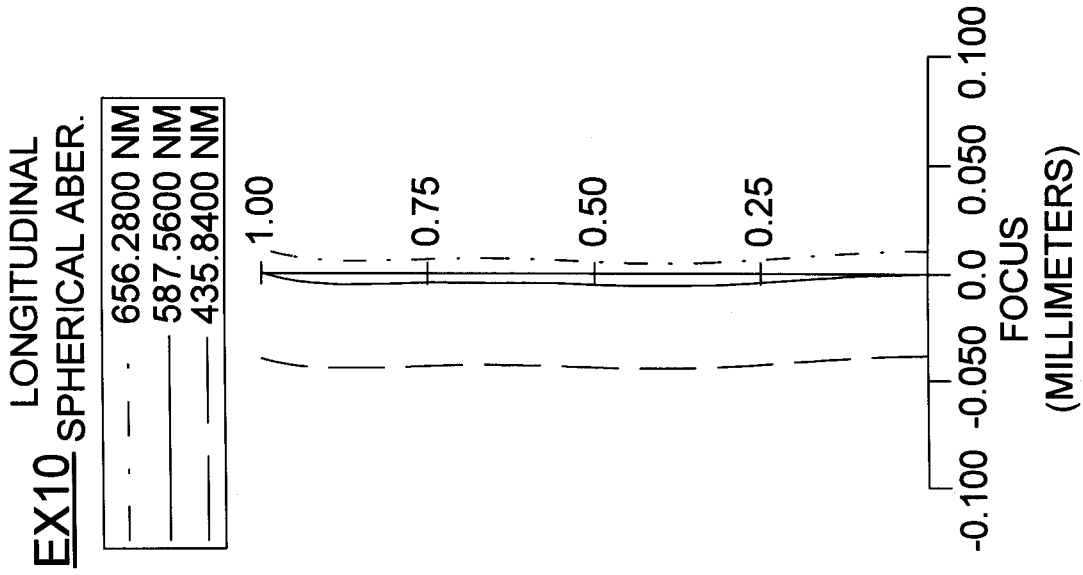
[圖28B]



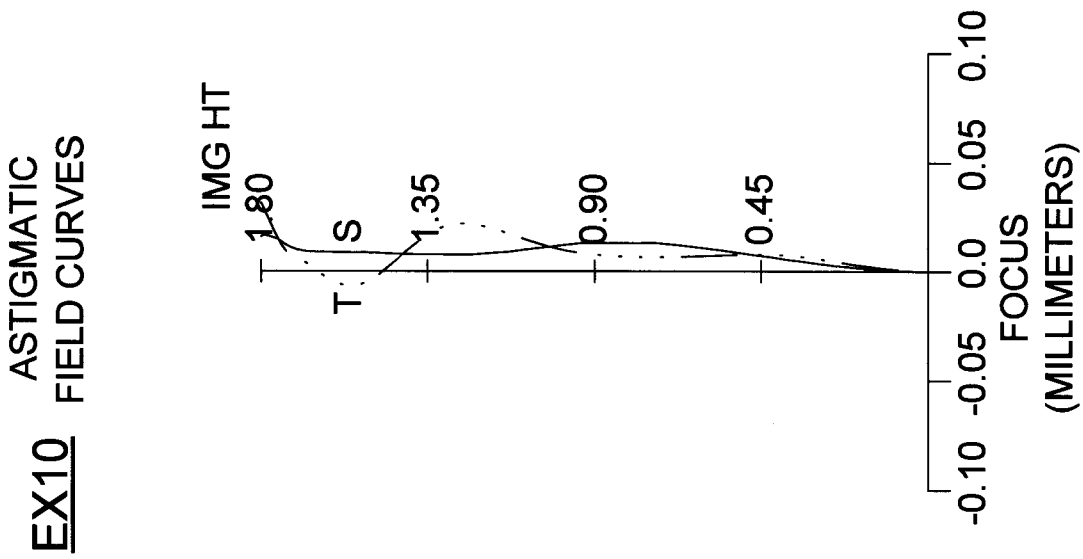
[圖28C]



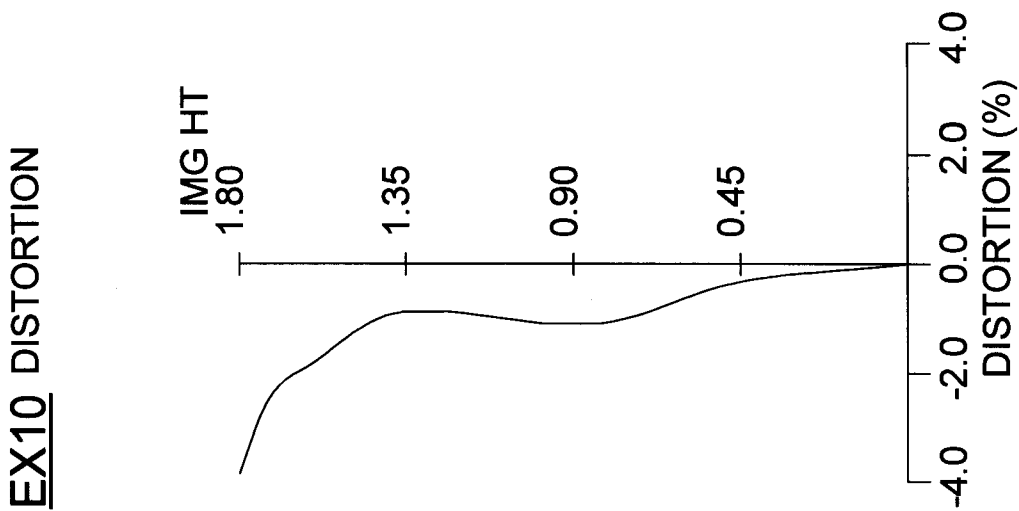
[圖]29A



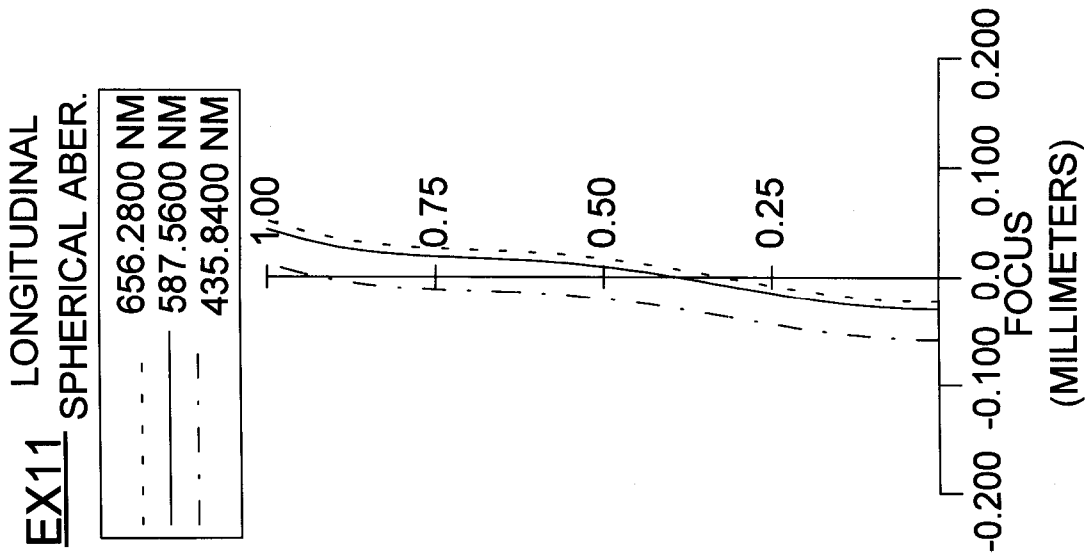
[圖]29B



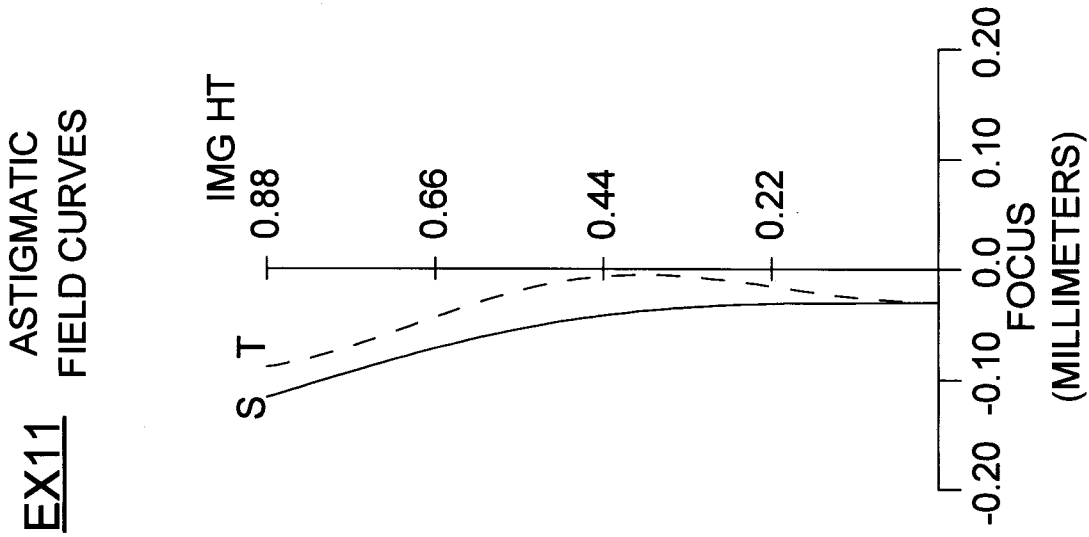
[圖]29C



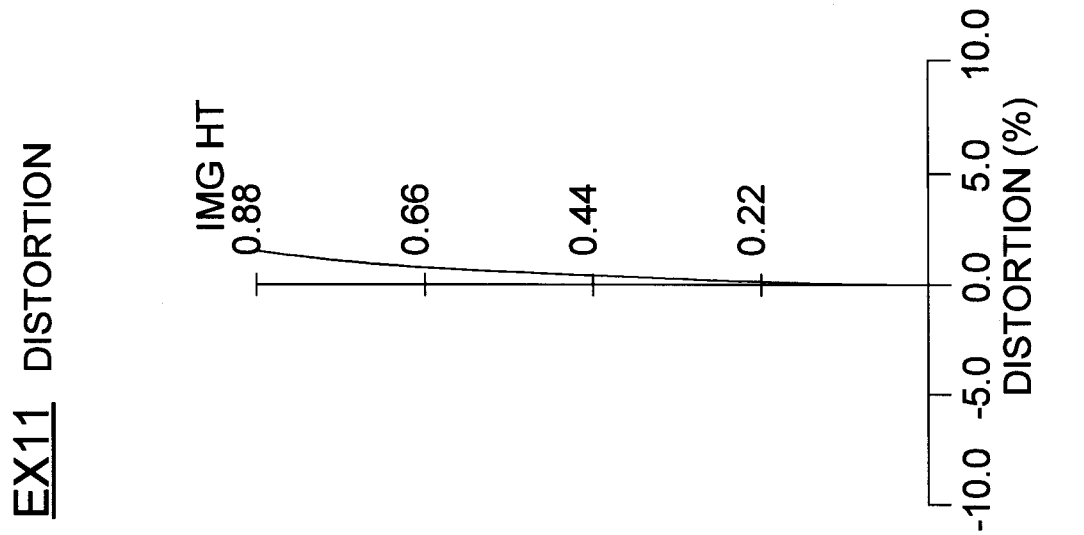
[圖30A]



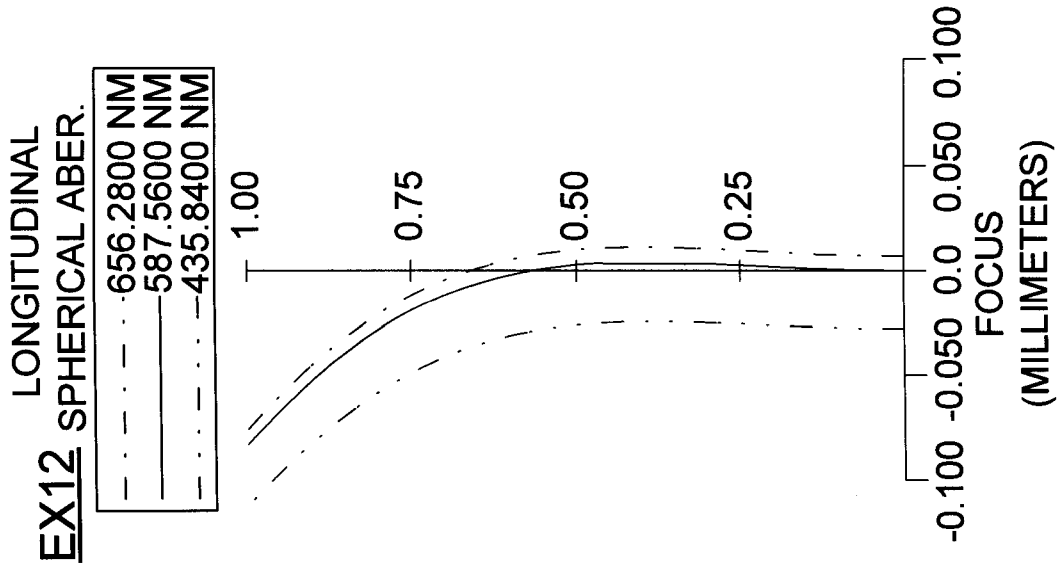
[圖30B]



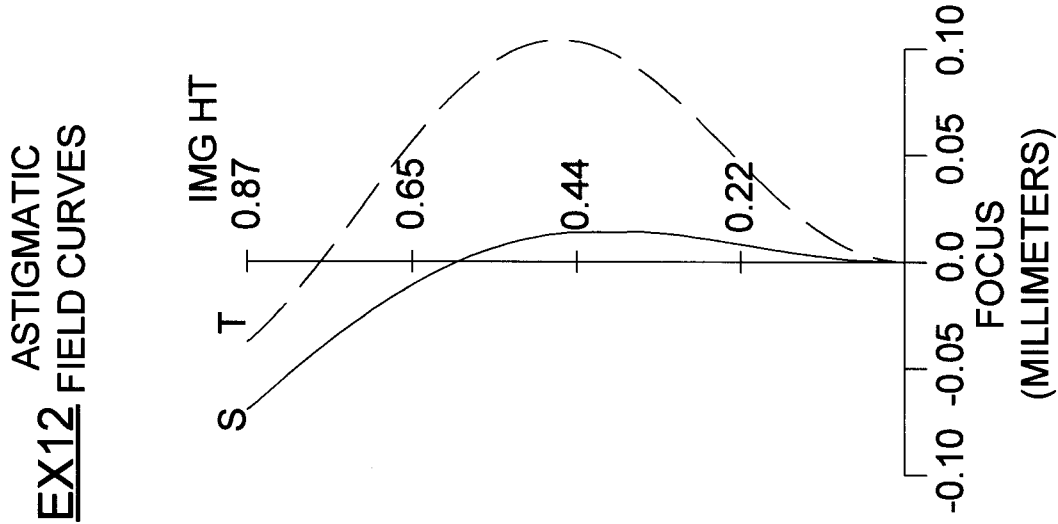
[圖30C]



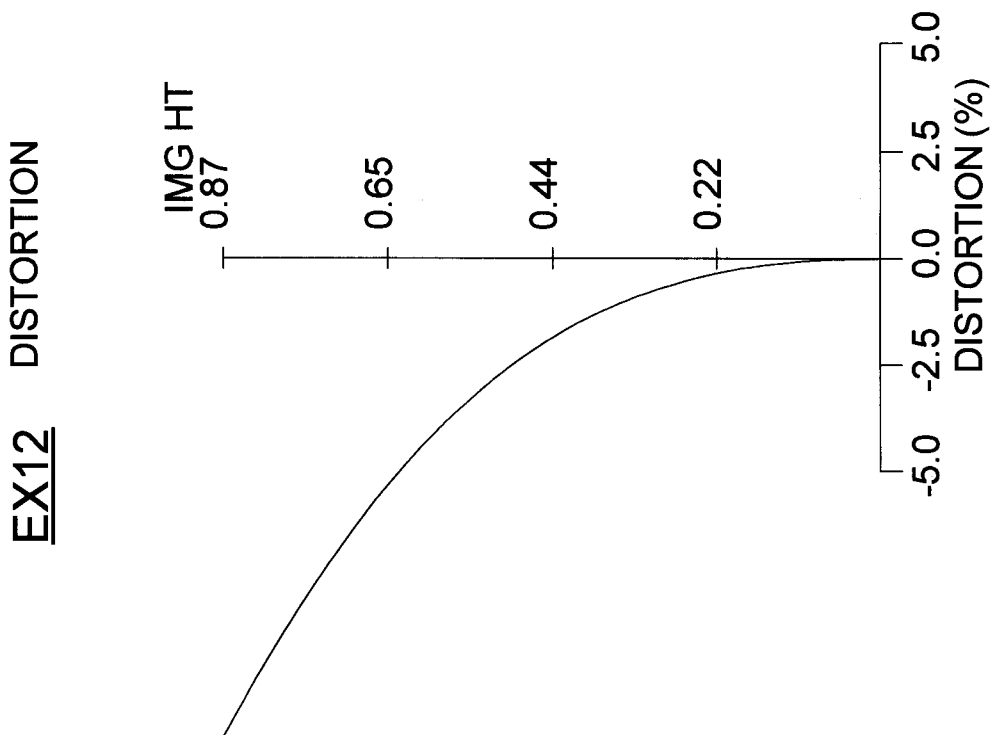
[圖31A]



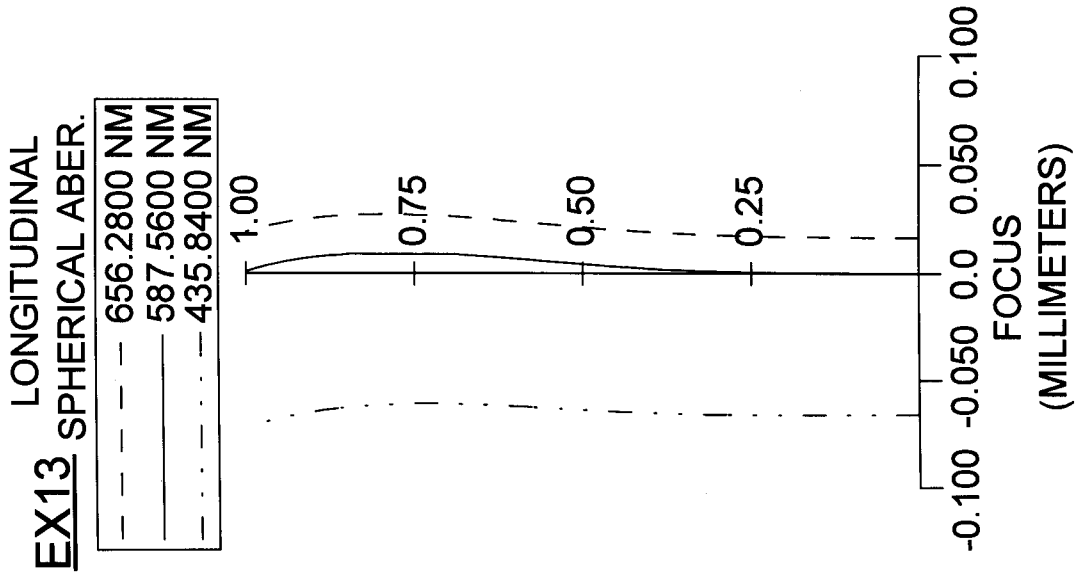
[圖31B]



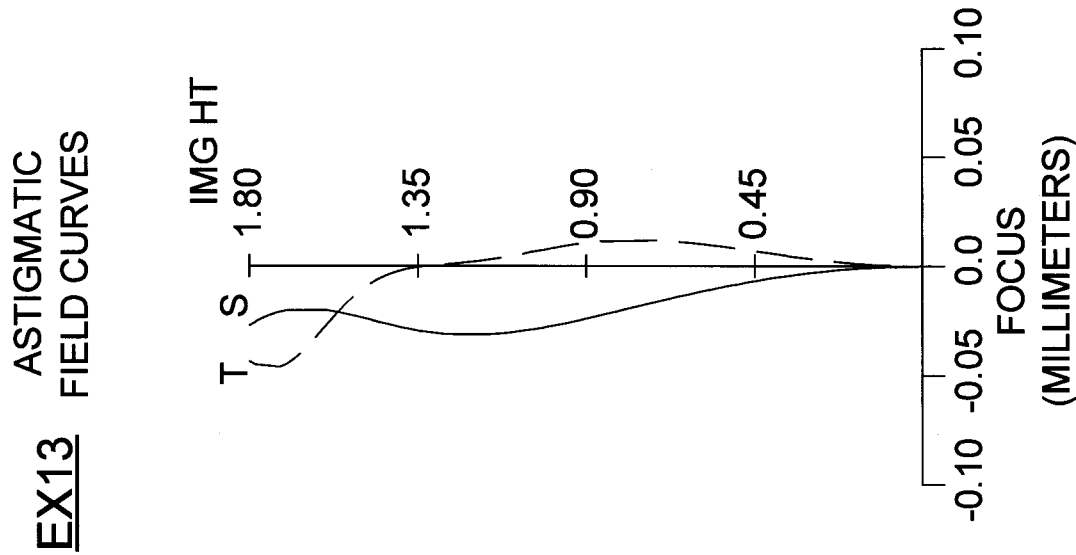
[圖31C]



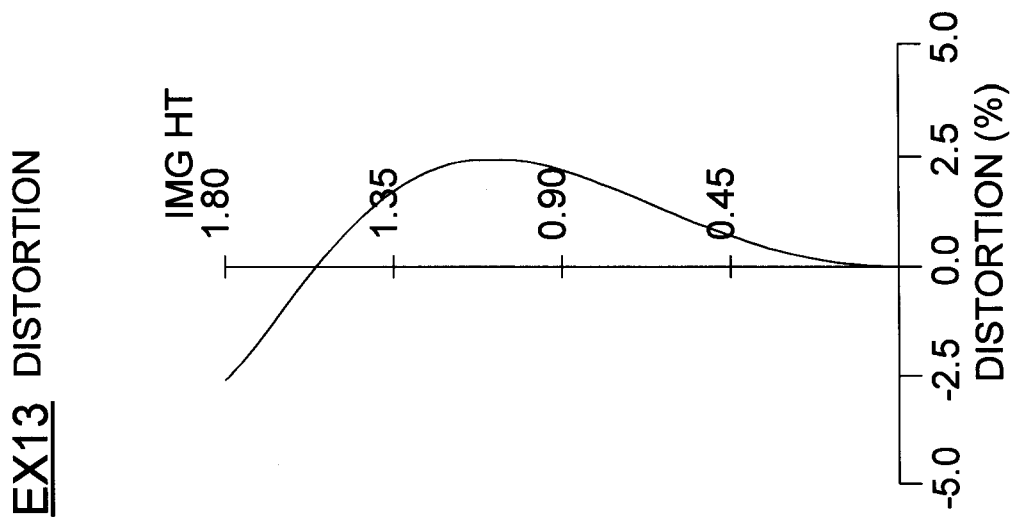
[圖32A]



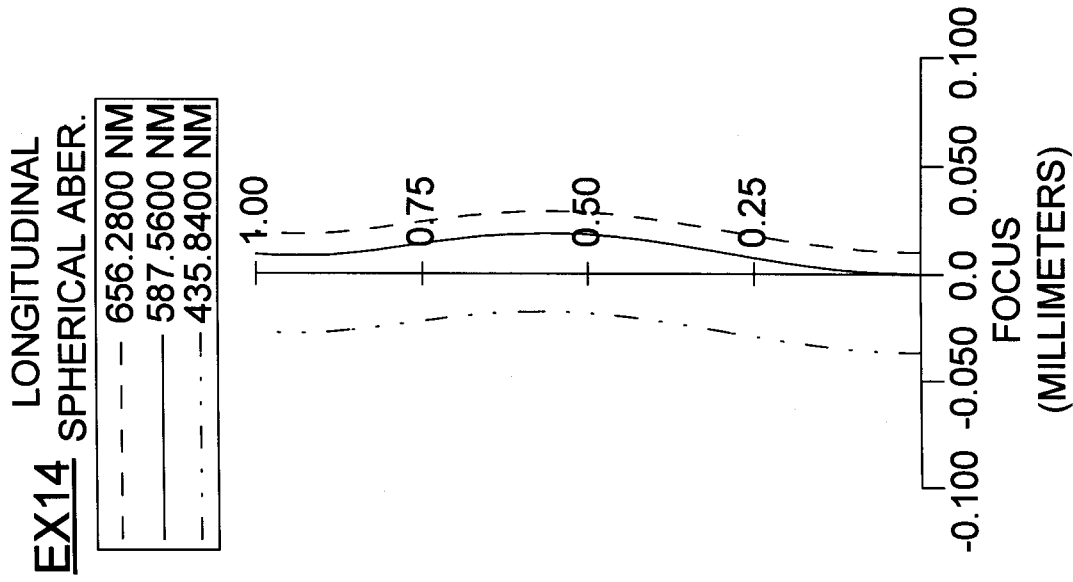
[圖32B]



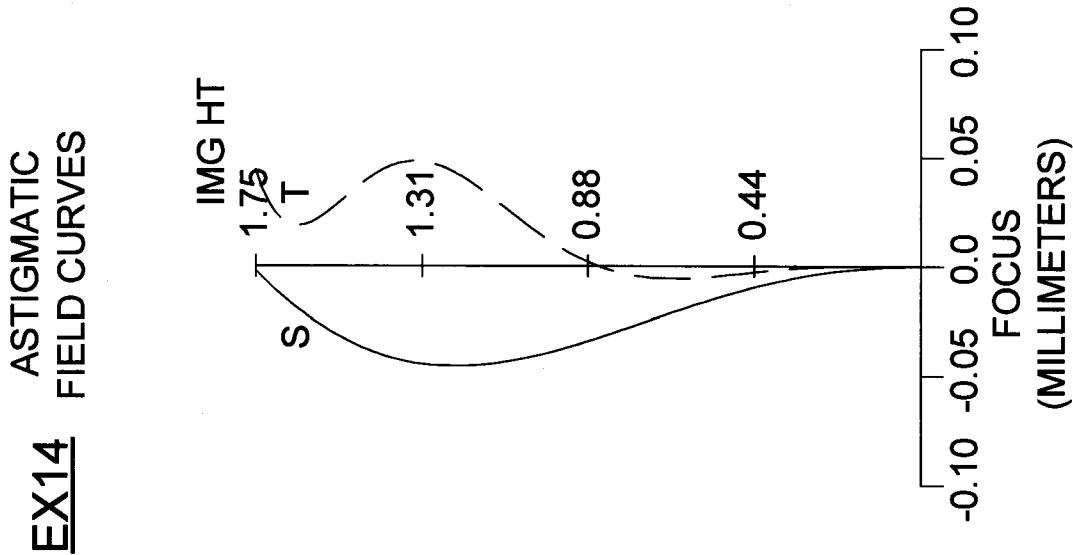
[圖32C]



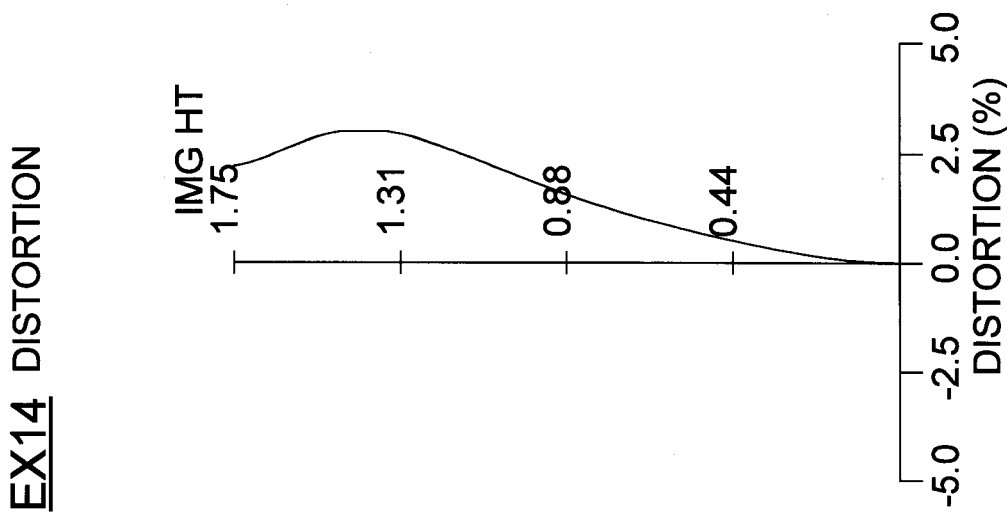
[圖33A]



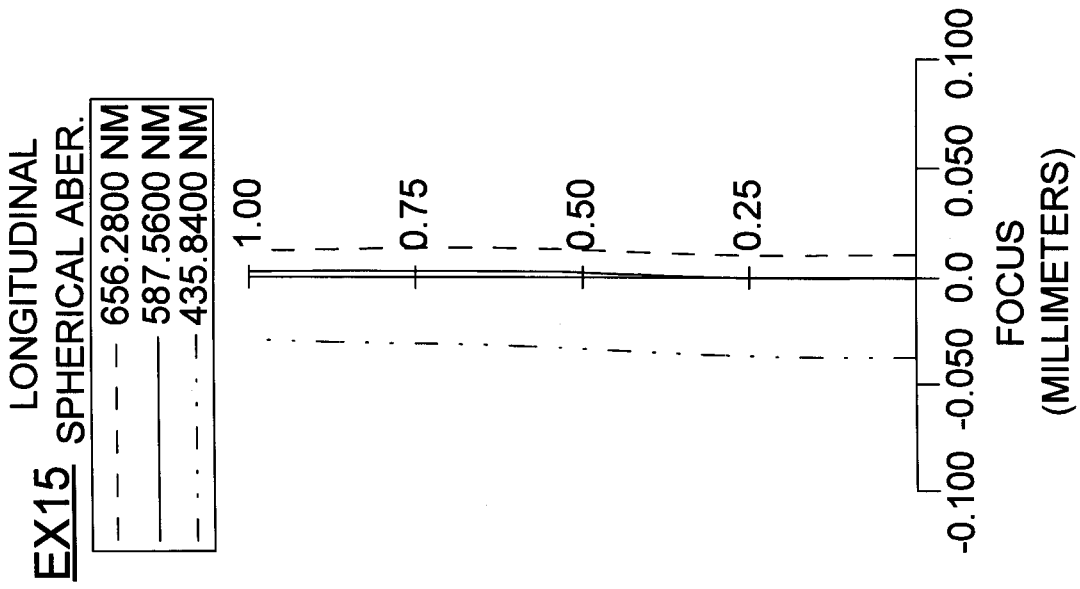
[圖33B]



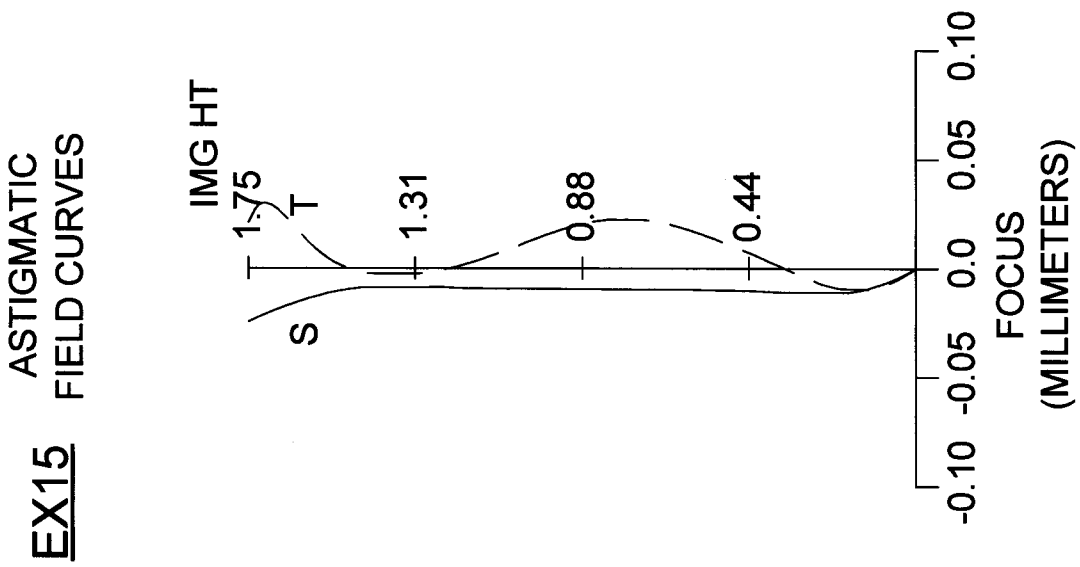
[圖33C]



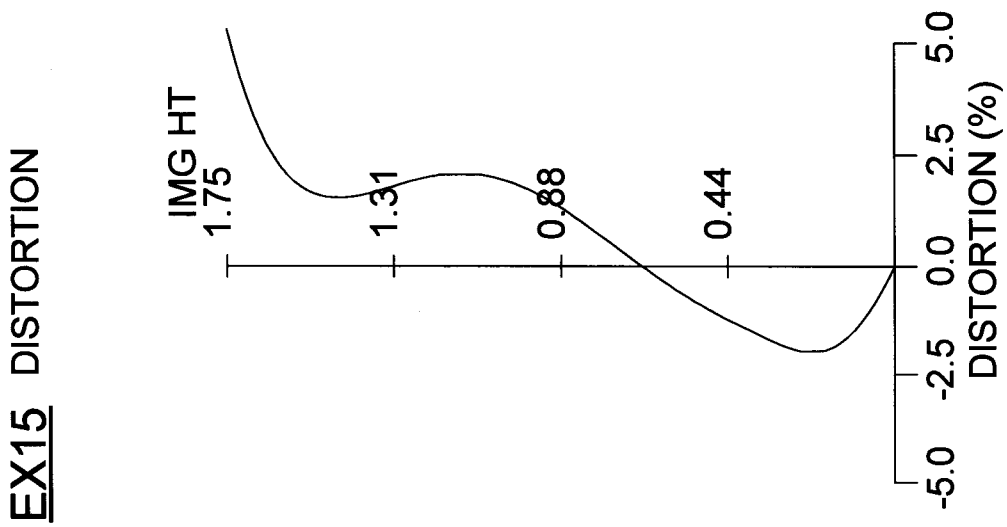
[圖34A]



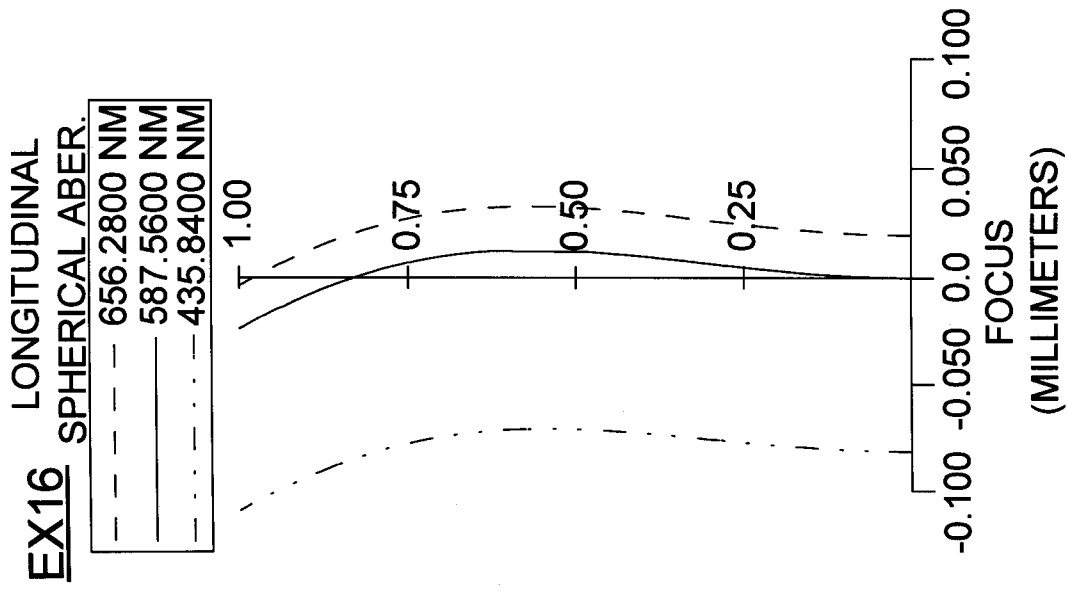
[圖34B]



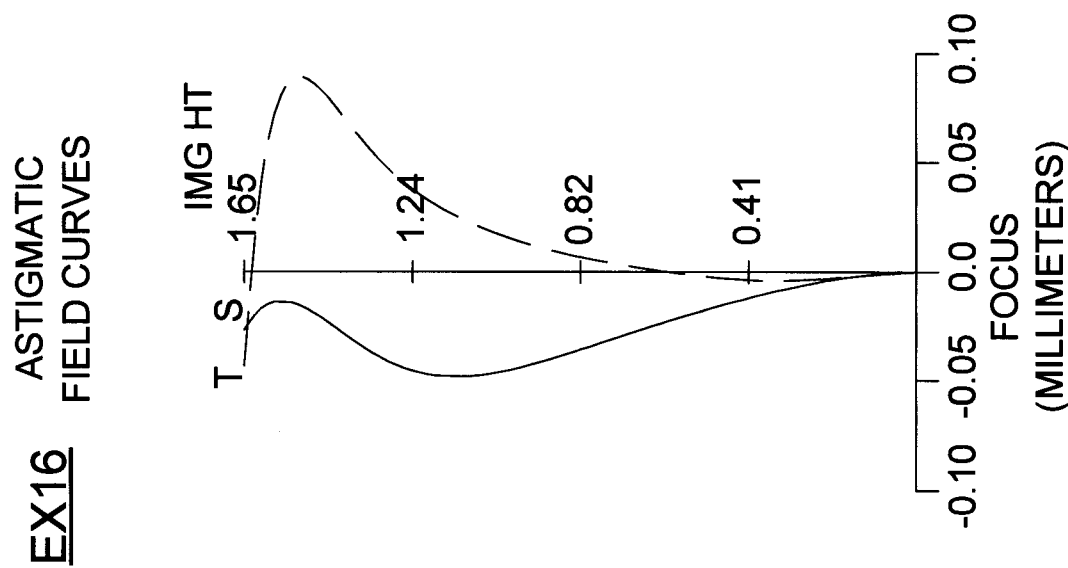
[圖34C]



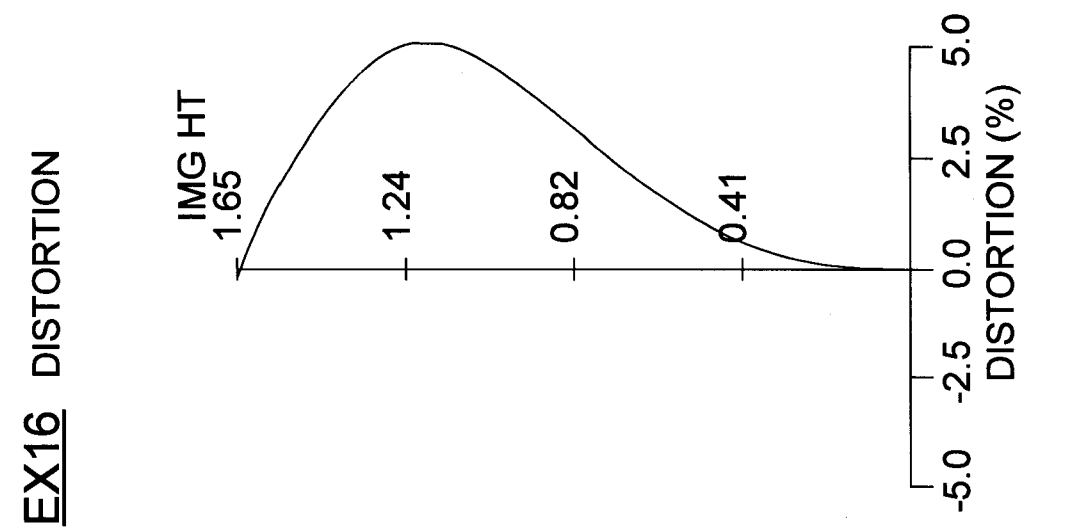
[圖35A]



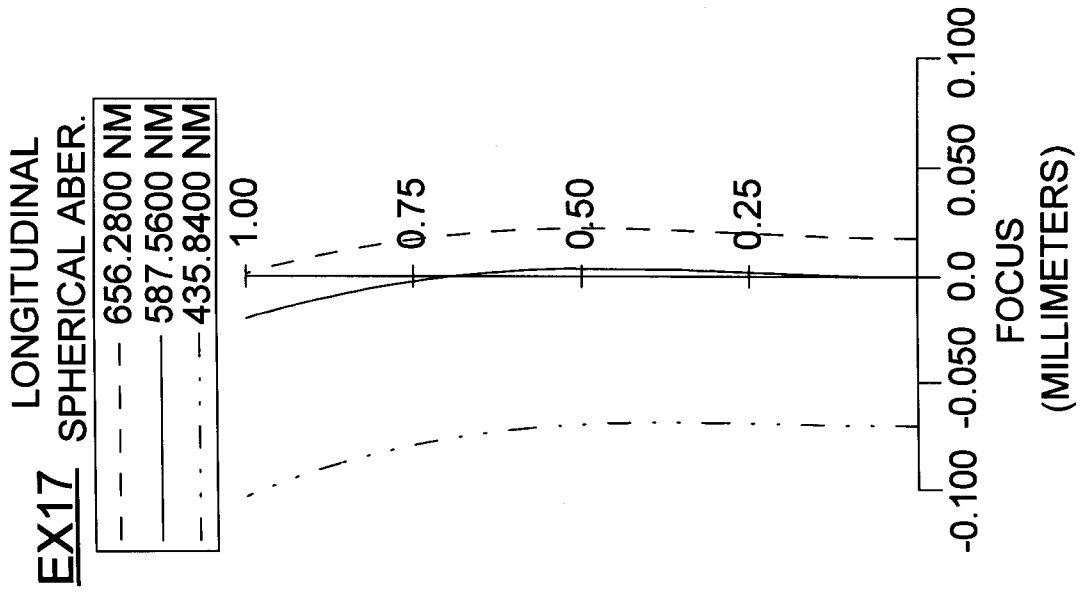
[圖35B]



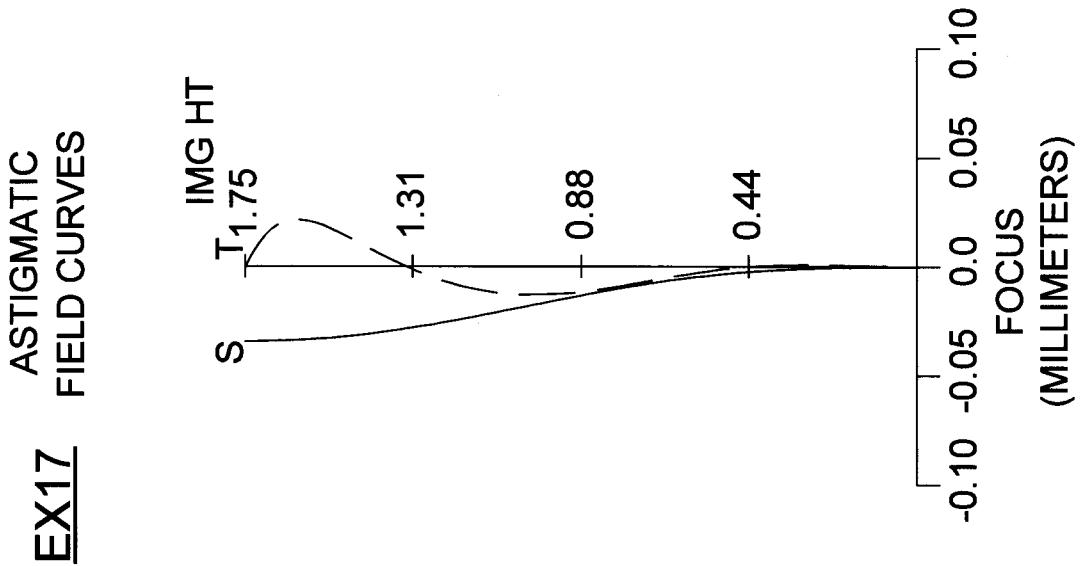
[圖35C]



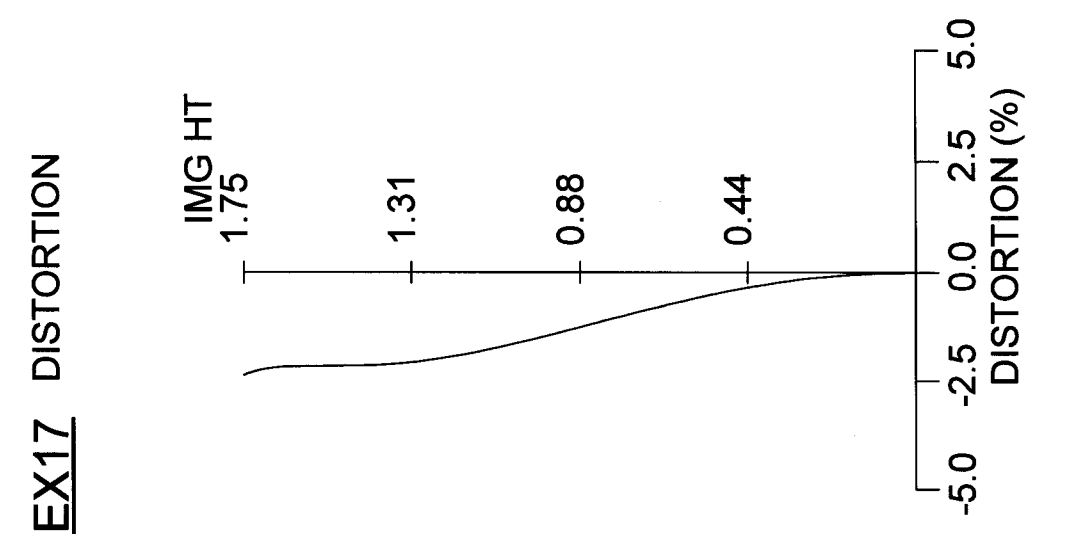
[圖]36A



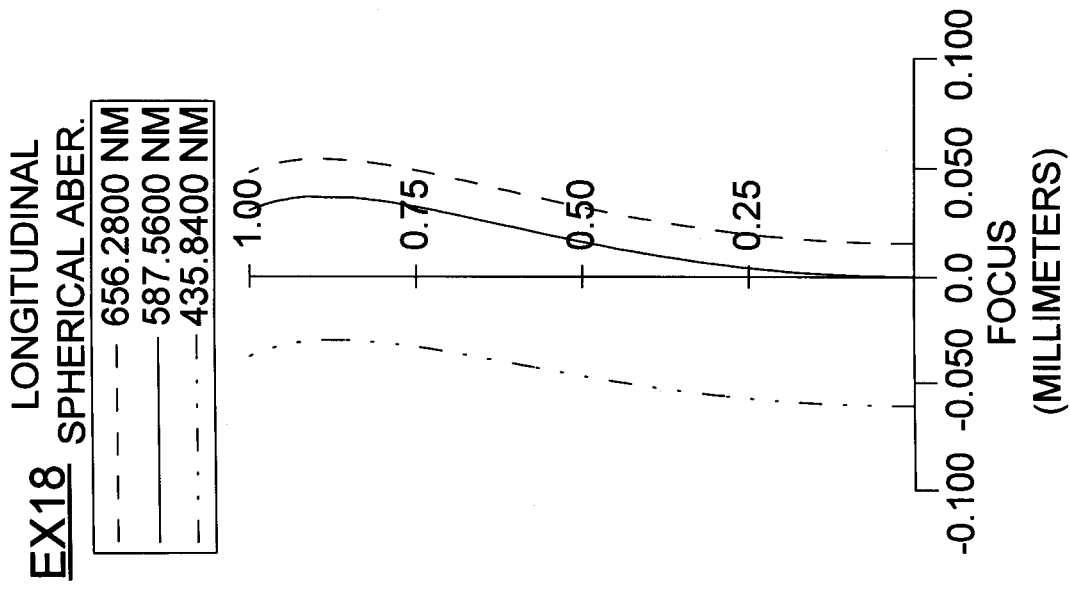
[圖]36B



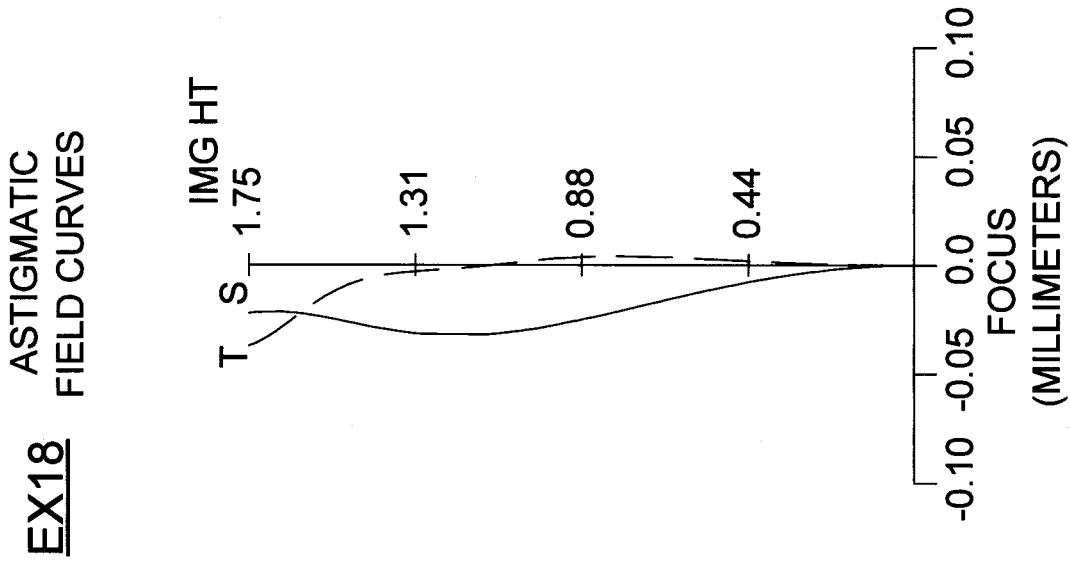
[圖]36C



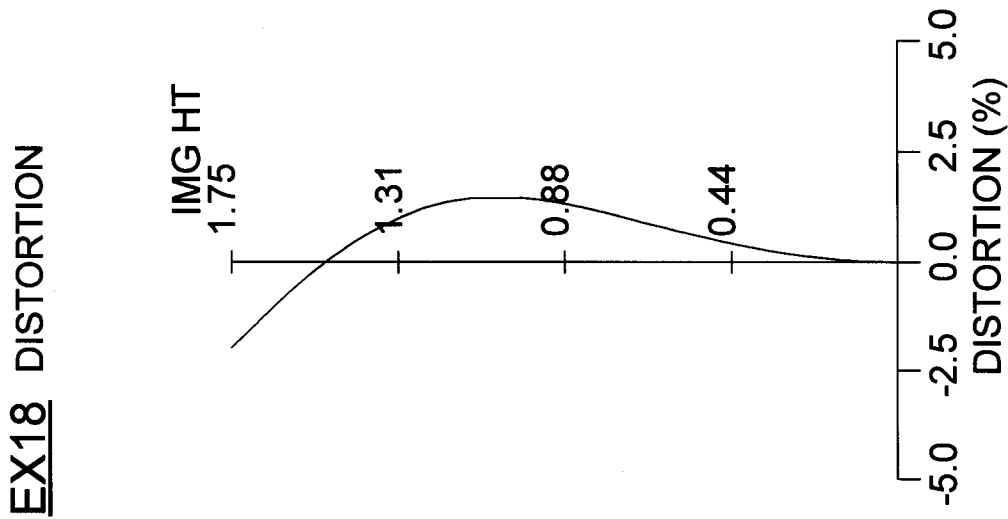
[圖37A]



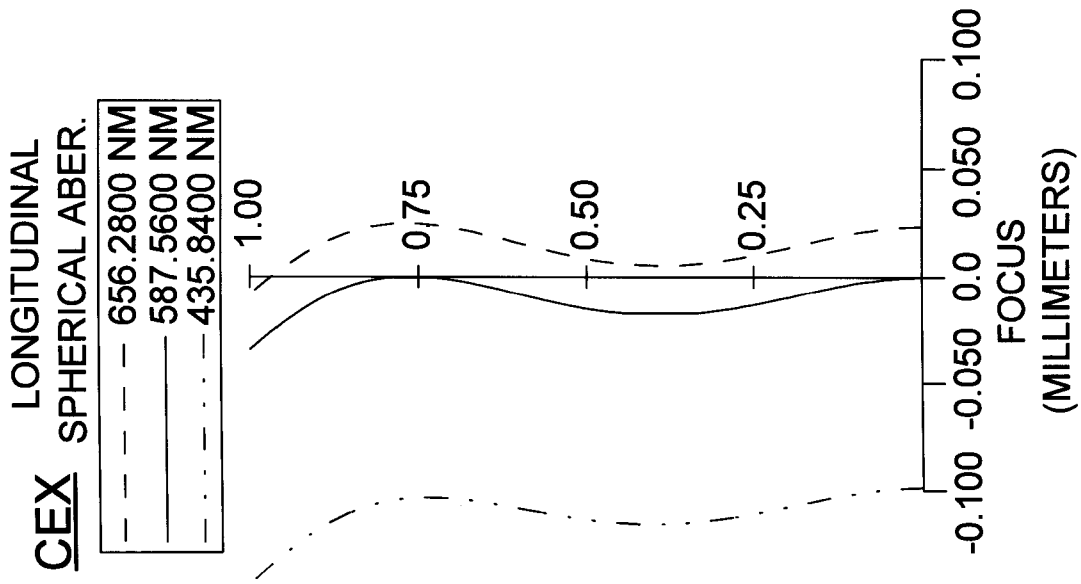
[圖37B]



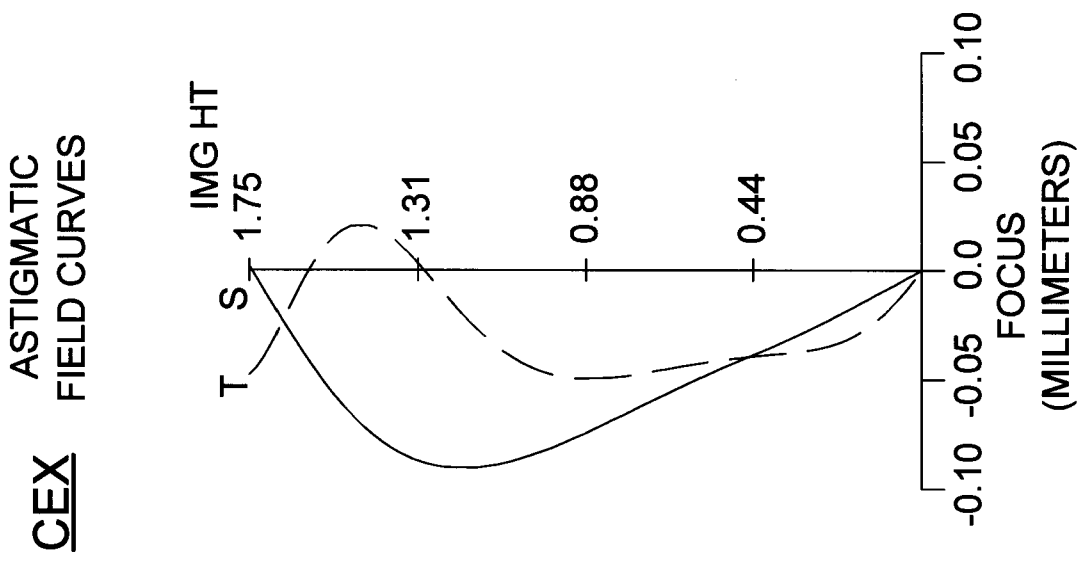
[圖37C]



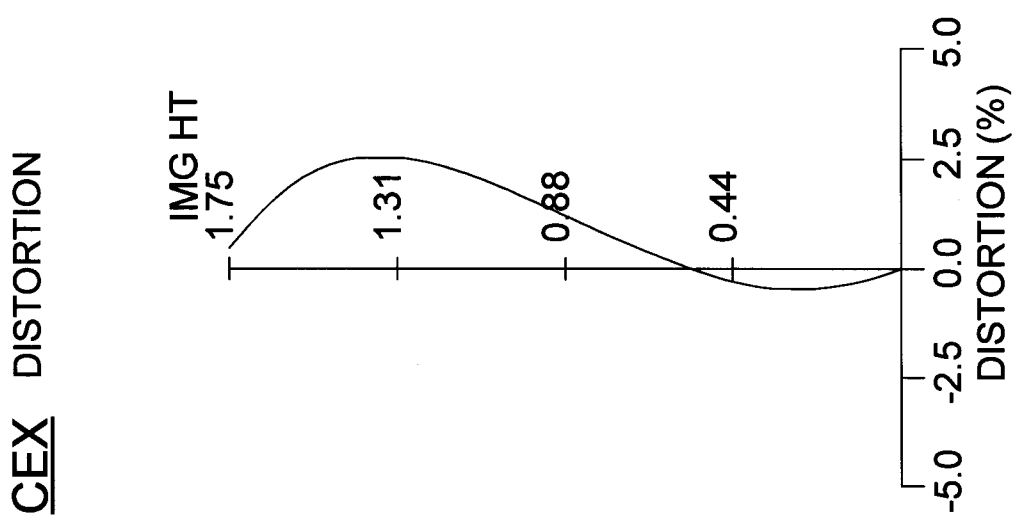
[圖38A]



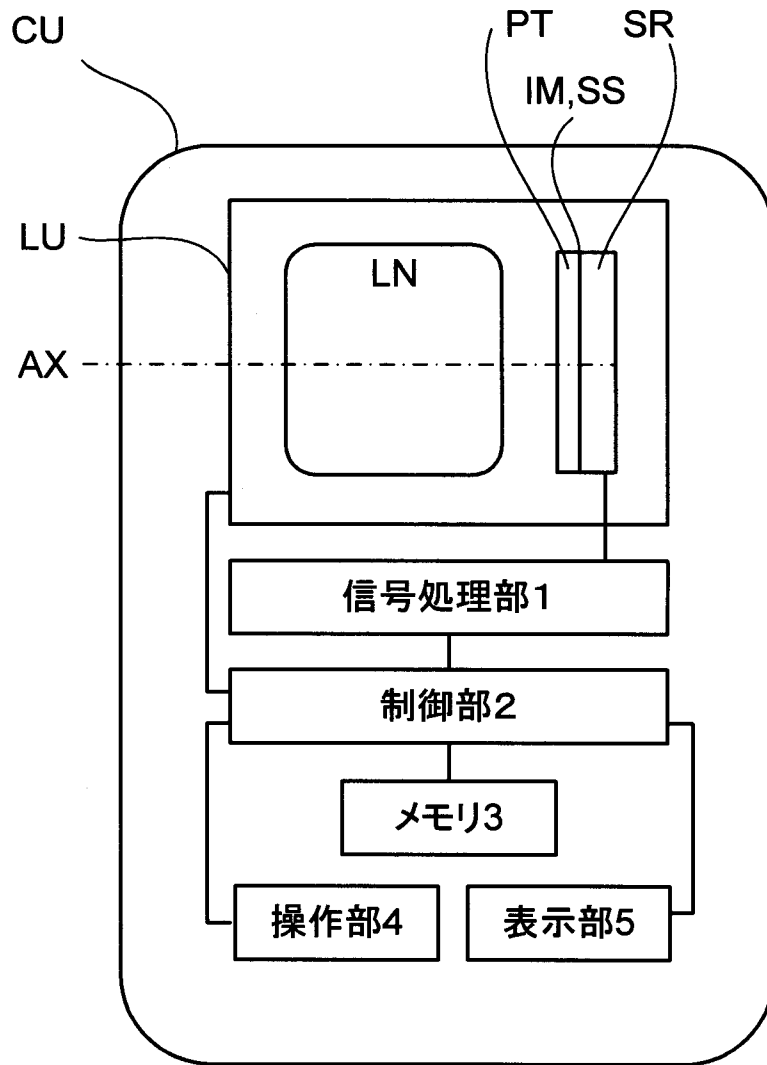
[圖38B]



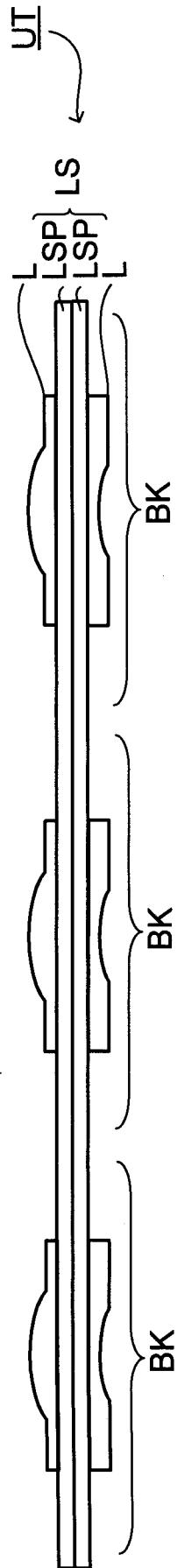
[圖38C]



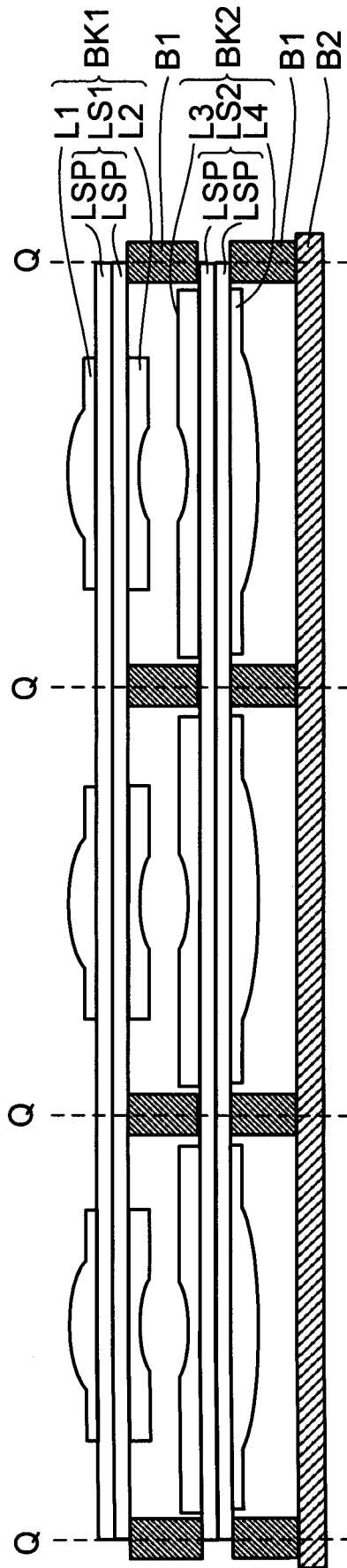
[図39]



[図40A]



[図40B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/052761

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
P, X P, Y P, A	JP 3946245 B1 (Milestone Co., Ltd.), 18 July, 2007 (18.07.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-7, 9-17, 19-22 18 8, 23
P, X P, Y P, A	JP 3929479 B1 (Milestone Co., Ltd.), 13 June, 2007 (13.06.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-7, 9-12, 15-17, 19-22 18 8, 13, 14, 23
X Y A	JP 2006-323365 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 30 November, 2006 (30.11.06), Full text; all drawings & US 2006/262416 A1 & CN 1866054 A	1-7, 9-12, 15-17, 19-22 18 8, 13, 14, 23

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 May, 2008 (16.05.08)	Date of mailing of the international search report 27 May, 2008 (27.05.08)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/052761

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-349948 A (Canon Inc.), 28 December, 2006 (28.12.06), Par. Nos. [0121], [0122] & US 2006/285229 A1	18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) 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 (IPC)) 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号
P, X	JP 3946245 B1 (マイルストーン株式会社) 2007.07.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7, 9-17, 19-22
P, Y		18
P, A		8, 23
P, X	JP 3929479 B1 (マイルストーン株式会社) 2007.06.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7, 9-12, 15-17, 19-22
P, Y		18
P, A		8, 13, 14, 23
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 16.05.2008	国際調査報告の発送日 27.05.2008	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 瀬川 勝久 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2V 9120

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 請求の範囲の番号
X	JP 2006-323365 A (サムソン エレクトロメカニクス カンパ ニーリミテッド) 2006. 11. 30, 全文, 全図 & US 2006/262416 A1 & CN	1-7, 9-12, 15- 17, 19-22
Y	1866054 A	18
A		8, 13, 14, 23
Y	JP 2006-349948 A (キヤノン株式会社) 2006. 12. 28, 【0 1 2 1】, 【0 1 2 2】 & US 2006/285229 A1	18