

(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 2008/102775 A1

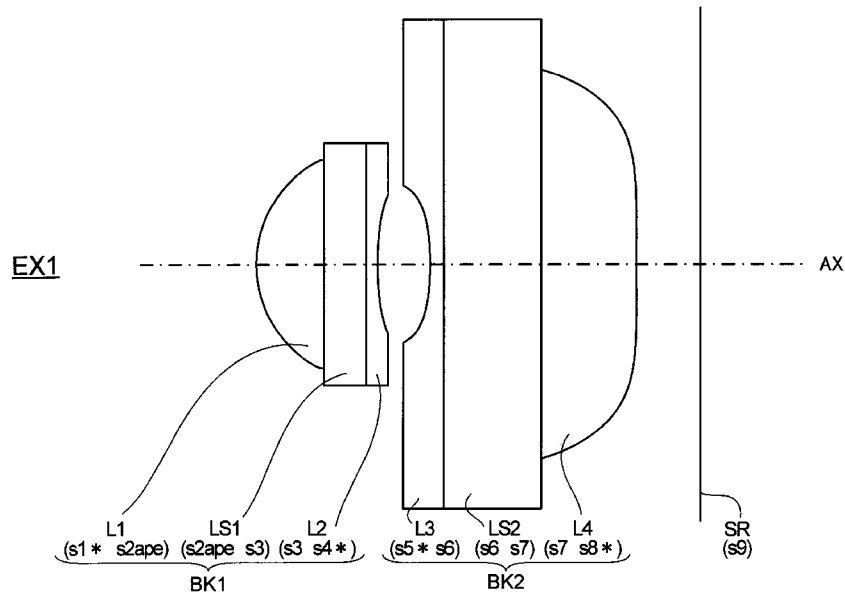
- (51) 国際特許分類:  
G02B 13/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/052763
- (22) 国際出願日: 2008年2月19日 (19.02.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2007-038221 2007年2月19日 (19.02.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (KONICA MINOLTA OPTO, INC.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970 Tokyo (JP).
- (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2970 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2970 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (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).
- (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, 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,

[ 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

[図1]



(57) Abstract: An imaging lens (LN) includes one or two lens blocks (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 exhibits a positive power, and conditional expression specified by a difference between an absolute value of the refractive index of a first lens substrate (LS1) and an absolute value of the refractive index of a lens (L[LS1o]), which is continuous to the object side substrate surface of a first lens substrate (LS), is satisfied.

(57) 要約: 撮像レンズ (LN) は、1つまたは2つレンズブロック (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のレンズ基板 (LS) とレンズ (L) とを含む。

[ 続葉有 ]

WO 2008/102775 A1



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.

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, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

---

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) が正パワーを発揮し、第1レンズ基板 (LS1) の屈折率と、第1レンズ基板 (LS) の物体側基板面に連なるレンズ (L[LS1o]) の屈折率との絶対値差で規定される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。レプリカ法とは、1つのレンズ基板(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。この方法で形成されるレンズを複数並べて含むレンズ基板(レンズユニット)は、ウェハ状の撮像素子(センサウェハ)につなげられた後に分割される。このようにして、分割されたレンズユニットで、撮像素子に対応する撮像レンズはウェハスケールレンズ(接合型複合レンズ)と呼ばれるとともに、このウェハスケールレンズと撮像素子とを含むモジュールはウェハスケールカメラモジュール

と呼ばれる。

[0006] そして、特許文献1は、レプリカ法で形成されたウェハスケールレンズ(レンズ基板の少なくとも1つの基板面にレンズが連なる光学要素;レンズブロックとも称す)を含む撮像レンズを開示する。なお、この撮像レンズにおけるウェハスケールレンズでは、レンズ基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。

特許文献1:特開2006-323365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のように、レンズ基板上に回折面および屈折面を同時に形成することは容易ではない。特に、比較的光学全長(レンズ系にて、最も物体側の入射面から撮像素子の撮像面に至るまでの距離)の短いレンズ系では、屈折面の中心厚は極めて薄くなってしまい、ウェハスケールレンズの形成は一層難しくなる。

[0008] また、回折面を含む撮像レンズでは、設計波長以外での波長の光に関する回折効率は低下しやすい。さらには、回折面への入射光の角度特性が悪いと、その回折面に対する入射光の入射角度には制約がかかり、撮像レンズは広い画角を確保できない。

[0009] また、ウェハスケールレンズであっても、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。しかしながら、光学性能上(例えば収差補正上)、ウェハスケールレンズがメニスカス形状を含まなくてはならない場合、ウェハスケールレンズは、レンズ基板を含むために光軸上の厚みを増大させなくてはならない。そのため、ウェハスケールレンズ、ひいては撮像レンズの長さが増大しやすい。

[0010] なお、最近では、カメラモジュールは、ICチップ等とともに、ペースト状のハンダの印刷されたプリント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。このような実装であれば、カメラモジュールを含む種々装置が低コストで大量に生産されるためである。すると、最近の撮像レンズは、リフ

ロー処理に耐え得る耐熱性も要求される。

[0011] 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。

- ・より少ないレンズブロック数しか含まないにもかかわらず、回折面等を含まず、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。
- ・コストダウン。

課題を解決するための手段

[0012] 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、1つまたは2つ含む。さらに、撮像レンズは、光量を規制する開口絞りも含む。

[0013] 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2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2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2レンズ基板LS2)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]、と表現する。

[0014] 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レンズブロックが、最も物体側に位置して、正パワーを発揮する。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(C1)が満たされる。

[0015]  $0.1 < |N[LS1] - N[L[LS1o]]| \cdots (C1)$

ただし、

$N[LS1]$  : 第1レンズ基板の屈折率

$N[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]の屈折率

である。

[0016] また、撮像レンズでは、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が、物体側凸面であり、下記条件式(C2)が満たされると望ましい。

$$[0017] \quad 0.6 \leq f[L[LS1o]o] / f[all] \leq 2.0 \quad \dots \quad (C2)$$

ただし、

$f[L[LS1o]o]$  : レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の焦点距離

$f[all]$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

である。

[0018] また、撮像レンズでは、下記条件式(C3)が満たされると望ましい。

$$[0019] \quad 0.1 < N[LS1] - N[L[LS1o]] \quad \dots \quad (C3)$$

ただし、

$N[LS1]$  : 第1レンズ基板の屈折率

$N[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]の屈折率

である。

[0020] また、撮像レンズLNでは、下記条件式(C4)が満たされると望ましい。

$$[0021] \quad \nu[LS1] < \nu[L[LS1o]] \quad \dots \quad (C4)$$

ただし、

$\nu[LS1]$  : 第1レンズ基板のアッベ数

$\nu[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]のアッベ数

である。

[0022] また、撮像レンズは、以下の通りであると望ましい。すなわち、撮像レンズでは、レンズブロックは第1レンズブロックだけであり、その第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]の像側レンズ面が、像側凸面である。

[0023] なお、このような撮像レンズでは、レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とする非球面にすると望ましい。

[0024] また、撮像レンズは、以下の通りであると望ましい。すなわち、撮像レンズでは、レンズブロックは第1レンズブロックだけであり、その第1レンズブロックでは、レンズL[LS1

m]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]の像側レンズ面が、像側凹面であると望ましい。

[0025] また、レンズブロックは2つだけである撮像レンズが、以下の通りであると望ましい。すなわち、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]の像側レンズ面が、像側凸面である。

[0026] その上、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。そして、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。さらに、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面は、物体側凸面でかつ非球面であり、レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である。

[0027] なお、このような第1レンズブロックおよび第2レンズブロックを含む撮像レンズでは、レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とすると望ましい。

[0028] また、レンズブロックは2つだけである撮像レンズが、以下の通りであると望ましい。すなわち、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]の像側レンズ面が、像側凹面である。

[0029] その上、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。そして、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。さらに、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面は、物体側凸面でかつ非球面であり、レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である。

[0030] また、レンズブロックは2つだけである撮像レンズが、以下の通りであると望ましい。すなわち、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、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が、像側凸面である。

[0031] その上、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。そして、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。さらに、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面は、物体側凹面であり、レンズL[LS2m

]の像側レンズ面は、非球面である。

[0032] なお、このような第1レンズブロックおよび第2レンズブロックを含む撮像レンズでは、レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とする非球面にすると望ましい。

[0033] また、レンズブロックは2つだけである撮像レンズが、以下の通りであると望ましい。すなわち、第1レンズブロックでは、レンズであるレンズL[LS1m]が第1レンズ基板の像側基板面に連なり、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が、像側凹面である。

[0034] その上、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。さらに、レンズL[LS2o]の物体側レンズ面は、物体側凹面であり、レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である。

[0035] また、撮像レンズは、以下の通りであると望ましい。すなわち、撮像レンズでは、レンズブロックとしては第1レンズブロックだけであり、その第1レンズブロックでは、レンズL[LS1o]が第1レンズ基板の物体側基板面に連なるとともに、レンズL[LS1m]が第1レンズ基板の像側基板面に連なる。そして、この撮像レンズでは、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面は物体側凹面であり、レンズL[LS1m]の像側レンズ面は像側凸面であり、下記条件式(C5)が満たされると望ましい。

[0036]  $0.6 \leq f[L[LS1m]m] / f[all] \leq 2.0 \dots (C5)$

ただし、

$f[L[LS1m]m]$  : レンズL[LS1m]の像側レンズ面の焦点距離

$f[all]$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

である。

[0037] また、撮像レンズでは、下記条件式(C6)が満たされると望ましい。

[0038]  $0.03 \leq d[LS1] / TL \leq 0.34 \dots (C6)$

ただし、

$d[LS1]$  : 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。

[0039] また、撮像レンズでは、下記の条件式(C7)が満たされると望ましい。

[0040]  $Ar/TL \leq 0.5 \dots (C7)$

ただし、

Ar : 撮像レンズにて、隣り合うレンズブロック同士の空気間隔の総和(ただし、レンズブロックを除くパワーを有さない光学素子の厚みは、空気換算した後、空気間隔に含む)

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

さ

である。

[0041] また、撮像レンズでは、レンズ基板がガラスで形成されると望ましい。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] また、樹脂は、硬化型樹脂であると望ましい。

[0045] 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。

[0046] 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

[0047] 本発明によると、撮像レンズは、コンパクト化のために、1つまたは2つのレンズブロックを含む。特に、最も物体側に位置するレンズブロックは正パワーを発揮し、そのレ

レンズブロックにおけるレンズ基板とレンズL[LS1o]との屈折率差から、撮像レンズでの色収差が適切に補正される。また、平行平板上に同時に多数個レンズが作製されることから撮像レンズの生産および組み立てが容易になり、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

- [0048] [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9A]は、実施例1の撮像レンズの球面収差図である。  
[図9B]は、実施例1の撮像レンズの非点収差図である。  
[図9C]は、実施例1の撮像レンズの歪曲収差図である。  
[図10A]は、実施例2の撮像レンズの球面収差図である。  
[図10B]は、実施例2の撮像レンズの非点収差図である。  
[図10C]は、実施例2の撮像レンズの歪曲収差図である。  
[図11A]は、実施例3の撮像レンズの球面収差図である。  
[図11B]は、実施例3の撮像レンズの非点収差図である。  
[図11C]は、実施例3の撮像レンズの歪曲収差図である。  
[図12A]は、実施例4の撮像レンズの球面収差図である。  
[図12B]は、実施例4の撮像レンズの非点収差図である。  
[図12C]は、実施例4の撮像レンズの歪曲収差図である。  
[図13A]は、実施例5の撮像レンズの球面収差図である。  
[図13B]は、実施例5の撮像レンズの非点収差図である。  
[図13C]は、実施例5の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図14A]は、実施例6の撮像レンズの球面収差図である。

[図14B]は、実施例6の撮像レンズの非点収差図である。

[図14C]は、実施例6の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図15A]は、実施例7の撮像レンズの球面収差図である。

[図15B]は、実施例7の撮像レンズの非点収差図である。

[図15C]は、実施例7の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図16A]は、実施例8の撮像レンズの球面収差図である。

[図16B]は、実施例8の撮像レンズの非点収差図である。

[図16C]は、実施例8の撮像レンズの歪曲収差図である。

[図17]は、携帯端末のブロック図である。

[図18A]は、レンズブロックユニットの断面図である。

[図18B]は、撮像レンズの製造工程を示す断面図である。

[図18C]は、撮像レンズの断面図である。

[図19]は、説明に使用するレンズブロックの断面図である。

[図20]は、図19とは異なる説明に使用するレンズブロックの断面図である。

#### 符号の説明

[0049]	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

[0050] [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ことで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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 図17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。

- [0055] 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。
- [0056] 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17での平行平板PT)を通過する。この通過により、電氣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。
- [0057] 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。
- [0058] 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)。
- [0059] 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を電氣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によって電氣的な信号に効率よく変換される。
- [0060] 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

は回動自在になってもよい。

- [0061] 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。
- [0062] 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。
- [0063] 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。
- [0064] 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。
- [0065] 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。
- [0066] 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。
- [0067] [■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)。
- [0068] 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。

[0069] [■撮像レンズの製造方法について]

ところで、図18A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)。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 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18Bの概略断面図で示す。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

- [0076] 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17での平行平面板PTに相当するもの)である。
- [0077] 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。
- [0078] 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18C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。
- [0079] 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。
- [0080] 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。
- [0081] 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。
- [0082] [■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1~8の撮像レンズLNに関するレンズ構成について、図1~図8の光学断面図を用いて説明する。

[0083] 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<sub>i</sub> :レンズブロックBK
- PT<sub>i</sub> :平行平板(なお、レンズLを連ねない平行平板に限ってPT<sub>i</sub>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

[0084] 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2レンズ基板LS2)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[LS1<sub>o</sub>]、レンズL[LS1<sub>m</sub>]、レンズL[LS2<sub>o</sub>]、レンズL[LS2<sub>m</sub>]、と表現する場合がある。

[0085] [●実施例1]

実施例1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。

[0086] 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[LS1<sub>o</sub>])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[LS1<sub>m</sub>])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。

- [0087] •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)

[0088] 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。

- [0089]     •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)

[0090]   [●実施例2]

実施例2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。

- [0091]   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。

- [0092]     •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)

- [0093]   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。

- [0094]     •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)  
            (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)

[0095]   [●実施例3]

実施例3の撮像レンズLNは、第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2を含み、その第2レンズブロックBK2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および第2レンズブロックBK2のみを含む。また、開口絞りapeは、第1レンズブロックBK1の物体側に位置する(なお、

開口絞りapeにも面符号s1が付される)。

[0096] 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。

- [0097] ・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 :像側凸の平凸レンズ(なお、像側レンズ面は非球面)

[0098] 第2レンズブロックBK2は、第2レンズ基板LS2を含み、その第2レンズ基板LS2の物体側基板面にのみレンズL{第3レンズL3(レンズL[LS2o])}を連ねる。詳説すると、第3レンズL3は以下のようになる。

- [0099] ・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)

[0100] [●実施例4]

実施例4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1～3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。

[0101] 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。

[0102] 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。

- [0103] ・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)

[0104] 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。

- [0105] ・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)

[0106] [●実施例 5]

実施例5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。

- [0107] 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。

- [0108] ・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)

- [0109] 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。

- [0110] ・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)

[0111] [●実施例 6]

実施例6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としては第1レンズブロックBK1のみを含む。

- [0112] 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。

- [0113]     •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)

[0114]   [●実施例 7]

実施例7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のみを含むとともに、開口絞りapeを含む。なお、開口絞りapeは、第1レンズブロックBK1の物体側に位置する。

- [0115]   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。

- [0116]     •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 :像側凸の平凸レンズ

(なお、この第2レンズL2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と交わる部分を凹状とする非球面にする)

[0117]   [●実施例 8]

実施例8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(もちろん、開口絞りapeも含まれる)。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。

- [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。

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

[0120]   [■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)1~8の撮像レンズLN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。

- [0121]   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)
- $\omega$  :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]

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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
- $\nu d$  :d線に対して媒質が有するアッペ数

[0125] 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”=“×10<sup>-n</sup>”である。

$$[0126] \quad z = (c \cdot \rho^2) / [1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot c \cdot \rho^2}] + A \cdot \rho^4 + B \cdot \rho^6 + C \cdot \rho^8 + D \cdot \rho^{10} + E \cdot \rho^{12} + F \cdot \rho^{14} + G \cdot \rho^{16} + H \cdot \rho^{18} + I \cdot \rho^{20} \quad \dots \quad (AS)$$

ただし、

$\rho$  : 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  $\rho$  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。

[0127] [●実施例 1]

[表1]

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

[0128] [表2]

EXAMPLE 1				
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

[0129] [●実施例 2]

[表3]

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

[0130] [表4]

EXAMPLE 2				
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

[0131] [●実施例 3]

[表5]

EXAMPLE 3											
f[mm]		1.552		Fno		2.8		BF[mm]		0.7221	
Y'[mm]		0.880		$\omega$ [°]		29.60		TL[mm]		2.370	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	$\nu$	d	Elemnt	
s1	ape	1	$\infty$							ape	
s2	*	2	0.931	1	0.237					L1	BK1
s3		3	$\infty$	2	0.191	1	1.5150		58.10	LS1	
s4		4	$\infty$	3	0.621	2	1.7130		53.94	L2	
s5	*	5	-3.554	4	0.150	3	1.6363		23.00	L3	BK2
s6	*	6	-13.306	5	0.100					LS2	
s7		7	$\infty$	6	0.050	4	1.6363		23.00	PT1	
s8		8	$\infty$	7	0.300	5	1.5163		64.10	SR	
s9		9	$\infty$	8	0.100						
s10		10	$\infty$	9	0.200	6	1.5163		64.10		
s11		11	$\infty$	10	0.490						

[0132] [表6]

EXAMPLE 3			
Aspherical Surface Data			
si	s2	s5	s6
K	-3.14E+00	3.81E+01	5.87E+02
A	4.74E-01	2.33E-01	-2.10E-01
B	-7.52E-01	1.49E-01	-1.25E+00
C	3.57E+00	-4.41E+00	0.00E+00
D	-6.42E+00	1.48E+01	0.00E+00

[0133] [●実施例 4]

[表7]

EXAMPLE 4											
f[mm]		2.809		Fno		2.8		BF[mm]		0.6900	
Y'[mm]		1.750		$\omega$ [°]		31.25		TL[mm]		3.200	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	$\nu$	d	Elemnt	
s1	*	1	0.838	1	0.289	1	1.5071		54.00	L1	
s2		2	$\infty$	2	0.296	2	1.6952		53.81	LSP1o	LS1
s3	ape	3	$\infty$	3	0.254	3	1.6952		53.81	LSP1m	
s4		4	$\infty$	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	$\infty$	7	0.780	6	1.4874		70.44	LS2	
s8		8	$\infty$	8	0.419	7	1.5737		29.00	L4	
s9	*	9	-5.977	9	0.683					L4	
s10		10	$\infty$							SR	

[0134] [表8]

EXAMPLE 4				
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

[0135] [●実施例 5]

[表9]

EXAMPLE 5										
f[mm]		2.962		Fno		2.8		BF[mm]		0.4200
Y'[mm]		1.750		$\omega$ [°]		29.58		TL[mm]		3.210
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	$\nu$ d	Elemnt	
s1	*	1	0.920	1	0.412	1	1.5071	54.00	L1	
s2		2	$\infty$	2	0.470	2	1.6952	53.81	LSP1o	LS1
s3	ape	3	$\infty$	3	0.080	3	1.6952	53.81	LSP1m	
s4		4	$\infty$	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	$\infty$	7	0.500	6	1.4874	70.44	LS2	
s8		8	$\infty$	8	0.617	7	1.5737	29.00	L4	
s9	*	9	7.023	9	0.411				L4	
s10		10	$\infty$						SR	

[0136] [表10]

EXAMPLE 5				
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

[0137] [●実施例 6]

[表11]

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

[0138] [表12]

EXAMPLE 6		
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

[0139] [●実施例 7]

[表13]

EXAMPLE 7											
f[mm]		1.590		Fno		2.8		BF[mm]		0.9367	
Y'[mm]		0.880		$\omega$ [°]		29.00		TL[mm]		2.280	
si		i	r[mm]	i	d[mm]	i	Nd	$\nu$ d	Elemnt		
s1	ape	1	$\infty$						ape		
s2	*	2	1.021	1	0.255				L1		
s3		3	$\infty$	2	0.191	1	1.5500	58.00	LS1		
s4		4	$\infty$	3	0.789	2	1.4400	35.00	L2		
s5	*	5	-4.135	4	0.150	3	1.6363	23.00	SR		
s6		6	$\infty$	5	0.937						

[0140] [表14]

EXAMPLE 7		
Aspherical Surface Data		
si	s2	s5
K	-6.33E+00	-4.97E+00
A	8.06E-01	2.87E-01
B	-1.89E+00	1.31E+00
C	4.55E+00	-4.00E+00
D	-5.03E+00	6.24E+00

[0141] [●実施例 8]

[表15]

EXAMPLE 8														
f[mm]		1.334		Fno		2.8		BF[mm]		1.3414				
Y'[mm]		0.880		$\omega$ [°]		33.40		TL[mm]		2.040				
si		i	r[mm]		i	d[mm]		i	Nd		$\nu$ d	Elemnt		
s1	*	1	-37.560		1	0.050		1	1.5200		54.00		L1	BK1
s2	ape	2	$\infty$		2	0.434		2	1.7130		53.94		LS1	
s3		3	$\infty$		3	0.216		3	1.5200		54.00		L2	
s4	*	4	-0.685		4	1.341								
s5		6	$\infty$										SR	

[0142] [表16]

EXAMPLE 8		
Aspherical Surface Data		
si	s1	s4
K	1.77E+04	3.35E-01
A	4.65E-02	1.28E+00
B	1.24E+00	-1.10E+01
C	-1.30E+01	5.77E+01
D	-1.84E+02	-9.18E+01
E	0.00E+00	2.76E+01

[0143] [■撮像レンズに関する収差について]

実施例(EX)1~8の撮像レンズLNに関する収差は、図9A~図16C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。

[0144] 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、相対瞳高さ)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。

[0145] 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]。

- [0146] 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;m]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。
- [0147] [■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。
- [0148] 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。
- [0149] さらに、コンパクト化、高性能化(例えば高い収差補正機能)、および低コスト化等の種々のバランスを考慮すると、撮像レンズLNは、1つまたは2つのレンズブロックBKを含む。
- [0150] また、撮像レンズLNは、図18Bおよび図18C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。
- [0151] 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。
- [0152] 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。
- [0153] また、撮像レンズLNにて、最も物体側に位置する第1レンズブロックBK1は正パワーを発揮する。例えば、第1レンズ基板LS1の物体側基板面にレンズL[LS1o]が連なり、そのレンズL[LS1o]の物体側レンズ面が、物体側凸面および像側平面を含む平

凸レンズであることで、第1レンズブロックBK1は正パワーを発揮する。

[0154] そして、このような撮像レンズLNでは、色収差補正の観点から、以下の条件式(C3)および(C1)のうち、少なくとも1つの条件が満たされると望ましい(複数の条件式が満たされることがより望ましい)。

[0155] ここで、まず、撮像レンズLNでの色収差補正について、図19を参照しながら説明する。図19は第1レンズブロックBK1を示す。そして、この図19での実線SW1および実線LW1はレンズ基板LS1が存在しない場合の短波長光の光路および長波長光の光路(要は、空气中を進行すると仮定した光路)を示し、二点鎖線SW2および二点鎖線LW2はレンズ基板LS1が存在する場合での短波長光の光路および長波長光の光路を示す。

[0156] 図19に示すように、物体側からの光は、第1レンズL1(レンズL[LS1o])、第1レンズ基板LS1、第2レンズL2(レンズL[LS1m])の順で通過する。第1レンズL1に入射する光のうち、短波長光は、長波長光よりも大きく屈折しながら進行する。そのため、第1レンズL1を通過する短波長光および長波長光が第1レンズ基板LS1の物体側基板面に入射する場合、短波長光の入射角度は長波長光の入射角度よりも大きくなる。

[0157] ただし、第1レンズ基板LS1の屈折率N[LS1]のほうが、レンズL[LS1o]である第1レンズL1の屈折率N[L[LS1o]]よりも大きいので、スネルの法則により、短波長光が第1レンズ基板LS1の物体側基板面から出射する角度は、その物体側基板面に入射する角度よりも小さい。もちろん、長波長光の場合でも同様である。

[0158] また、短波長光に対する第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との屈折率差も、長波長光に対する第1レンズL1と第1レンズ基板LS1との屈折率差よりも大きい(要は、第1レンズL1から第1レンズ基板LS1に入射する短波長光と長波長光とでは、短波長光のほうが大きく屈折する)。

[0159] すると、第1レンズ基板LS1にて進行する長波長光の光路LW2は、光路LW1より若干第1レンズ基板LS1の周縁にずれるように屈折進行する。一方、第1レンズ基板LS1にて進行する短波長光の光路SW2は、光路SW1よりもはるかに大きく第1レンズ基板LS1の周縁にずれるように屈折進行する。

[0160] その結果、第1レンズ基板LS1にて進行する短波長光と長波長光との光路間隔(SW2・LW2参照)は、第1レンズ基板LS1がなく空气中を進行する短波長光と長波長光との光路間隔(SW1・LW1参照)に比べて狭くなる。そのため、撮像レンズLNでは、以下の条件式(C3)のように、第1レンズ基板LS1の屈折率がレンズL[LS1o]の屈折率よりも大きいと(屈折率差が大きいと)、光の波長の差異に起因する色収差が補正される。

[0161]  $0.1 < N[LS1] - N[L[LS1o]] \dots (C3)$

ただし、

$N[LS1]$  : 第1レンズ基板LS1の屈折率

$N[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]の屈折率

である。

[0162] なお、分散の非常に高い材質または分散の非常に低い材質で形成されるレンズでは、条件式(C3)が満たされにくい。逆に、この条件式(C3)を満たす撮像レンズLNは、安価なレンズを使用できるので低コストで製造される。

[0163] また、撮像レンズLNでは、以下の条件式(C1)が満たされると望ましい。この条件式(C1)は、第1レンズ基板の屈折率とレンズL[LS1o]の屈折率との差分(ただし絶対値)である。

[0164]  $0.1 < |N[LS1] - N[L[LS1o]]| \dots (C1)$

ただし、

$N[LS1]$  : 第1レンズ基板LS1の屈折率

$N[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]の屈折率

である。

[0165] 撮像レンズLNに含まれるレンズブロックBKの個数が比較的少ない場合、コンパクトにはなるものの、収差補正が難しい。しかしながら、条件式(C1)の値が下限値を上回っていれば、撮像レンズLNは色収差を補正できる。したがって、このような撮像レンズLNは、コンパクトでありながら、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する。

[0166] なお、条件式(C1)の条件範囲のなかでも、以下の条件範囲を定めた条件式(C1a

)が満たされると望ましい。

$$0.15 < |N[LS1] - N[L[LS1o]]| \dots (C1a)$$

[0167] また、条件式(C3)および(C1){または(C1a)}の少なくとも一方の条件式を満たす撮像レンズLNにて、第1レンズブロックBK1におけるレンズL[LS1o]の物体側レンズ面は、物体側凸面であると望ましい。

[0168] このようになっていると、レンズL[LS1o]の物体側から入射してくる光(光束)は集光され、レンズL[LS1o]よりも像側に位置する種々の面にて、光軸から離れつつ像高毎に分離される(このような現象は、以降にて“光束が分離される”と称する)。このように面(基板面およびレンズ面)にて光束が分離されると、例えばレンズ面は分離した光束毎に収差を補正する。したがって、撮像レンズLNにて、収差が効率よく補正される。

[0169] その上、この撮像レンズLNでは、以下の条件式(C2)が満たされると望ましい。この条件式(C2)は、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が有する焦点距離を、撮像レンズLN全体(全系)の焦点距離で規定する。

$$0.6 \leq f[L[LS1o]o] / f[all] \leq 2.0 \dots (C2)$$

ただし、

$f[L[LS1o]o]$  : レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の焦点距離

$f[all]$  : 撮像レンズLN全体の焦点距離

である。

[0171] 条件式(C2)の値が下限値を下回る場合、例えば、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の正パワーが強すぎ、レンズL[LS1o]の像側レンズ面からの光の出射角度(ひいては第1ブロックBK1からの光の出射角度)が過剰に大きくなる。そのため、像面に対するテレセントリック性が低下する。また、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の正パワーが強すぎることに起因して、撮像レンズLNにて収差が発生しやすい。例えば、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の曲率が強すぎて、収差が比較的大きく発生すると、レンズL[LS1o]の像側レンズ面(平面)では収差補正しきれない。

[0172] 一方、条件式(C2)の値が上限値を上回る場合、例えば、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の正パワーが弱すぎ、第2レンズブロックBK2等に到達する光が像高毎に

分離されない。そのため、像高毎の光束に対する収差補正が難しい。また、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の焦点距離が比較的長いことに起因して、撮像レンズLNの光学全長が増大する。

[0173] 以上から、条件式(C2)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はコンパクトで高性能(例えば、テレセントリック性、高い収差補正機能)を有する。

[0174] また、撮像レンズLNでは、以下の条件式(C4)が満たされると望ましい。この条件式(C4)は、レンズL[LS1o]のアッベ数が第1レンズ基板LS1のアッベ数よりも大きいことを示す。

[0175]  $\nu [LS1] < \nu [L[LS1o]] \dots (C4)$

ただし、

$\nu [LS1]$  : 第1レンズ基板LS1のアッベ数

$\nu [L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]のアッベ数

である。

[0176] アッベ数は、材質の分散を示す値であり、波長486.1nm(F線)の青色の光に対する屈折率 $n_F$ と波長656.3nm(C線)の赤色の光に対する屈折率 $n_C$ との差分と、波長587.6nm(d線)の黄色の光に対する屈折率と空気の屈折率との差分との比である。そして、このアッベ数が小さいということは、F線に対する屈折率とC線に対する屈折率との差(屈折率差)が大きいことになる。これは、短波長の光が比較的大きく屈折することを意味する。

[0177] したがって、このように条件式(C4)を満たす撮像レンズLNであれば、条件式(C3)および(C1)の少なくとも一方の条件式が満たされる場合と同様に、色収差が補正される。もちろん、条件式(C1)~(C4)のうちの複数の条件式がともに満たされれば、一層望ましい。

[0178] ただし、これら以外の撮像レンズLNであっても、簡易かつ低コストで製造されながら色収差を補正する撮像レンズLNはある。例えば、以下の条件式(CC1)および(CC2)を満たす撮像レンズLNである。この条件式(CC1)は、第1レンズ基板LS1の屈折率とレンズL[LS1o]の屈折率との比であり、要は、第1レンズ基板LS1の屈折率が、レ

レンズL[LS1o]の屈折率より小さいことを示す。

$$[0179] \quad N[LS1]/N[L[LS1o]] < 1 \quad \dots \quad (CC1)$$

$$40 \leq \nu [LS1] \quad \dots \quad (CC2)$$

ただし、

$N[LS1]$  : 第1レンズ基板LS1の屈折率

$N[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]の屈折率

$\nu [LS1]$  : 第1レンズ基板LS1のアッベ数

である。

[0180] この条件式(CC2)については、図20を参照しながら説明する。図20は図19同様レンズブロックBK1を示す。そして、この図20での実線SW1および実線LW1はレンズ基板LS1が存在しない場合での短波長光の光路および長波長光の光路を示す。二点鎖線SW2および二点鎖線LW2は、条件式(CC2)を満たすレンズ基板LS1が存在する場合での短波長光の光路および長波長光の光路を示す。点線SW3および点線LW3は、条件式(CC2)を満たさないレンズ基板LS1が存在する場合での短波長光の光路および長波長光の光路を示す。

[0181] 上記同様、第1レンズL1(レンズL[LS1o])に入射する光のうち、短波長光は、長波長光よりも大きく屈折しながら進行するので、第1レンズL1を通過する短波長光および長波長光が第1レンズ基板LS1の物体側基板面に入射する場合、短波長光の入射角度は長波長光の入射角度よりも大きくなる。

[0182] そして、第1レンズ基板LS1の屈折率 $N[LS1]$ のほうが、第1レンズL1の屈折率 $N[L[LS1o]]$ よりも小さいので、スネルの法則により、短波長光が第1レンズ基板LS1の物体側基板面から出射する角度は、その物体側基板面に入射する角度よりも大きい。もちろん、長波長光の場合でも同様である。

[0183] さらに、アッベ数が比較的小さいと、短波長光の光路SW3および長波長光の光路LW3によって形成される光の帯は、第1レンズ基板LS1の像側に近づくにつれて広がる(つまり、光路SW3と光路LW3との光路間隔は広がる)。そのため、顕著な色収差が発生する。

[0184] しかしながら、条件式(CC2)が満たされる場合、短波長光の光路SW2および長波

長光の光路LW2によって形成される光の帯は、短波長光の光路SW3および長波長光の光路LW3によって形成される光の帯ほど広がらない。つまり、光路SW2と光路LW2との光路間隔は過剰には広がらない。したがって、この条件式(CC1)および(CC2)を満たす撮像レンズLNでは、条件式(C1)(C3)および(C4)の少なくとも1つの条件式を満たす撮像レンズLN同様に、光の波長の差異に起因する色収差が補正される。

[0185] また、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BKのみを含むような撮像レンズLNにおいて、第1レンズブロックBK1では、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が像側凸面であると望ましい(特に、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が物体側凸面であればよい)。

[0186] このような第1レンズブロックBK1は、例えば物体側レンズ面を物体側凸面としたレンズL[LS1o]と、像側レンズ面を像側凸面以外のレンズ面としたレンズL[LS1m]とを含む第1レンズブロックBK1と同じ正パワーを発揮したとしても、レンズL[LS1o]の物体側凸面のパワーを抑えられる。つまり、正パワーを発揮する第1レンズブロックBK1におけるパワーの負担が、レンズL[LS1o]の物体側凸面とレンズL[LS1m]の像側凸面とに割り振られる。

[0187] すると、パワー負担の抑えられたレンズ、例えばレンズ[LS1o]の曲率半径が比較的大きくなってもよく、その結果、レンズ[LS1o]の体積が小さくなる。そして、このように体積が小さくなると、例えばレンズ[LS1o]が高価な樹脂で形成されていれば、レンズ[LS1o]のコストも抑えられる。

[0188] その上、曲率半径の比較的大きなレンズLは、比較的容易に製造され、さらに、諸性能の評価難易度(例えば、軸外偏心誤差感度)も低くなる。また、パワーの比較的小さいレンズでは、パワーに起因する諸収差も小さくなり、そのようなレンズLを含む撮像レンズLNは、効率よく諸収差を補正する。

[0189] また、像側レンズ面を像側凸面とするレンズL[LS1m]を含み、正パワーを発揮する第1レンズブロックBK1を含む撮像レンズLNでは、レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とする非球面にすると望ましい。

- [0190] このような撮像レンズLNの場合、例えば、レンズL[LS1o]における物体側レンズ面が物体側凸面であれば、光はそのレンズ面よりも像側に位置する種々の面(基板面およびレンズ面)で、光軸から離れつつ像高毎に分離され、レンズ面は分離した光束毎に像面収差等を補正する。
- [0191] 特に、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が像面収差を補正する場合、その像側レンズ面が、光軸に交わる部分を凸状とするとともに光束の周縁に重なる部分を凹状とする非球面であれば、光軸に交わるレンズ部分の発揮するパワーと光束の周縁に交わるレンズ部分(有効径内の周辺部)の発揮するパワーが相反する関係になる。そして、このようなパワー関係が成立すれば、像面における主光線と軸外光線との光路差により生じる像面収差が補正される。
- [0192] なお、このようなパワー関係が成立すると、少ないレンズブロックBKしか含まない撮像レンズLNであっても、効率よく像面収差が補正される。
- [0193] また、レンズブロックBKとしては第1レンズブロックBKのみを含むような撮像レンズLNでは、その第1レンズブロックBK1が正パワーを発揮し、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が像側凹面であると望ましい。
- [0194] このようになっていると、前側主点が物体側に移動する。すると、撮像レンズLNの全長が短縮される。その上、以下の式(PS)で定義されるペッツバール和が小さくなる。なぜなら、例えば、レンズL[LS1o]における物体側レンズ面の物体側凸面の焦点距離と、レンズL[LS1m]における像側レンズ面の像側凹面の焦点距離とが相殺する関係になるためである。なお、ペッツバール和の値がゼロだと、近軸的な像面の曲率がゼロ、すなわち平面となり、その像面が理想的な面となる。

[0195] [数PS]

$$\sum_j \frac{1}{f_j n_j} \dots \quad (PS)$$

ただし、

$f_j$  : 物体側からj番目のレンズ面による焦点距離

$n_j$  : 物体側からj番目のレンズ面を形成するレンズ材料の屈折率である。

- [0196] ところで、撮像レンズLNに含まれる第2レンズブロックBK2は、以下のようになっていると望ましい(1種類目の例)。すなわち、第2レンズブロックBK2におけるレンズL[LS2o]の物体側レンズ面が物体側凸面であつ非球面であり、レンズL[LS2m]の像側レンズ面が非球面であると望ましい。
- [0197] このようになっていると、第2レンズブロックBK2からの光は、収斂されて像面に対してほぼ垂直に近づいて入射する。つまり、像面に対するテレセントリック性が確保される。その上、レンズL[LS2o]における物体側レンズ面の物体側凸面によって、光はそのレンズ面の像側に位置するレンズL[LS2m]の像側レンズ面で、光軸から離れつつ像高毎に分離される。したがって、レンズL[LS2m]の像側レンズ面が非球面であると、その非球面は、分離した光束毎に収差補正する。
- [0198] 特に、正パワーを発揮する第1レンズブロックBK1にて、像側凹面のレンズL[LS1m]が含まれていると、そのレンズL[LS1m]の像側凹面は、自身を通過する光を、極めて光軸から離しつつ像高毎に分離させてレンズL[LS2o]の物体側レンズ面に到達させる。すると、レンズL[LS2o]における物体側レンズ面の非球面は、例えば歪曲収差を効率よく補正し、レンズL[LS2m]における像側レンズ面の非球面は、例えば像面収差を効率よく補正する。
- [0199] また、撮像レンズLNに含まれる第2レンズブロックBK2は、以下のようになっていると望ましい(2種類目の例)。すなわち、第2レンズブロックBK2におけるレンズL[LS2o]の物体側レンズ面が物体側凹面であつ非球面であり、レンズL[LS2m]の像側レンズ面が非球面であつてもよい。
- [0200] このようになっていると、正パワーを発揮する第1レンズブロックBK1の焦点距離(特に、レンズL[LS1o]における物体側レンズ面の物体側凸面の焦点距離)と、レンズL[LS2o]における物体側レンズ面の物体側凹面の焦点距離とが相殺する関係になり、ペッツバル和の値が小さくなる。
- [0201] また、レンズL[LS2o]の物体側凹面は、例えば、レンズL[LS1o]の物体側凸面(正パワー)によって収斂する過程の光をうける。したがって、レンズL[LS2o]の物体側凹面は、極小サイズになる前の各光束に対して収差補正するので、各光束の周縁の収差も補正する。

- [0202] また、レンズL[LS1o]の物体側凸面とレンズL[LS2o]の物体側凹面との間隔は、近すぎることもなく遠すぎることもない。そのため、レンズL[LS2o]の物体側凹面の曲率は、レンズL[LS1o]の物体側凸面の正パワーに応じて制約は加わるものの自由度は高い。したがって、ペッツバール和をゼロに近づけるためのレンズL[LS2o]のレンズ設計がしやすい。
- [0203] なお、以上のような2種類の第2レンズブロックBK2の物体側に位置する第1レンズブロックBK1の種類は、特に限定されない。
- [0204] 例えば、各々の種類の第2レンズブロックBK2の物体側に、物体側凸面のレンズL[LS1o]および像側凸面のレンズL[LS1m]を含む第1レンズブロックBK1が並ぶ撮像レンズLNであってもよい(なお、レンズブロックBKとしては、第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2だけが含まれる撮像レンズLNでもよい)。また、この撮像レンズLNにおけるレンズL[LS1m]が、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と交わる部分を凹状とする非球面であってもよい。
- [0205] また、各々の種類の第2レンズブロックBK2の物体側に、物体側凸面のレンズL[LS1o]および像側凹面のレンズL[LS1m]を含む第1レンズブロックBK1が並ぶ撮像レンズLNであってもよい(なお、レンズブロックBKとしては、第1レンズブロックBK1および第2レンズブロックBK2だけが含まれる撮像レンズLNでもよい)。
- [0206] ところで、レンズブロックBKとしては第1レンズブロックBKのみを含むような撮像レンズLNでは、レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が物体側凹面であり、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が像側凸面であってもよい。このようになっていると、後側主点が像側に移動し、撮像レンズLNにおけるバックフォーカスが十分確保される。その上、この撮像レンズLNでは、以下の条件式(C5)が満たされると望ましい。この条件式(C5)は、レンズL[LS1m]の像側レンズ面が有する焦点距離を、撮像レンズLN全体(全系)の焦点距離で規定する。
- [0207]  $0.6 \leq f[L[LS1m]m] / f[all] \leq 2.0 \dots (C5)$

ただし、

$f[L[LS1m]m]$  : レンズL[LS1m]の像側レンズ面の焦点距離

$f[\text{all}]$  : 撮像レンズLN全体の焦点距離  
である。

[0208] 条件式(C5)の値が下限値を下回る場合、例えば、レンズL[LS1m]の像側レンズ面の正パワーが強すぎ、レンズL[LS1m]の像側レンズ面からの光の出射角度(ひいては第1ブロックBK1からの光の出射角度)が過剰に大きくなる。そのため、像面に対するテレセントリック性が低下する。また、レンズL[LS1m]の物体側レンズ面の正パワーが強すぎることに起因して、撮像レンズLNにて収差が発生しやすい。

[0209] 一方、条件式(C5)の値が上限値を上回る場合、例えば、レンズL[LS1m]の像側レンズ面の焦点距離が比較的長いことに起因して、撮像レンズLNの光学全長が増大する。

[0210] 以上から、条件式(C5)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はコンパクトで高性能(例えば、テレセントリック性、高い収差補正機能)を有する。

[0211] なお、以上のような物体側凹面のレンズL[LS1o]および像側凸面のレンズL[LS1m]を含む撮像レンズLNでの色収差を引き起こす光の屈折方向は、物体側凸面のレンズL[LS1o]および像側凹面のレンズL[LS1m]を含む撮像レンズLNでの色収差を引き起こす光の屈折方向と異なる。ただし、このような撮像レンズLNであっても、条件式(C3)および条件式(C4)の少なくとも一方の条件式が満たされると、色収差補正上、望ましい。

[0212] また、撮像レンズLNでは、以下の条件式(C6)が満たされると望ましい。この条件式(C6)は、光学全長で第1レンズ基板LSの厚みを規定する。

[0213]  $0.03 \leq d[\text{LS1}] / \text{TL} \leq 0.34 \dots (C6)$

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TL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。

[0214] 条件式(C6)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くなると、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。

[0215] 一方、条件式(C6)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。

[0216] 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。

[0217] 以上から、条件式(C6)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(C6)の条件範囲のなかでも、以下の条件範囲を定めた条件式(C6a)が満たされると望ましい。

$$0.065 \leq d[LS1]/TL \leq 0.19 \quad \dots \quad (C6a)$$

[0218] なお、条件式(C3)および(C4)の少なくとも1つの条件式を満たす撮像レンズLN、並びに、条件式(CC1)および(CC2)を満たす撮像レンズLNにて、条件式(C6)の値が満たされると、光が第1レンズ基板LS1を通過する過程にて、短波長光の光路SW2および長波長光の光路LW2によって形成される光の帯の広がり(光の分散)は適切に抑制される。

[0219] また、撮像レンズLNでは、以下の条件式(C7)が満たされると望ましい。この条件式(C7)は、光学全長でレンズブロックBK間における空気間隔の総和を規定する。

$$Ar/TL \leq 0.5 \quad \dots \quad (C7)$$

ただし、

Ar : 撮像レンズLNにて、隣り合うレンズブロックBK同士の空気間隔の総和(ただし、レンズブロックBKを除くパワーを有さない光学素子の厚みは、空気換算した後、空気間隔に含む)

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。

[0221] 条件式(C7)を満たすコンパクトな撮像レンズLNは、撮像素子SRと一体化したコンパクトなモジュール(カメラモジュール)となる。そして、このカメラモジュールは、ペーパ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。

[0222] このような実装過程におけるリフロー処理では、撮像レンズLNは、300°C近く(250~280°C程度)の環境下に置かれる。すると、図18Cに示すように、スペーサ部材B1を介して密閉されるレンズブロックBK間の空気は膨張する。このような空気膨張が過剰に起きてしまうと、レンズブロック同士が乖離し、撮像レンズLNが破損しかねない。

[0223] そこで、このような撮像レンズLNの破損を防止すべく、撮像レンズLNは、条件式(C7)を満たすと望ましい。つまり、撮像レンズLNにおける空気間隔は極力短いと望ましい。特に、条件式(C7)の条件範囲のなかでも、以下の条件範囲を定めた条件式(C7a)が満たされると望ましい。この条件式の範囲であれば、撮像レンズLNが密閉された場合に、閉じ込められる空気が充分小さくなる。

$$Ar/TL \leq 0.45 \quad \dots (C7a)$$

[0224] なお、撮像レンズLNが高温環境下に置かれることを想定して、比較的耐熱性の高いガラスで、レンズ基板LSが形成されると望ましい。特に、そのガラスが、高軟化温度のガラスであると一層望ましい(なお、レンズLについての耐熱性等については後述する)。

[0225] なお、以下に、全ての実施例(EX1~EX8)における条件式(C1~C7)の結果を表にして示す。この表においては、下線および“—”は条件を満たさないことを意味し、“○”は条件を満たすことを意味する。また、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。

[表17]

C1	0. 1 <   N[LS1] - N[L[LS1o]]   ... (C1)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	0.142	0.201	0.199	0.188	0.188	0.101	0.111	0.193
C2	0. 6 ≤ f[L[LS1o]o] / f[all] ≤ 2. 0 ... (C2)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	0.89	1.09	2.00	0.93	0.98	1.60	1.68	-
C3	0. 1 < N[LS1] - N[L[LS1o]] ... (C3)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	0.142	0.201	0.199	0.188	0.188	0.101	0.111	0.193
C4	ν[LS1] < ν[L[LS1o]] ... (C4)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	○	○	○	○	○	-	○	-
C5	0. 6 ≤ f[L[LS1m]m] / f[all] ≤ 2. 0 ... (C5)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	×	×	×	×	×	×	×	0.99
C6	0. 03 ≤ d[LS1] / TL ≤ 0. 34 ... (C6)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	0.09	0.12	0.26	0.17	0.17	0.30	0.34	0.22
C7	Ar / TL ≤ 0. 5 ... (C7)							
	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8
	0.26	0.43	0.45	0.29	0.26	<u>0.58</u>	<u>0.51</u>	<u>0.67</u>

[0226] [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。

[0227] 樹脂は、加工性に優れている。そのため、実施の形態1で列挙してきたレンズ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。

[0228] 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。

[0229] 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]

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

ただし、

n : 樹脂の屈折率

t : 温度

$\alpha$  : 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。

[0230] 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。

[0231] 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ためである。

[0232] 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)。

[0233] 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( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )等}を分散させた混合樹脂が開示される。

- [0234] 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。
- [0235] 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。
- [0236] 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)。
- [0237] 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。
- [0238] 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。
- [0239] 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

困で、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、1つまたは2つ含まれるとともに、

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レンズブロックが、最も物体側に位置して、正パワーを発揮し、

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(C1)が満たされる撮像レンズ。

$$0.1 < |N[LS1] - N[L[LS1o]]| \cdots (C1)$$

ただし、

$N[LS1]$  : 第1レンズ基板の屈折率

$N[L[LS1o]]$  : レンズL[LS1o]の屈折率

である。

- [2] 前記レンズL[LS1o]の物体側レンズ面が、物体側凸面であり、  
下記条件式(C2)が満たされる請求項1に記載の撮像レンズ。

$$0.6 \leq f[L[LS1o]o] / f[all] \leq 2.0 \cdots (C2)$$

ただし、

$f[L[LS1o]o]$  : レンズL[LS1o]の物体側レンズ面の焦点距離

$f[all]$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

である。

- [3] 下記条件式(C3)が満たされる請求項2に記載の撮像レンズ。

$$0.1 < N[LS1] - N[L[LS1o]] \cdots (C3)$$

- [4] 下記条件式(C4)が満たされる請求項1～3のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$v[LS1] < v[L[LS1o]] \cdots (C4)$$

ただし、

$\nu$  [LS1] : 第1レンズ基板のアッベ数

$\nu$  [L[LS1o]] : レンズL[LS1o]のアッベ数

である。

- [5] 前記レンズブロックが前記第1レンズブロックだけであり、  
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]の像側レンズ面が、像側凸面である請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。
- [6] 前記レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とする非球面にする請求項5に記載の撮像レンズ。
- [7] 前記レンズブロックが前記第1レンズブロックだけであり、  
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]の像側レンズ面が、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。
- [8] 前記レンズブロックは2つだけであり、  
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]の像側レンズ面が、像側凸面であり、  
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]の物体側レンズ面は、物体側凸面でかつ非球面であり、

前記レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[9] 前記レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とする非球面にする請求項8に記載の撮像レンズ。

[10] 前記レンズブロックは2つだけであり、  
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]の像側レンズ面が、像側凹面であり、  
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]の物体側レンズ面は、物体側凸面でかつ非球面であり、  
前記レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[11] 前記レンズブロックは2つだけであり、  
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]の像側レンズ面が、像側凸面であり、  
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]の物体側レンズ面は、物体側凹面であり、  
前記レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[12] 前記レンズL[LS1m]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と交わる部分を凹状とする非球面にする請求項11に記載の撮像レンズ。

[13] 前記レンズブロックは2つだけであり、  
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]の像側レンズ面が、像側凹面であり、  
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]の物体側レンズ面は、物体側凹面であり、  
前記レンズL[LS2m]の像側レンズ面は、非球面である請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[14] 前記レンズブロックが前記第1レンズブロックだけであり、  
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[LS1o]の物体側レンズ面は、物体側凹面であり、  
前記レンズL[LS1m]の像側レンズ面は、像側凸面であり、  
下記条件式(C5)が満たされる請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。  
$$0.6 \leq f[L[LS1m]m] / f[all] \leq 2.0 \quad \dots \quad (C5)$$

ただし、

$f[L[LS1m]m]$  : レンズL[LS1m]の像側レンズ面の焦点距離

$f[\text{all}]$  :撮像レンズ全系の焦点距離

である。

[15] 下記条件式(C6)が満たされる請求項1~14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.03 \leq d[\text{LS1}] / \text{TL} \leq 0.34 \quad \dots \quad (\text{C6})$$

ただし、

$d[\text{LS1}]$  :第1レンズ基板の光軸上の厚み

$\text{TL}$  :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。

[16] 下記の条件式(C7)が満たされる請求項1~15のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$\text{Ar} / \text{TL} \leq 0.5 \quad \dots \quad (\text{C7})$$

ただし、

$\text{Ar}$  :撮像レンズにて、隣り合うレンズブロック同士の空気間隔の総和(ただし、レンズブロックを除くパワーを有さない光学素子の厚みは、空気換算した後、空気間隔に含む)

$\text{TL}$  :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。

[17] 前記レンズ基板がガラス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] 前記レンズが樹脂で形成される請求項1~17のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[19] 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18に記載の撮像レンズ。

[20] 前記樹脂は、硬化型樹脂である請求項18または19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。

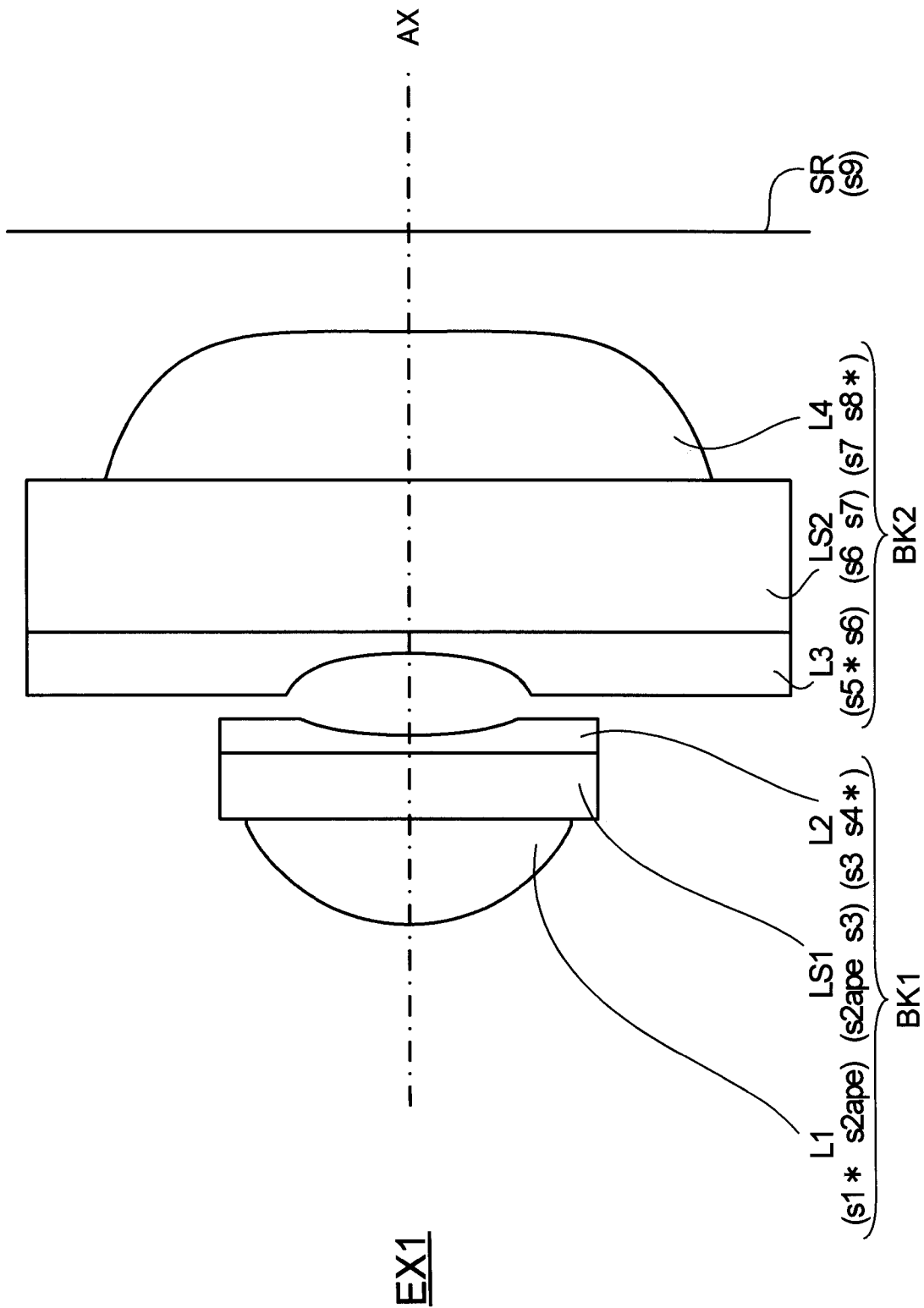
[23] 請求項1～20のいずれか1項に記載の撮像レンズの製造方法にあつて、  
複数の前記レンズブロックを並べて含むユニットを、レンズブロック  
ユニットとすると、

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、

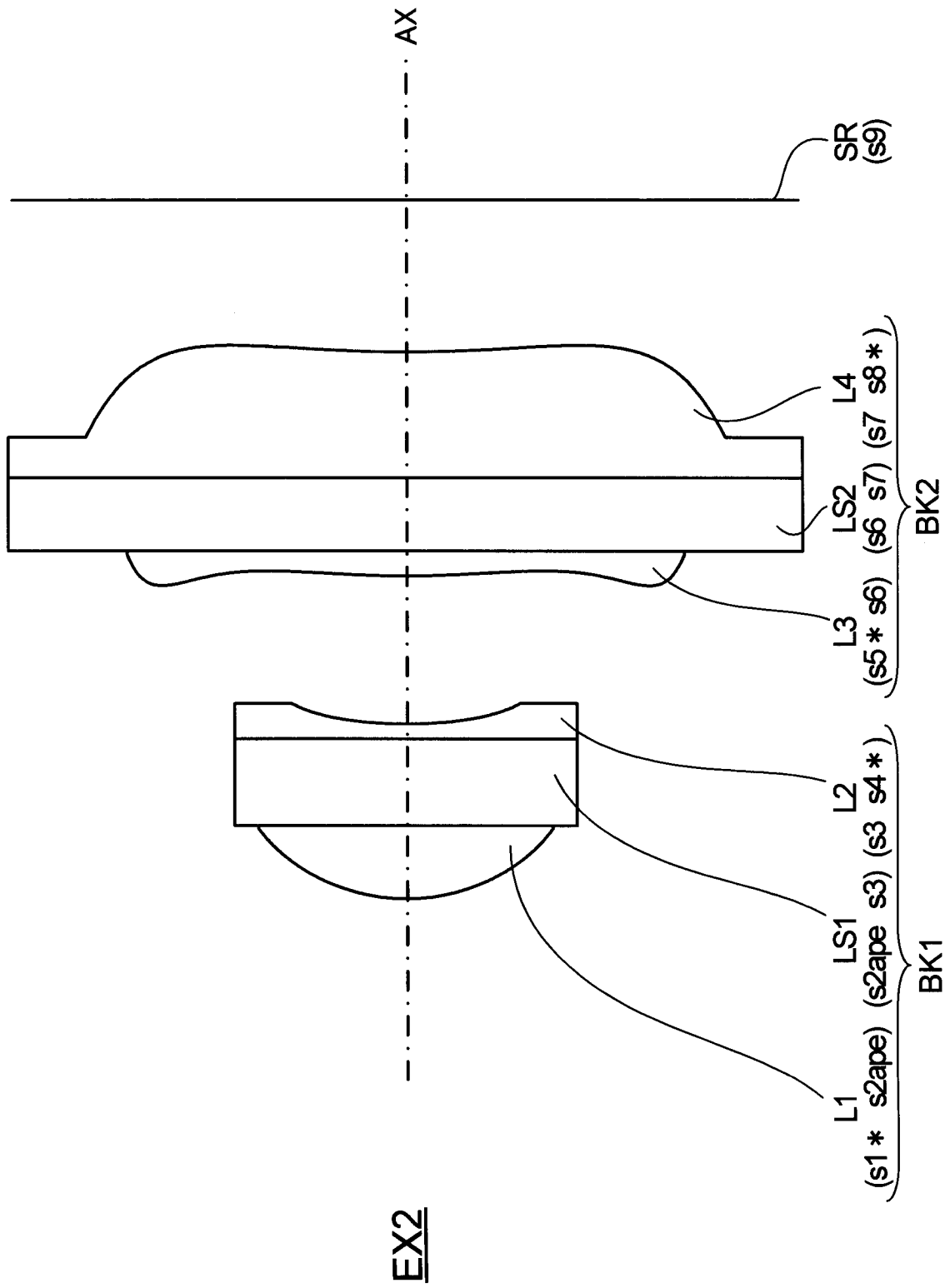
前記のつながるレンズブロックユニットを、前記スペーサに沿つて切断する切断  
工程と、

を含む撮像レンズの製造方法。

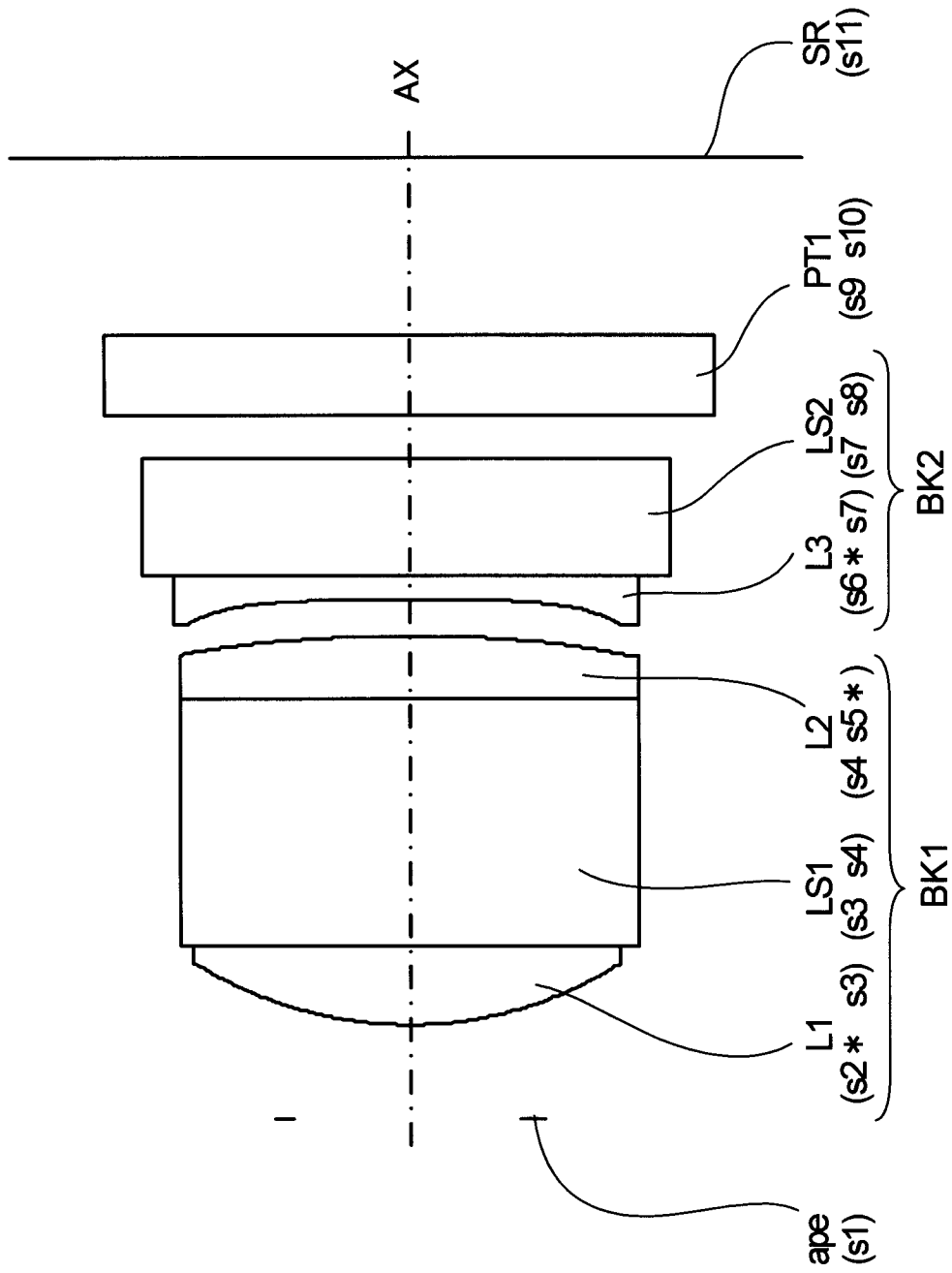
[図1]



[図2]

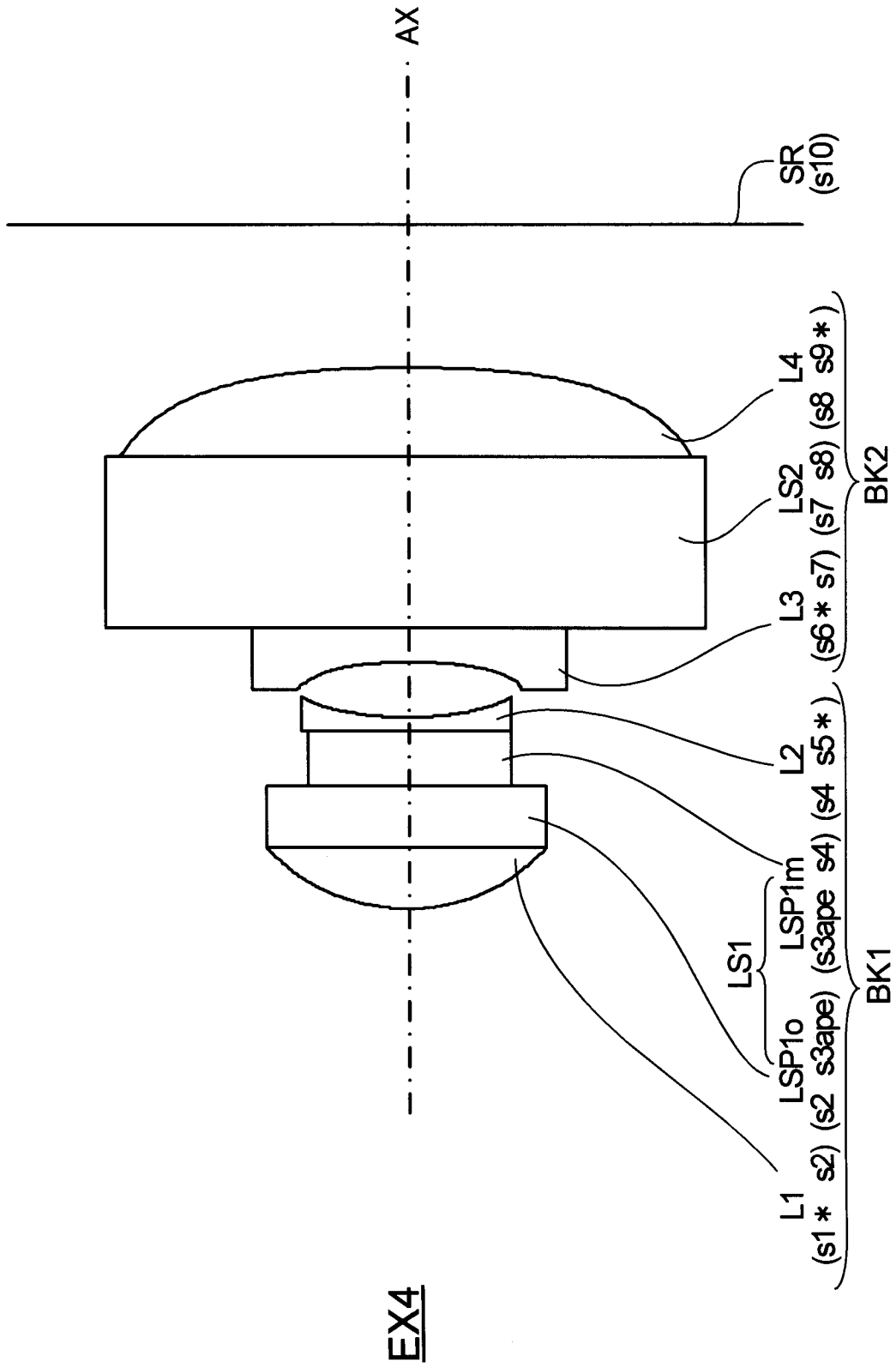


[図3]

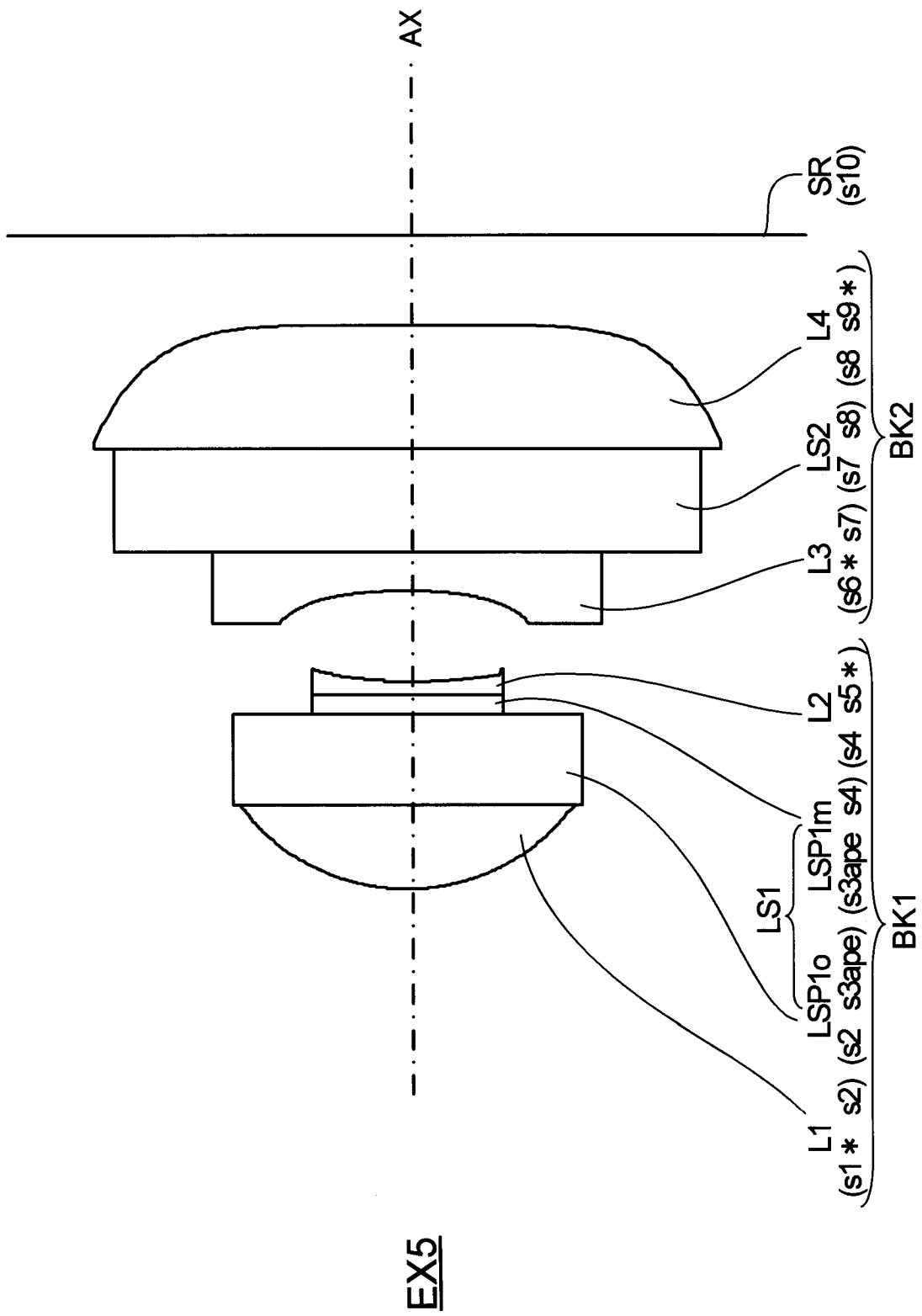


EX3

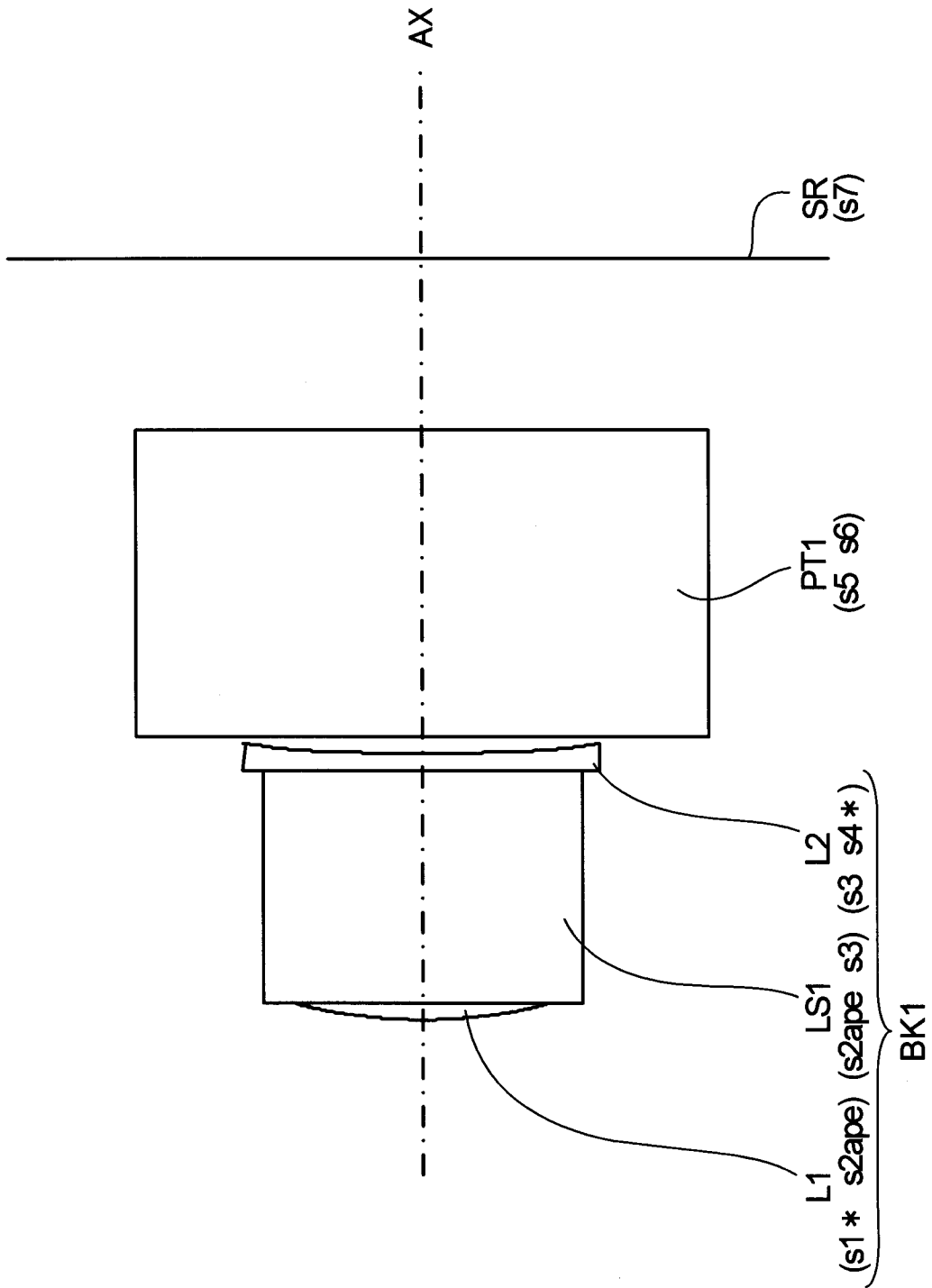
[図4]



[図5]

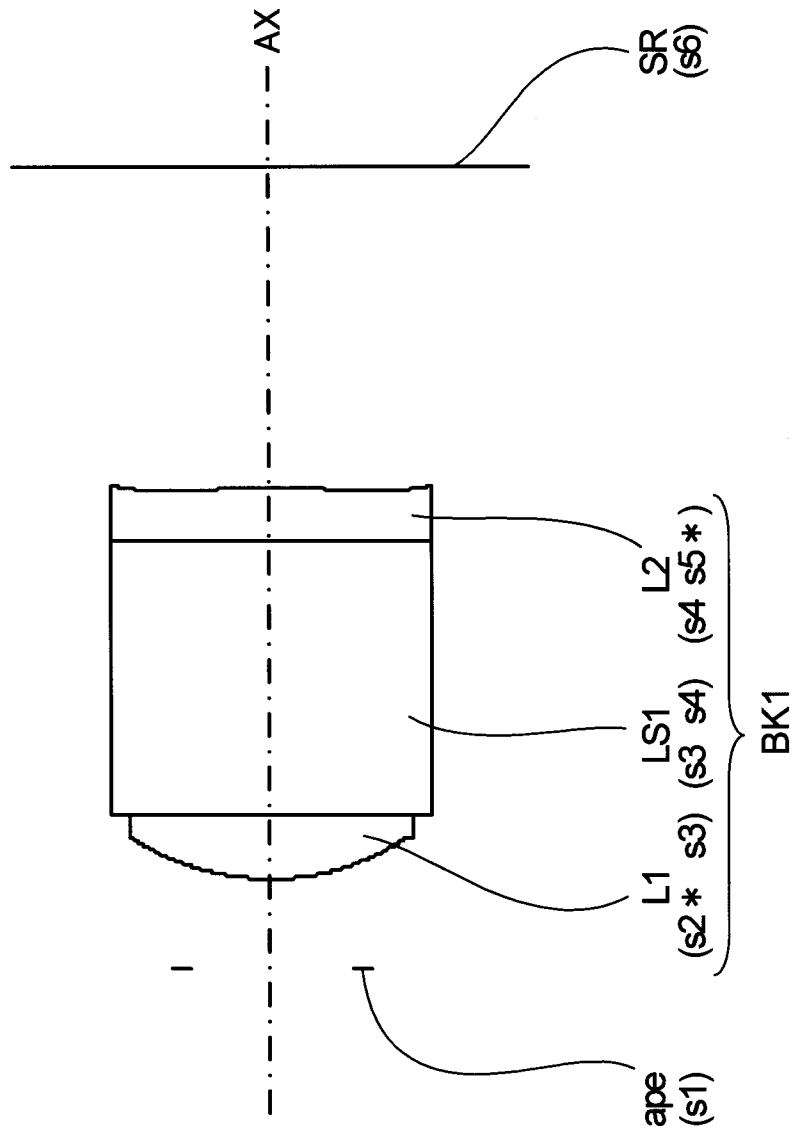


[図6]



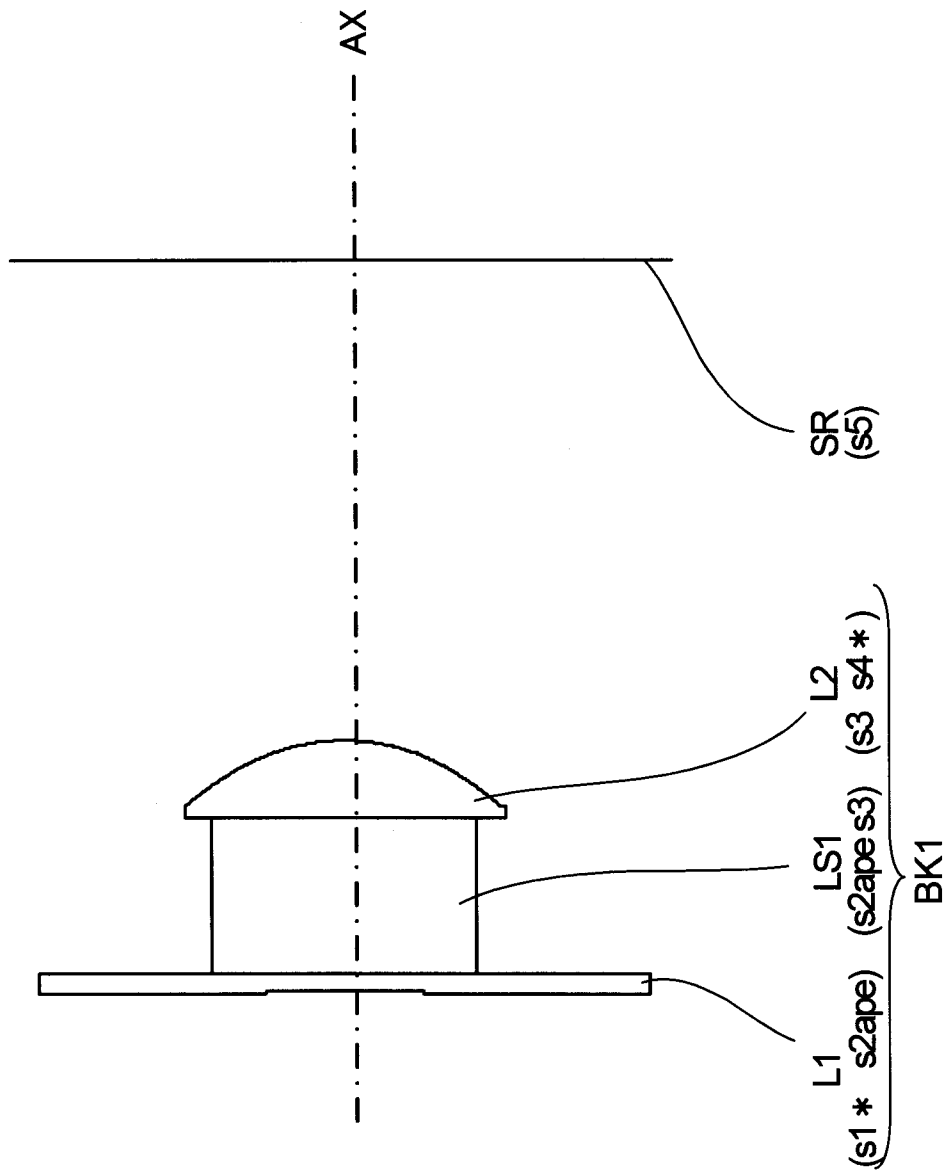
EX6

[図7]

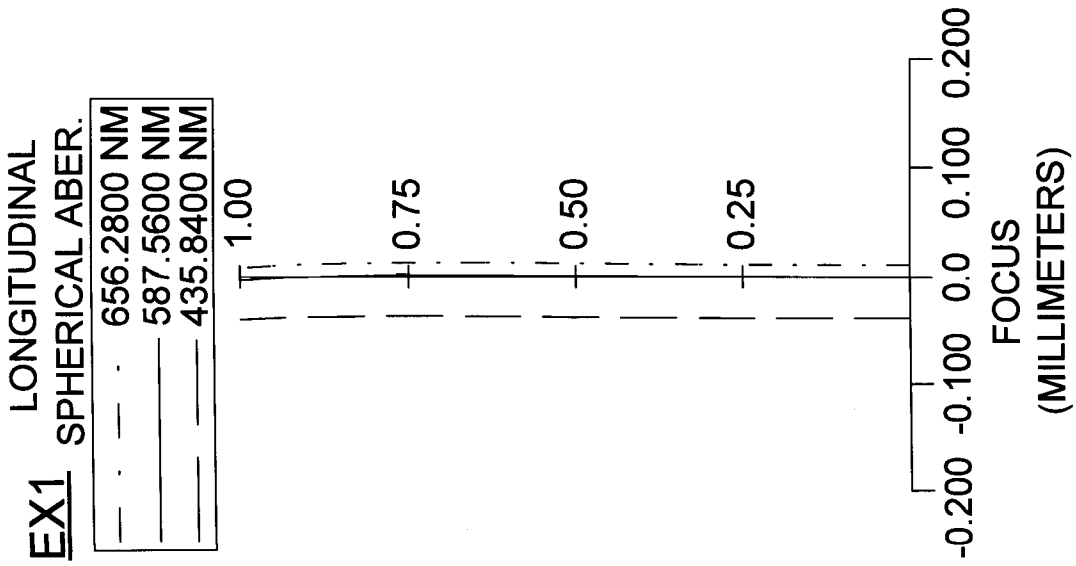


EX7

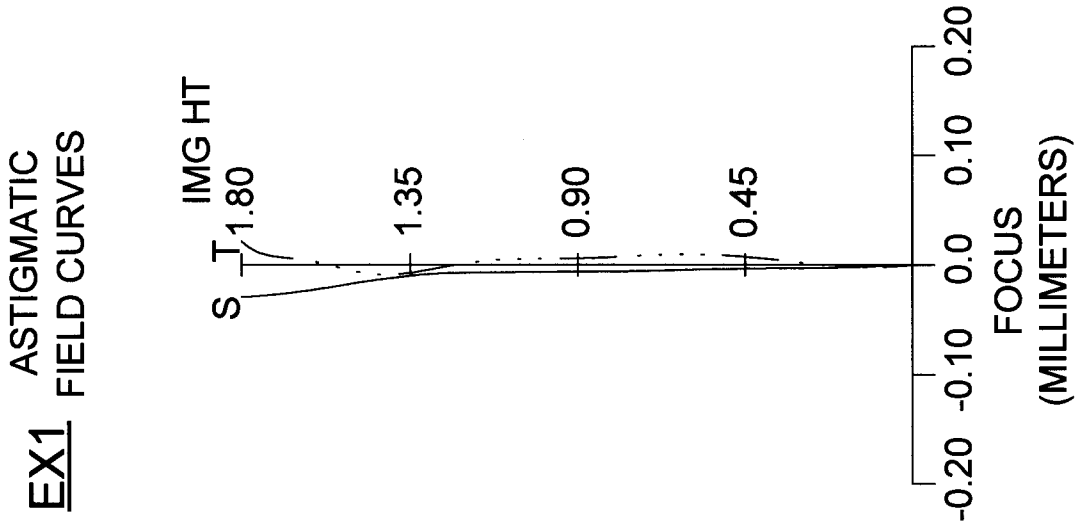
[図8]

EX8

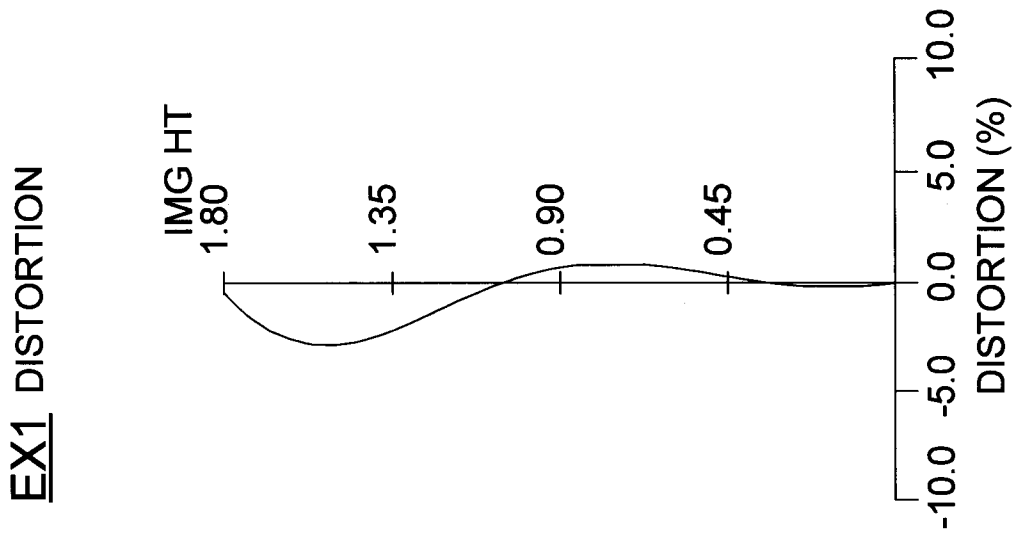
[图9A]



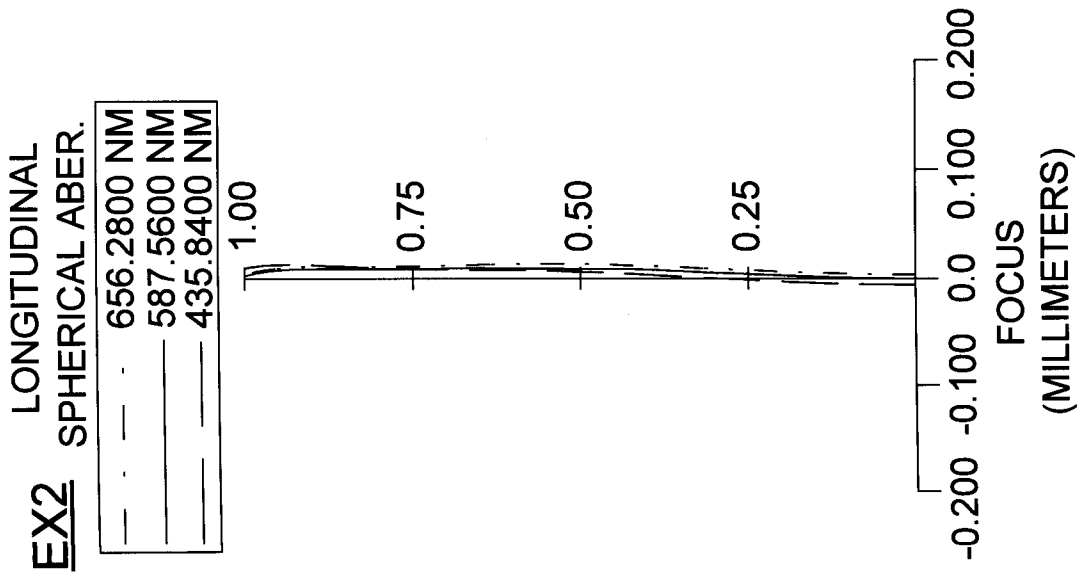
[图9B]



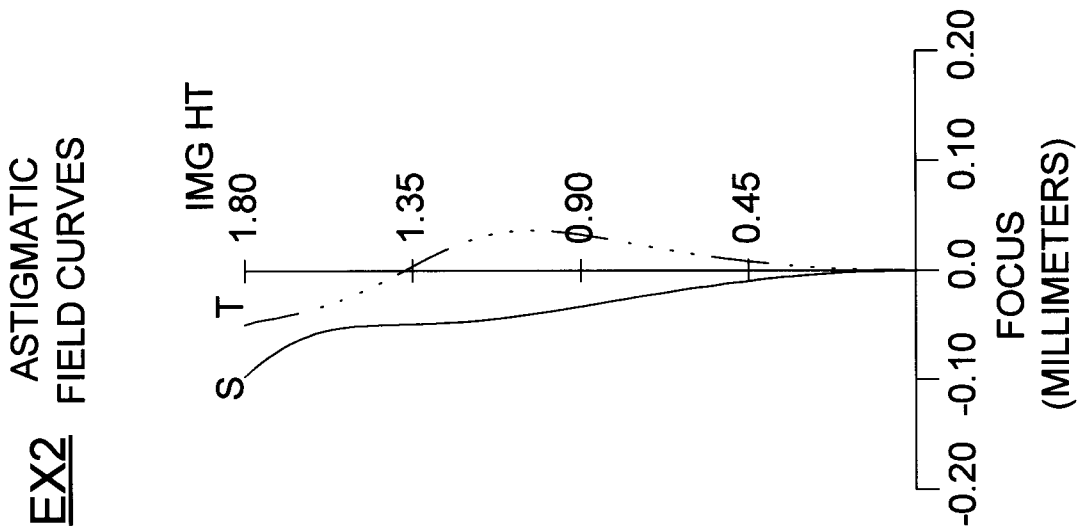
[图9C]



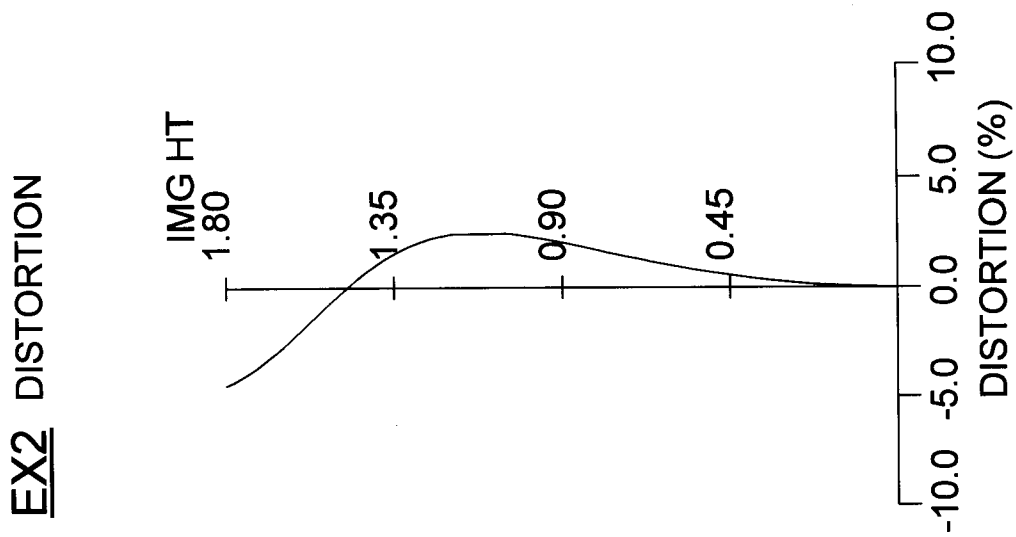
[圖10A]



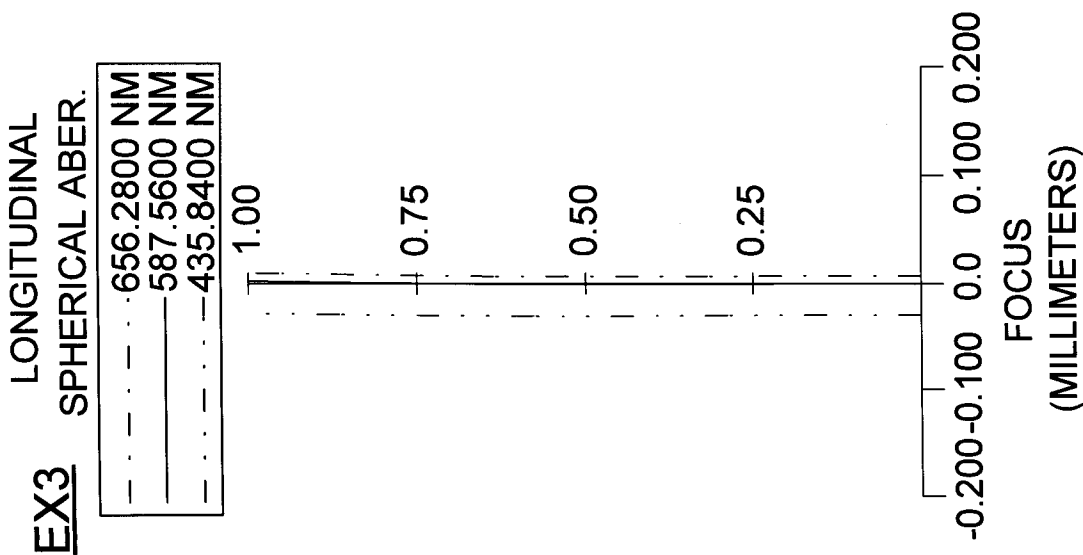
[圖10B]



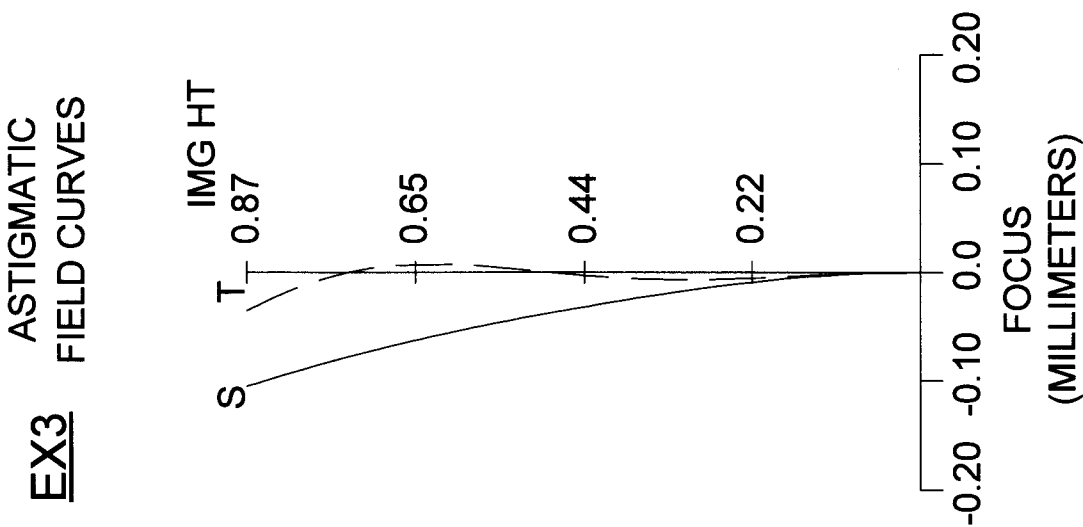
[圖10C]



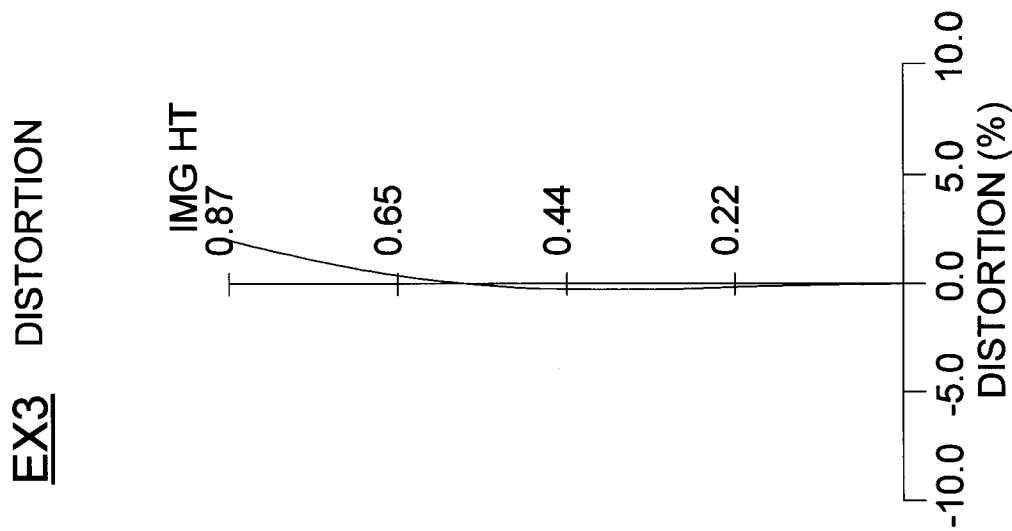
[X]11A



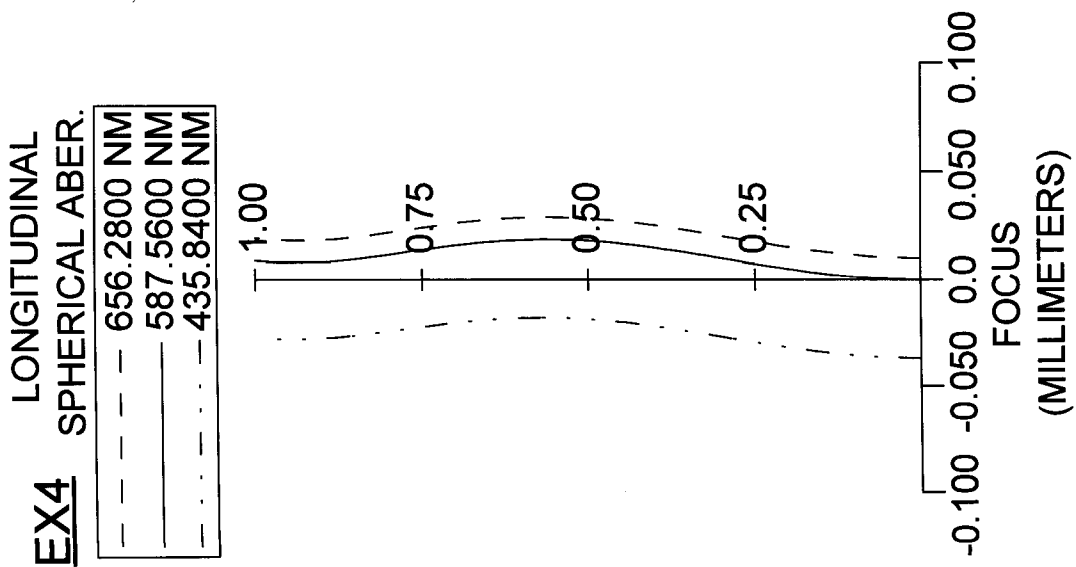
[X]11B



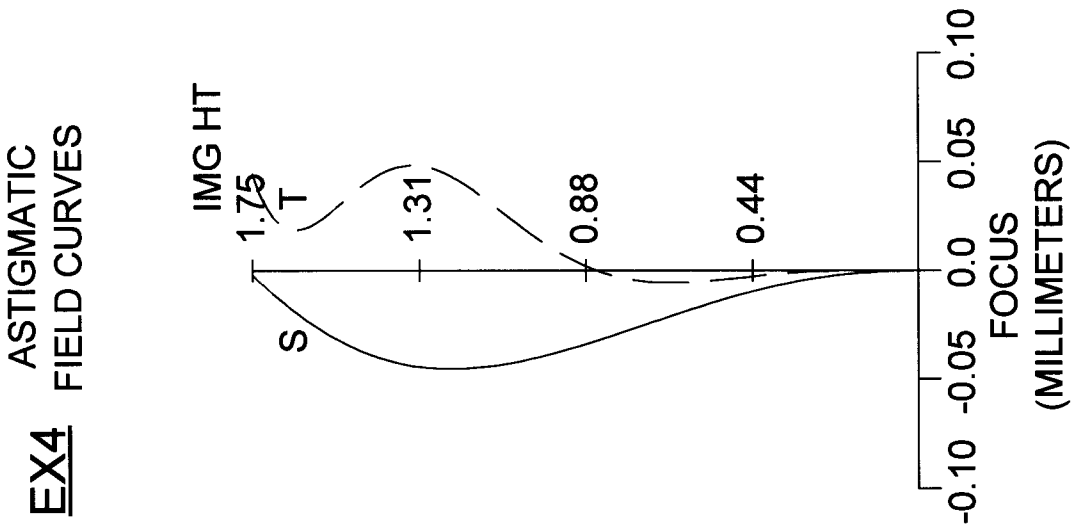
[X]11C



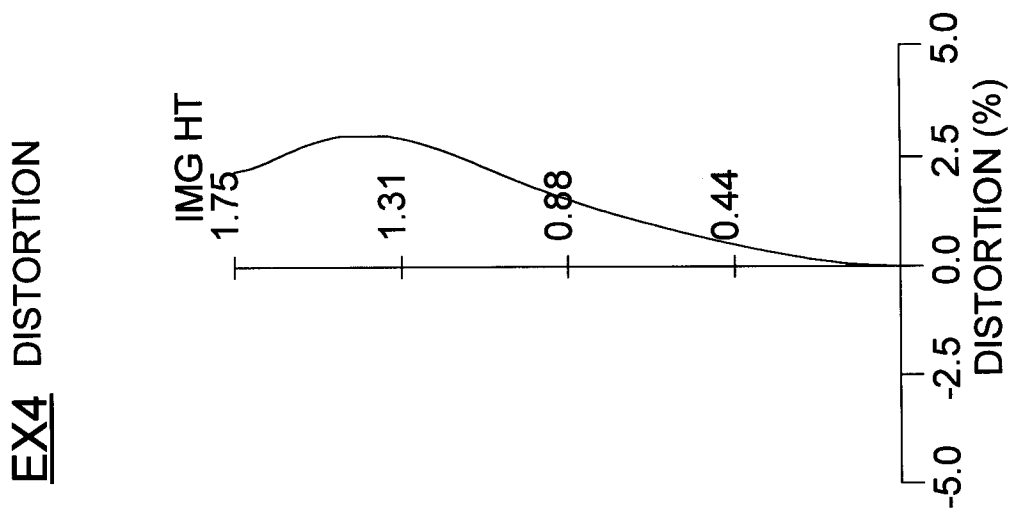
[圖]12A



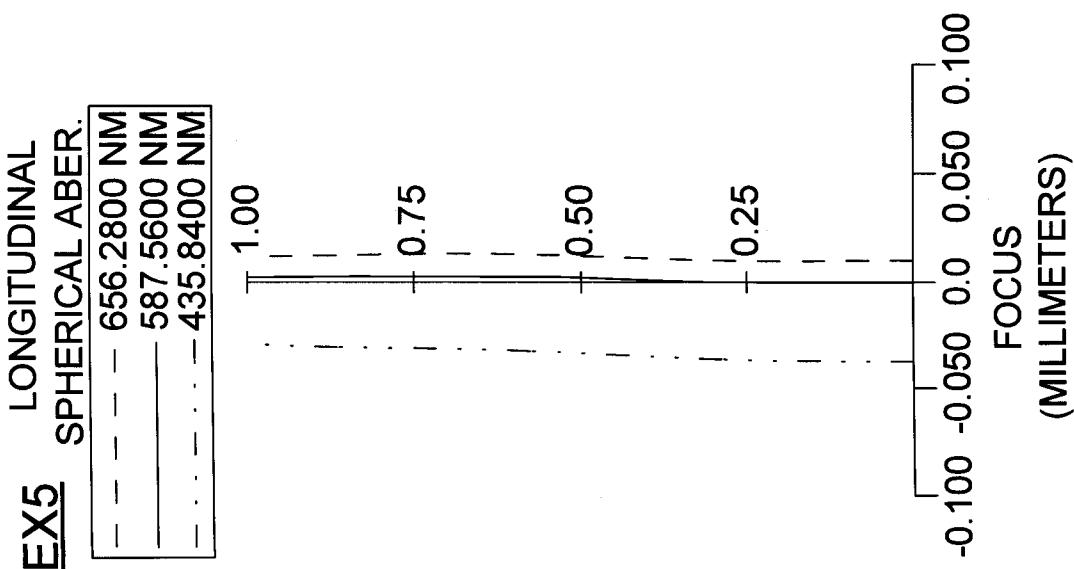
[圖]12B



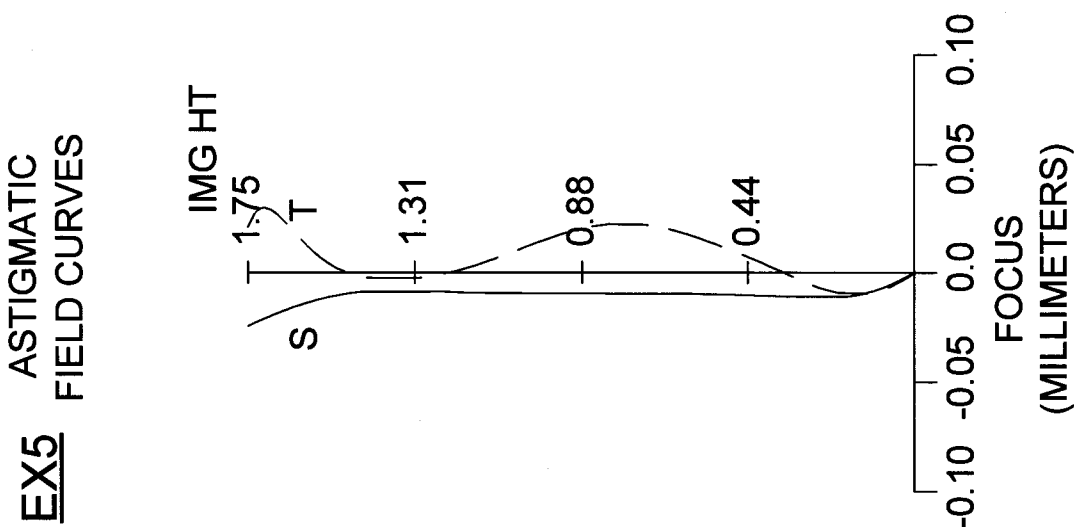
[圖]12C



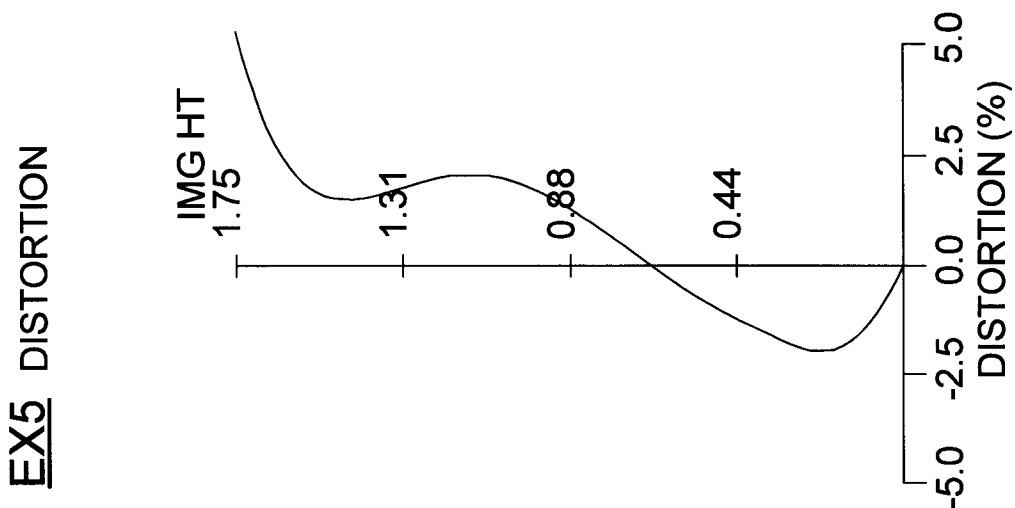
[图13A]



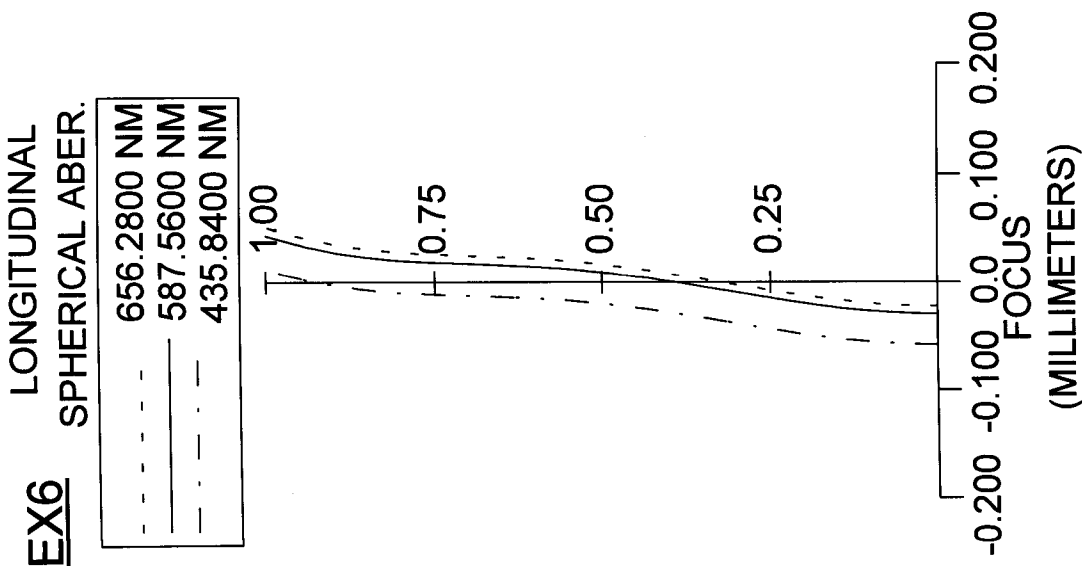
[图13B]



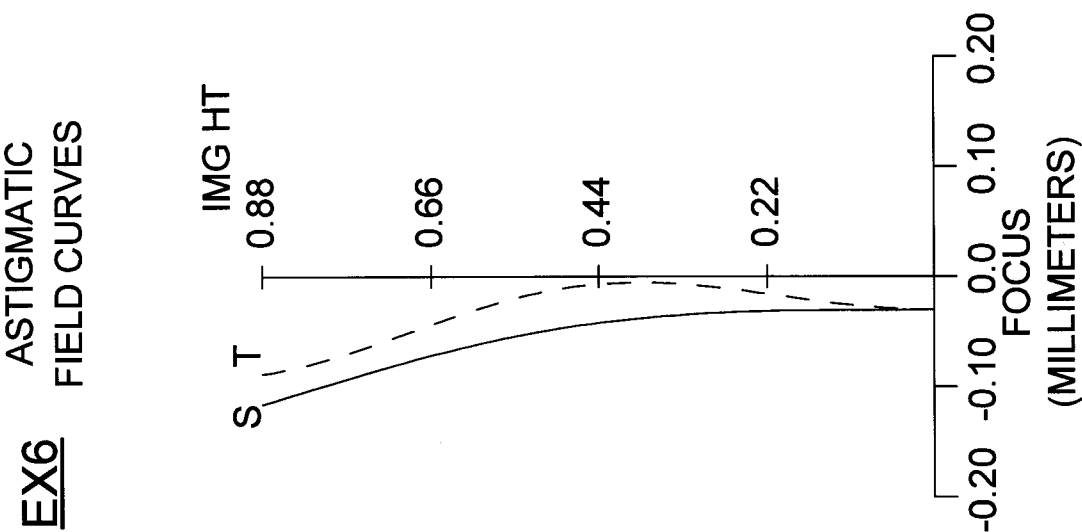
[图13C]



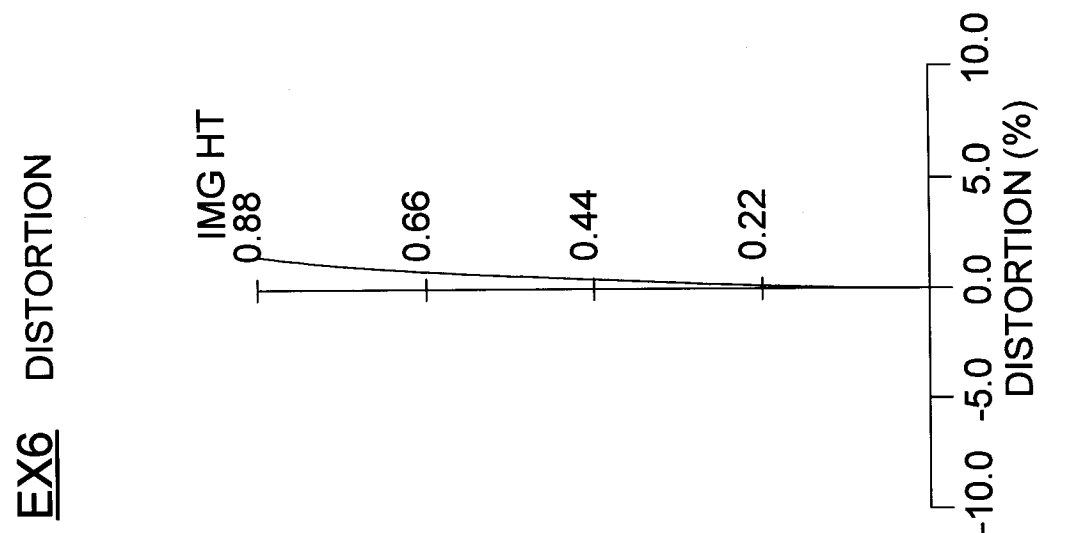
[图14A]



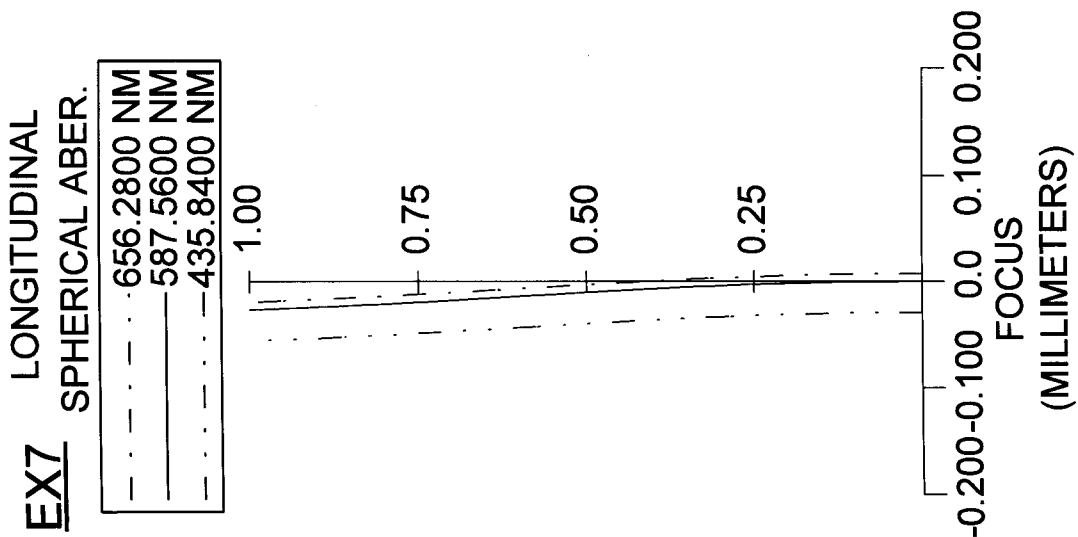
[图14B]



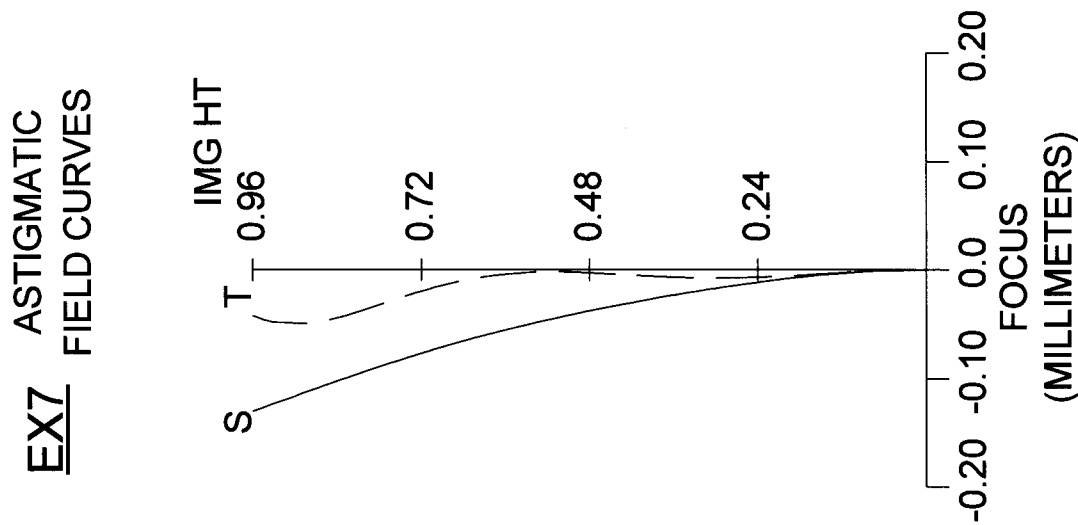
[图14C]



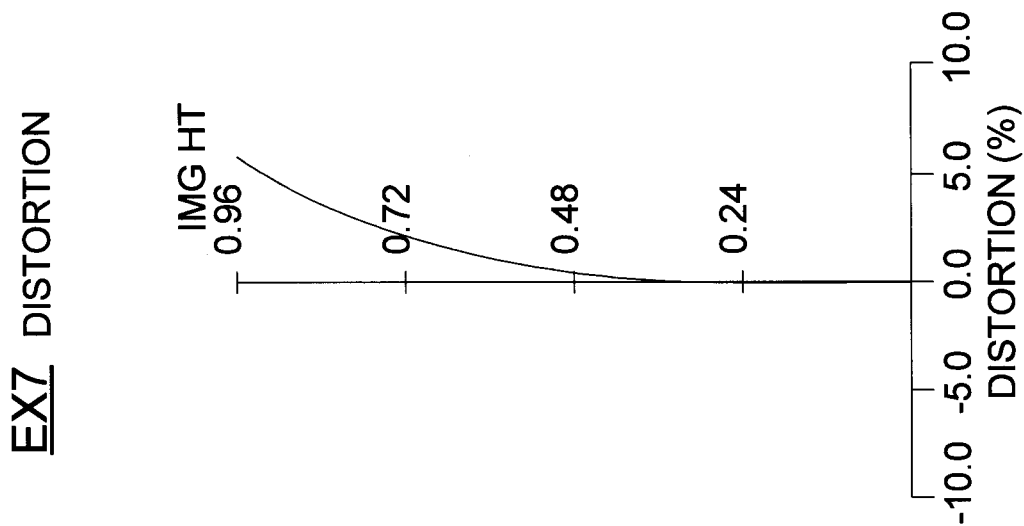
[15A]



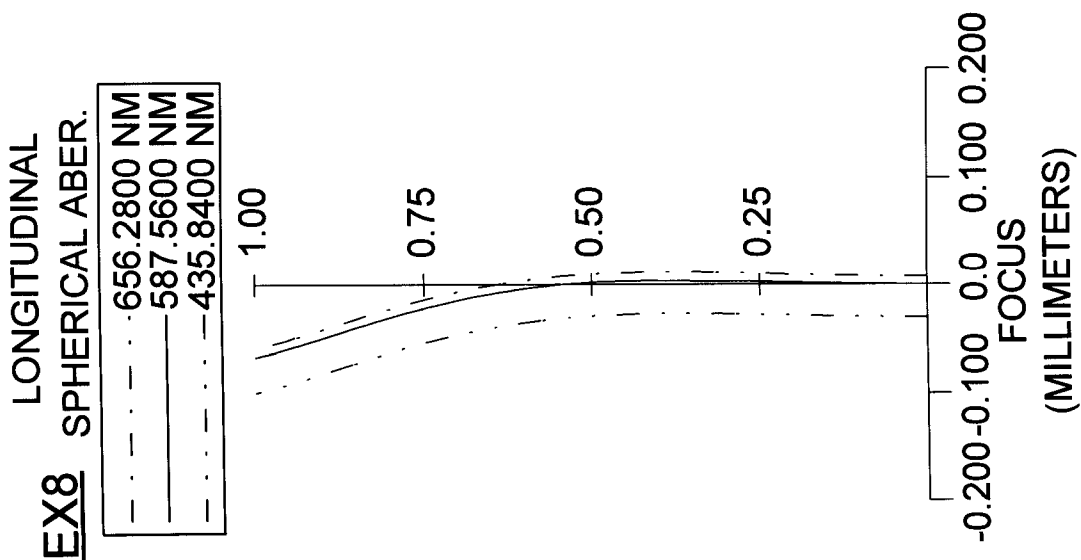
[15B]



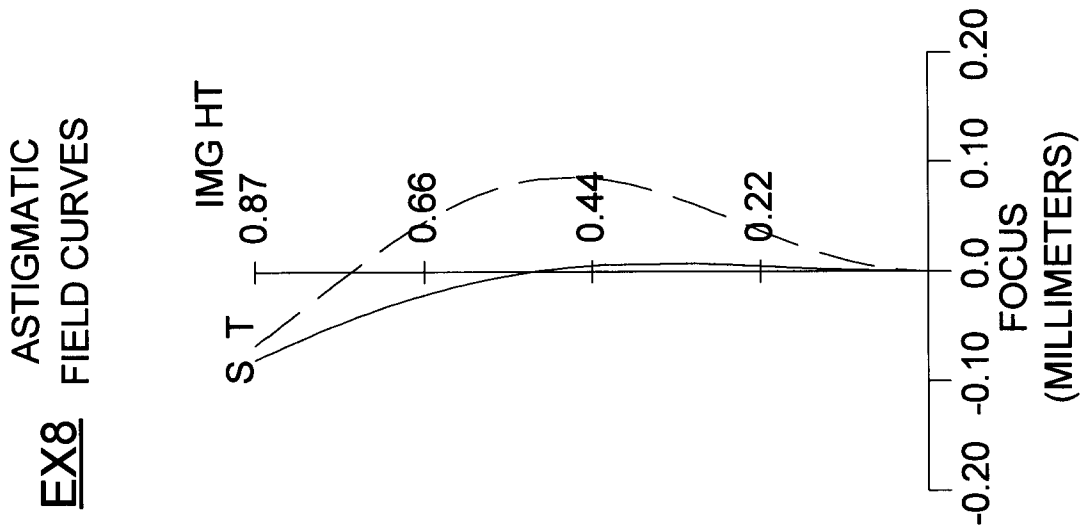
[15C]



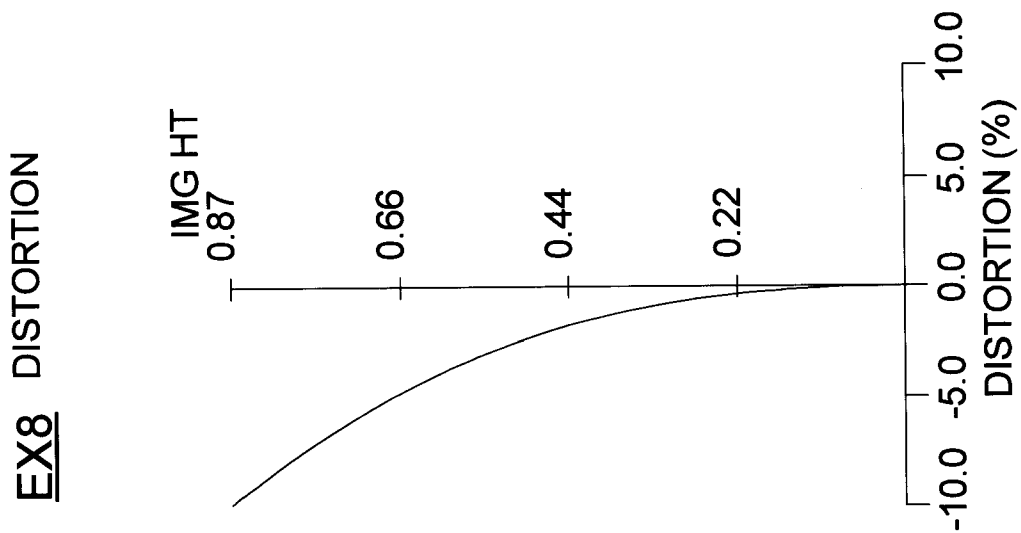
[圖]16A



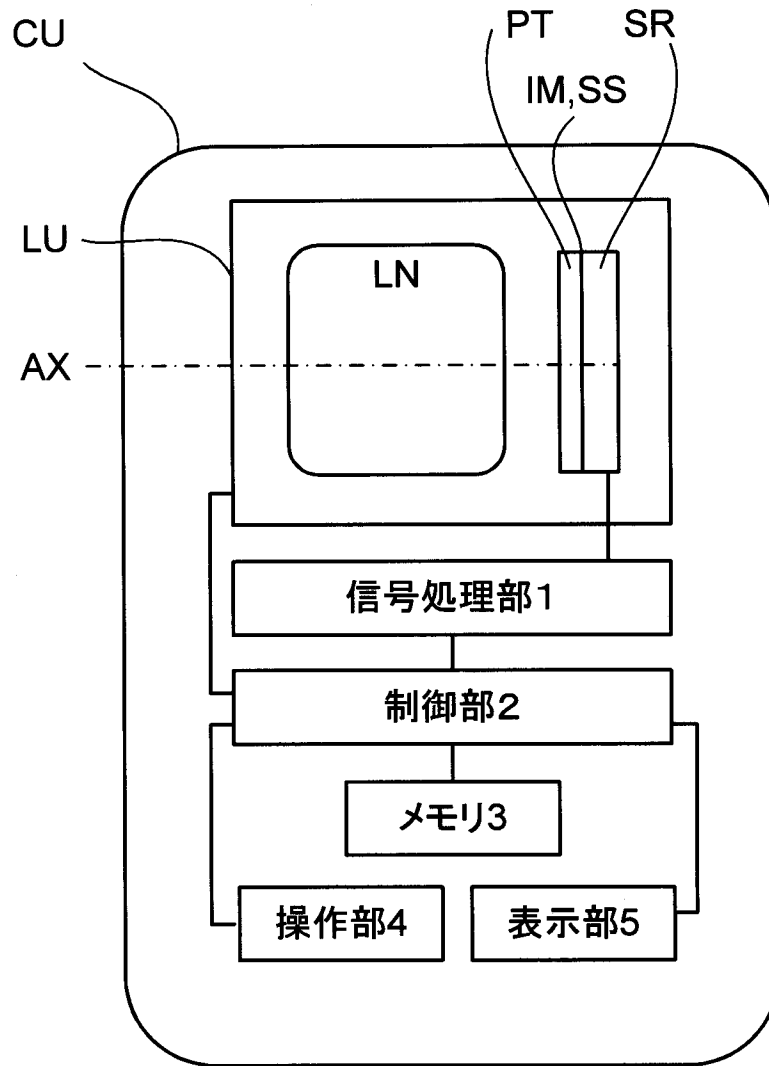
[圖]16B



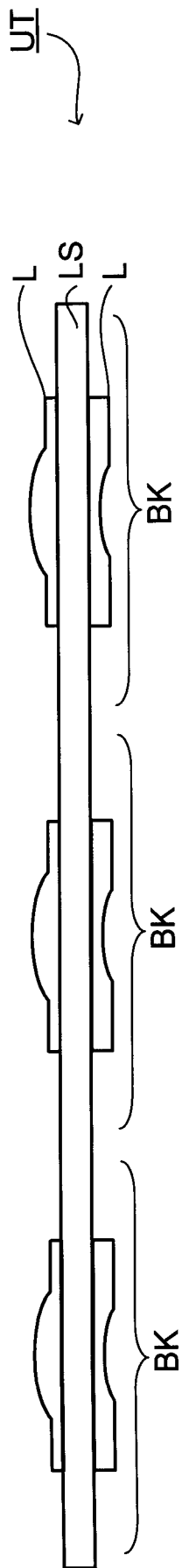
[圖]16C



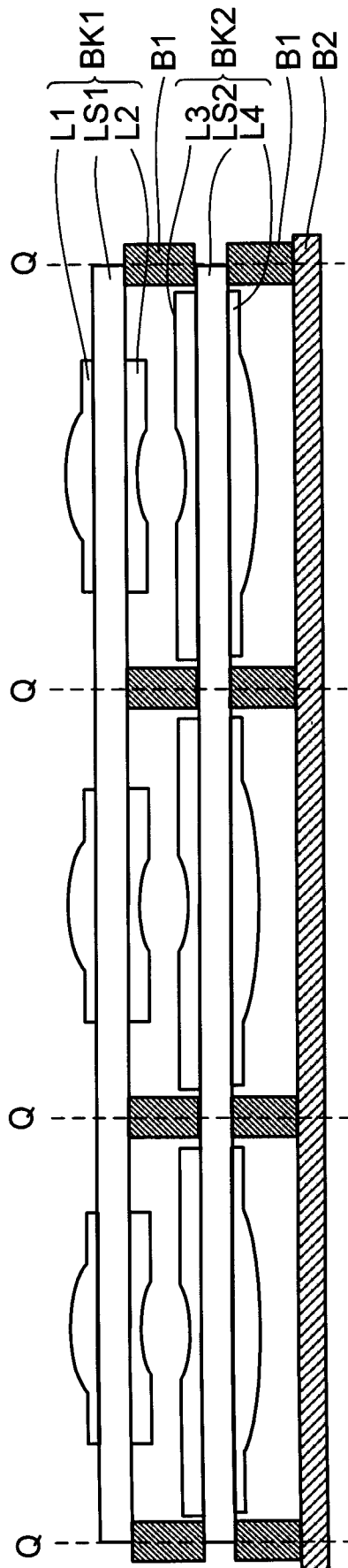
[図17]



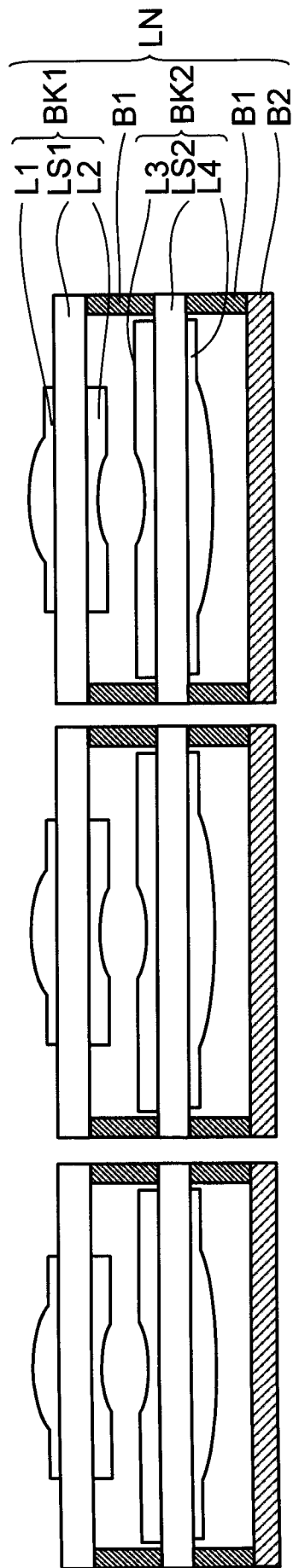
[図18A]



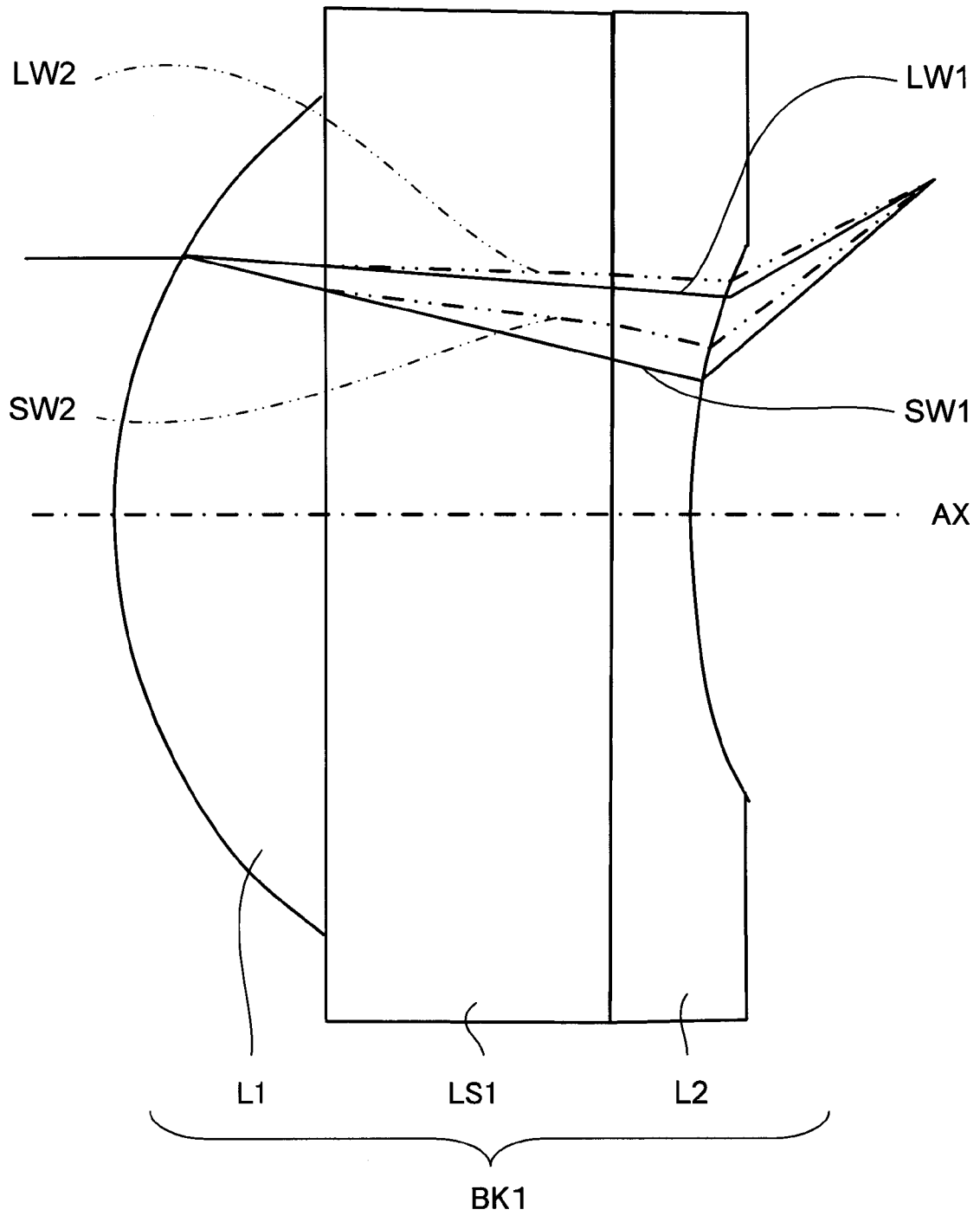
[図18B]



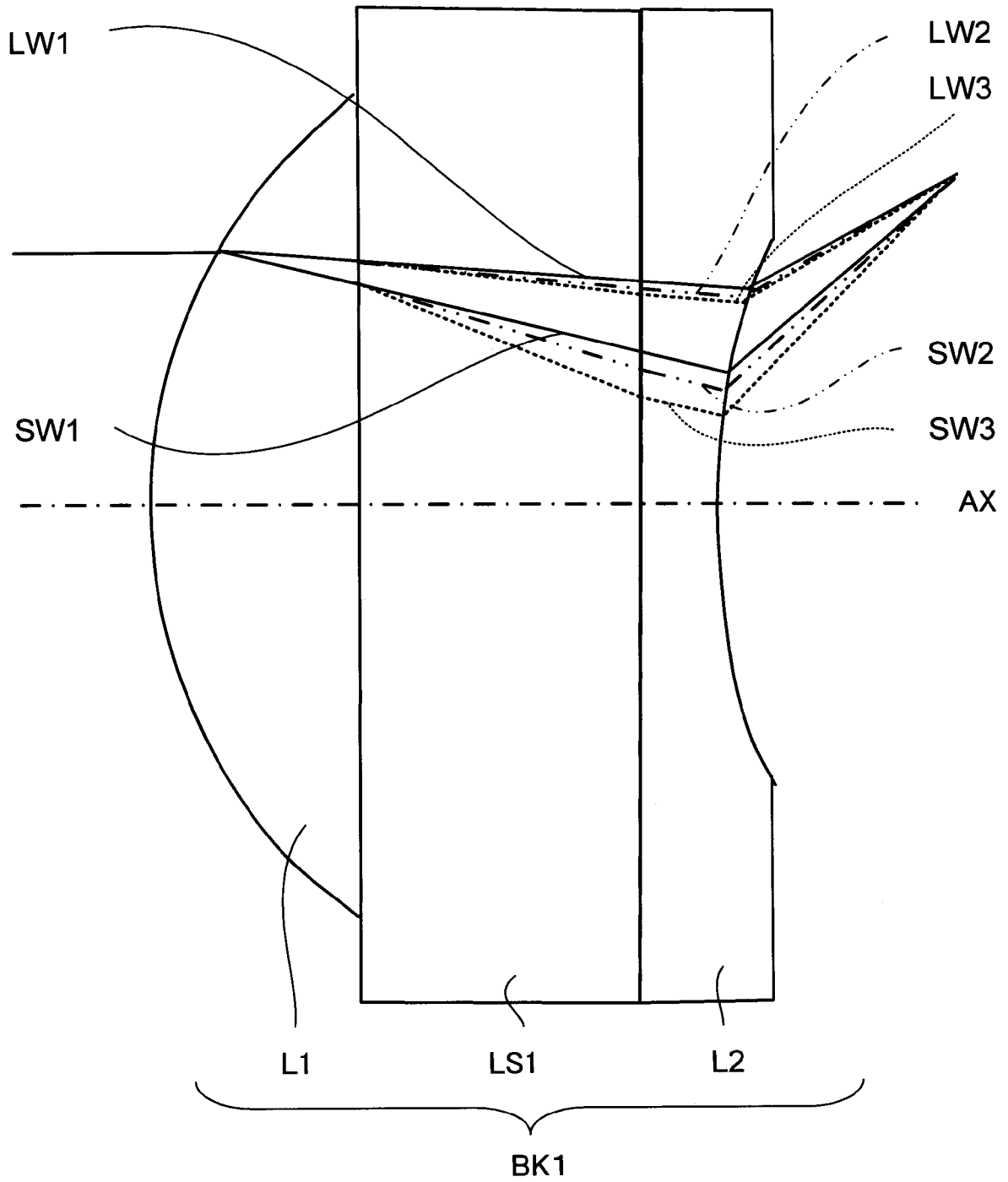
[図18C]



[図19]



[図20]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2008/052763

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.
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	1-3, 10, 15-18, 20-22 5, 19 4-9, 11-14, 23
Y	JP 2004-312239 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 November, 2004 (04.11.04), Par. Nos. [0018], [0019]; Fig. 4 (Family: none)	5
Y	JP 2006-349948 A (Canon Inc.), 28 December, 2006 (28.12.06), Par. Nos. [0121], [0122] & US 2006/285229 A1	19

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 15 May, 2008 (15.05.08)	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.

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	
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	1-3, 10, 15-18, 20-22	
Y		5, 19	
A		4-9, 11-14, 23	
Y	JP 2004-312239 A (三菱電機株式会社) 2004.11.04, 【0018】, 【0019】, 【図4】 (ファミリーなし)	5	
Y	JP 2006-349948 A (キヤノン株式会社) 2006.12.28, 【0121】, 【0122】 & US 2006/285229 A1	19	
<input 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		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 15.05.2008		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	2V   9120
		電話番号 03-3581-1101	内線 3271