

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 6 月 4 日(04.06.2015)



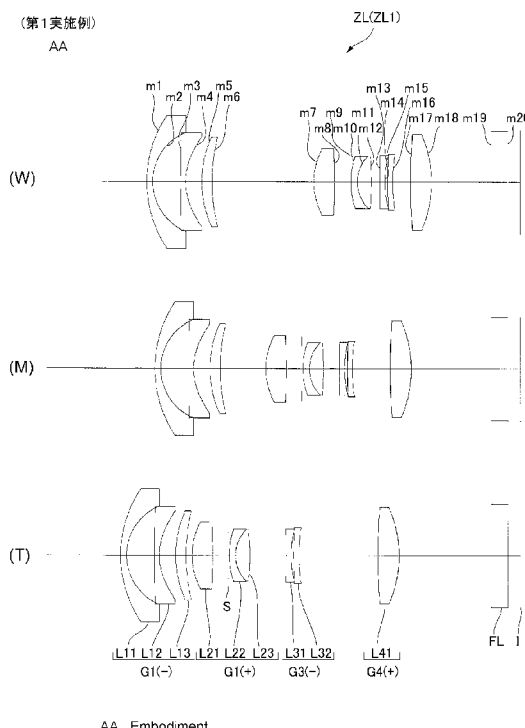
(10) 国際公開番号

WO 2015/079679 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005896
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 25 日(25.11.2014)
- (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 2013-244312 2013 年 11 月 26 日(26.11.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 村谷 真美(MURATANI, Mami); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 梅田 武(UMEDA, Takeshi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大西 正悟, 外(OHNISHI, Shogo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 3-20-3、東池袋 S ビル 1 階 大西国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ZOOM LENS, OPTICAL DEVICE, AND PRODUCTION METHOD FOR ZOOM LENS

(54) 発明の名称: ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法



(57) Abstract: A zoom lens having, lined up in order from the object side: a first lens group (G1) having a negative refractive power; a second lens group (G2) having a positive refractive power; a third lens group (G3) having a negative refractive power; and a fourth lens group (G4) having a positive refractive power. The zoom lens changes magnification by changing the interval between each lens group. The third lens group (G3) has at least one negative lens and fulfils the following condition (1): $-5.00 < (r2 + r1) / (r2 - r1) < 0.30$ (1). In the formula, r1 indicates the object-side radius of curvature for the negative lens arranged furthest on the object side among the negative lenses in the third lens group (G3) and r2 indicates the image-side radius of curvature for the negative lens arranged furthest on the object side among the negative lenses in the third lens group (G3).

(57) 要約: 物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 (G1) と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 (G2) と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 (G3) と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 (G4) とを有し、各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行い、第 3 レンズ群 (G3) は、少なくとも 1 枚の負レンズを有し、次の条件式 (1) を満足する。 $-5.00 < (r2 + r1) / (r2 - r1) < 0.30 \dots (1)$ 但し、r1: 第 3 レンズ群 (G3) が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、r2: 第 3 レンズ群 (G3) が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

WO 2015/079679 A1

明 細 書

発明の名称：

ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、負先行のズームレンズが提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-113572号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ズームレンズに対する要求は年々厳しさを増しており、さらなる高性能化が求められている。

[0005] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、優れた光学性能を有するズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] このような目的を達成するため、本発明に係るズームレンズは、物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行い、前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、次の条件式を満足する。

$$[0007] \quad -5.00 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 0.30$$

但し、

r_1 : 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、

r_2 : 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

[0008] 本発明に係るズームレンズにおいて、最も像側のレンズは、プラスチックレンズであることが好ましい。

[0009] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記プラスチックレンズは、非球面を有することが好ましい。

[0010] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記第3レンズ群の最も物体側のレンズは、負レンズであることが好ましい。

[0011] 本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足していることが好ましい。

$$[0012] \quad 0.38 < Y / D_{1w} < 0.80$$

但し、

Y : 撮像面の像高、

D_{1w} : 広角端状態における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との空気間隔。

[0013] 本発明に係るズームレンズは、次の条件式を満足していることが好ましい。

$$[0014] \quad 0.30 < (-f_1) / f_T < 0.70$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離、

f_T : 全系の望遠端状態における焦点距離。

[0015] 本発明に係るズームレンズにおいて、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第4レンズ群は物体側へ移動することが好ましい。

[0016] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、3枚以下のレ

ンズで構成されていることが好ましい。

[0017] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、3枚以下のレンズで構成されていることが好ましい。

[0018] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は、1枚の負レンズで構成されていることが好ましい。

[0019] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、プラスチック非球面レンズを有することが好ましい。

[0020] 本発明に係るズームレンズにおいて、前記第3レンズ群を移動させることにより、合焦を行うことが好ましい。

[0021] 本発明に係る光学機器は、上述のズームレンズのいずれかを搭載する。

[0022] 本発明に係るズームレンズの製造方法は、物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行い、前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、次の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

[0023] $-5.00 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 0.30$

但し、

r_1 : 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、

r_2 : 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、優れた光学性能を有するズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]第1実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、(W)は広角端状態、(M)は中間焦点距離状態、(T)は望遠端状態における各レン

ズ群の位置を示す。

[図2]第1実施例に係るズームレンズの撮影距離無限遠における諸収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態を示す。

[図3]第2実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、(W)は広角端状態、(M)は中間焦点距離状態、(T)は望遠端状態における各レンズ群の位置を示す。

[図4]第2実施例に係るズームレンズの撮影距離無限遠における諸収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態を示す。

[図5]第3実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、(W)は広角端状態、(M)は中間焦点距離状態、(T)は望遠端状態における各レンズ群の位置を示す。

[図6]第3実施例に係るズームレンズの撮影距離無限遠における諸収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態を示す。

[図7]本実施形態に係るズームレンズを搭載したカメラの構成を示す図である。

[図8]本実施形態に係るズームレンズの製造方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、実施形態について、図面を参照しながら説明する。本実施形態に係るズームレンズZLは、図1に示すように、物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とを有し、各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行う。

[0027] 負先行型の負正負正の4群ズームは、負正2群ズームに比べて、全長を小型化しても比較的射出瞳が像側へ変位することがなく、広角化、小型化に向

いている。

[0028] 上記構成のもと、本実施形態に係るズームレンズZLにおいては、第3レンズ群G3は、少なくとも1枚の負レンズを有し、次の条件式(1)を満足する。

$$[0029] \quad -5.00 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 0.30 \dots$$

(1)

但し、

r_1 : 第3レンズ群G3が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、

r_2 : 第3レンズ群G3が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

[0030] 条件式(1)は、第3レンズ群G3内で最も物体側に配置された負レンズの形状因子(qファクター)を規定するものである。このqファクターを変えることは、発生する収差が大きく変化することを意味する。条件式(1)の上限値を上回ると、負レンズの像側の曲率が小さくなり、軸外収差、特に最外周での非点収差が大きく劣化する。条件式(1)の下限値を下回ると、入射側の光線角が鋭角になりすぎ、コマ収差などの補正が困難となる。

[0031] 本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の上限値を0.25とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(1)の上限値を0.20とすることが好ましい。

[0032] 本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の下限値を-4.50とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(1)の下限値を-4.00とすることが好ましい。

[0033] 本実施形態に係るズームレンズZLのような負先行型のタイプは、絞りから距離の離れた、第1レンズ群G1や第4レンズ群G4の径が大きくなる傾向がある。

[0034] そこで、本実施形態に係るズームレンズZLは、径が大きい第1レンズ群G1と第4レンズ群G4のうち、少なくとも(第4レンズ群G4内の)最も

像側のレンズにプラスチックレンズを配置することが好ましい。この構成により、小型で、安価なズームレンズを提供することができる。

[0035] また、前記プラスチックレンズは、非球面レンズであることが好ましい。この構成により、歪曲収差、コマ収差など諸収差を良好に補正することができる。可能となり、良好な光学性能も確保することができる。

[0036] 本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3の最も物体側のレンズは、負レンズであることが好ましい。

[0037] この負レンズは、上述のように条件式(1)を満足する像側に凹面を向けた形状を有しており、該レンズの後方に配置するレンズの曲率半径を緩くする効果や、シフト感度に強い構成とすることが可能である。また、この構成により、非点収差、コマ収差を良好に補正することができる。

[0038] 本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3は、前記負レンズ1枚で構成されていることが好ましい。この構成により、さらに小型化も達成することが可能となる。また、前記1枚の負レンズの後方(例えば、同じ第3レンズ群G3内、又は第4レンズ群G4内)に、正レンズを配置すれば、コマ収差等の補正を行う際により有利となる。

[0039] 本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(2)を満足していることが好ましい。

[0040]
$$0.38 < Y/D1w < 0.80 \dots (2)$$

但し、

Y：撮像面の像高、

D1w：広角端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔。

[0041] 条件式(2)は、広角端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔を撮影像高で規定することにより、第2レンズ群G2の移動量を押し量るものである。条件式(2)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2が強い負のパワーで構成されることになるため、本実施形態のように構成レンズ枚数が少ない場合、球面収差、コマ収差、非点収差が悪化する。条

件式（２）の下限値を下回ると、第２レンズ群Ｇ２が弱いパワーで構成されることになるため、変倍時の移動量が増し、鏡筒全体の大型化を招く。また、第１レンズ群Ｇ１の径が大きくなり、軸外収差、例えば像面湾曲が補正しづらくなる。

[0042] 本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（２）の上限値を０．７０とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式（２）の上限値を０．６０とすることが好ましい。

[0043] 本実施形態に係るズームレンズＺＬは、次の条件式（３）を満足していることが好ましい。

$$[0044] \quad 0.30 < (-f_1) / f_T < 0.70 \quad \dots (3)$$

但し、

f_1 ：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離、

f_T ：全系の望遠端状態における焦点距離。

[0045] 条件式（３）は、第１レンズ群Ｇ１の焦点距離の適切な範囲を、全系の望遠端状態における焦点距離で規定するものである。条件式（３）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｇ１のパワーが強くなりすぎ、全体として各群のパワーも強まるため、球面収差をはじめとする諸収差の補正ができない。また、望遠端状態でテレフォトタイプのパワー配置を取りづらくなるため、好ましくない。条件式（３）の下限値を下回ると、変倍時の移動量が増し、前玉径が大きくなるため、鏡筒全体が大型化する。また、変倍による収差の変動が大きくなるため、像面湾曲や歪曲収差の十分な補正が困難となる。

[0046] 本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（３）の上限値を０．６５とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式（３）の上限値を０．６０とすることが好ましい。

[0047] 本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式（３）の下限値を０．３５とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式（３）の下限値を０．４０とすることが好ましい。

[0048] 本実施形態に係るズームレンズＺＬにおいては、広角端状態から望遠端状

態への変倍に際して、第4レンズ群G4は物体側へ移動することが好ましい。
。

[0049] この構成により、望遠端状態における第4レンズ群G4に入射する光線高さを下げることができ、レンズ径を縮小してコストダウンを図ることができる。また、コマ収差を良好に補正することができる。

[0050] 本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1は、3枚以下のレンズで構成されていることが好ましい。

[0051] この構成により、レンズ径の大きな第1レンズ群の構成枚数を少なくすることで、小型化、低コスト化を図ることができる。また、該レンズ群G1から射出する光線高さを下げることができ、コマ収差、像面湾曲など、軸外の諸収差を良好に補正することができる。

[0052] 本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第2レンズ群G2は、3枚以下のレンズで構成されていることが好ましい。

[0053] この構成により、球面収差などを良好に補正しながら、レンズ系の小型化を達成することができる。

[0054] 本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1は、プラスチック非球面レンズを有することが好ましい。

[0055] 本実施形態のように、レンズ径が大きい第1レンズ群G1にプラスチック非球面レンズを配置することで、小型で、安価なズームレンズを提供することができる。また、非球面を利用して、像面湾曲など、諸収差を良好に補正することが可能となり、良好な光学性能も確保することができる。

[0056] 本実施形態に係るズームレンズZLは、第3レンズ群G3を光軸方向に移動させることにより、合焦（フォーカシング）を行うことが好ましい。

[0057] このように構成枚数が少ないレンズ群である、第3レンズ群G3を合焦群とすることで、小型化を図ることができる。また、近軸瞳光線が第3レンズ群G3を通過する際に、フォーカシングによってこの群が光軸上を前後すると、像面湾曲や非点収差が大きく変化するが、合焦に用いる第3レンズ群G3を構成する負レンズが像側に凹面を向けていることにより、このような近

距離変動をできるだけ抑えることができる。さらに、前記凹面を持つ負レンズの後方に、正又は負レンズを配置すれば、コマ収差等の諸収差の補正により有利となる。

[0058] 以上のような構成を備える本実施形態に係るズームレンズZLによれば、低コスト化を図りつつ、優れた光学性能を有するズームレンズを実現することができる。

[0059] 次に、図7を参照しながら、上述のズームレンズZLを搭載したカメラ（光学機器）について説明する。カメラ1は、図7に示すように、撮影レンズ2として上述のズームレンズZLを備えたレンズ交換式の所謂ミラーレスカメラである。このカメラ1において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ2で集光されて、不図示のOLPF（Optical low pass filter：光学ローパスフィルタ）を介して撮像部3の撮像面上に被写体像を形成する。そして、撮像部3に設けられた光電変換素子によって被写体像が光電変換されて被写体の画像が生成される。この画像は、カメラ1に設けられたEVF（Electronic view finder：電子ビューファインダ）4に表示される。これにより撮影者は、EVF4を介して被写体を観察することができる。また、撮影者によって不図示のリリースボタンが押されると、撮像部3で生成された被写体の画像が不図示のメモリに記憶される。このようにして、撮影者は本カメラ1による被写体の撮影を行うことができる。

[0060] ここで、本カメラ1に撮影レンズ2として搭載した上述のズームレンズZLは、低コスト化を図りつつ、優れた光学性能を備えている。したがって、本カメラ1によれば、低コスト化を図りつつ、優れた光学性能を有するカメラを実現することができる。

[0061] なお、クイックリターンミラーを有し、ファインダ光学系によって被写体を観察する一眼レフタイプのカメラに、上述のズームレンズZLを搭載した場合でも、上記カメラ1と同様の効果を奏することができる。また、ビデオカメラに、上述のズームレンズZLを搭載した場合でも、上記カメラ1と同様の効果を奏することができる。

[0062] 続いて、図8を参照しながら、上述のズームレンズZLの製造方法について概説する。まず、レンズ鏡筒内に、物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを有するように、各レンズを配置する（ステップST10）。このとき、各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行うように、各レンズを配置する（ステップST20）。第3レンズ群G3は、少なくとも1枚の負レンズを有するように、各レンズを配置する（ステップST30）。次の条件式（1）を満足するように、各レンズを配置する（ステップST40）。なお、最も像側のレンズとして、プラスチックレンズを配置することが好ましい。また、前記プラスチックレンズは、非球面を有することが好ましい。

[0063]
$$-5.00 < (r2 + r1) / (r2 - r1) < 0.30 \dots$$

(1)

但し、

r1：第3レンズ群G3が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、

r2：第3レンズ群G3が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

[0064] 本実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図1に示すズームレンズZLでは、第1レンズ群G1として、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL12と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とを有し、全体として負の屈折力を有するように、各レンズを配置した。第2レンズ群G2として、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL21と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合レンズとを有し、全体として正の屈折力を有するように、各レンズを配置した。第3レンズ群G3として、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL31と、像側に凹面を向けたメニスカス形状

の負レンズL 3 2とを有し、全体として負の屈折力を有するように、各レンズを配置した。第4レンズ群G 4として、両凸形状の正レンズL 4 1を配置し、全体として正の屈折力を持つように構成した。また、条件式(1)を満足するように、各レンズを鏡筒内に配置した(条件式(1)の対応値は-0.725)。

[0065] 上記の製造方法によれば、低コスト化を図りつつ、優れた光学性能を有するズームレンズを製造することができる。

実施例

[0066] これより本実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表1～表3を示すが、これらは第1実施例～第3実施例における各諸元の表である。

[0067] なお、第1実施例に係る図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それらは他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。

[0068] 各実施例では収差特性の算出対象として、d線(波長587.5620nm)、g線(波長435.8350nm)を選んでいる。

[0069] 表中の[全体諸元]において、fはレンズ全系の焦点距離、F NoはFナンバー、 2ω は画角(単位:°)、Yは撮像面での像高、B fはバックフォーカス(光軸上でのレンズ最終面から近軸像面までの距離)、TLはレンズ全長(光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスB fを加えたもの)、空気換算B fはバックフォーカスB fを空気換算したもの、空気換算TLはレンズ全長TLに空気換算B fを加えたものを示す。

[0070] 表中の[レンズ諸元]において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序、Rは各光学面の曲率半径、Dは各光学面から次の光学面(又は像面)までの光軸上の距離である面間隔、 ν_d は光学部材の材質のd線を基準とするアッペ数、 n_d は光学部材の材質のd線に対する屈折

率を示す。物面は物体面、（可変）は可変の面間隔、曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口、（絞りS）は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示す。空気の屈折率「1.000000」は省略する。光学面が非球面である場合には、面番号に*印を付し、曲率半径Rの欄には近軸曲率半径を示す。

[0071] 表中の「非球面データ」には、「レンズ諸元」に示した非球面について、その形状を次式（a）で示す。X（y）は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離を、Rは基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を、 κ は円錐定数を、 A_i は第i次の非球面係数を示す。「E-n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。

[0072]
$$X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 + A_8 \times y^8 + A_{10} \times y^{10} \dots (a)$$

[0073] 表中の「可変間隔データ」において、広角端、中間焦点距離、望遠端の各状態における可変間隔の値 D_i を示す。なお、 D_i は、第i面と第（i+1）面の可変間隔を示す。

[0074] 表中の「レンズ群データ」において、群番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ群の順序、群初面は各群の最も物体側の面番号、群焦点距離は各群の焦点距離を示す。

[0075] 表中の「条件式」には、上記の条件式（1）～（3）に対応する値を示す。

[0076] 以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離、曲率半径、面間隔、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

[0077] ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

[0078] （第1実施例）

第1実施例について、図1、図2及び表1を用いて説明する。第1実施例に係るズームレンズZL（ZL1）は、図1に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成される。

[0079] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と、像側に凹面を向けたメニスカス形状のプラスチック負レンズL12と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とから構成される。なお、負レンズL12の像側面は、非球面である。

[0080] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、両凸形状のプラスチック正レンズL21と、開口絞りSと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合レンズとから構成される。なお、正レンズL21の物体側面は、非球面である。

[0081] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL31と、像側に凹面を向けたメニスカス形状のプラスチック負レンズL32とから構成される。なお、負レンズL32の物体側面は、非球面である。

[0082] 第4レンズ群G4は、両凸形状のプラスチック正レンズL41から構成される。なお、正レンズL41の像側面は、非球面である。

[0083] 第4レンズ群G4と像面との間に、フィルタ群FLが配置されている。フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタ等で構成されている。

[0084] 本実施例に係るズームレンズZL1は、広角端状態（W）から望遠端状態（T）への変倍に際して、第1レンズ群G1から第4レンズ群G4までの全てのレンズ群が移動し、各レンズ群の間隔が変化する。具体的には、第1レンズ群G1は、像面側に凸の軌跡を描くように、一旦像面側に移動し、その後物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、物体側へ移動する。第3レンズ群G3は、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、物体側へ移動する。こ

のとき、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増加し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増加する。

[0085] 下記の表1に、第1実施例における各諸元の値を示す。表1における面番号1～20が、図1に示すm1～m20の各光学面に対応している。

[0086] (表1)

[全体諸元]

ズーム比 2.825

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.3002	17.0086	29.0997
FNo	3.60	4.39	5.99
2 ω	80.7	51.8	31.1
Y	8.19	8.19	8.19
Bf	2.11	2.11	2.11
TL	62.4606	61.1215	66.8908
空気換算Bf	1.1594	1.1594	1.1594
空気換算TL	61.5100	60.1709	65.9402

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
物面	∞			
1	20.0000	1.0000	60.10	1.640495
2	8.9619	4.6964		
3	309.4286	0.8000	56.00	1.531100
*4	9.9201	2.7339		
5	18.0992	1.7375	23.80	1.846660
6	31.5760	D6(可変)		
*7	11.1478	3.4707	56.00	1.531100

8	-83.9533	2.5503		
9	∞	0.2000	(絞り S)	
10	13.2901	1.0752	32.17	1.850249
11	6.1850	2.3777	65.57	1.599501
12	-39.5901	D12(可変)		
13	-110.0885	0.8000	40.60	1.853702
14	17.5821	0.4457		
*15	48.0807	0.8210	56.00	1.531100
16	28.2564	D16(可変)		
17	107.4903	3.5118	56.00	1.531100
*18	-20.1969	D18(可変)		
19	∞	2.7900	63.88	1.516800
20	∞	2.1100		
像面	∞			

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6	A8	A10
4	1.0000	-1.39209E-04	-1.18491E-06	2.24604E-09	-1.85990E-10
7	1.0000	-6.90561E-05	-5.48000E-07	1.06880E-08	-3.48544E-10
15	1.0000	-2.76310E-04	2.49323E-07	0.00000E+00	0.00000E+00
18	1.0000	1.72522E-06	-2.38147E-08	1.15876E-09	-9.68223E-12

[可変間隔データ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
D6	17.0011	7.6289	1.0075
D12	1.4412	2.7127	6.1224
D16	2.9906	6.3515	13.2549
D18	9.9075	13.3082	15.3858

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	-14.08697
G 2	7	12.21202
G 3	13	-15.40884
G 4	17	32.32166

[条件式]

$$\text{条件式 (1)} \quad (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) = -0.725$$

$$\text{条件式 (2)} \quad Y / D_{1w} = 0.482$$

$$\text{条件式 (3)} \quad (-f_1) / f_T = 0.484$$

[0087] 表 1 から、本実施例に係るズームレンズ Z L 1 は、条件式 (1) ~ (3) を満たすことが分かる。

[0088] 図 2 は、第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 の撮影距離無限遠における諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態を示す。

[0089] 各収差図において、F N O は F ナンバー、Y は像高を示す。d は d 線、g は g 線における収差曲線を示す。また、記載のないものは、d 線における収差を示す。球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーを示し、非点収差図、歪曲収差図では像高 Y の最大値を示し、コマ収差図では各像高の値を示す。また、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面を示す。

[0090] ここまでの収差図の説明は、全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

[0091] 各収差図から明らかなように、本実施例に係るズームレンズ Z L 1 は、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた光学性能

を有することが分かる。

[0092] (第2実施例)

第2実施例について、図3、図4及び表2を用いて説明する。第2実施例に係るズームレンズZL(ZL2)は、図3に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成される。

[0093] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けたメニスカス形状のプラスチック負レンズL11と、両凹形状のプラスチック負レンズL12と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とから構成される。なお、負レンズL11の像側面は、非球面である。

[0094] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、両凸形状のプラスチック正レンズL21と、開口絞りSと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23との接合レンズとから構成される。なお、正レンズL21の物体側面は、非球面である。

[0095] 第3レンズ群G3は、両凹形状のプラスチック負レンズL31から構成される。なお、正レンズL31の両側面は、非球面である。

[0096] 第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けたメニスカス形状のプラスチック正レンズL41から構成される。なお、正レンズL41の両側面は、非球面である。

[0097] 第4レンズ群G4と像面との間に、フィルタ群FLが配置されている。フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタ等で構成されている。

[0098] 本実施例に係るズームレンズZL2は、広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍に際して、第1レンズ群G1から第4レンズ群G4までの全てのレンズ群が移動し、各レンズ群の間隔が変化する。具体的には、第1レンズ群G1は、像面側に凸の軌跡を描くように、一旦像面側に移動し、その後物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、物体側へ移動する。第3レンズ

群G 3は、物体側へ移動する。第4レンズ群G 4は、物体側へ移動する。このとき、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間隔が減少し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は増加し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔が増加する。

[0099] 下記の表2に、第2実施例における各諸元の値を示す。表2における面番号1～18が、図3に示すm 1～m 18の各光学面に対応している。

[0100] (表2)

[全体諸元]

ズーム比 2.825

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.3012	17.0126	29.1000
FNo	3.62	4.58	5.98
2 ω	80.3	52.2	31.1
Y	8.19	8.19	8.19
Bf	2.11	2.11	2.11
TL	61.4734	59.2430	58.6917
空気換算Bf	1.1594	1.1595	1.1595
空気換算TL	60.5228	58.2924	57.7411

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
物面	∞			
1	30.0000	0.8000	56.00	1.531100
*2	12.2708	6.2308		
3	-127.6391	1.0000	60.37	1.620412
4	9.6549	1.2665		
5	11.8300	2.2000	24.56	1.841390
6	19.2809	D6(可変)		

*7	11.5634	2.7500	66.22	1.526900
8	-73.1807	0.8273		
9	∞	1.8550	(絞り S)	
10	14.1628	0.8000	30.06	1.850136
11	6.7056	3.5000	65.57	1.599501
12	-23.9937	D12(可変)		
*13	-14.8336	1.9728	63.45	1.552322
*14	19.2183	D14(可変)		
*15	132.2867	3.0425	56.00	1.531100
*16	-20.0000	D16(可変)		
17	∞	2.7900	63.88	1.516800
18	∞	2.1100		
像面	∞			

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6	A8	A10
2	1.0000	-3.34030E-05	-3.87583E-07	8.46411E-10	-3.79620E-11
7	1.0000	-9.95599E-05	-2.43506E-06	1.56753E-07	-3.98367E-09
13	1.0000	1.10961E-03	-3.15671E-05	3.18610E-07	8.37960E-09
14	1.0000	1.39540E-03	-2.97132E-05	4.30840E-07	0.00000E+00
15	7.0430	-1.20763E-04	2.48136E-06	-1.60168E-07	1.13339E-09
16	0.2666	-1.43703E-04	2.10605E-07	-5.99081E-08	-1.45645E-11

[可変間隔データ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
D6	17.0000	7.9703	1.0000
D12	1.3463	3.1085	8.0095
D14	2.0416	5.9537	9.2773

D16	9.9407	11.0656	9.2601
-----	--------	---------	--------

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	-14.15090
G 2	7	11.64672
G 3	13	-14.85138
G 4	15	32.94034

[条件式]

$$\text{条件式 (1)} \quad (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) = 0.129$$

$$\text{条件式 (2)} \quad Y / D_{1w} = 0.482$$

$$\text{条件式 (3)} \quad (-f_1) / f_T = 0.486$$

[0101] 表 2 から、本実施例に係るズームレンズ Z L 2 は、条件式 (1) ~ (3) を満たすことが分かる。

[0102] 図 4 は、第 2 実施例に係るズームレンズ Z L 2 の撮影距離無限遠における諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態を示す。

[0103] 各収差図から明らかなように、本実施例に係るズームレンズ Z L 2 は、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0104] (第 3 実施例)

第 3 実施例について、図 5、図 6 及び表 3 を用いて説明する。第 3 実施例に係るズームレンズ Z L (Z L 3) は、図 5 に示すように、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 とから構成される。

- [0105] 第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL12と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とから構成される。なお、負レンズL12の像側面は、非球面である。
- [0106] 第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL21と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL23とから構成される。なお、正レンズL21の物体側面は、非球面である。また、正レンズL22の物体側面は、非球面である。
- [0107] 第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL31と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL32とから構成される。
- [0108] 第4レンズ群G4は、両凸形状のプラスチック正レンズL41から構成される。なお、正レンズL41の物体側面は、非球面である。
- [0109] 第4レンズ群G4と像面との間に、フィルタ群FLが配置されている。フィルタ群FLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタ等で構成されている。
- [0110] 本実施例に係るズームレンズZL3は、広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍に際して、第1レンズ群G1から第4レンズ群G4までの全てのレンズ群が移動し、各レンズ群の間隔が変化する。具体的には、第1レンズ群G1は、像面側に凸の軌跡を描くように、一旦像面側に移動し、その後物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、物体側へ移動する。第3レンズ群G3は、物体側へ移動する。第4レンズ群G4は、物体側へ移動する。このとき、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増加する。
- [0111] 下記の表3に、第3実施例における各諸元の値を示す。表3における面番号1～21が、図5に示すm1～m21の各光学面に対応している。

[0112] (表 3)

[全体諸元]

ズーム比 2.825

	広角端	中間焦点	望遠端
f	10.3000	17.4990	29.1005
FNo	3.86	4.80	6.28
2 ω	80.9	49.4	31.3
Y	8.00	8.00	8.00
Bf	2.11	2.11	2.11
TL	64.7141	57.6921	61.4708
空気換算Bf	1.1594	1.1594	1.1594
空気換算TL	63.7635	56.7415	60.5202

[レンズ諸元]

面番号	R	D	ν d	n d
物面	∞			
1	25.0000	1.0000	53.20	1.693500
2	8.8341	4.2523		
3	244.6331	1.0000	67.86	1.592600
*4	12.4899	2.5391		
5	18.1313	2.0000	28.38	1.728300
6	58.2682	D6(可変)		
*7	10.7031	1.4262	61.25	1.589100
8	35.8643	1.9192		
9	∞	2.4982	(絞り S)	
*10	20.6996	2.3490	63.34	1.618000
11	-10.4657	0.4000		
12	-10.1391	0.8017	25.53	1.803000

13	-36.4933	D13(可変)		
14	-231.1219	0.8014	40.66	1.883000
15	10.6898	0.1000		
16	10.1784	1.5542	32.19	1.672700
17	56.9784	D17(可変)		
*18	363.5696	1.1356	56.00	1.531100
19	-33.6845	D19(可変)		
20	∞	2.7900	63.88	1.516800
21	∞	2.1100		
像面	∞			

[非球面データ]

面番号	κ	A4	A6	A8	A10
4	1.0000	-1.07800E-04	-4.40600E-07	-5.87840E-09	-4.28900E-11
7	1.0000	-2.17880E-05	1.59850E-07	-4.24640E-08	2.01190E-10
10	1.0000	-1.02360E-04	-3.27420E-06	1.60430E-07	-3.97940E-09
18	1.0000	-1.18240E-04	-1.36550E-06	0.00000E+00	0.00000E+00

[可変間隔データ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
D6	22.2029	8.4819	0.9981
D13	5.9385	4.6580	4.0000
D17	1.1000	9.0795	21.0000
D19	9.3000	9.3000	9.3000

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	-15.60709

G 2	7	15.21390
G 3	14	-31.31785
G 4	18	58.10374

[条件式]

$$\text{条件式 (1)} \quad (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) = -0.911$$

$$\text{条件式 (2)} \quad Y / D_{1w} = 0.390$$

$$\text{条件式 (3)} \quad (-f_1) / f_T = 0.536$$

[0113] 表3から、本実施例に係るズームレンズZL3は、条件式(1)～(3)を満たすことが分かる。

[0114] 図6は、第3実施例に係るズームレンズZL3の撮影距離無限遠における諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態を示す。

[0115] 各収差図から明らかなように、本実施例に係るズームレンズZL3は、広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた光学性能を有することが分かる。

[0116] 以上のような各実施例によれば、低コスト化を図りつつ、優れた光学性能を有するズームレンズを提供することができる。

[0117] ここまで本発明を分かりやすくするために、実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

[0118] 上記実施例では、4群構成を示したが、他の群構成にも適用可能である。また、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、本実施形態において、レンズ群とは、合焦時や変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

[0119] 本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、単独または複数のレンズ群

、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としてもよい。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用することができ、オートフォーカス用の（超音波モーター等を用いた）モーター駆動にも適している。特に、第3レンズ群G 3を合焦レンズ群とするのが好ましい。

[0120] 本実施形態に係るズームレンズZ Lにおいて、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させるか、或いは光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、第2レンズ群G 2の一部を防振レンズ群とするのが好ましい。

[0121] 本実施形態に係るズームレンズZ Lにおいて、レンズ面は、球面または平面で形成しても、非球面で形成しても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工および組立調整が容易になり、加工および組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。また、レンズ面は回折面としてもよく、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしてもよい。

[0122] 本実施形態に係るズームレンズZ Lにおいて、開口絞りSは、第2レンズ群G 2内に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用してもよい。

[0123] 本実施形態に係るズームレンズZ Lにおいて、各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を設けてもよい。

符号の説明

[0124] Z L（Z L 1～Z L 3） ズームレンズ

- G 1 第1レンズ群
- G 2 第2レンズ群
- G 3 第3レンズ群
- G 4 第4レンズ群
- S 開口絞り
- F L フィルタ群
- I 像面
- 1 カメラ（光学機器）

請求の範囲

[請求項1] 物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行い、

前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、
以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-5.00 < (r2 + r1) / (r2 - r1) < 0.30$$

但し、

$r1$: 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、

$r2$: 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

[請求項2] 最も像側のレンズは、プラスチックレンズであることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項3] 前記プラスチックレンズは、非球面を有することを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

[請求項4] 前記第3レンズ群の最も物体側のレンズは、負レンズであることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項5] 以下の条件式を満足していることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.38 < Y / D1w < 0.80$$

但し、

Y : 撮像面の像高、

$D1w$: 広角端状態における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との空気間隔。

[請求項6] 以下の条件式を満足していることを特徴とする請求項1に記載のズ

ームレンズ。

$$0.30 < (-f_1) / f_T < 0.70$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離、

f_T : 全系の望遠端状態における焦点距離。

[請求項7] 広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第4レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項8] 前記第1レンズ群は、3枚以下のレンズで構成されていることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項9] 前記第2レンズ群は、3枚以下のレンズで構成されていることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項10] 前記第3レンズ群は、1枚の負レンズで構成されることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項11] 前記第1レンズ群は、プラスチック非球面レンズを有することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項12] 前記第3レンズ群を移動させることにより、合焦を行うことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

[請求項13] 請求項1～12のいずれか一項に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学機器。

[請求項14] 物体側より順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを有する、ズームレンズの製造方法であって、

各レンズ群の間隔が変化することによって変倍を行い、

前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、

以下の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$-5.00 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 0.3$$

0

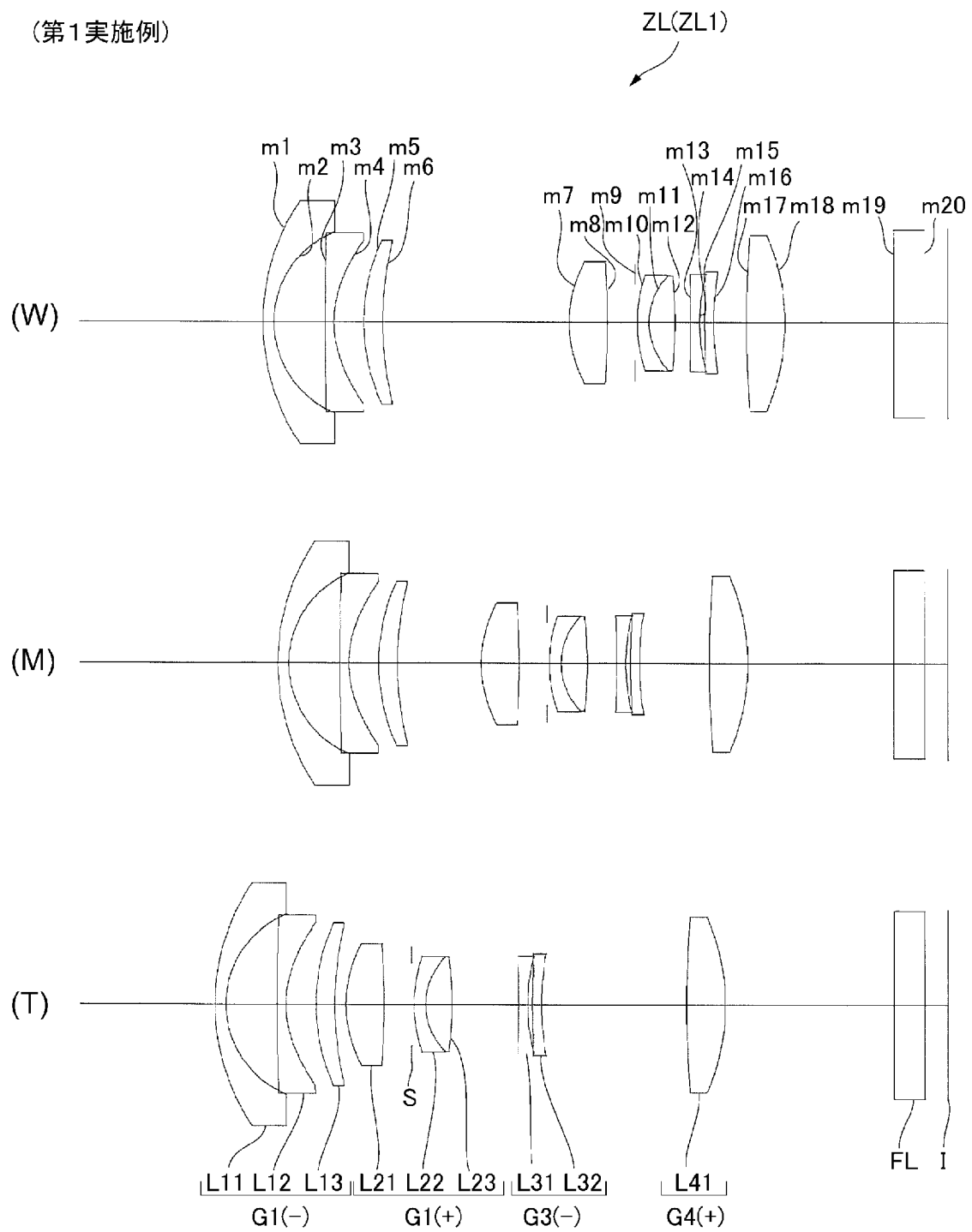
但し、

r_1 : 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの物体側曲率半径、

r_2 : 前記第3レンズ群が有する負レンズのうち、最も物体側に配置される負レンズの像側曲率半径。

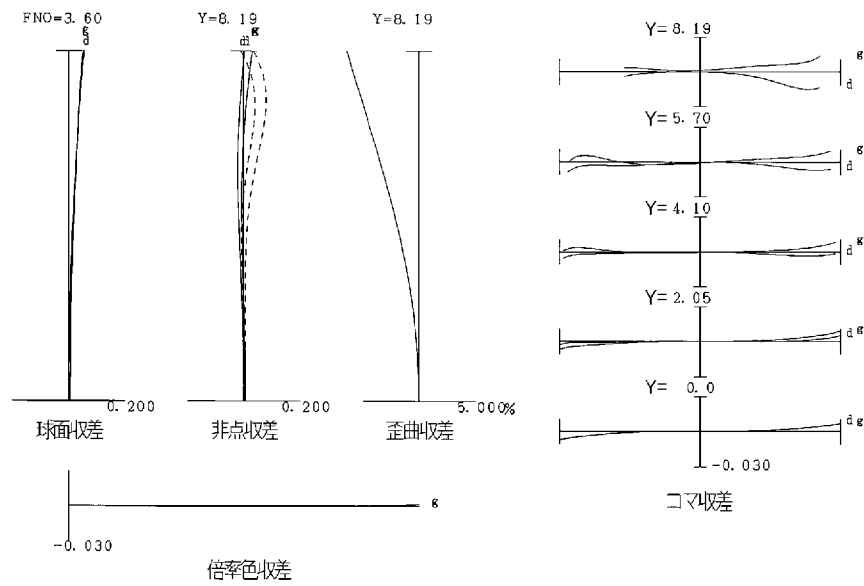
[図1]

(第1実施例)

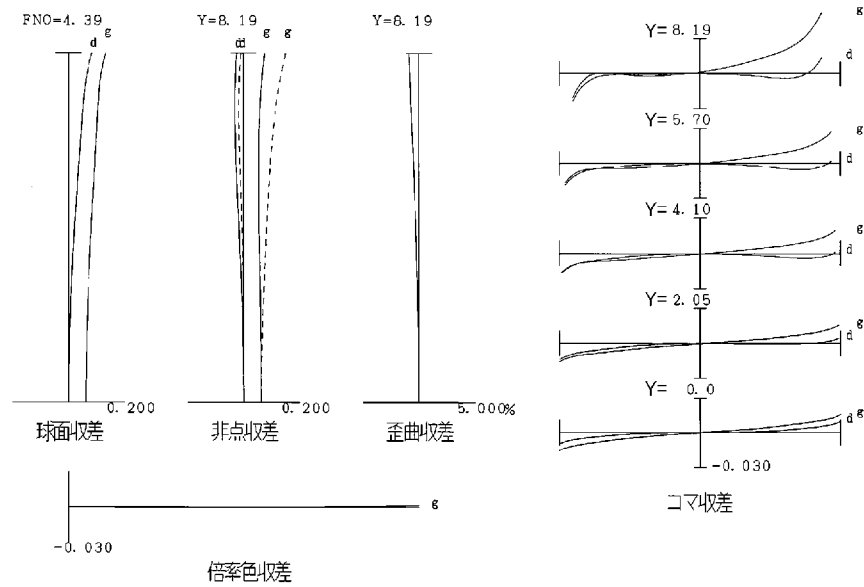


[図2]

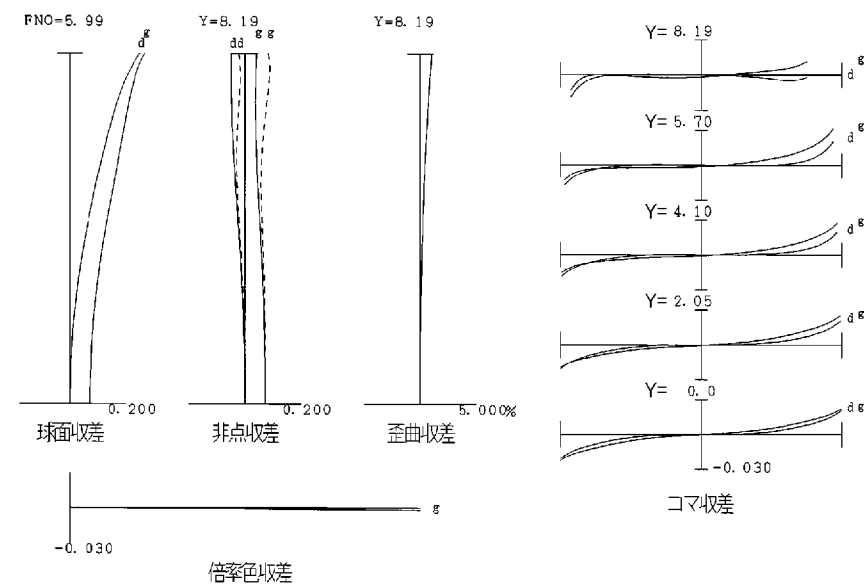
(a)



(b)

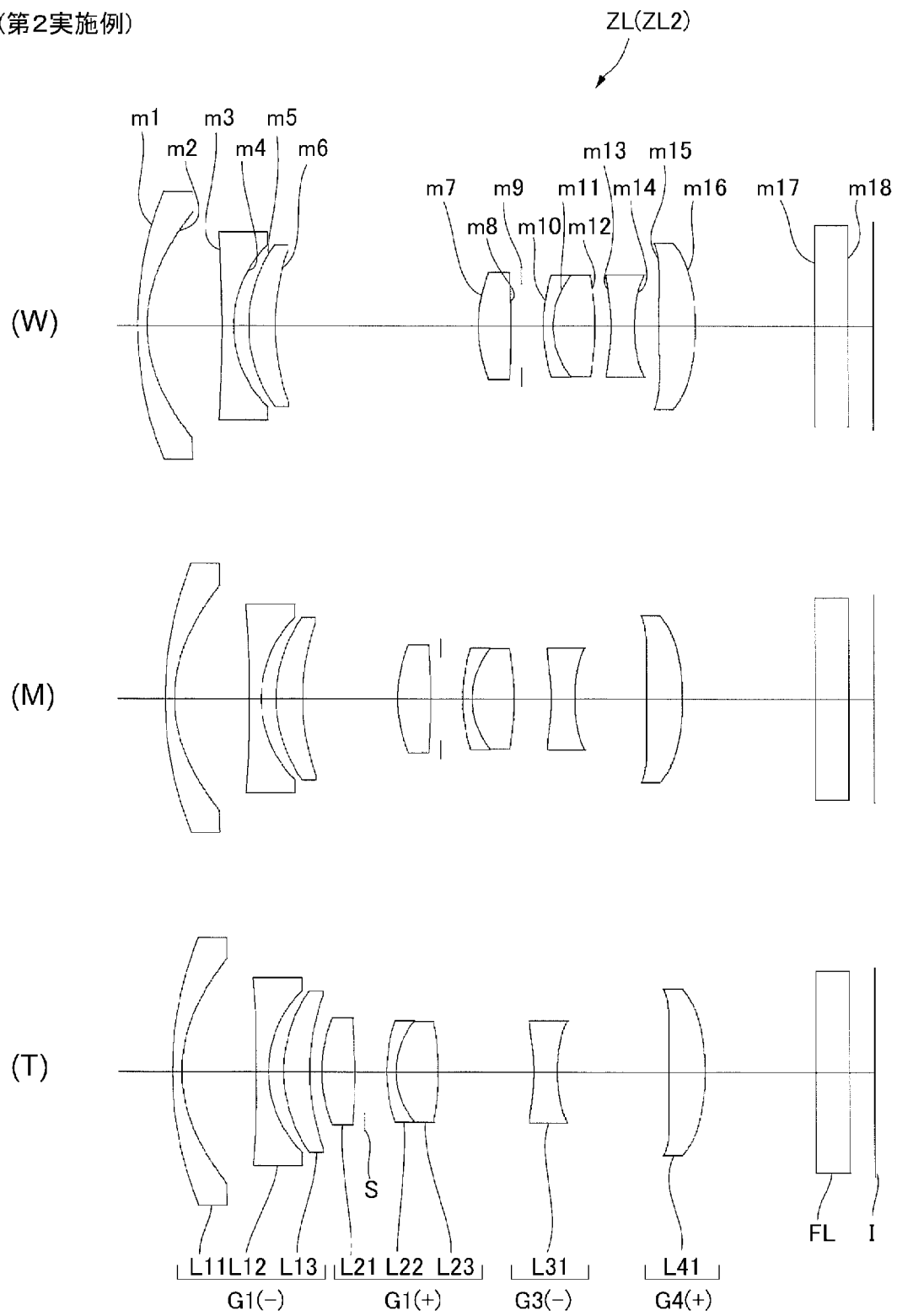


(c)

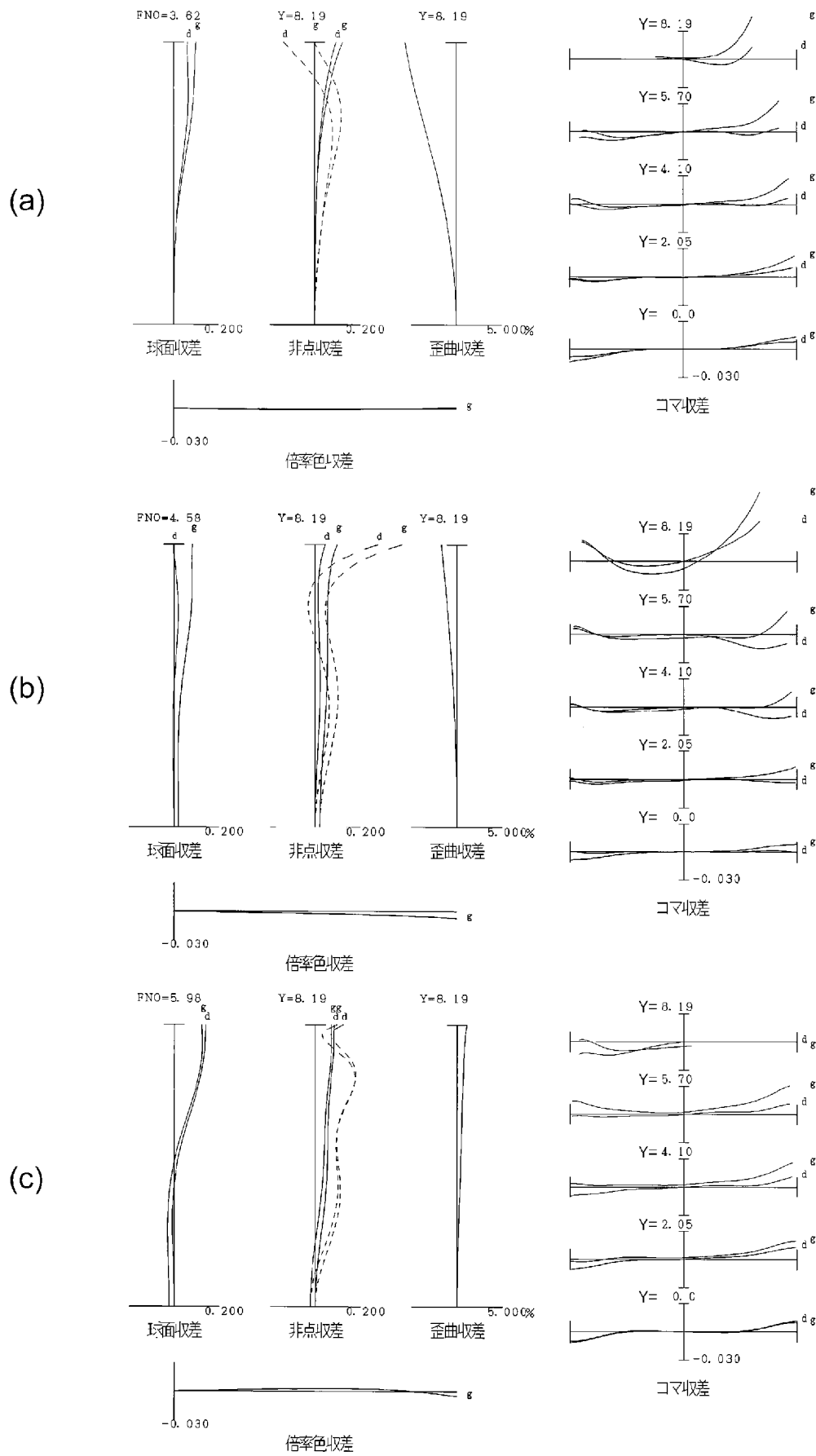


[図3]

(第2実施例)

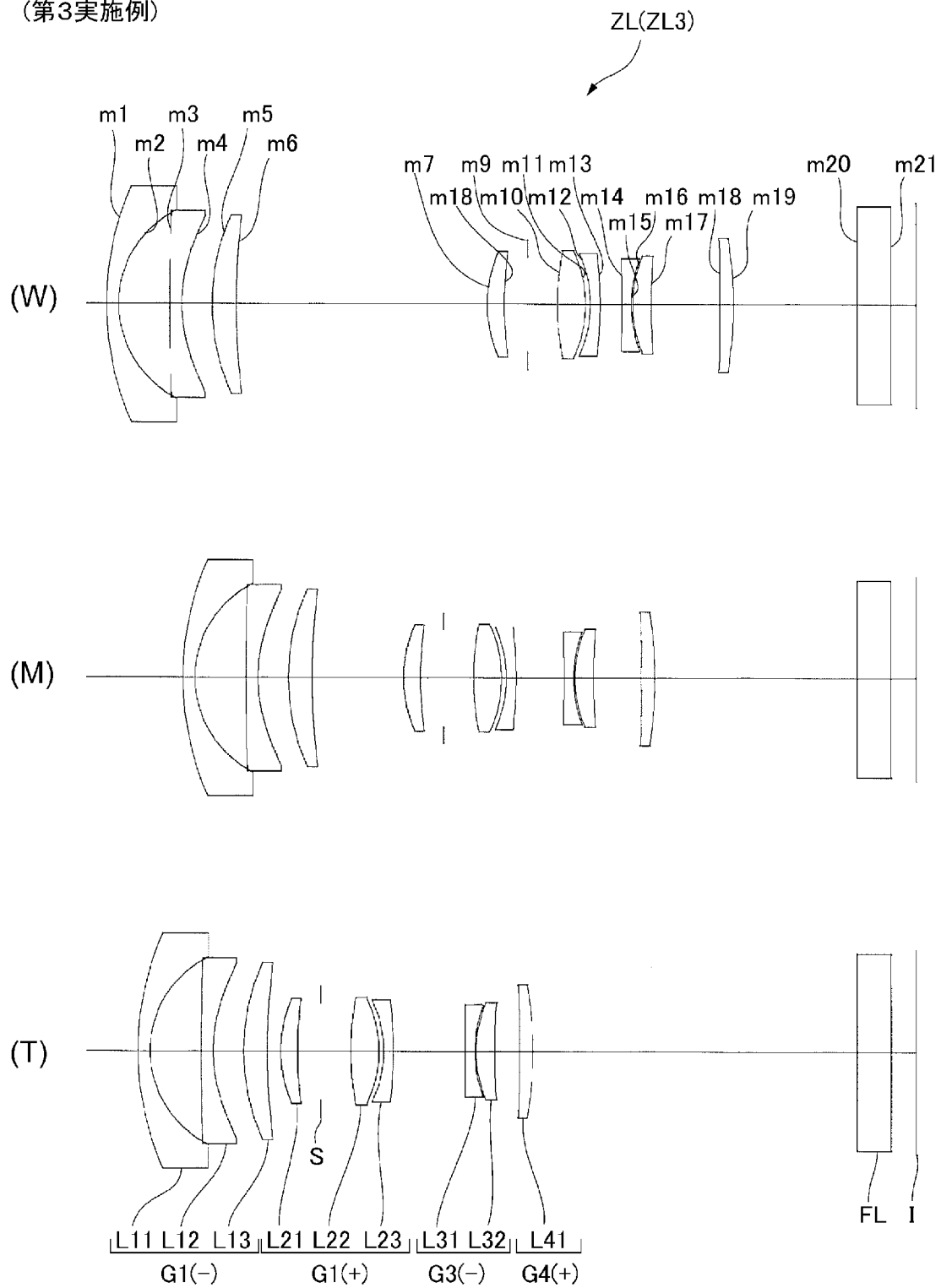


[図4]



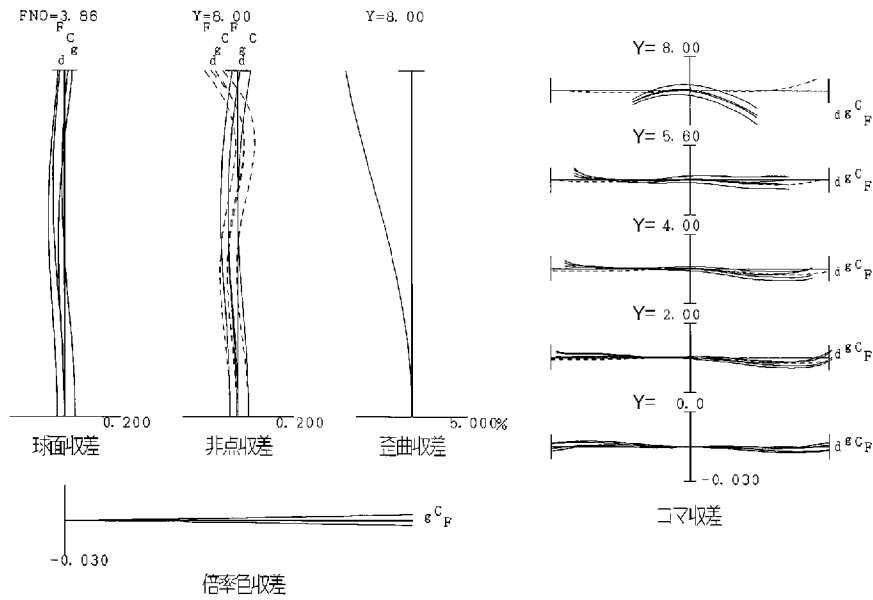
[図5]

(第3実施例)

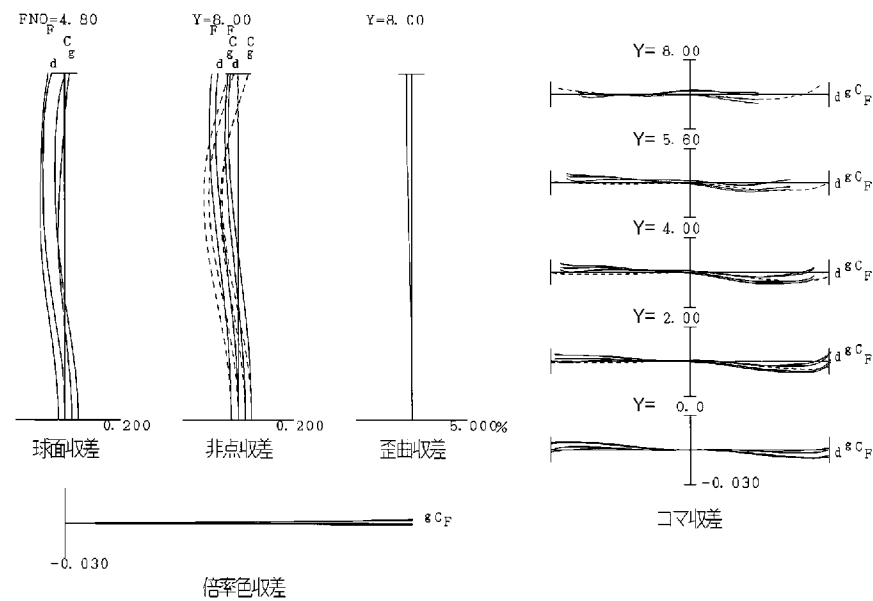


[図6]

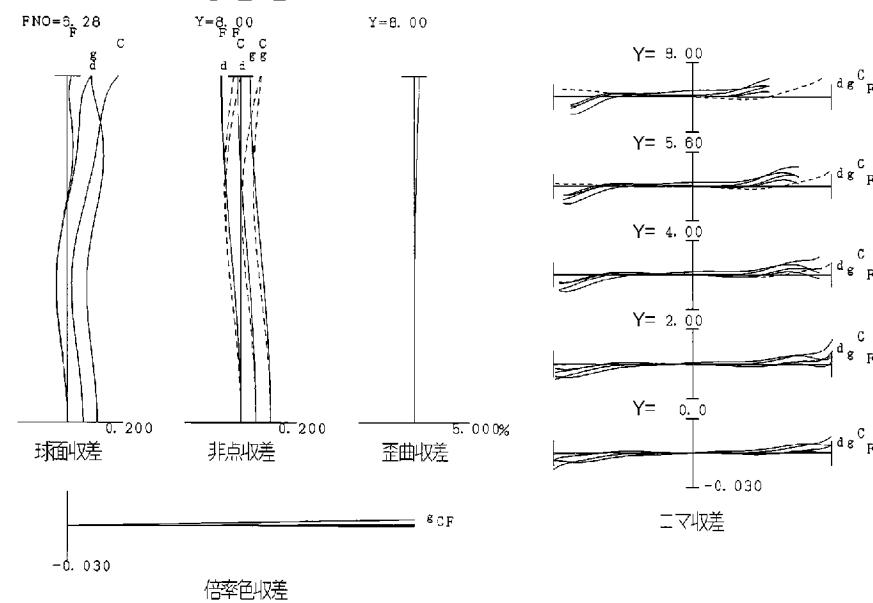
(a)



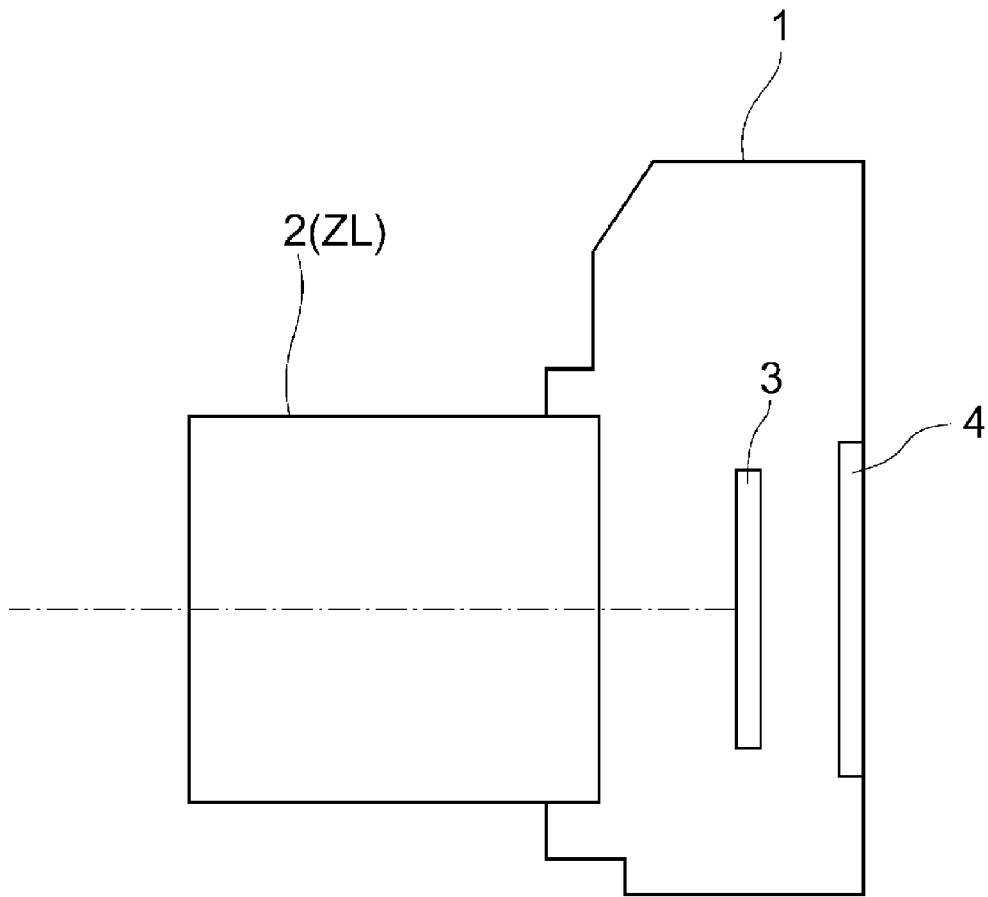
(b)



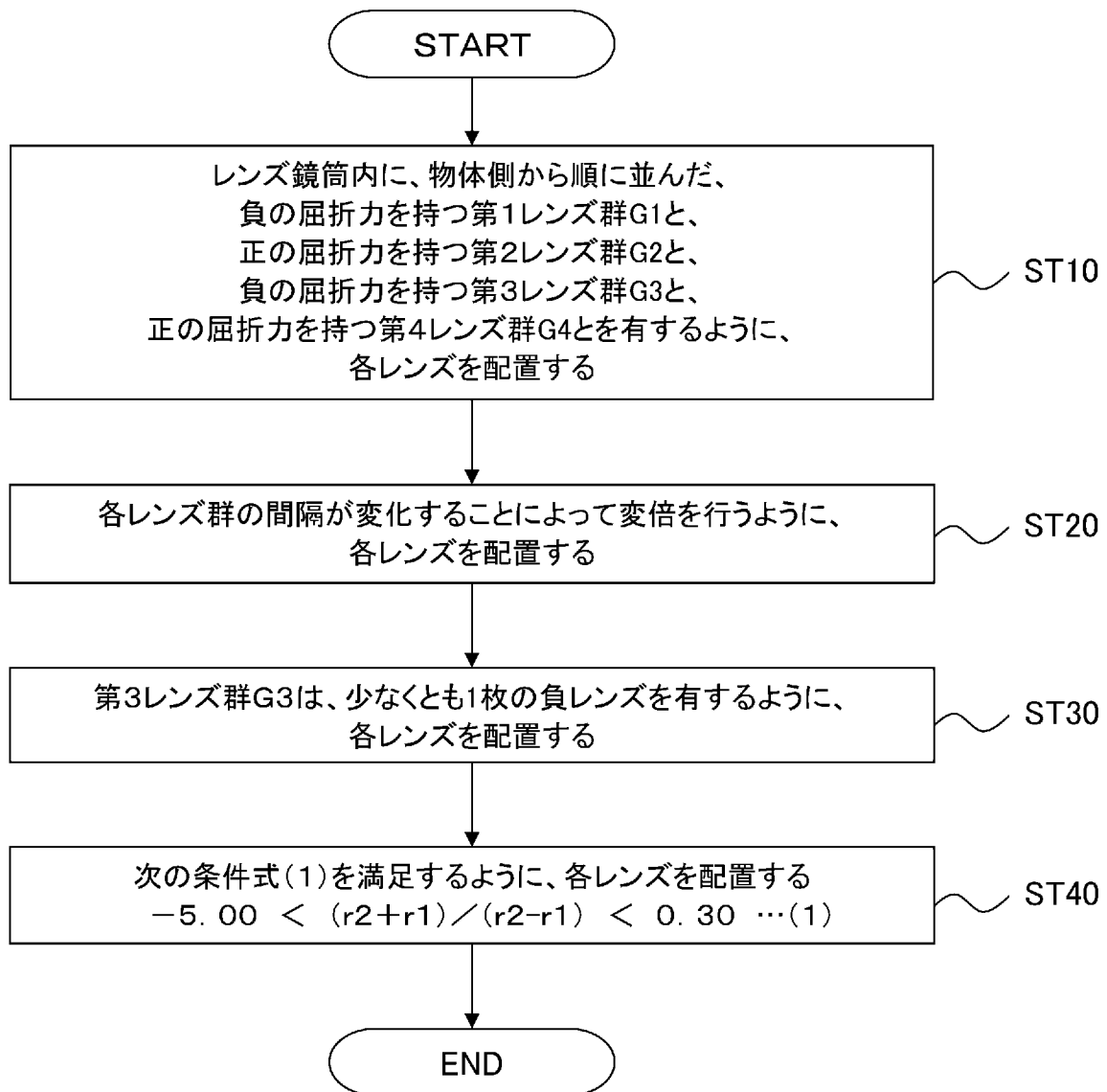
(c)



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20(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)

G02B15/20, G02B13/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2008-304777 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 18 December 2008 (18.12.2008), examples 1 to 7, 9, 10; paragraph [0059] (Family: none)	1-6, 8-14 7
X	JP 2007-156367 A (Fujinon Corp.), 21 June 2007 (21.06.2007), examples 1, 3; paragraph [0030] & US 2007/0109662 A1 & CN 1967310 A	1-14
X	JP 2006-276452 A (Nikon Corp.), 12 October 2006 (12.10.2006), examples 1, 2 & US 2006/0221461 A1 & CN 1841112 A	1-14

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 February 2015 (10.02.15)

Date of mailing of the international search report
24 February 2015 (24.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005896

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-283648 A (Ricoh Co., Ltd.), 13 October 2005 (13.10.2005), examples 1, 2, 5, 6 (Family: none)	1-14
X	JP 2001-183585 A (Canon Inc.), 06 July 2001 (06.07.2001), example 1 (Family: none)	1-14
X	JP 11-84242 A (Canon Inc.), 26 March 1999 (26.03.1999), examples 1 to 4 & US 6191896 B1 & US 6233099 B1	1-14
X A	JP 7-140390 A (Canon Inc.), 02 June 1995 (02.06.1995), examples 1 to 3 (Family: none)	1-6, 8-14 7
X A	JP 2010-231238 A (Olympus Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), examples 1, 2, 4, 6, 7, 10 to 12 (Family: none)	1-6, 8-14 7
X A	JP 2010-54722 A (Olympus Imaging Corp.), 11 March 2010 (11.03.2010), example 1; paragraph [0056] & US 2010/0053767 A1	1-6, 8-14 7
X A	JP 2006-115117 A (Olympus Corp.), 27 April 2006 (27.04.2006), example 2 & US 2006/0221213 A1	1-6, 8-14 7
X A	WO 2008/075539 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 26 June 2008 (26.06.2008), examples 1, 2, 4 to 9, 11 & JP 5083219 B & US 2010/0045808 A1	1-6, 8-14 7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2008-304777 A（コニカミノルタオプト株式会社）2008.12.18, 実施例 1-7, 9, 10, 【0059】（ファミリーなし）	1-6, 8-14 7
X	JP 2007-156367 A（フジノン株式会社）2007.06.21, 実施例 1, 3, 【0030】 & US 2007/0109662 A1 & CN 1967310 A	1-14
X	JP 2006-276452 A（株式会社ニコン）2006.10.12, 実施例 1, 2 & US 2006/0221461 A1 & CN 1841112 A	1-14

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀井 康司

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

2 V

3 7 1 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2005-283648 A (株式会社リコー) 2005. 10. 13, 実施例 1, 2, 5, 6 (ファミリーなし)	1-14
X	JP 2001-183585 A (キヤノン株式会社) 2001. 07. 06, 実施例 1 (ファミリーなし)	1-14
X	JP 11-84242 A (キヤノン株式会社) 1999. 03. 26, 実施例 1-4 & US 6191896 B1 & US 6233099 B1	1-14
X A	JP 7-140390 A (キヤノン株式会社) 1995. 06. 02, 実施例 1-3 (ファミリーなし)	1-6, 8-14 7
X A	JP 2010-231238 A (オリンパス株式会社) 2010. 10. 14, 実施例 1, 2, 4, 6, 7, 10-12 (ファミリーなし)	1-6, 8-14 7
X A	JP 2010-54722 A (オリンパスイメージング株式会社) 2010. 03. 11, 実施例 1, 【0056】 & US 2010/0053767 A1	1-6, 8-14 7
X A	JP 2006-115117 A (オリンパス株式会社) 2006. 04. 27, 実施例 2 & US 2006/0221213 A1	1-6, 8-14 7
X A	WO 2008/075539 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2008. 06. 26, 実施例 1, 2, 4-9, 11 & JP 5083219 B & US 2010/0045808 A1	1-6, 8-14 7