

(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
2014 年 1 月 16 日(16.01.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/010504 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/16 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/068363
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 4 日(04.07.2013)
- (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 2012-154314 2012 年 7 月 10 日(10.07.2012) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP). 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井上 佳奈(INOUE Kana); 〒1007015 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 寺田 守(TERADA Mamoru); 〒1007015 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo

(JP). 佐藤 治夫(SATO Haruo); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内 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).

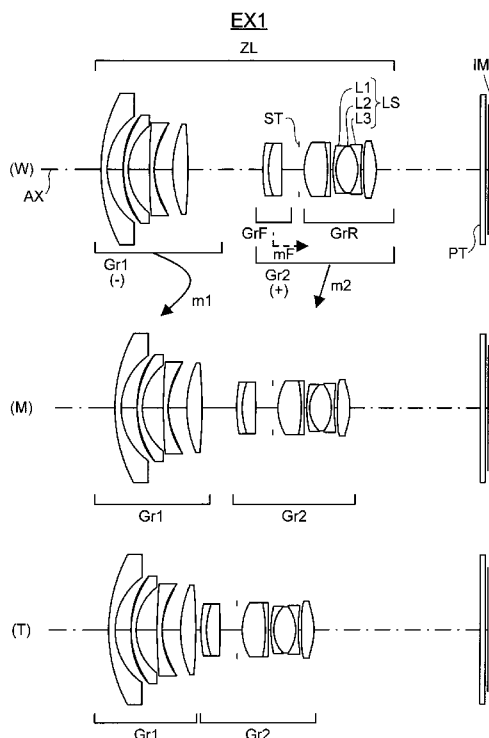
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: ZOOM LENS, IMAGING OPTICAL DEVICE, AND DIGITAL EQUIPMENT

(54) 発明の名称: ズームレンズ, 撮像光学装置及びデジタル機器



(57) Abstract: A zoom lens comprising a negative first lens group and a positive second lens group, in said order from the object side, and implementing variations in magnification by changing the intervals between the groups. The second lens group includes a three-piece cemented lens comprising a negative first lens, a positive second lens, and a negative third lens, in said order from the object side, and satisfies the conditional expression $0.08 < (rs2 + rs1) / (rs2 - rs1) < 0.5$, $27 < v2 - v1 < 40$, $20 < v2 - v3 < 38$ ($rs1$, $rs2$ represent the curvature radius of the sides of joint surfaces of the three-piece cemented lens on the object side and the image side respectively, and $v1-3$ represent the Abbe numbers of the first to third lenses of the three-piece cemented lens).

(57) 要約: ズームレンズは、物体側から順に、負の第 1 レンズ群と正の第 2 レンズ群から成り、群間隔を変化させることにより変倍を行う。第 2 レンズ群には、物体側から順に、負の第 1 レンズ、正の第 2 レンズ、負の第 3 レンズから成る 3 枚接合レンズを含み、条件式: $0.08 < (rs2 + rs1) / (rs2 - rs1) < 0.5$, $27 < v2 - v1 < 40$, $20 < v2 - v3 < 38$ ($rs1$, $rs2$: 3 枚接合レンズの物体側接合面、像側接合面の曲率半径、 $v1 \sim 3$: 3 枚接合レンズの第 1 ~ 第 3 レンズのアッベ数) を満たす。



(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))

明 細 書

発明の名称 : ズームレンズ, 撮像光学装置及びデジタル機器

技術分野

[0001] 本発明はズームレンズ, 撮像光学装置及びデジタル機器に関するものである。例えば、被写体の映像を撮像素子で取り込むデジタルカメラに適したコンパクトなズームレンズと、そのズームレンズ及び撮像素子で取り込んだ被写体の映像を電氣的な信号として出力する撮像光学装置と、その撮像光学装置を搭載したデジタルカメラ等の画像入力機能付きデジタル機器と、に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より負正の2群から成るズームレンズが多数提案されている。例えば特許文献1には、第2レンズ群を前群と後群で構成し、その前群をフォーカス群とすることにより、小型化を達成したズームレンズが提案されている。しかしながら、特許文献1に記載のズームレンズには、画面周辺での像面湾曲が大きく、色のコマ収差が大きく生じる、という問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1: 特開2001-330774号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年のデジタル化に伴い、ユーザーはモニターで撮影画像を等倍で隅々まで見る事が可能となっている。このため、軸上だけでなく周辺まで高いMTF (Modulation Transfer Function) 性能を確保し、かつ、色収差を低減することが求められている。しかしながら、デジタル化に対応する場合、CCD (Charge Coupled Device) の仕様の関係で、射出瞳位置までの距離をより長くする必要がある。その結果、全長が大きくなる傾向となるため、高性能化と小型化とを両立させることは、特許文献1に記載のズームレンズのよ

うに困難である。

[0005] 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、小型化を達成しながらも、全変倍域において軸上から周辺まで像面湾曲が良好に補正され、かつ、像面湾曲の色収差・色のコマ収差が低減された高性能なズームレンズ、それを備えた撮像光学装置及びデジタル機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、第1の発明のズームレンズは、物体側から順に、負パワーを有する第1レンズ群と、正パワーを有する第2レンズ群と、から成り、群間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群に、物体側から順に、負パワーを有する第1レンズと、正パワーを有する第2レンズと、負パワーを有する第3レンズと、から成る3枚接合レンズを少なくとも1組含み、前記3枚接合レンズが以下の条件式(1)～(3)を満たすことを特徴とする。

$$0.08 < (r_{s2} + r_{s1}) / (r_{s2} - r_{s1}) < 0.5 \quad \dots (1)$$

$$2.7 < v_2 - v_1 < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$2.0 < v_2 - v_3 < 3.8 \quad \dots (3)$$

ただし、

r_{s1} : 3枚接合レンズの物体側接合面の曲率半径、

r_{s2} : 3枚接合レンズの像側接合面の曲率半径、

v_1 : 3枚接合レンズの第1レンズのアッベ数、

v_2 : 3枚接合レンズの第2レンズのアッベ数、

v_3 : 3枚接合レンズの第3レンズのアッベ数、

である。

[0007] 第2の発明のズームレンズは、上記第1の発明において、前記第1レンズ群と第2レンズ群が以下の条件式(4)を満たすことを特徴とする。

$$-0.8 < f_1 / f_2 < -0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離、

である。

[0008] 第3の発明のズームレンズは、上記第1又は第2の発明において、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前群と、絞りと、後群と、から成り、前記後群に前記3枚接合レンズを含み、以下の条件式(5)を満たすことを特徴とする。

$$-1 < f_s / f_{2r} < -0.3 \quad \dots (5)$$

ただし、

f_{2r} : 第2レンズ群の後群の焦点距離、

f_s : 第2レンズ群内の3枚接合レンズの焦点距離、

である。

[0009] 第4の発明のズームレンズは、上記第1～第3のいずれか1つの発明において、前記第1レンズ群に、以下の条件式(6)を満たす複合型非球面を2面含むことを特徴とする。

$$4.8 < \Delta X_{max} / \Delta X_{min} < 6.0 \quad \dots (6)$$

ただし、複合型非球面を構成する樹脂の光軸方向の厚さに関して、

ΔX_{max} : 最大樹脂厚、

ΔX_{min} : 最小樹脂厚、

である。

[0010] 第5の発明のズームレンズは、上記第1～第4のいずれか1つの発明において、前記第2レンズ群が、物体側から順に、前群と、絞りと、後群と、から成り、前記後群が、単レンズ又は接合レンズから成る正負正の3つのレンズ成分から成ることを特徴とする。

[0011] 第6の発明の撮像光学装置は、上記第1～第5のいずれか1つの発明に係るズームレンズと、受光面上に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、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記ズームレンズが設けられていることを特徴とする。

[0012] 第7の発明のデジタル機器は、上記第6の発明に係る撮像光学装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、2成分ズームタイプにおいて第2レンズ群内に所定の条件を満たした3枚接合レンズが配置された構成になっているため、小型化を達成しながらも、全変倍域において軸上から周辺まで像面湾曲が良好に補正され、かつ、像面湾曲の色収差・色のコマ収差が低減された高性能なズームレンズ及び撮像光学装置を実現することができる。その小型化・高性能化されたズームレンズ又は撮像光学装置をデジタル機器（例えばデジタルカメラ）に用いることによって、デジタル機器に対して高性能の画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第1の実施の形態（実施例1）の光学構成図。

[図2]第2の実施の形態（実施例2）の光学構成図。

[図3]第3の実施の形態（実施例3）の光学構成図。

[図4]第4の実施の形態（実施例4）の光学構成図。

[図5]第5の実施の形態（実施例5）の光学構成図。

[図6]第6の実施の形態（実施例6）の光学構成図。

[図7]実施例1の縦収差図。

[図8]実施例2の縦収差図。

[図9]実施例3の縦収差図。

[図10]実施例4の縦収差図。

[図11]実施例5の縦収差図。

[図12]実施例6の縦収差図。

[図13]実施例1の像面湾曲の色収差を示す収差図。

[図14]実施例2の像面湾曲の色収差を示す収差図。

[図15]実施例3の像面湾曲の色収差を示す収差図。

- [図16]実施例4の像面湾曲の色収差を示す収差図。
- [図17]実施例5の像面湾曲の色収差を示す収差図。
- [図18]実施例6の像面湾曲の色収差を示す収差図。
- [図19]実施例1の広角端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図20]実施例1の中間焦点距離状態での色コマ収差を示す横収差図。
- [図21]実施例1の望遠端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図22]実施例2の広角端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図23]実施例2の中間焦点距離状態での色コマ収差を示す横収差図。
- [図24]実施例2の望遠端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図25]実施例3の広角端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図26]実施例3の中間焦点距離状態での色コマ収差を示す横収差図。
- [図27]実施例3の望遠端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図28]実施例4の広角端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図29]実施例4の中間焦点距離状態での色コマ収差を示す横収差図。
- [図30]実施例4の望遠端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図31]実施例5の広角端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図32]実施例5の中間焦点距離状態での色コマ収差を示す横収差図。
- [図33]実施例5の望遠端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図34]実施例6の広角端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図35]実施例6の中間焦点距離状態での色コマ収差を示す横収差図。
- [図36]実施例6の望遠端での色コマ収差を示す横収差図。
- [図37]ズームレンズを搭載したデジタル機器の概略構成例を示す模式図。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、本発明に係るズームレンズ、撮像光学装置及びデジタル機器を説明する。本発明に係るズームレンズは、物体側から順に、負パワーを有する第1レンズ群と、正パワーを有する第2レンズ群と、から成り（パワー：焦点距離の逆数で定義される量）、群間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群に、物体側から順に、負パワーを有

する第1レンズと、正パワーを有する第2レンズと、負パワーを有する第3レンズと、から成る3枚接合レンズを少なくとも1組み、前記3枚接合レンズが以下の条件式(1)～(3)を満たした構成になっている。

$$0.08 < (r_{s2} + r_{s1}) / (r_{s2} - r_{s1}) < 0.5 \quad \dots (1)$$

$$2.7 < v_2 - v_1 < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$2.0 < v_2 - v_3 < 3.8 \quad \dots (3)$$

ただし、

r_{s1} : 3枚接合レンズの物体側接合面の曲率半径、

r_{s2} : 3枚接合レンズの像側接合面の曲率半径、

v_1 : 3枚接合レンズの第1レンズのアッベ数、

v_2 : 3枚接合レンズの第2レンズのアッベ数、

v_3 : 3枚接合レンズの第3レンズのアッベ数、

である。

[0016] 前述したように、デジタル化によってユーザーはモニターで撮影画像を等倍で見ることが可能となり、その結果、更なるMTF性能の向上や色収差の低減が求められるようになっている。しかし、デジタル化に対応しようとすると射出瞳位置を像面から遠くに配置しなければならなくなるため、全長の増大を招いて、高性能化と小型化との両立が難しくなってしまう。上記構成を採用すれば、軸上から周辺までの高性能化と小型化とを共に達成することが可能となる。例えば、第2レンズ群を前群と絞りと後群とで構成し、負正負の3枚接合レンズを第2レンズ群の後群内に配置すれば、第2レンズ群の後群で発生する非点収差及び色収差を広角端から望遠端まで良好に補正することができる。

[0017] 条件式(1)は、3枚接合レンズにおいて正パワーを有する第2レンズの好ましいシェイプファクターを規定している。この条件式(1)を満たすことにより、広角端から望遠端において像面湾曲が小さい光学解を得ることができる。条件式(1)の上限を越える形状になると、物体側接合面より像側接合面の方が曲率の絶対値が小さくなり、それによって望遠端における像面

湾曲がオーバー側に大きく発生するため、望ましくない。条件式（１）の下限を越える形状になると、物体側接合面と像側接合面とで曲率の絶対値が近づく形状になり、それによって広角端における像面湾曲が大きく発生するため、望ましくない。

[0018] 条件式（２）は３枚接合レンズの第１レンズと第２レンズとの好ましい分散差を規定しており、条件式（３）は３枚接合レンズの第２レンズと第３レンズとの好ましい分散差を規定している。条件式（２）及び（３）を満足することにより、全ズーム領域において、色の像面湾曲収差と色コマを補正できる光学解を得ることができる。条件式（２）又は（３）の上限を越えると、３枚接合レンズの各レンズの分散差が大きくなりすぎて、３枚接合レンズにおいて像面湾曲の色収差が大きく発生してしまうため、望ましくない。条件式（２）又は（３）の下限を越えると、３枚接合レンズの各レンズの分散差が小さくなりすぎて、３枚接合レンズにおいて色のコマ収差、特に広角端でのUpper側の色コマ収差が大きく発生してしまうため、望ましくない。

[0019] 上記特徴的構成によると、２成分ズームタイプにおいて第２レンズ群内に所定の条件を満たした３枚接合レンズが配置された構成になっているため、小型化を達成しながらも、広角端から望遠端までの全変倍域において軸上から周辺まで像面湾曲が良好に補正され、かつ、像面湾曲の色収差・色のコマ収差が低減された高性能なズームレンズ及び撮像光学装置を実現することができる。その小型化・高性能化されたズームレンズ又は撮像光学装置をデジタルカメラ等のデジタル機器に用いれば、デジタル機器に対して高性能の画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となり、デジタル機器のコンパクト化、低コスト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。例えば、本発明に係るズームレンズは、レンズ交換式デジタルカメラ用の交換レンズとして好適であるため、持ち運びに便利な軽量・小型の交換レンズを実現することができる。こういった効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能、小型化等を達成するための条件等を以下に説明する。

[0020] 本発明に係るズームレンズは、以下の条件式（1 a）を満足することが更に望ましい。

$$0.08 < (r_{s2} + r_{s1}) / (r_{s2} - r_{s1}) < 0.40 \quad \dots (1a)$$

この条件式（1 a）は、前記条件式（1）が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式（1 a）を満たすことにより、前記効果をより一層大きくすることができる。

[0021] 本発明に係るズームレンズは、以下の条件式（2 a）を満足することが更に望ましい。

$$3.0 < v_2 - v_1 < 4.0 \quad \dots (2a)$$

この条件式（2 a）は、前記条件式（2）が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式（2 a）を満たすことにより、前記効果をより一層大きくすることができる。

[0022] 本発明に係るズームレンズは、以下の条件式（3 a）を満足することが更に望ましい。

$$2.5 < v_2 - v_3 < 3.8 \quad \dots (3a)$$

この条件式（3 a）は、前記条件式（3）が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式（3 a）を満たすことにより、前記効果をより一層大きくすることができる。

[0023] 前記第1レンズ群と第2レンズ群は、以下の条件式（4）を満たすことが望ましい。

$$-0.8 < f_1 / f_2 < -0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

f₁：第1レンズ群の焦点距離、

f₂：第2レンズ群の焦点距離、

である。

[0024] 条件式(4)を満たすことにより、第1レンズ群と第2レンズ群のパワーを適切にし、第1レンズ群の移動量の増加を抑制して小型化を達成することができる。条件式(4)の上限を越えると、第1レンズ群のパワーが強くなるため、小型化を図ることはできるが、第1レンズ群のパワー増大に伴って第2レンズ群のパワーが増大するため、収差補正、特に望遠端での球面収差やコマ収差の補正が困難になって、高性能化を達成することが困難になる。条件式(4)の下限を越えると、第1レンズ群のパワーが弱くなるため、第1レンズ群の移動量が増えて全長が大きくなる。したがって、小型化の達成が困難になる。

[0025] 本発明に係るズームレンズは、以下の条件式(4a)を満足することが更に望ましい。

$$-0.72 < f_1 / f_2 < -0.6 \quad \dots (4a)$$

この条件式(4a)は、前記条件式(4)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(4a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

[0026] 前記第2レンズ群が、物体側から順に、前群と、絞りと、後群と、から成り、前記後群に前記3枚接合レンズを含み、以下の条件式(5)を満たすことが望ましい。

$$-1 < f_s / f_{2r} < -0.3 \quad \dots (5)$$

ただし、

f_{2r} : 第2レンズ群の後群の焦点距離、

f_s : 第2レンズ群内の3枚接合レンズの焦点距離、

である。

[0027] 第2レンズ群を絞りで前群と後群とに分けて、その後群が3枚接合レンズを含み、かつ、条件式(5)を満たすようにすることが好ましい。条件式(5)を満たすことにより、第2レンズ群の後群と3枚接合レンズとのパワー

関係を最適化し、第2レンズ群の後群内で生じるコマ収差と球面収差を効果的に抑制することができる。条件式(5)の上限を越えると、3枚接合レンズの負のパワーが強くなって、望遠端での収差(特に球面収差)の補正が困難となるため、好ましくない。条件式(5)の下限を越えると、3枚接合レンズの負のパワーが弱くなって、絞り以降のレンズ径の増大を招くため、好ましくない。

[0028] 前記第1レンズ群に、以下の条件式(6)を満たす複合型非球面を2面含むことが望ましい。

$$4. \quad 8 < \Delta X_{\max} / \Delta X_{\min} < 6.0 \quad \cdots (6)$$

ただし、複合型非球面を構成する樹脂の光軸方向の厚さに関して、
 $\Delta X_{\max}$: 最大樹脂厚、
 $\Delta X_{\min}$: 最小樹脂厚、
である。

[0029] 第1レンズ群に上記のような複合型非球面を2面含むことにより、第1レンズ群内で発生する歪曲収差と像面湾曲を効果的に抑制することができる。本ズームタイプでは、第1レンズ群内で発生する負の歪曲収差を補正するために非球面が必要であるが、歪曲収差に加えて広角端から望遠端において像面湾曲を効果的に補正するために、別途、非球面を追加すれば効果的な補正が可能となる。

[0030] 条件式(6)を満たすことにより、第1レンズ群で生じる像面湾曲を良好に補正することができる。条件式(6)の下限を越えると樹脂厚差が小さくなり、広角端において像面湾曲を大きく発生させることになるため、好ましくない。条件式(6)の上限を越えると樹脂厚差が大きくなり、望遠端において像面湾曲を大きく発生させることになるため、好ましくない。

[0031] 前記第2レンズ群が、物体側から順に、前群と、絞りと、後群と、から成り、前記後群が、単レンズ又は接合レンズから成る正負正の3つのレンズ成分から成ることが望ましい。第2レンズ群の後群を正・負・正のレンズ成分で構成することは、ズーム全域での収差補正を良好に行う上で好ましい。さ

らに、後群を構成する負のレンズ成分として、前記３枚接合レンズを用いることにより、ズーム全域にわたって色収差及び像面湾曲を良好に補正しつつ、ズーム全域での球面収差及びコマ収差を低減することが可能となる。

[0032] 本発明に係るズームレンズは、画像入力機能付きデジタル機器（例えば、デジタルカメラ）用の撮像レンズとしての使用に適しており、これを撮像素子等と組み合わせることにより、被写体の映像を光学的に取り込んで電氣的な信号として出力する撮像光学装置を構成することができる。撮像光学装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成す光学装置であり、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ズームレンズと、そのズームレンズにより形成された光学像を電氣的な信号に変換する撮像素子と、を備えることにより構成される。そして、撮像素子の受光面（すなわち撮像面）上に被写体の光学像が形成されるように、前述した特徴的構成を有するズームレンズが配置されることにより、小型・低コストで高い性能を有する撮像光学装置やそれを備えたデジタル機器を実現することができる。

[0033] 画像入力機能付きデジタル機器の例としては、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、車載カメラ、テレビ電話用カメラ等のカメラが挙げられる。また、パーソナルコンピュータ、携帯用デジタル機器（例えば、携帯電話、スマートフォン、モバイルコンピュータ等）、これらの周辺機器（スキャナー、プリンター等）、その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けによりカメラ機能が搭載されたものが挙げられる。これらの例から分かるように、撮像光学装置を用いることによりカメラを構成することができるだけでなく、各種機器に撮像光学装置を搭載することによりカメラ機能を付加することが可能である。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を構成することが可能である。

[0034] 図３７に、画像入力機能付きデジタル機器の一例として、ズームレンズＺＬを搭載したデジタル機器ＤＵの概略構成例を模式的断面で示す。図３７に示すデジタル機器ＤＵに搭載されている撮像光学装置ＬＵは、物体（すなわ

ち被写体)側から順に、物体の光学像(像面)IMを変倍可能に形成するズームレンズZL(A X:光軸)と、平行平板PT(撮像素子SRのカバーガラス;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ー等の光学フィルター等に相当する。)と、ズームレンズZLにより受光面(撮像面)SS上に形成された光学像IMを電気的な信号に変換する撮像素子SRと、を備えている。この撮像光学装置LUで画像入力機能付きデジタル機器DUを構成する場合、通常そのボディ内部に撮像光学装置LUを配置することになるが、カメラ機能を実現する際には必要に応じた形態を採用することが可能である。例えば、ユニット化した撮像光学装置LUをデジタル機器DUの本体に対して着脱自在又は回動自在に構成することが可能である。

[0035] ズームレンズZLは、負正の2成分から成る2群ズーム構成になっており、第1レンズ群と第2レンズ群がそれぞれ光軸AXに沿って移動して群間隔を変化させることにより変倍(すなわちズーミング)を行い、第2レンズ群を構成する前群が光軸AXに沿って移動することによりフォーカシングを行い(近距離物体へのフォーカシングを前群の像側への移動により行う。)、撮像素子SRの受光面SS上に光学像IMを形成する構成になっている。

[0036] 撮像素子SRとしては、例えば複数の画素を有するCCD(Charge Couple d Device)型イメージセンサー、CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型イメージセンサー等の固体撮像素子が用いられる。ズームレンズZLは、撮像素子SRの光電変換部である受光面SS上に被写体の光学像IMが形成されるように設けられているので、ズームレンズZLによって形成された光学像IMは、撮像素子SRによって電気的な信号に変換される。

[0037] デジタル機器DUは、撮像光学装置LUの他に、信号処理部1,制御部2,メモリ3,操作部4,表示部5等を備えている。撮像素子SRで生成した信号は、信号処理部1で所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が必要に応じて施され、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

ク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号等に変換されたりして他の機器に伝送される（例えば携帯電話の通信機能）。制御部2はマイクロコンピュータから成っており、撮影機能（静止画撮影機能、動画撮影機能等）、画像再生機能等の機能の制御；ズーミング、フォーカシング、手ぶれ補正等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、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方を行うように、制御部2により撮像光学装置L Uに対する制御が行われる。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あるいはメモリ3に記録されている画像情報を用いて画像表示を行う。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、操作者が操作入力した情報を制御部2に伝達する。

[0038] ここで、第1～第6の実施の形態を挙げて、ズームレンズZ Lの具体的な光学構成を更に詳しく説明する。図1～図6は、第1～第6の実施の形態を構成するズームレンズZ Lにそれぞれ対応する光学構成図であり、広角端（W）、中間焦点距離状態（M）、望遠端（T）でのレンズ配置、レンズ形状等を光学断面で示している。各光学構成図中の矢印m 1、m 2は、広角端（W）から望遠端（T）へのズーミングにおける第1レンズ群G r 1、第2レンズ群G r 2の移動をそれぞれ模式的に示している。矢印m 1、m 2から分かるように、第1レンズ群G r 1は広角端（W）から望遠端（T）にかけて、像面IM側に一時移動し、その後物体側に移動するといったUターンの軌跡を描くように移動し、第2レンズ群G r 2は広角端Wから望遠端Tにかけて物体側に移動する。

[0039] 絞りS Tは第2レンズ群G r 2内に位置しており、ズーミングにおいて第2レンズ群G r 2と共に移動する。第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、前群G r Fと、絞りS Tと、後群G r Rと、から成っており、後群G r Rは、単レンズ又は接合レンズから成る正負正の3つのレンズ成分から成っている。その3つのレンズ成分のうちの負のレンズ成分は、物体側から順に、

負パワーを有する第1レンズL1と、正パワーを有する第2レンズL2と、負パワーを有する第3レンズL3と、から成る3枚接合レンズLSで構成されている。前群GrFはフォーカス群であり、破線矢印mFで示すように、近距離物体へのフォーカシングにおいて像側へ移動する。

[0040] 第1の実施の形態(図1)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群Gr1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸レンズと、から構成されている。第2レンズ群Gr2の前群GrFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び両凸レンズから成る接合レンズから構成されている。第2レンズ群Gr2の後群GrRは、両凸レンズ及び両凹レンズから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1レンズL1)、両凸レンズ(第2レンズL2)及び両凹レンズ(第3レンズL3)から成る3枚接合レンズLSと、両凸レンズと、から構成されている。このズームレンズZLにおいて、物体側から2番目のレンズの物体側面と、物体側から3番目のレンズの像側面と、最も像側に配置されている両凸レンズの両面と、は非球面であり、第1レンズ群Gr1中の非球面は2面とも複合型非球面である。

[0041] 第2の実施の形態(図2)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群Gr1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸レンズと、から構成されている。第2レンズ群Gr2の前群GrFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズから成る接合レンズから構成されている。第2レンズ群Gr2の後群GrRは、両凸レンズ及び像側に凸面を向けた負メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1レンズL1)、両凸レンズ(第2レンズL2)及び両凹レンズ(第3レンズL3)から成る3枚接合レンズLSと、両凸レンズと、から構成されている。このズームレンズZLにおいて、物体側から2

番目のレンズの物体側面と、物体側から3番目のレンズの像側面と、最も像側に配置されている両凸レンズの両面と、は非球面であり、第1レンズ群 G_{r1} 中の非球面は2面とも複合型非球面である。

[0042] 第3の実施の形態（図3）における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群 G_{r1} は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸レンズと、から構成されている。第2レンズ群 G_{r2} の前群 G_{rF} は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズから成る接合レンズから構成されている。第2レンズ群 G_{r2} の後群 G_{rR} は、両凸レンズ及び像側に凸面を向けた負メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（第1レンズ L_1 ）、両凸レンズ（第2レンズ L_2 ）及び両凹レンズ（第3レンズ L_3 ）から成る3枚接合レンズ L_S と、両凸レンズと、から構成されている。このズームレンズ ZL において、物体側から2番目のレンズの物体側面と、物体側から3番目のレンズの像側面と、最も像側に配置されている両凸レンズの両面と、は非球面であり、第1レンズ群 G_{r1} 中の非球面は2面とも複合型非球面である。

[0043] 第4の実施の形態（図4）における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群 G_{r1} は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸レンズと、から構成されている。第2レンズ群 G_{r2} の前群 G_{rF} は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び両凸レンズから成る接合レンズから構成されている。第2レンズ群 G_{r2} の後群 G_{rR} は、両凸レンズ及び像側に凸面を向けた負メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（第1レンズ L_1 ）、両凸レンズ（第2レンズ L_2 ）及び両凹レンズ（第3レンズ L_3 ）から成る3枚接合レンズ L_S と、両凸レンズと、から構成されている。このズームレンズ ZL において、物体側から2番目のレンズの物体側面と、物

体側から3番目のレンズの像側面と、最も像側に配置されている両凸レンズの両面と、は非球面であり、第1レンズ群G_{r1}中の非球面は2面とも複合型非球面である。

[0044] 第5の実施の形態(図5)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群G_{r1}は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸レンズと、から構成されている。第2レンズ群G_{r2}の前群G_{rF}は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び両凸レンズから成る接合レンズから構成されている。第2レンズ群G_{r2}の後群G_{rR}は、両凸レンズ及び像側に凸面を向けた負メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1レンズL₁)、両凸レンズ(第2レンズL₂)及び両凹レンズ(第3レンズL₃)から成る3枚接合レンズL_Sと、両凸レンズと、から構成されている。このズームレンズZLにおいて、物体側から2番目のレンズの物体側面と、物体側から3番目のレンズの像側面と、最も像側に配置されている両凸レンズの両面と、は非球面であり、第1レンズ群G_{r1}中の非球面は2面とも複合型非球面である。

[0045] 第6の実施の形態(図6)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群G_{r1}は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸レンズと、から構成されている。第2レンズ群G_{r2}の前群G_{rF}は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び両凸レンズから成る接合レンズから構成されている。第2レンズ群G_{r2}の後群G_{rR}は、両凸レンズ及び像側に凸面を向けた負メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1レンズL₁)、両凸レンズ(第2レンズL₂)及び両凹レンズ(第3レンズL₃)から成る3枚接合レンズL_Sと、両凸レンズと、から構成されている。このズームレンズZLにおいて、物体側から2番目のレンズの物体側面と、物

体側から3番目のレンズの像側面と、最も像側に配置されている両凸レンズの両面と、は非球面であり、第1レンズ群G r 1中の非球面は2面とも複合型非球面である。

実施例

[0046] 以下、本発明を実施したズームレンズの構成等を、実施例のコンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1～6（EX 1～6）は、前述した第1～第6の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第1～第6の実施の形態を表す光学構成図（図1～図6）は、対応する実施例1～6のレンズ配置、レンズ形状等をそれぞれ示している。

[0047] 各実施例のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号、曲率半径 r (mm)、軸上面間隔 d (mm)、 d 線（波長 587.56 nm ）に関する屈折率 n_d 、 d 線に関するアッベ数 v_d を示す。面番号に*が付された面は非球面であり、その面形状は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。非球面データとして、非球面係数等を示す。なお、各実施例の非球面データにおいて表記の無い項の係数は0であり、すべてのデータに関して $E-n = \times 10^{-n}$ である。

$$z = (c \cdot h^2) / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K) \cdot c^2 \cdot h^2\}}] + \sum (A_j \cdot h^j) \quad \dots (AS)$$

ただし、

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

z : 高さ h 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_j : j 次の非球面係数、

である。

[0048] 各種データとして、ズーム比（変倍比）を示し、さらに各焦点距離状態W

、 M 、 T について、全系の焦点距離（ f ， mm ），全画角（ 2ω ， $^{\circ}$ ），バックフォーカス（ BF ， mm ），レンズ全長（ TL ， mm ）， F ナンバー（ Fno ），像高（ Y' ， mm ），及び可変面間隔 d_i （ i ：面番号， mm ）を示し、レンズ群等（第1レンズ群 G_{r1} ，第2レンズ群 G_{r2} ，前群 G_{rF} ，後群 G_{rR} ，3枚接合レンズ L_S ，第1レンズ L_1 ，第2レンズ L_2 ，第3レンズ L_3 ）の焦点距離（ f_1 ， f_2 ， f_s ， f_{2_r} 等； mm ）を示す。ただし、ここで使っているバックフォーカス BF は平行平板 PT の像側面から像面 IM までの距離であり、レンズ全長 TL はレンズ最前面から像面 IM までの距離である。また、表1に条件式対応値を各実施例について示す。

[0049] 図7～図12は、実施例1～実施例6（ $EX1$ ～ $EX6$ ）にそれぞれ対応する無限遠被写体に対する縦収差図であり、（ A ）～（ C ）：広角端（ W ），（ D ）～（ F ）：中間焦点距離状態（ M ），（ G ）～（ I ）：望遠端（ T ）における諸収差を示している。図7～図12において、（ A ），（ D ），（ G ）は球面収差図、（ B ），（ E ），（ H ）は非点収差図、（ C ），（ F ），（ I ）は歪曲収差図である。球面収差図は、実線で示す d 線（波長 587.56nm ）に対する球面収差量を、近軸像面からの光軸 AX 方向のズレ量（単位： mm ）で表しており、縦軸は瞳への入射高さをその最大高さと規格化した値（すなわち相対瞳高さ）を表している。非点収差図において、破線 T は d 線に対するタンジェンシャル像面、実線 S は 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 ）で表しており、縦軸は像高（ IMG_HT ，単位： mm ）を表している。歪曲収差図において、横軸は d 線に対する歪曲（単位： $\%$ ）を表しており、縦軸は像高（ IMG_HT ，単位： mm ）を表している。なお、像高 IMG_HT の最大値は、像面 IM 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。

[0050] 図13～図18は、実施例1～実施例6（ $EX1$ ～ $EX6$ ）にそれぞれ対応する無限遠被写体に対する色像面湾曲図であり、（ A ）は広角端（ W ）、

(B) は中間焦点距離状態 (M)、(C) は望遠端 (T) における色像面湾曲をそれぞれ示している。図 13～図 18 中の表記は、図 7～図 12 中の (B)、(E)、(H) と同様であり、C 線 (波長 656.28 nm)、d 線 (波長 587.56 nm)、g 線 (波長 435.84 nm) に対する像面湾曲を、サジタル像面 S とタンジェンシャル像面 T のそれぞれについて示している。

[0051] 図 19～図 21、図 22～図 24、図 25～図 27、図 28～図 30、図 31～図 33、図 34～図 36 は、実施例 1～実施例 6 (EX1～EX6) にそれぞれ対応する横収差図であり、広角端 (W)、中間焦点距離状態 (M)、望遠端 (T) における色コマ収差 (mm) を示している。図 19～図 36 のそれぞれにおいて、(A)～(E) はタンジェンシャル光束での横収差を示しており、(F)～(J) はサジタル光束での横収差を示している。また、RELATIVE FIELD HEIGHT で表されている像高比 (半画角 ω°) での横収差を、実線で示す d 線 (波長 587.56 nm)、一点鎖線で示す C 線 (波長 656.28 nm)、破線で示す g 線 (波長 435.84 nm) について示している。なお像高比は、像高を最大像高 Y' で規格化した相対的な像高である。

[0052]

実施例 1

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	d0		
1	55.466	2.30	1.72916	54.67
2	22.882	5.75		
*3	42.477	0.08	1.51400	53.00
4	31.616	1.80	1.72916	54.67
5	19.407	7.62		
6	201.373	1.73	1.80420	46.50
7	27.873	0.08	1.51400	53.00
*8	23.059	6.63		
9	39.970	5.45	1.68893	31.16
10	-175.401	26.97(可変)		
11	49.393	2.00	1.80518	25.46
12	25.904	0.01	1.51400	42.80
13	25.904	4.84	1.64769	33.84
14	-302.784	6.15		
15(絞り)	∞	1.90		
16	18.791	8.37	1.49700	81.61
17	-46.108	0.01	1.51400	42.80
18	-46.108	1.00	1.72916	54.67
19	1198.193	1.00		
20	38.088	1.00	1.80420	46.50
21	11.617	0.01	1.51400	42.80
22	11.617	7.85	1.49700	81.61
23	-13.915	0.01	1.51400	42.80
24	-13.915	1.00	1.72916	54.67
25	63.311	1.21		
*26	999.995	4.41	1.58313	59.39
*27	-21.943	37.70(可変)		
28	∞	1.90	1.51680	64.20
29	∞	1.00		
像面	∞	0.00		

[0053]

非球面データ

面	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
3	1.487	1.168E-05	-4.148E-09	1.101E-12	1.894E-14	-2.952E-17	-9.759E-21
8	-4.715	3.700E-05	-1.310E-07	2.082E-10	-3.243E-13	1.792E-17	-9.759E-21
26	0.000	2.136E-05	1.939E-07	1.663E-09	1.020E-11		
27	-10.003	-9.654E-05	1.095E-06	-7.277E-09	5.471E-11		

[0054]

各種データ

ズーム比	1.84		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
f	18.50	25.08	34.00
2ω	60.54	46.60	35.24
BF	1.00	1.00	1.00
TL	139.69	134.64	136.74
Fno	3.6	4.15	4.63
Y'	21.63	21.63	21.63
d0	∞	∞	∞
d10	26.973	12.514	1.850
d27	37.70	47.12	59.88

[0055] レンズ群等の焦点距離

第1レンズ群 G r 1	-26.69
第2レンズ群 G r 2	38.19
前群 G r F	80.86
後群 G r R	57.98
3枚接合レンズ L S	-29.60
第1レンズ L 1	-21.14
第2レンズ L 2	14.19
第3レンズ L 3	-15.56

[0056]

実施例 2

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	d0		
1	56.894	2.30	1.72916	54.67
2	23.175	5.62		
*3	44.129	0.08	1.51400	53.00
4	31.909	1.80	1.72916	54.67
5	19.270	7.64		
6	189.960	1.70	1.80420	46.50
7	28.692	0.08	1.51400	53.00
*8	23.892	6.86		
9	40.196	5.43	1.68893	31.16
10	-202.837	26.95(可変)		
11	36.049	2.00	1.80518	25.46
12	21.790	0.01	1.51400	42.80
13	21.790	5.06	1.64769	33.84
14	148.319	6.42		
15(絞り)	∞	1.90		
16	21.200	7.43	1.49700	81.61
17	-27.461	0.01	1.51400	42.80
18	-27.461	1.12	1.72916	54.67
19	-246.857	2.33		
20	27.538	1.00	1.80420	46.50
21	11.317	0.01	1.51400	42.80
22	11.317	7.15	1.49700	81.61
23	-23.878	0.01	1.51400	42.80
24	-23.878	1.00	1.72916	54.67
25	51.442	1.34		
*26	1000.213	3.95	1.58313	59.39
*27	-28.052	37.70(可変)		
28	∞	1.90	1.51680	64.20
29	∞	1.00		
像面	∞	0.00		

[0057]

非球面データ

面	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
3	0.732	1.552E-05	-7.975E-09	1.063E-11	7.872E-15	-2.952E-17	-9.759E-21
8	-3.902	2.960E-05	-1.061E-07	1.524E-10	-2.983E-13	1.792E-17	-9.759E-21
26	0.000	2.037E-05	3.707E-07	-1.487E-09	2.256E-11		
27	-14.275	-5.950E-05	8.978E-07	-5.962E-09	3.899E-11		

[0058]

各種データ

ズーム比	1.84		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
f	18.50	25.08	34.00
2ω	60.55	46.59	35.24
BF	1.00	1.00	1.00
TL	139.69	134.66	136.76
Fno	3.6	4.15	4.67
Y'	21.63	21.63	21.63
d0	∞	∞	∞
d10	26.949	12.504	1.850
d27	37.70	47.12	59.88

[0059] レンズ群等の焦点距離

第1レンズ群 G r 1	-26.68
第2レンズ群 G r 2	38.17
前群 G r F	89.02
後群 G r R	53.45
3枚接合レンズ L S	-48.11
第1レンズ L 1	-24.56
第2レンズ L 2	16.57
第3レンズ L 3	-22.24

[0060]

実施例 3

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	d0		
1	56.700	2.29	1.72916	54.67
2	22.554	5.87		
*3	41.654	0.08	1.51400	53.00
4	31.079	1.80	1.72916	54.67
5	20.060	7.48		
6	185.198	2.80	1.80420	46.50
7	27.947	0.08	1.51400	53.00
*8	23.102	7.04		
9	40.530	5.29	1.68893	31.16
10	-214.872	26.65(可変)		
11	36.851	1.03	1.80518	25.46
12	24.227	0.01	1.51400	42.80
13	24.227	4.83	1.64769	33.84
14	252.802	6.02		
15(絞り)	∞	1.90		
16	21.433	7.21	1.49700	81.61
17	-28.120	0.01	1.51400	42.80
18	-28.120	1.40	1.72916	54.67
19	-363.927	1.00		
20	30.960	1.55	1.83481	42.71
21	12.048	0.01	1.51400	42.80
22	12.048	7.17	1.49700	81.61
23	-19.165	0.01	1.51400	42.80
24	-19.165	2.00	1.67293	55.04
25	46.395	1.41		
*26	1001.959	4.06	1.58313	59.39
*27	-26.005	37.70(可変)		
28	∞	1.90	1.51680	64.20
29	∞	1.00		
像面	∞	0.00		

[0061] 非球面データ

面	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
3	2.575	9.770E-06	-7.840E-09	9.280E-12	-4.014E-14	-2.952E-17	-9.759E-21
8	-5.577	4.396E-05	-1.562E-07	2.102E-10	-2.057E-13	1.792E-17	-9.759E-21
26	0.000	1.808E-05	3.577E-07	-8.150E-10	2.178E-11		
27	-13.787	-7.676E-05	1.055E-06	-7.110E-09	5.003E-11		

[0062]

各種データ

ズーム比	1.84		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
f	18.50	25.08	34.00
2ω	60.55	46.59	35.24
BF	1.00	1.00	1.00
TL	139.49	134.63	136.87
Fno	3.6	4.15	4.68
Y'	21.63	21.63	21.63
d0	∞	∞	∞
d10	26.653	12.379	1.851
d27	37.70	47.11	59.88

[0063] レンズ群等の焦点距離

第1レンズ群 G r 1	-26.52
第2レンズ群 G r 2	37.94
前群 G r F	76.83
後群 G r R	58.87
3枚接合レンズ L S	-42.03
第1レンズ L 1	-24.54
第2レンズ L 2	16.11
第3レンズ L 3	-19.91

[0064]

実施例 4

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	d0		
1	54.832	2.30	1.72916	54.67
2	22.758	5.71		
*3	41.464	0.08	1.51400	53.00
4	31.000	1.90	1.72916	54.67
5	19.022	7.80		
6	217.416	1.89	1.80420	46.50
7	29.740	0.08	1.51400	53.00
*8	24.392	7.15		
9	42.198	5.19	1.68893	31.16
10	-191.291	26.89 (可変)		
11	43.386	2.00	1.80518	25.46
12	25.144	0.01	1.51400	42.80
13	25.144	3.83	1.64769	33.84
14	-1413.103	6.06		
15 (絞り)	∞	1.90		
16	20.205	6.61	1.49700	81.61
17	-31.130	0.01	1.51400	42.80
18	-31.130	2.50	1.72916	54.67
19	-147.824	1.00		
20	41.294	1.37	1.77250	49.62
21	11.607	0.01	1.51400	42.80
22	11.607	7.37	1.49700	81.61
23	-18.185	0.01	1.51400	42.80
24	-18.185	2.00	1.77250	49.62
25	60.429	1.24		
*26	999.957	4.24	1.58313	59.39
*27	-23.539	37.70 (可変)		
28	∞	1.90	1.51680	64.20
29	∞	1.00		
像面	∞	0.00		

[0065]

非球面データ

面	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
3	2.501	9.645E-06	-4.182E-09	-8.855E-12	-1.018E-14	-2.952E-17	-9.759E-21
8	-5.646	3.812E-05	-1.391E-07	1.895E-10	-2.501E-13	1.792E-17	-9.759E-21
26	0.000	2.251E-05	1.967E-07	1.352E-09	1.091E-11		
27	-12.375	-9.225E-05	1.138E-06	-7.236E-09	5.015E-11		

[0066]

各種データ

ズーム比	1.84		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
f	18.50	25.08	34.00
2 ω	60.55	46.59	35.24
BF	1.00	1.00	1.00
TL	139.65	134.65	136.78
Fno	3.6	4.15	4.66
Y'	21.63	21.63	21.63
d0	∞	∞	∞
d10	26.891	12.479	1.850
d27	37.70	47.12	59.88

[0067] レンズ群等の焦点距離

第1レンズ群G r 1	-26.65
第2レンズ群G r 2	38.13
前群G r F	77.77
後群G r R	59.48
3枚接合レンズL S	-30.17
第1レンズL 1	-21.33
第2レンズL 2	15.53
第3レンズL 3	-17.90

[0068]

実施例 5

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	d0		
1	57.160	2.30	1.72916	54.67
2	22.528	6.58		
*3	49.006	0.08	1.51400	53.00
4	34.972	1.80	1.72916	54.67
5	20.582	6.82		
6	140.113	2.83	1.80420	46.50
7	26.861	0.08	1.51400	53.00
*8	22.282	6.38		
9	38.568	5.53	1.68893	31.16
10	-174.256	27.19(可変)		
11	45.249	2.00	1.83512	41.83
12	23.574	0.01	1.51400	42.80
13	23.574	3.39	1.62745	50.43
14	-229.978	6.13		
15(絞り)	∞	1.90		
16	20.400	6.36	1.55344	50.79
17	-26.810	0.01	1.51400	42.80
18	-26.810	2.50	1.83481	42.72
19	-85.945	1.00		
20	55.650	2.00	1.83492	42.42
21	12.055	0.01	1.51400	42.80
22	12.055	6.97	1.50026	80.83
23	-20.892	0.01	1.51400	42.80
24	-20.892	2.00	1.75500	47.38
25	62.339	1.23		
*26	1000.024	4.18	1.58313	59.39
*27	-23.764	37.73(可変)		
28	∞	1.90	1.51680	64.20
29	∞	1.00		
像面	∞	0.00		

[0069]

非球面データ

面	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
3	-1.652	1.460E-05	1.409E-08	-7.462E-11	1.315E-13	-2.952E-17	-9.759E-21
8	-4.451	3.729E-05	-1.113E-07	3.954E-11	1.091E-13	1.792E-17	-9.759E-21
26	0.000	2.144E-05	2.084E-07	1.101E-09	1.498E-11		
27	-12.499	-9.038E-05	1.124E-06	-7.338E-09	5.385E-11		

[0070]

各種データ

ズーム比	1.85		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
f	18.36	25.00	34.01
2 ω	60.92	46.72	35.24
BF	1.00	1.00	1.00
TL	139.78	134.59	136.65
Fno	3.6	4.15	4.67
Y'	21.63	21.63	21.63
d0	∞	∞	∞
d10	27.192	12.560	1.850
d27	37.73	47.15	59.91

[0071] レンズ群等の焦点距離

第1レンズ群 G r 1	-26.71
第2レンズ群 G r 2	37.88
前群 G r F	80.38
後群 G r R	58.19
3枚接合レンズ L S	-26.35
第1レンズ L 1	-18.82
第2レンズ L 2	16.44
第3レンズ L 3	-20.51

[0072]

実施例 6

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	d0		
1	56.585	2.30	1.68447	53.68
2	22.605	5.75		
*3	41.517	0.08	1.51400	53.00
4	31.000	1.80	1.61797	63.40
5	18.696	8.04		
6	427.972	1.70	1.80420	46.50
7	28.437	0.08	1.51400	53.00
*8	23.478	7.12		
9	42.076	5.19	1.68893	31.16
10	-156.518	26.86(可変)		
11	40.556	2.00	1.83481	42.72
12	21.529	0.01	1.51400	42.80
13	21.529	3.68	1.59770	51.25
14	-199.895	6.07		
15(絞り)	∞	1.90		
16	20.614	6.63	1.55421	50.56
17	-26.708	0.01	1.51400	42.80
18	-26.708	2.50	1.83481	42.72
19	-82.290	1.00		
20	51.558	1.94	1.83481	42.72
21	11.479	0.01	1.51400	42.80
22	11.479	6.78	1.49700	81.60
23	-26.044	0.01	1.51400	42.80
24	-26.044	2.00	1.78347	45.49
25	60.275	1.45		
*26	1000.070	4.25	1.58313	59.39
*27	-24.363	37.70(可変)		
28	∞	1.90	1.51680	64.20
29	∞	1.00		
像面	∞	0.00		

[0073]

非球面データ

面	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
3	-0.626	1.579E-05	-2.108E-09	-1.058E-12	3.548E-14	-2.952E-17	-9.759E-21
8	-4.250	3.205E-05	-1.220E-07	2.152E-10	-3.609E-13	1.792E-17	-9.759E-21
26	0.000	2.400E-05	1.127E-07	2.441E-09	7.976E-12		
27	-13.833	-9.435E-05	1.151E-06	-7.973E-09	5.512E-11		

[0074]

各種データ

ズーム比	1.84		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
f	18.50	25.08	33.99
2 ω	60.56	46.60	35.25
BF	1.00	1.00	1.00
TL	139.66	134.67	136.80
Fno	3.6	4.15	4.68
Y'	21.63	21.63	21.63
d0	∞	∞	∞
d10	26.863	12.467	1.850
d27	37.70	47.11	59.86

[0075] レンズ群等の焦点距離

第1レンズ群 G r 1	-26.64
第2レンズ群 G r 2	38.10
前群 G r F	78.91
後群 G r R	59.51
3枚接合レンズ L S	-26.27
第1レンズ L 1	-18.09
第2レンズ L 2	17.05
第3レンズ L 3	-22.98

[0076] [表1]

	(1) (rs2+rs1)/(rs2-rs1)		(2) v2-v1	(3) v2-v3
EX1	0.09		35.11	26.93
EX2	0.36		35.11	26.93
EX3	0.23		38.90	26.57
EX4	0.22		31.99	31.99
EX5	0.27		38.41	33.45
EX6	0.39		38.88	36.11
	(4) f1/f2	(5) fs/f2_r	(6): $\Delta X_{\max}/\Delta X_{\min}$	
			1面目	2面目
EX1	-0.70	-0.51	5.5053	4.9241
EX2	-0.70	-0.90	5.5145	4.9443
EX3	-0.70	-0.71	5.5392	4.9207
EX4	-0.70	-0.51	5.5074	4.9264
EX5	-0.71	-0.45	5.5076	4.9126
EX6	-0.70	-0.44	5.5052	4.9217

符号の説明

[0077]	D U	デジタル機器
	L U	撮像光学装置
	Z L	ズームレンズ

G r 1	第 1 レンズ群
G r 2	第 2 レンズ群
G r F	前群
G r R	後群
L S	3 枚接合レンズ
L 1	第 1 レンズ
L 2	第 2 レンズ
L 3	第 3 レンズ
S T	絞り（開口絞り）
S R	撮像素子
S S	受光面（撮像面）
I M	像面（光学像）
A X	光軸
1	信号処理部
2	制御部
3	メモリ
4	操作部
5	表示部

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、負パワーを有する第1レンズ群と、正パワーを有する第2レンズ群と、から成り、群間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群に、物体側から順に、負パワーを有する第1レンズと、正パワーを有する第2レンズと、負パワーを有する第3レンズと、から成る3枚接合レンズを少なくとも1組み、前記3枚接合レンズが以下の条件式(1)～(3)を満たすことを特徴とするズームレンズ；

$$0.08 < (r_{s2} + r_{s1}) / (r_{s2} - r_{s1}) < 0.5 \quad \dots (1)$$

$$27 < v_2 - v_1 < 40 \quad \dots (2)$$

$$20 < v_2 - v_3 < 38 \quad \dots (3)$$

ただし、

r_{s1} : 3枚接合レンズの物体側接合面の曲率半径、

r_{s2} : 3枚接合レンズの像側接合面の曲率半径、

v_1 : 3枚接合レンズの第1レンズのアッベ数、

v_2 : 3枚接合レンズの第2レンズのアッベ数、

v_3 : 3枚接合レンズの第3レンズのアッベ数、

である。

[請求項2] 前記第1レンズ群と第2レンズ群が以下の条件式(4)を満たすことを特徴とする請求項1記載のズームレンズ；

$$-0.8 < f_1 / f_2 < -0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離、

である。

[請求項3] 前記第2レンズ群が、物体側から順に、前群と、絞りと、後群と、から成り、前記後群に前記3枚接合レンズを含み、以下の条件式(5

) を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のズームレンズ；

$$-1 < f_{s2} / f_{r2} < -0.3 \quad \dots (5)$$

ただし、

f_{r2} : 第 2 レンズ群の後群の焦点距離、

f_{s2} : 第 2 レンズ群内の 3 枚接合レンズの焦点距離、

である。

[請求項 4] 前記第 1 レンズ群に、以下の条件式 (6) を満たす複合型非球面を 2 面含むことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ；

$$4.8 < \Delta X_{\max} / \Delta X_{\min} < 6.0 \quad \dots (6)$$

ただし、複合型非球面を構成する樹脂の光軸方向の厚さに関して、

$\Delta X_{\max}$: 最大樹脂厚、

$\Delta X_{\min}$: 最小樹脂厚、

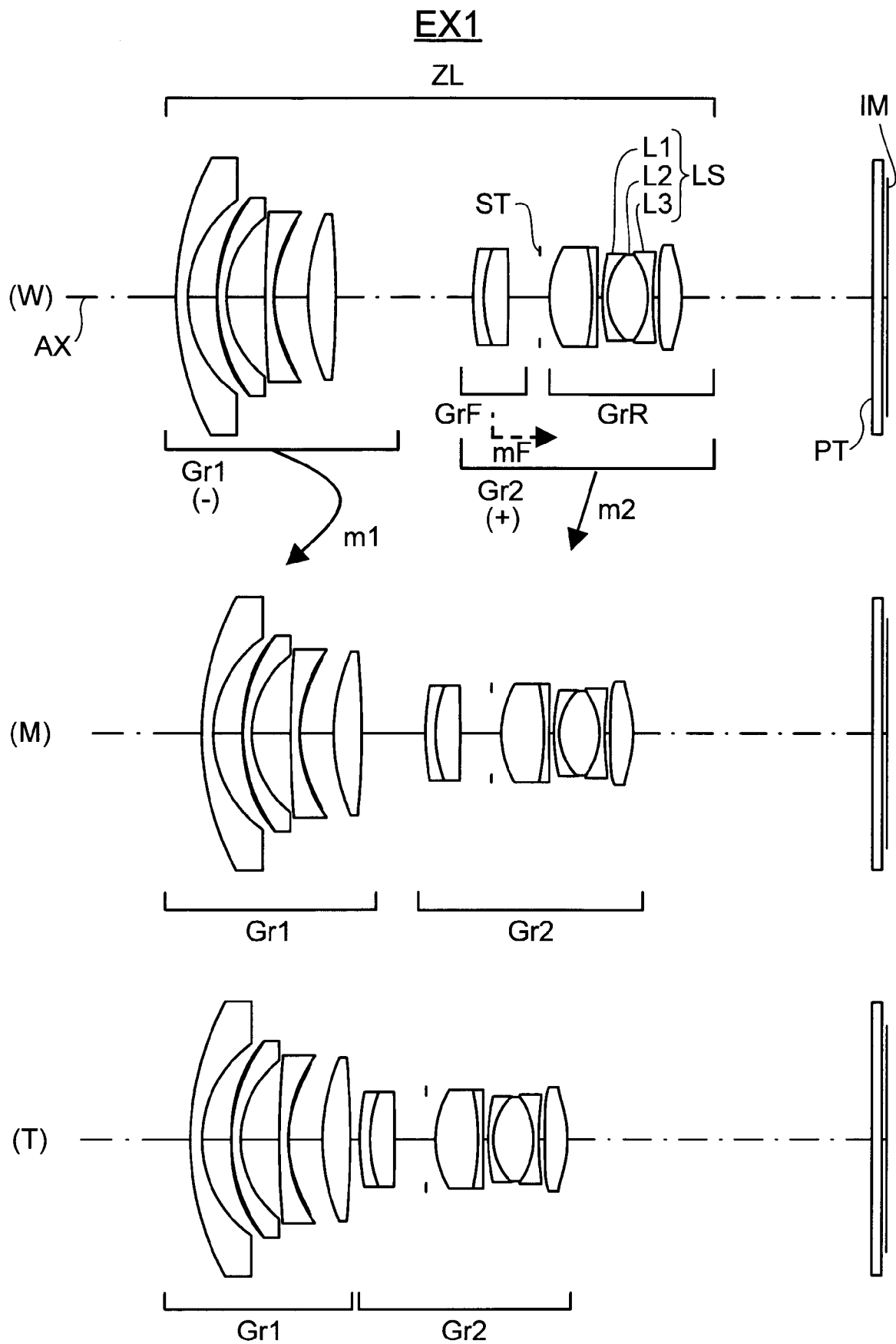
である。

[請求項 5] 前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、前群と、絞りと、後群と、から成り、前記後群が、単レンズ又は接合レンズから成る正負正の 3 つのレンズ成分から成ることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

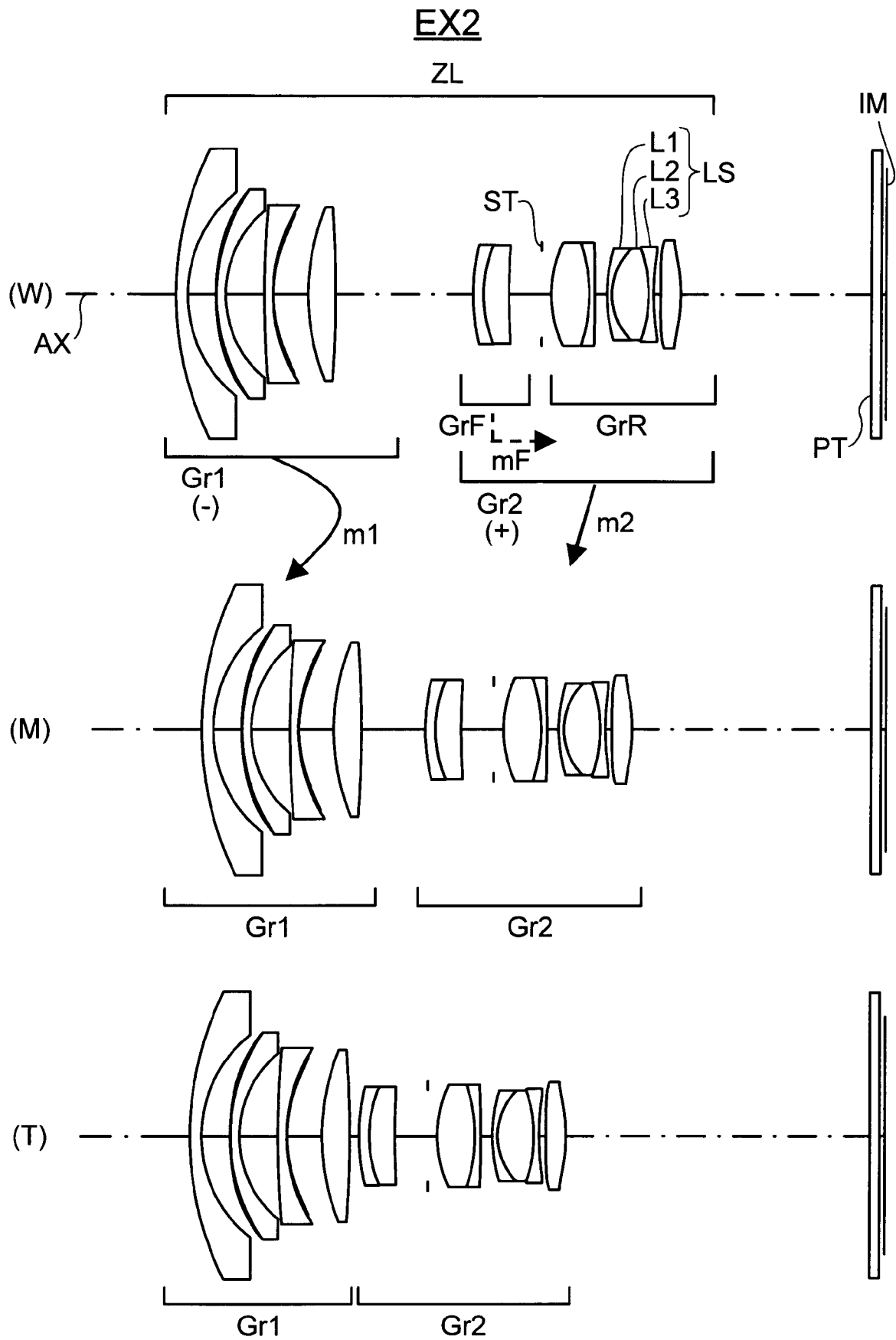
[請求項 6] 請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記ズームレンズが設けられていることを特徴とする撮像光学装置。

[請求項 7] 請求項 6 記載の撮像光学装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とするデジタル機器。

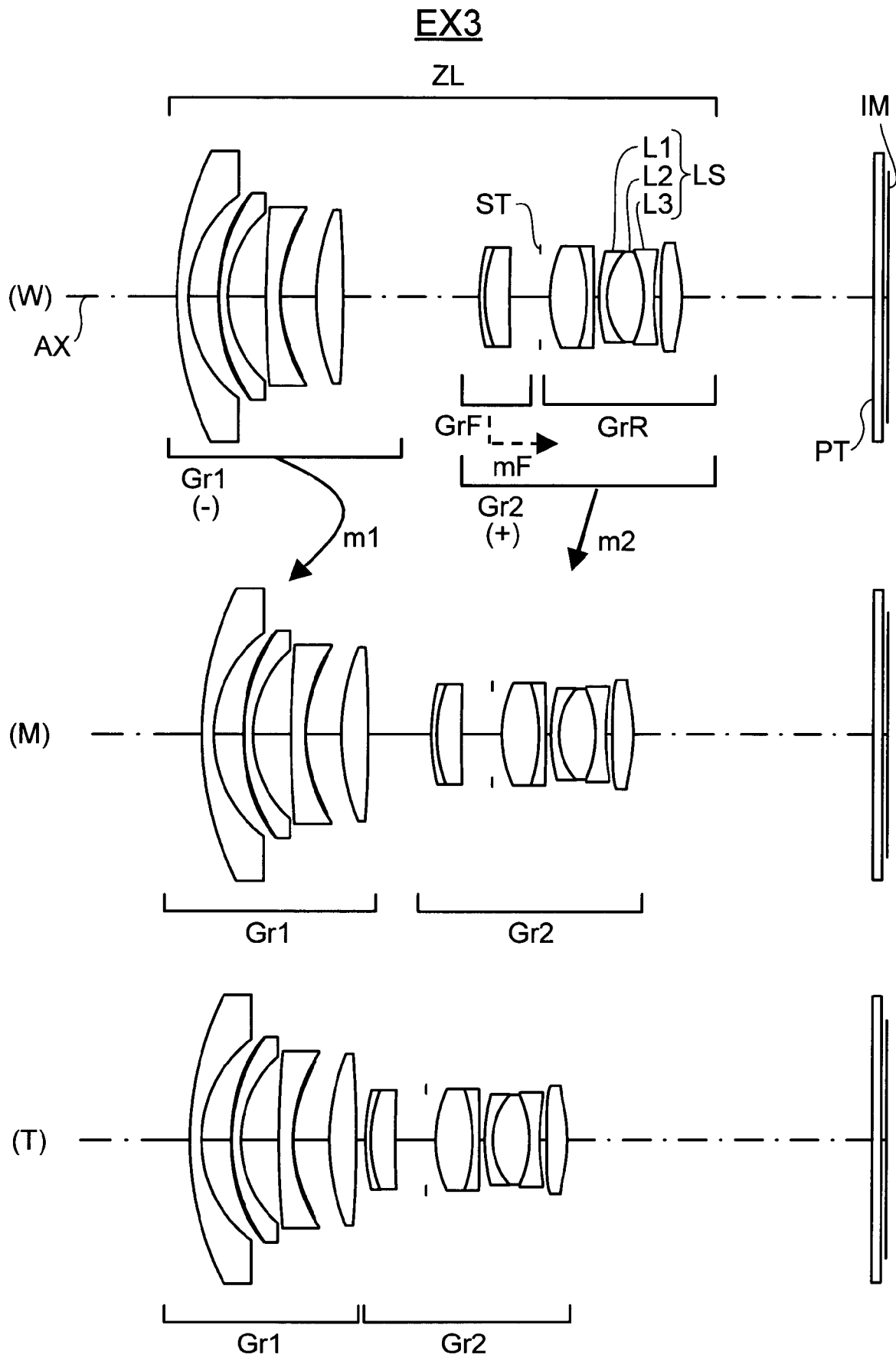
[図1]



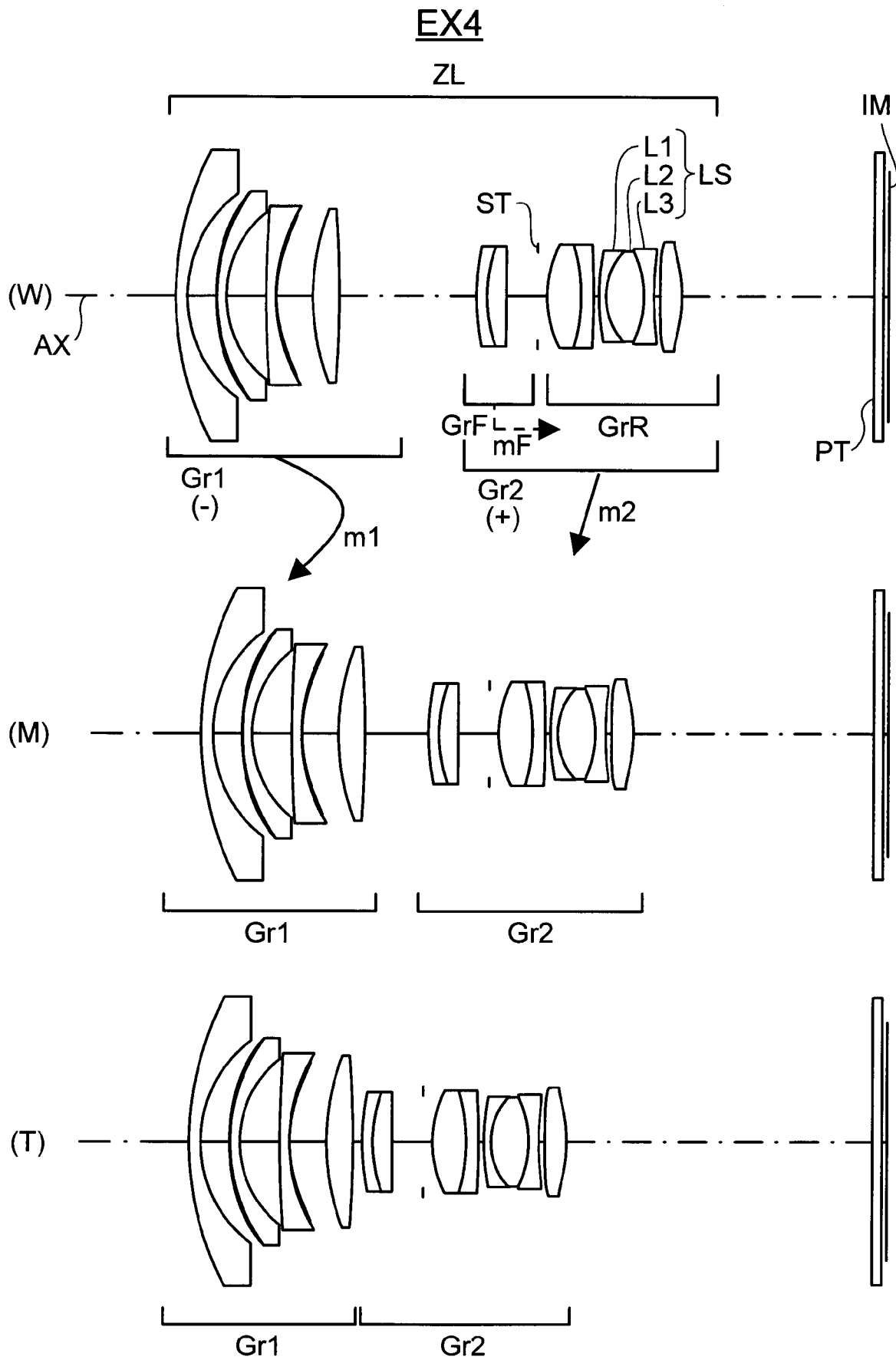
[図2]



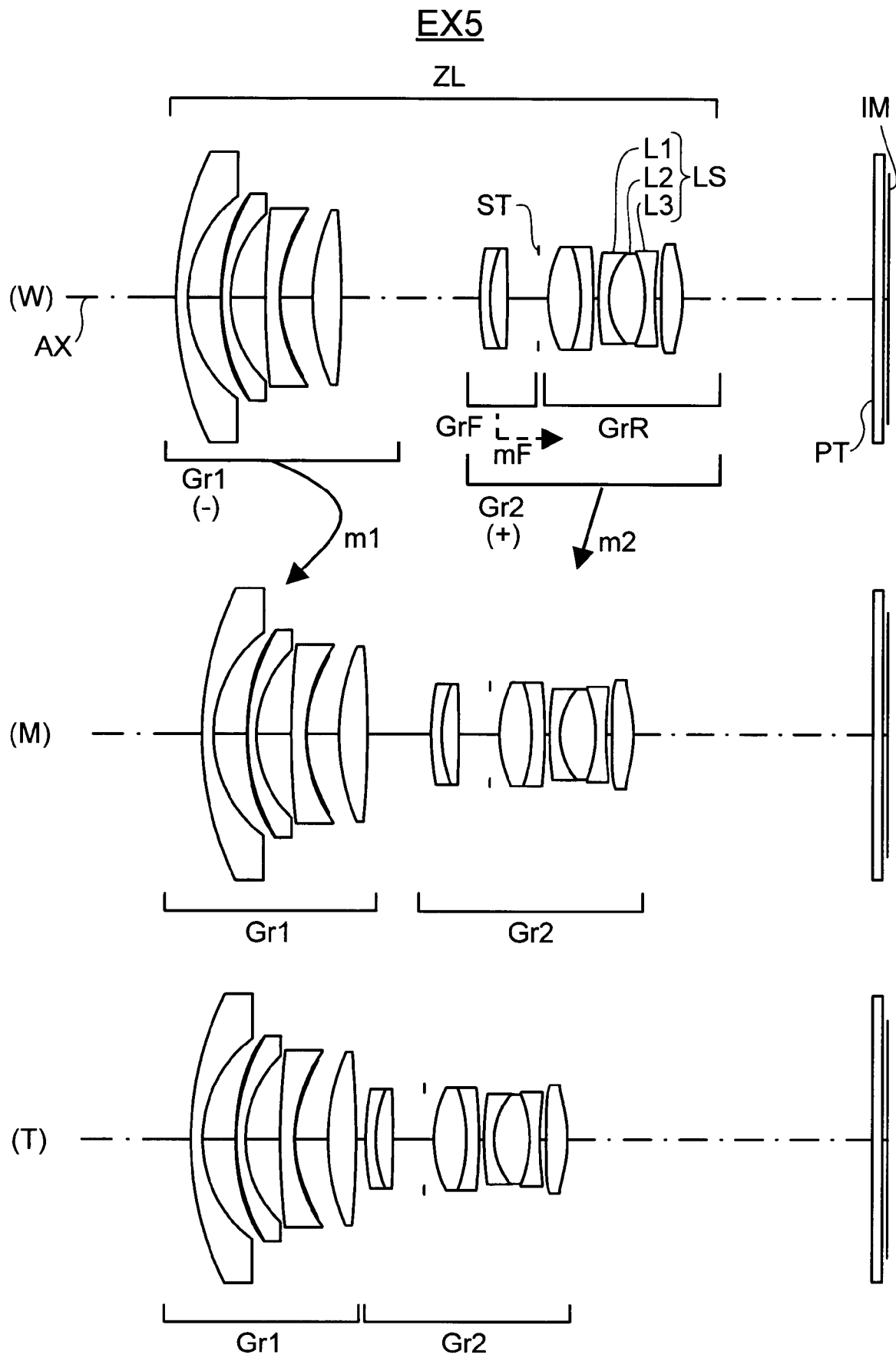
[図3]



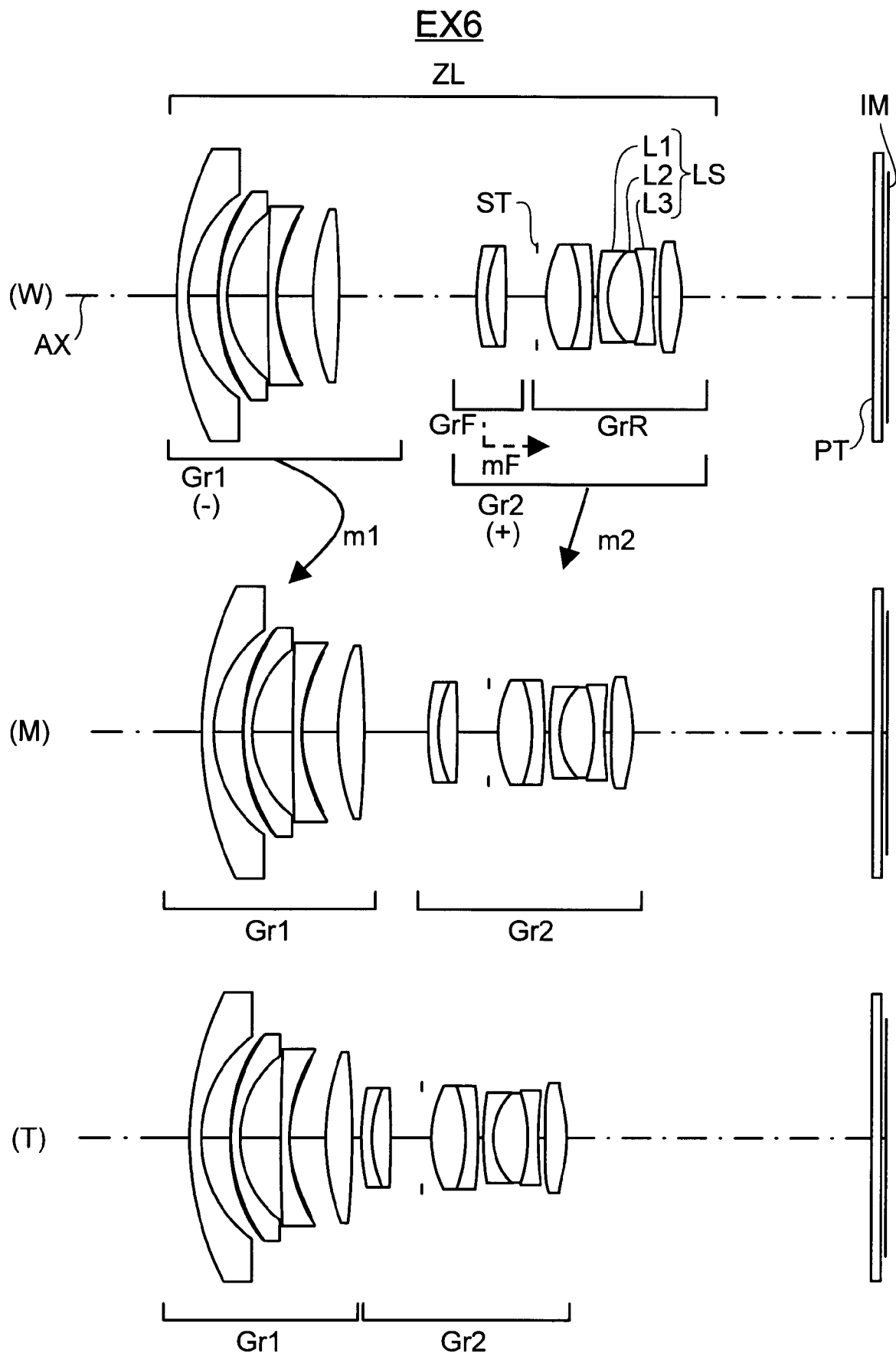
[図4]



[図5]

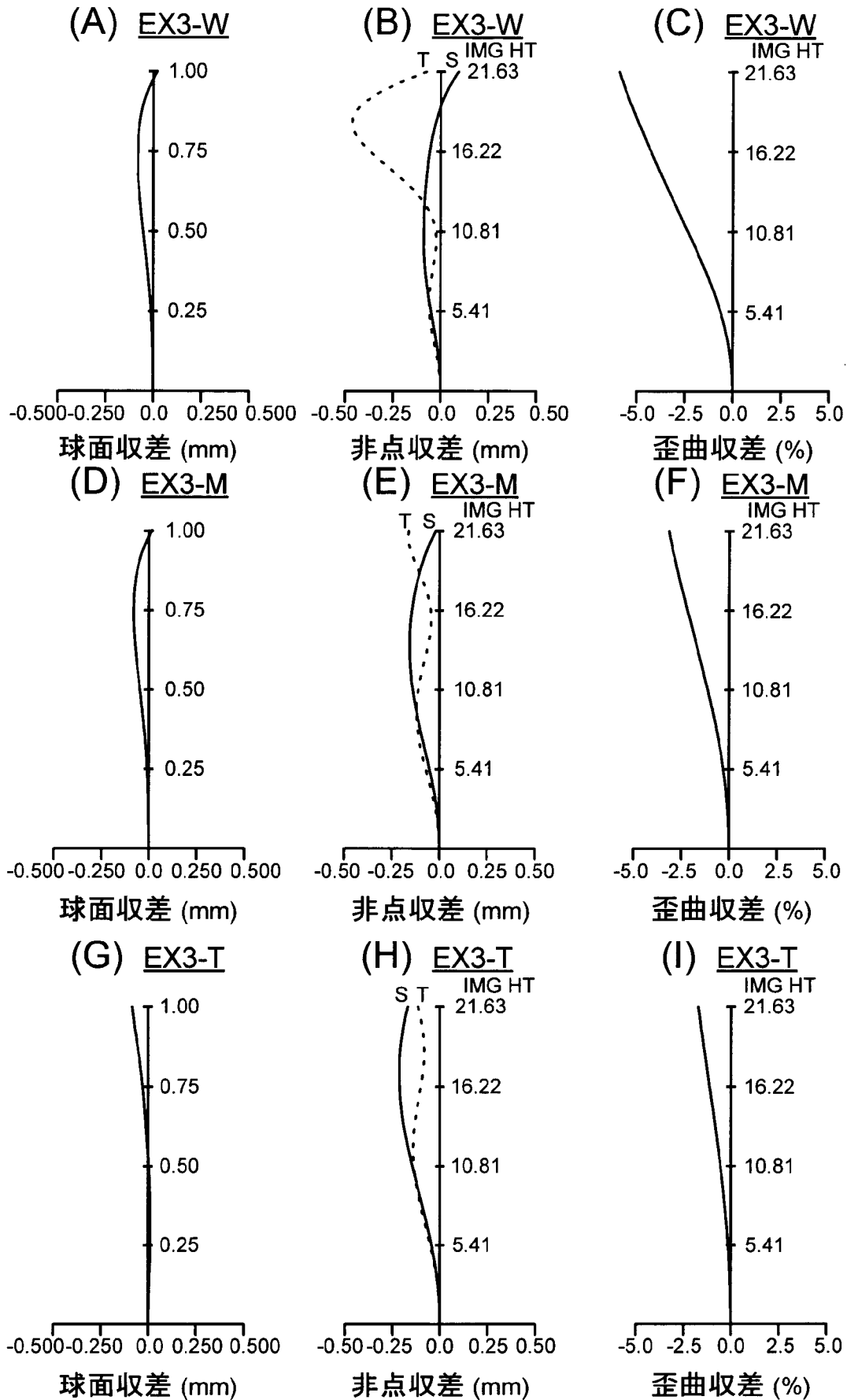


[図6]

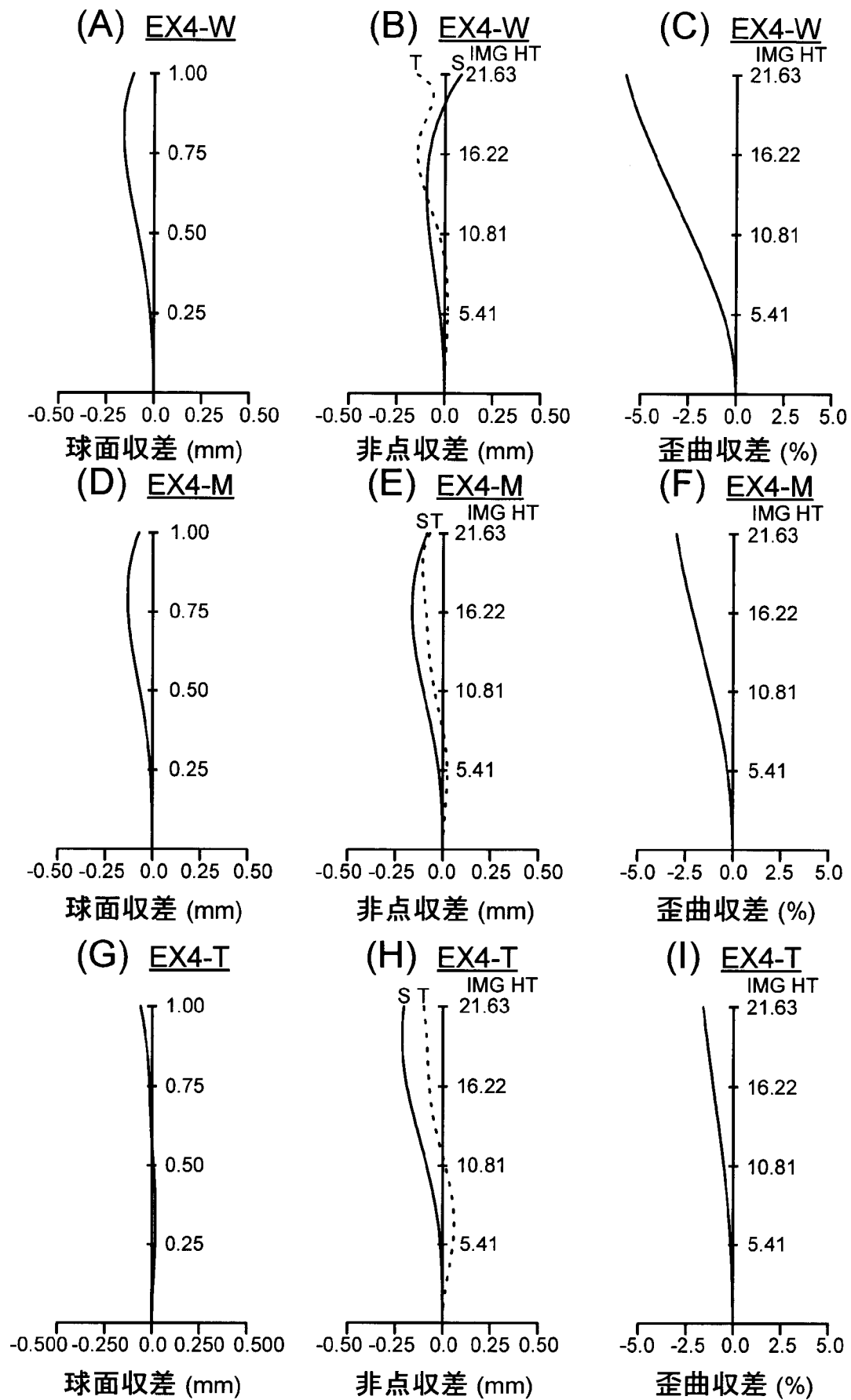




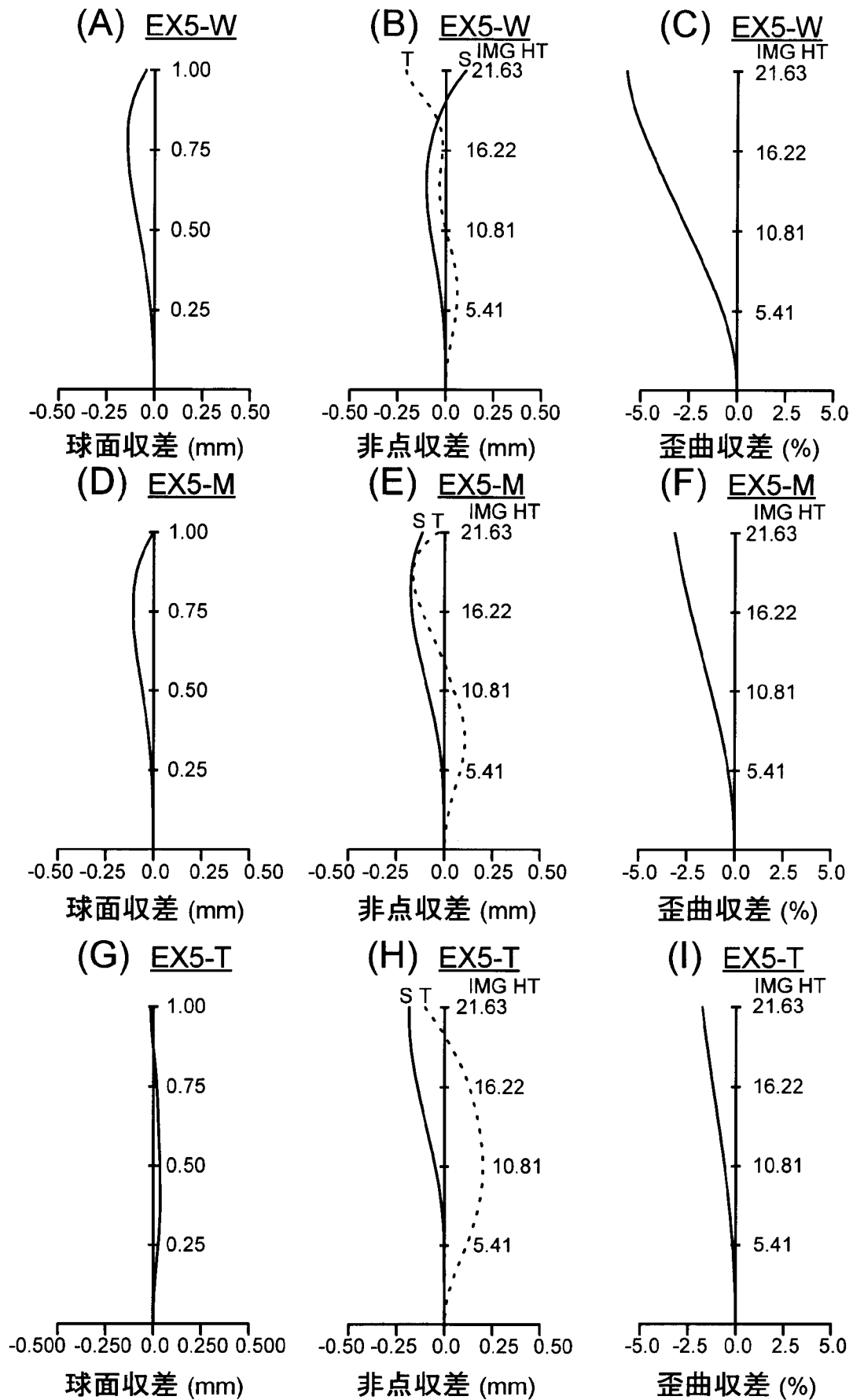
[図9]



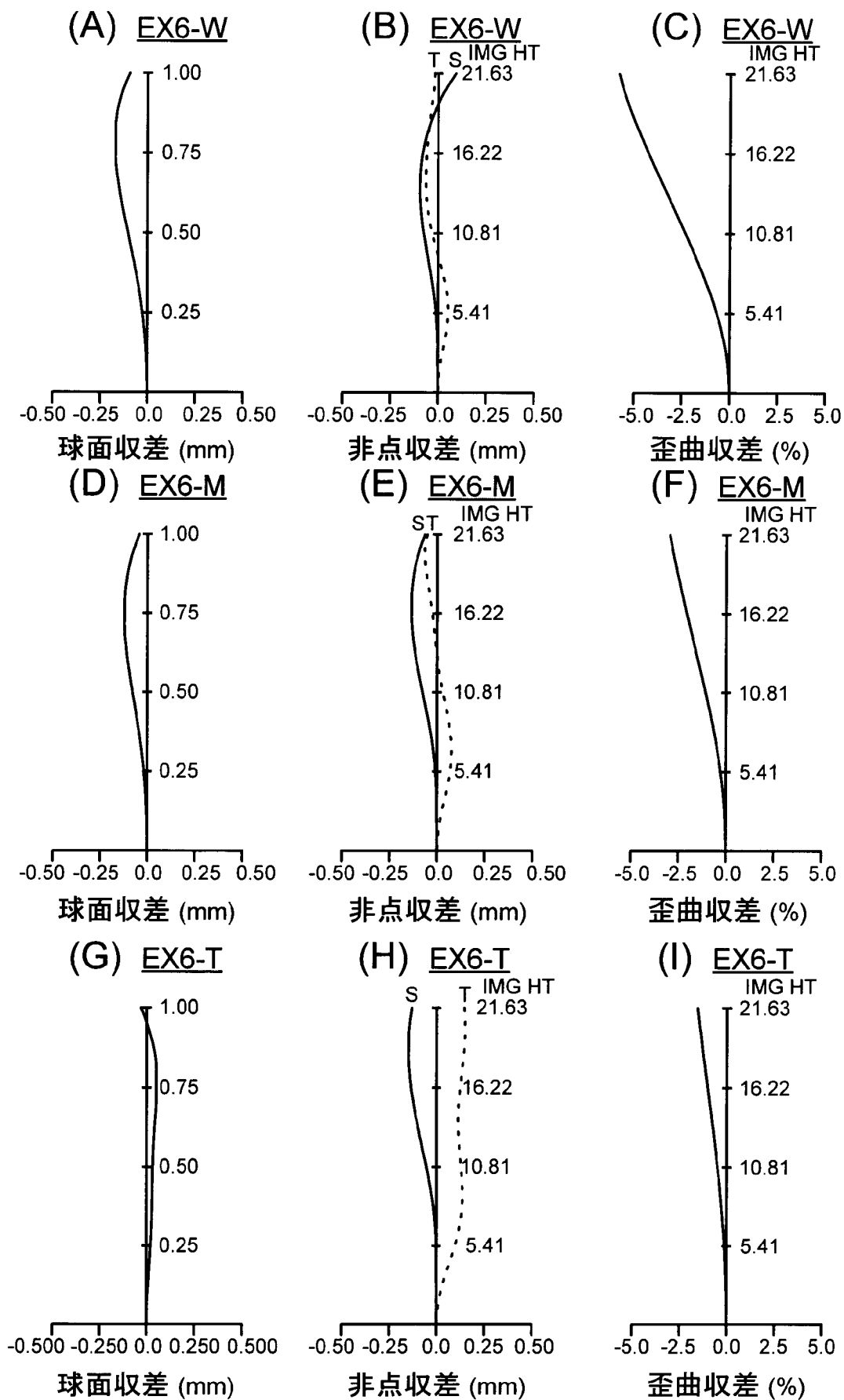
[図10]



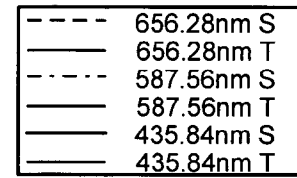
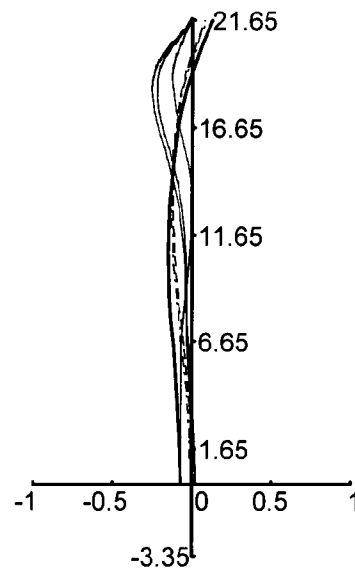
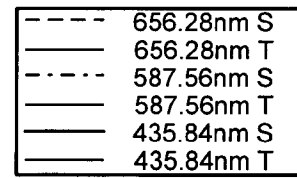
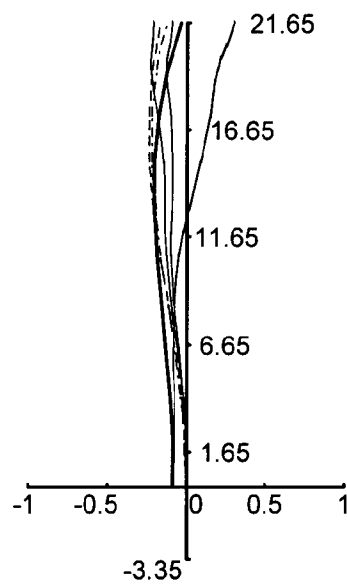
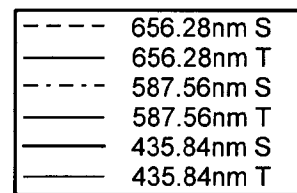
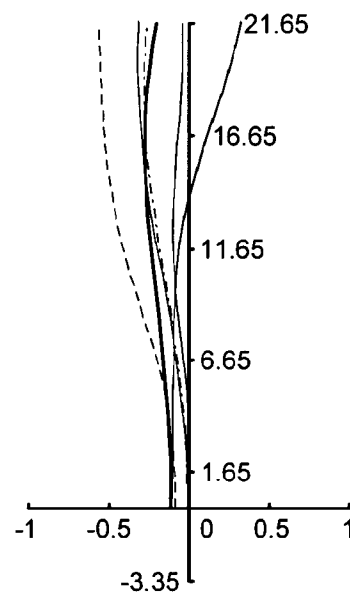
[図11]



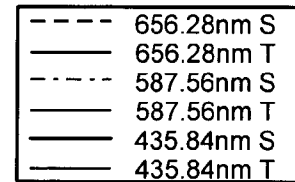
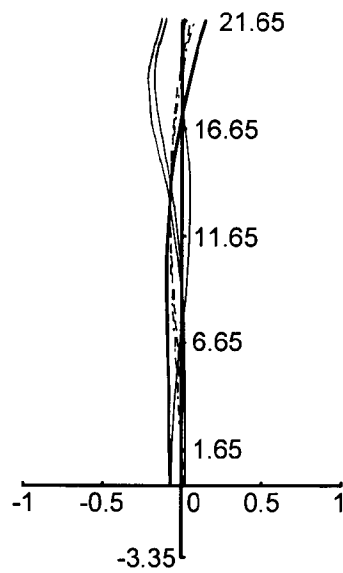
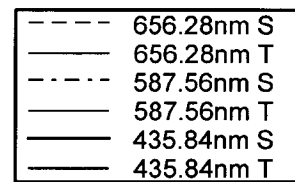
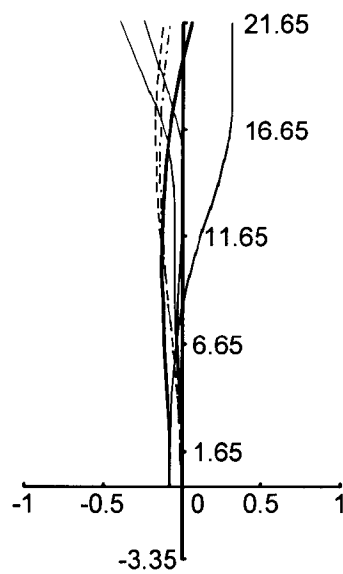
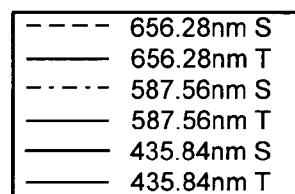
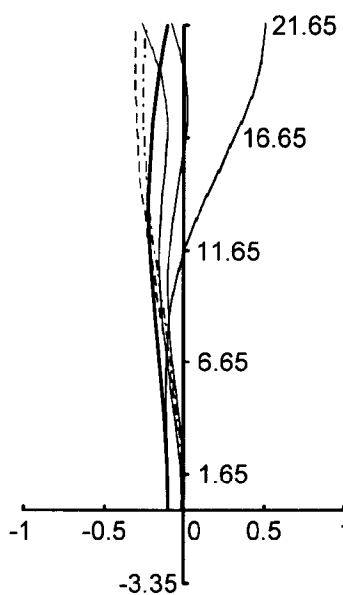
[図12]



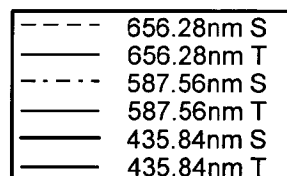
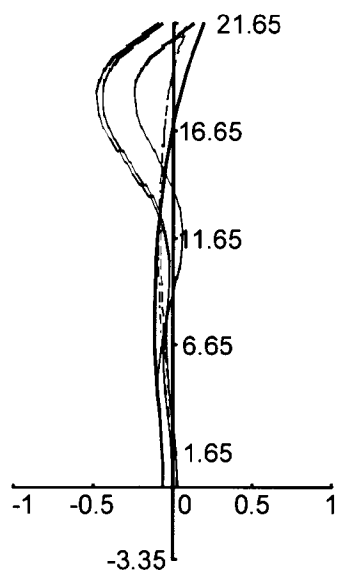
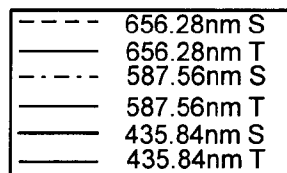
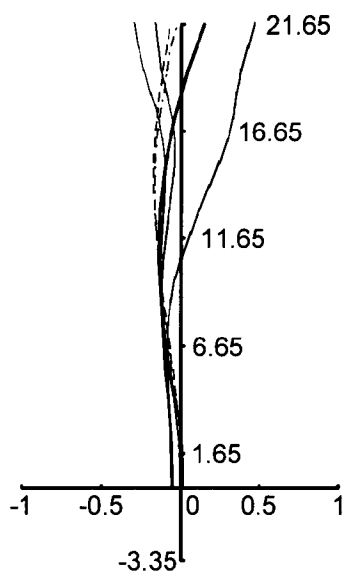
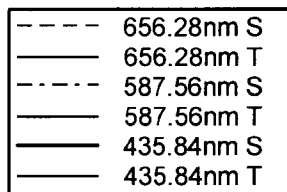
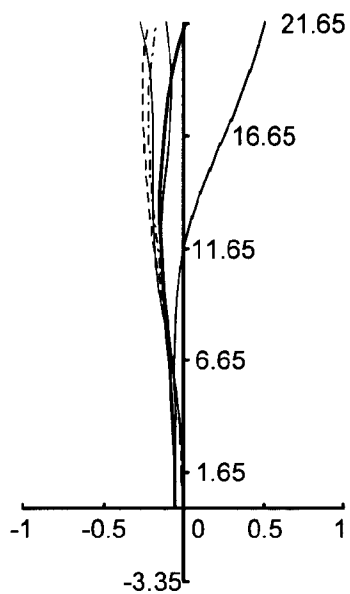
[図13]

(A) EX1-W(B) EX1-M(C) EX1-T

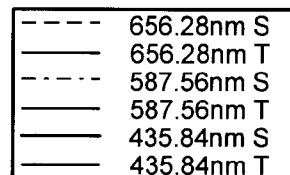
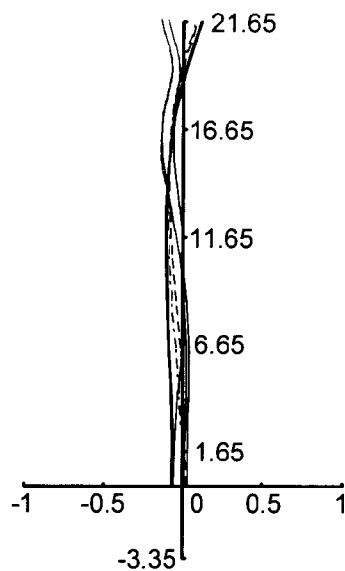
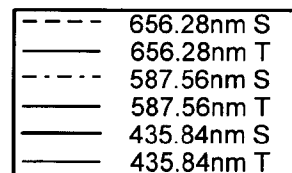
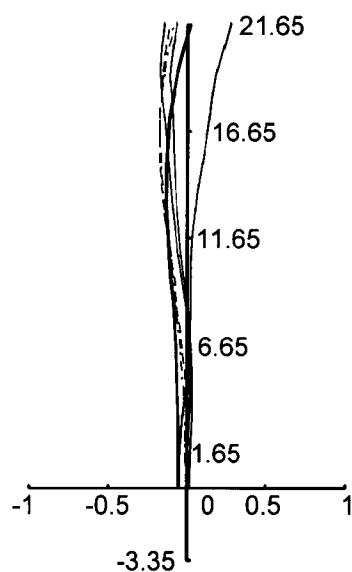
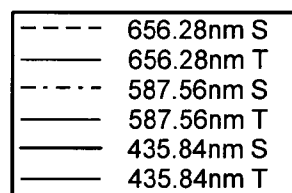
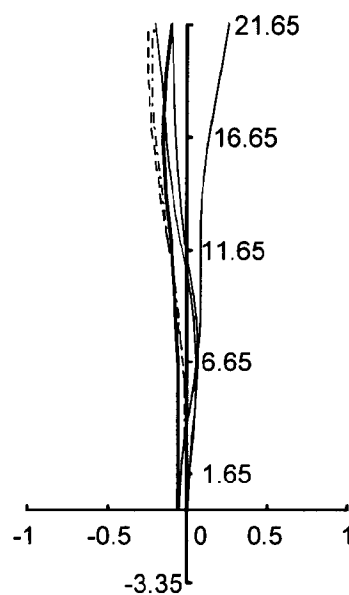
[図14]

(A) EX2-W(B) EX2-M(C) EX2-T

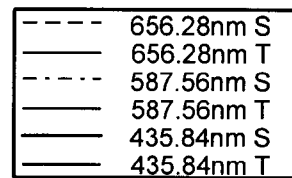
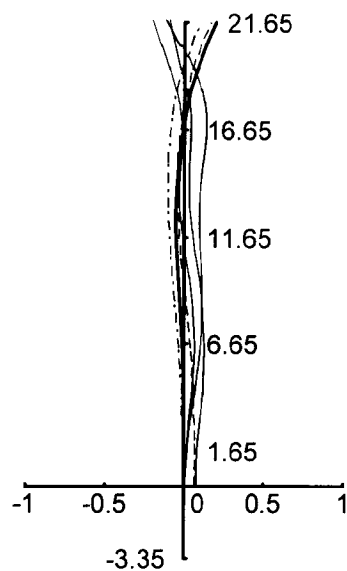
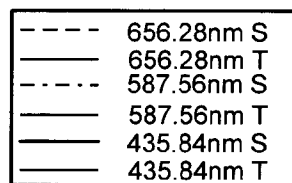
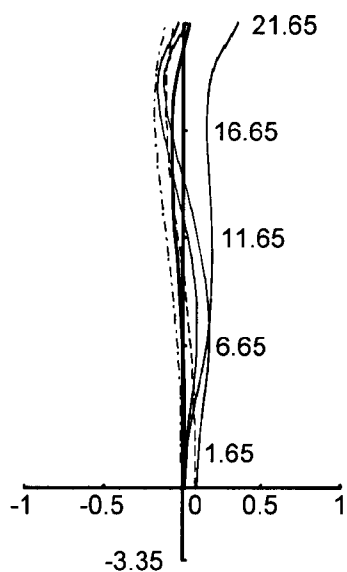
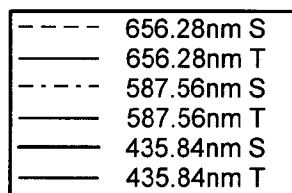
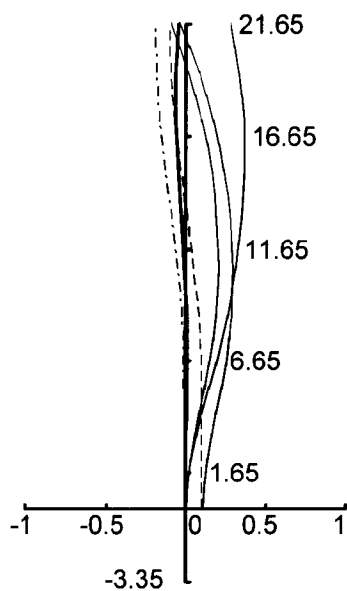
[図15]

(A) EX3-W(B) EX3-M(C) EX3-T

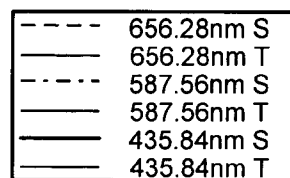
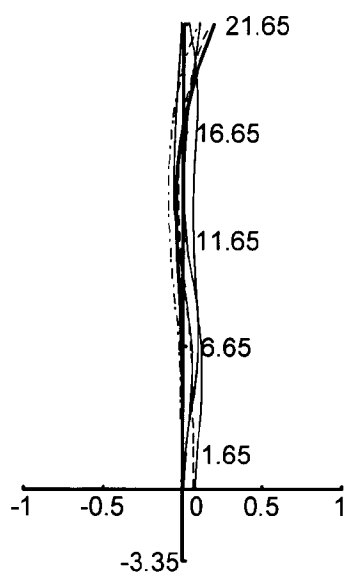
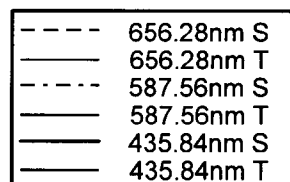
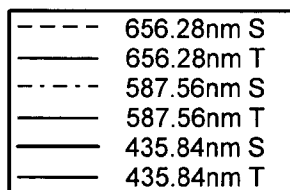
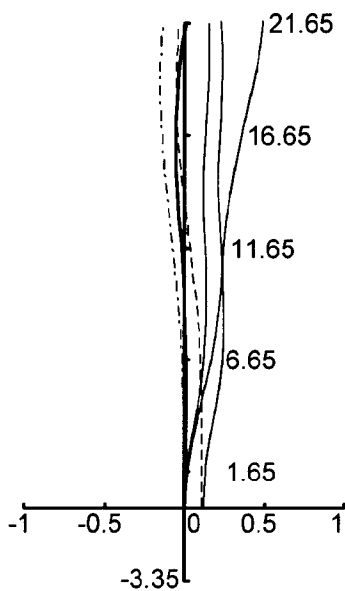
[図16]

(A) EX4-W(B) EX4-M(C) EX4-T

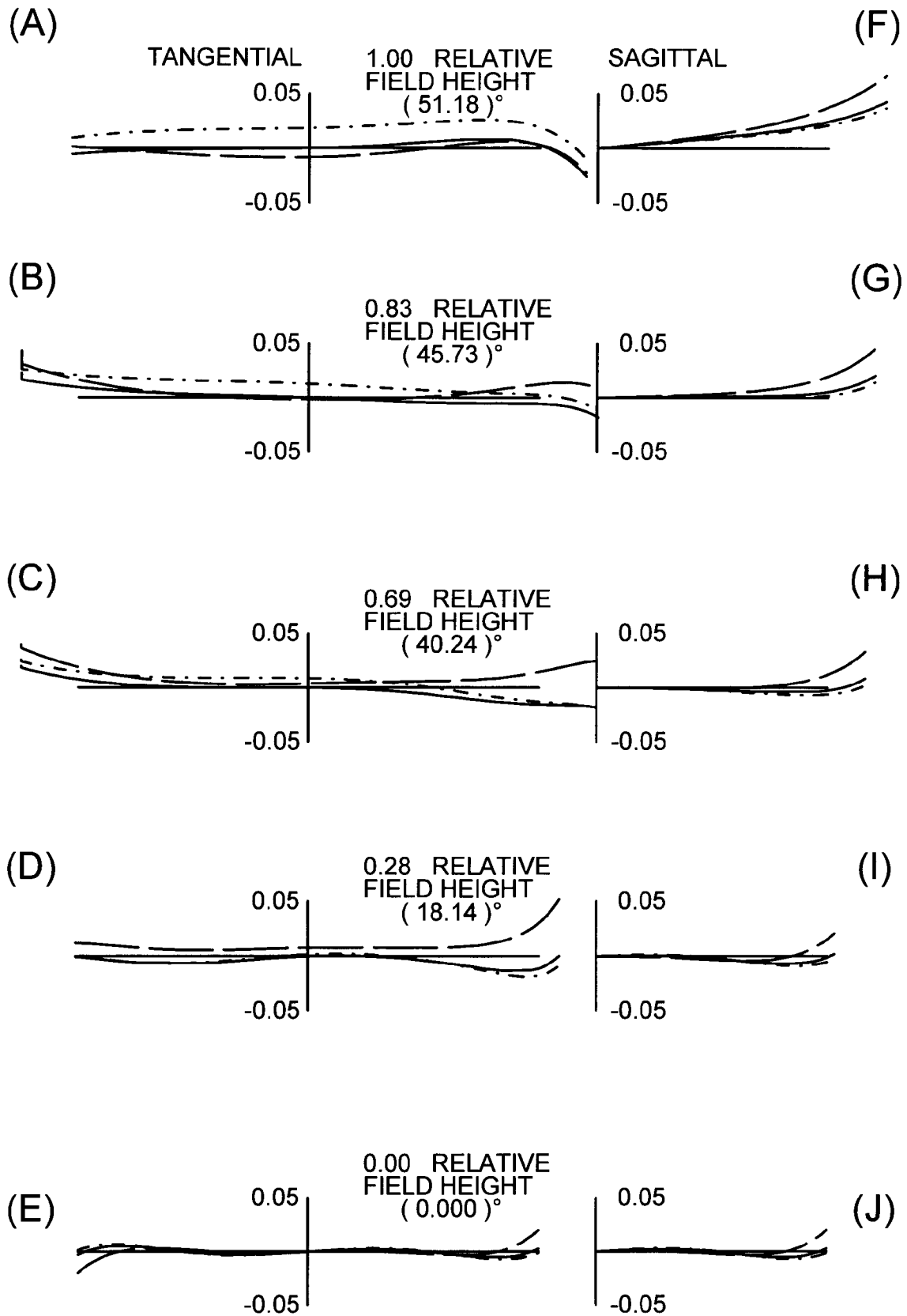
[図17]

(A) EX5-W(B) EX5-M(C) EX5-T

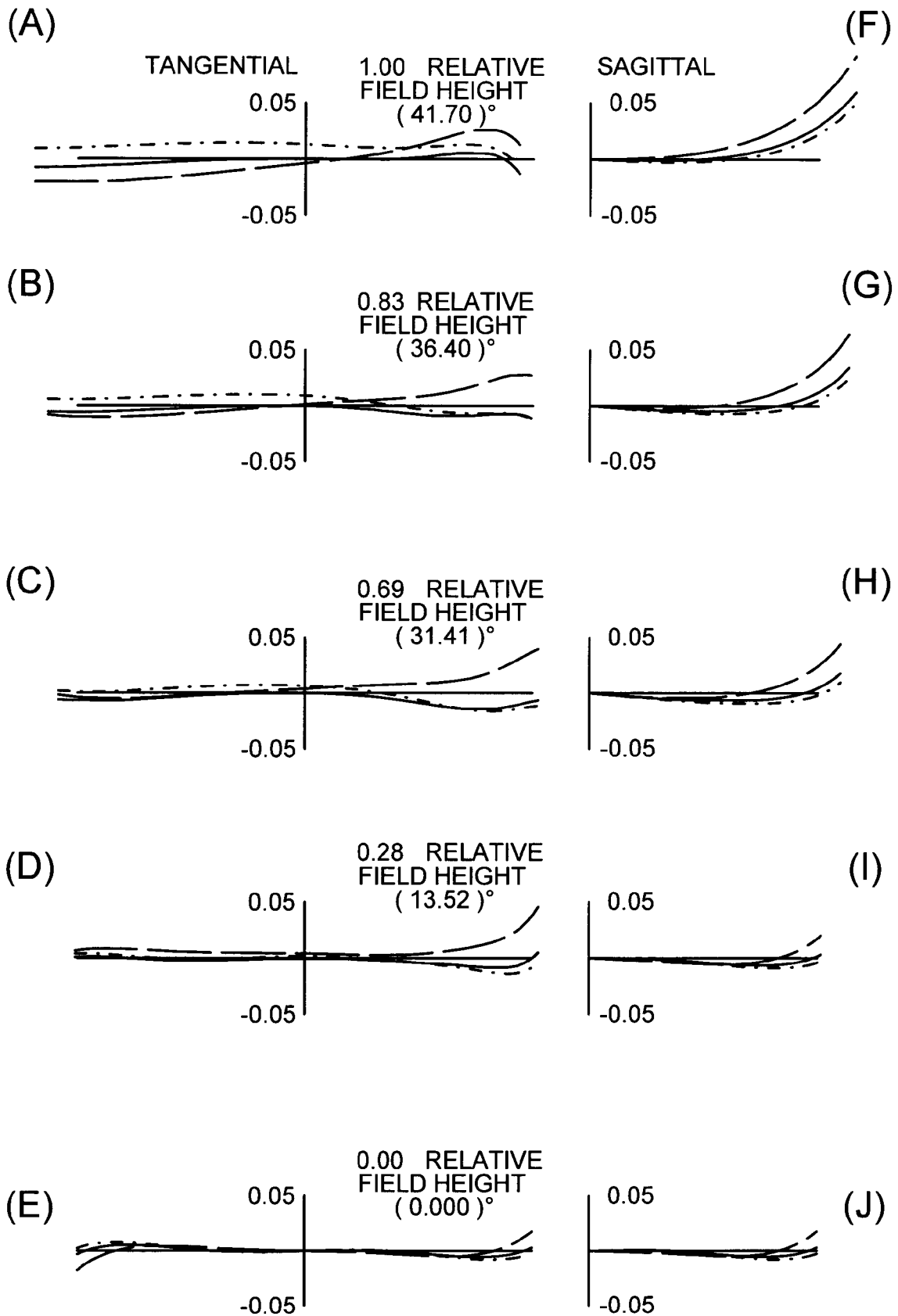
[図18]

(A) EX6-W(B) EX6-M(C) EX6-T

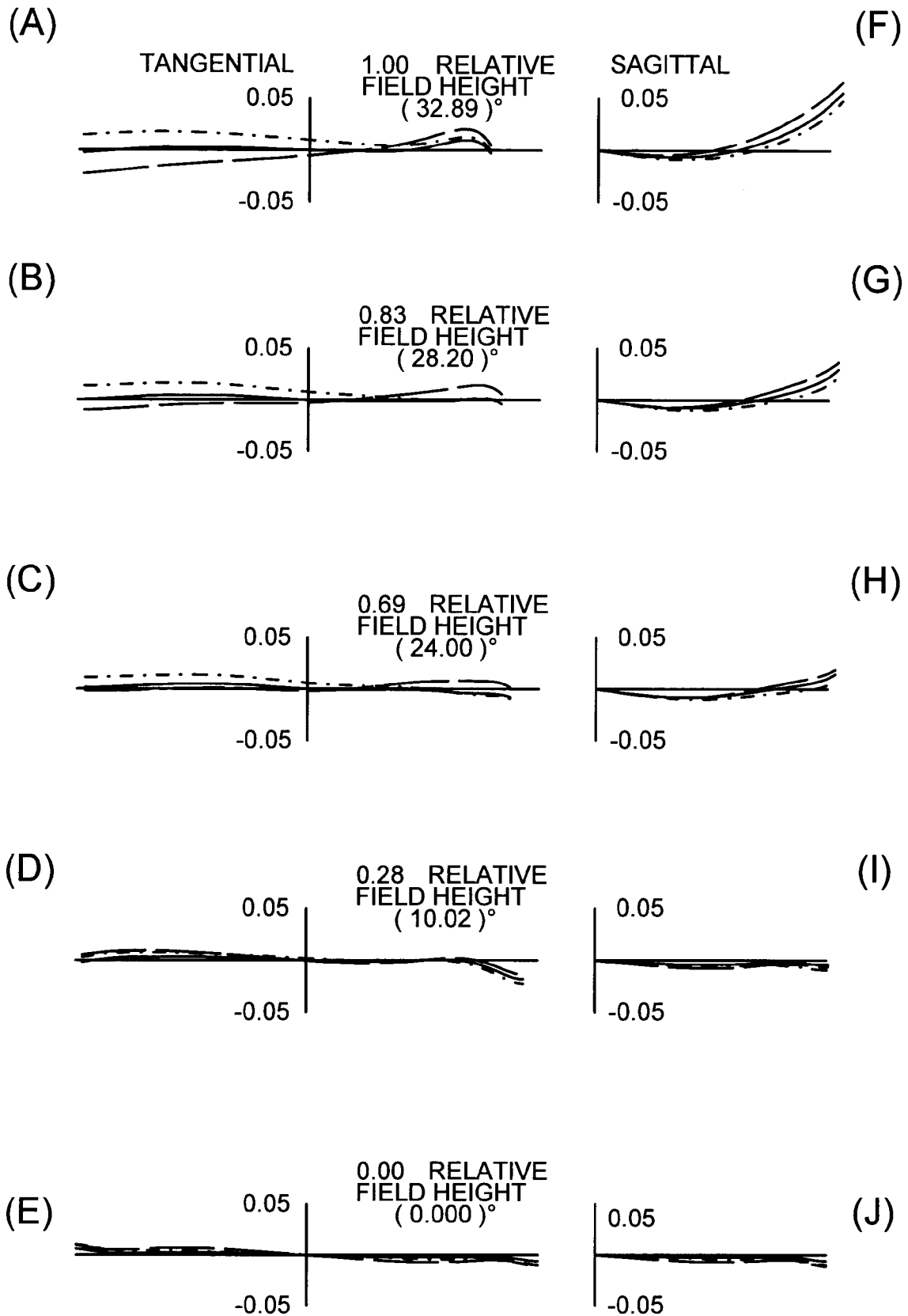
[図19]

EX1-W

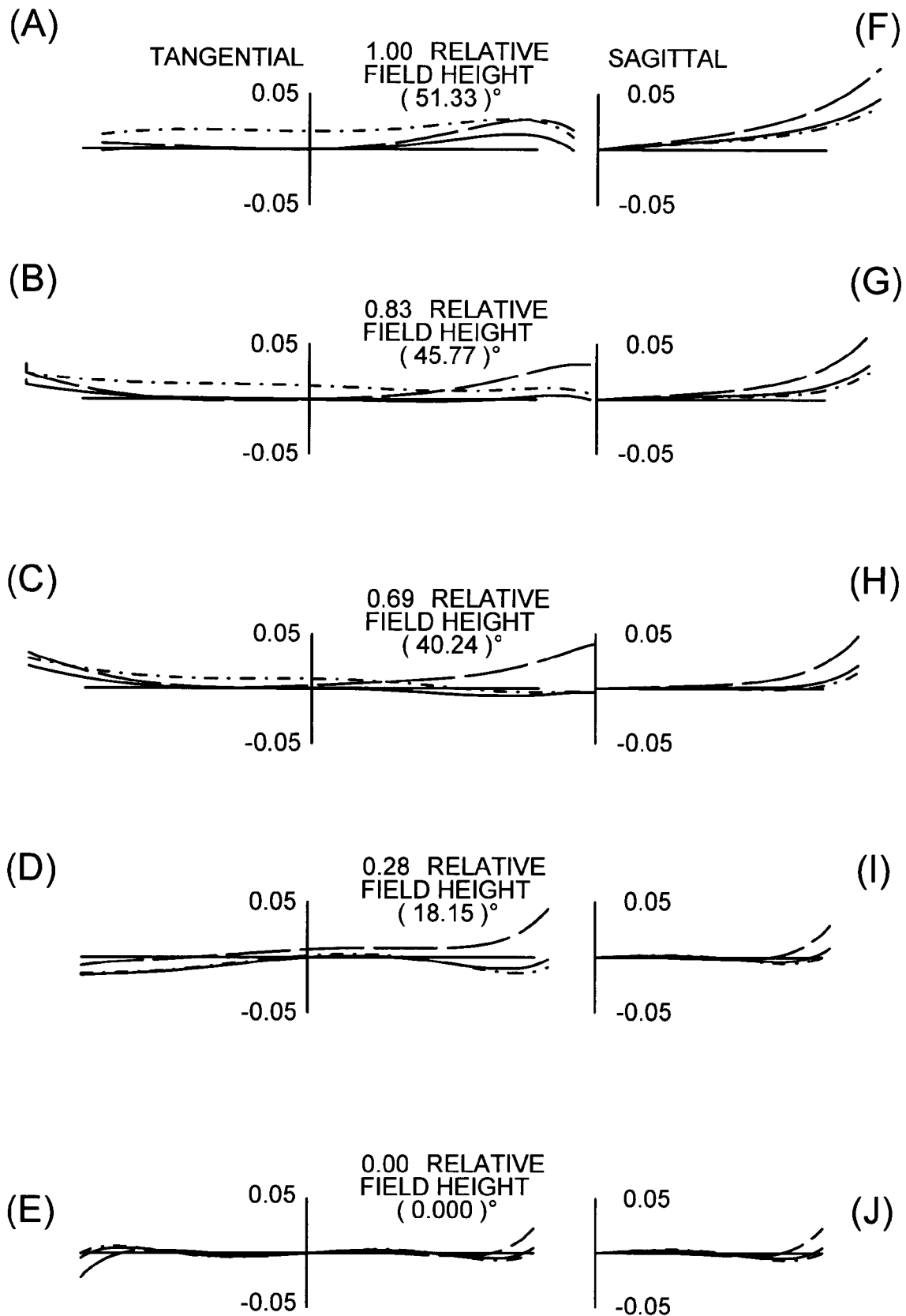
[図20]

EX1-M

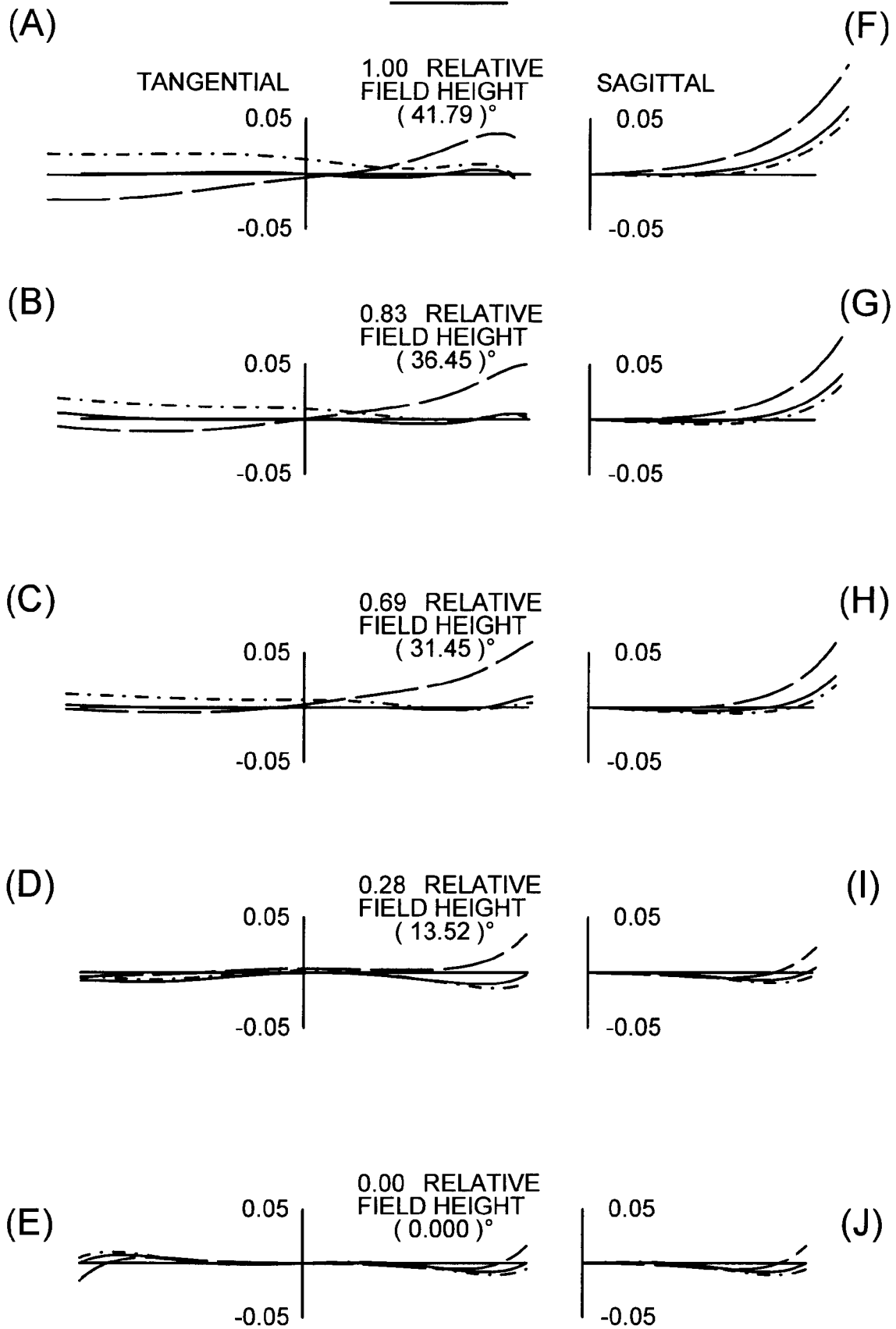
[図21]

EX1-T

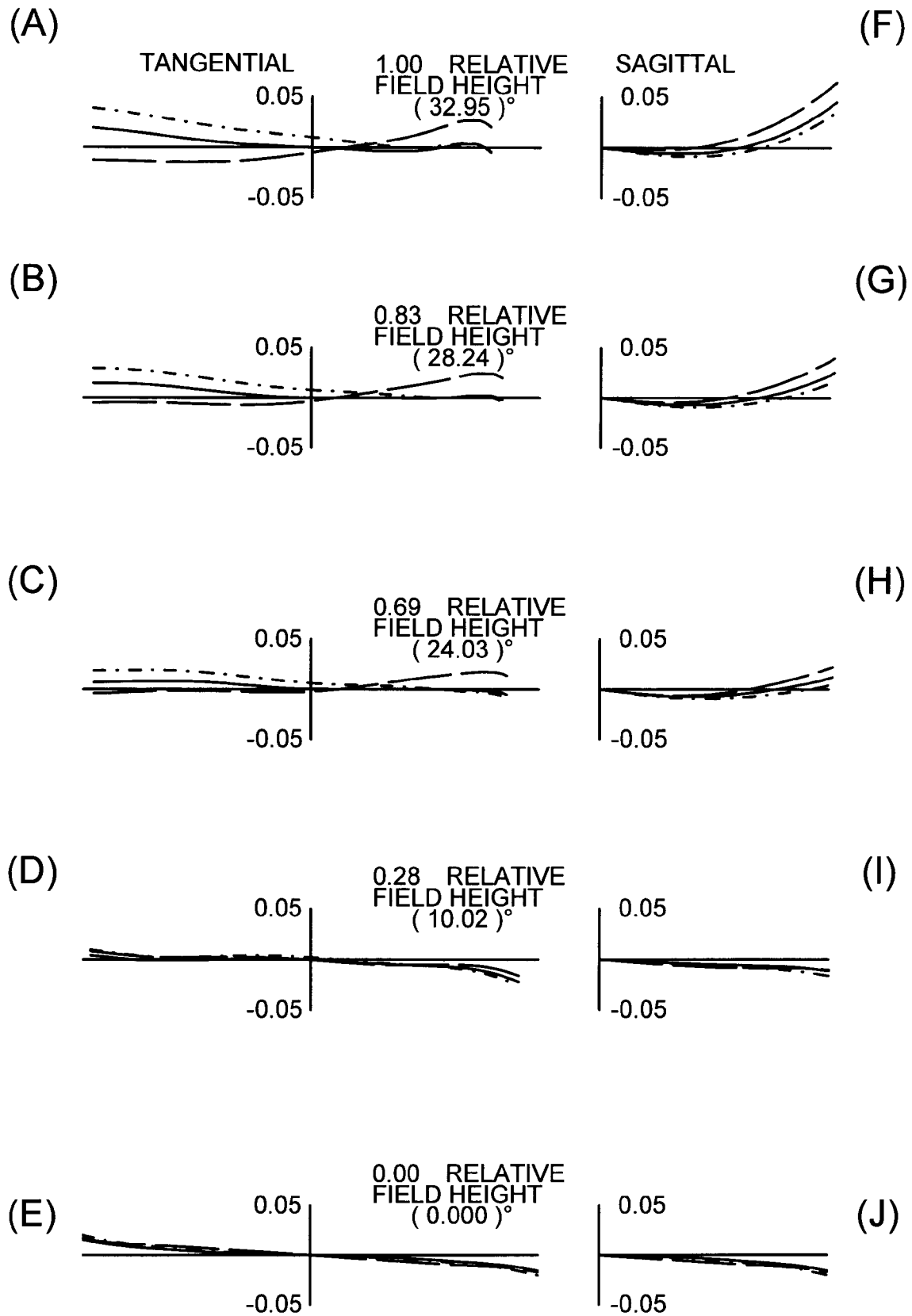
[図22]

EX2-W

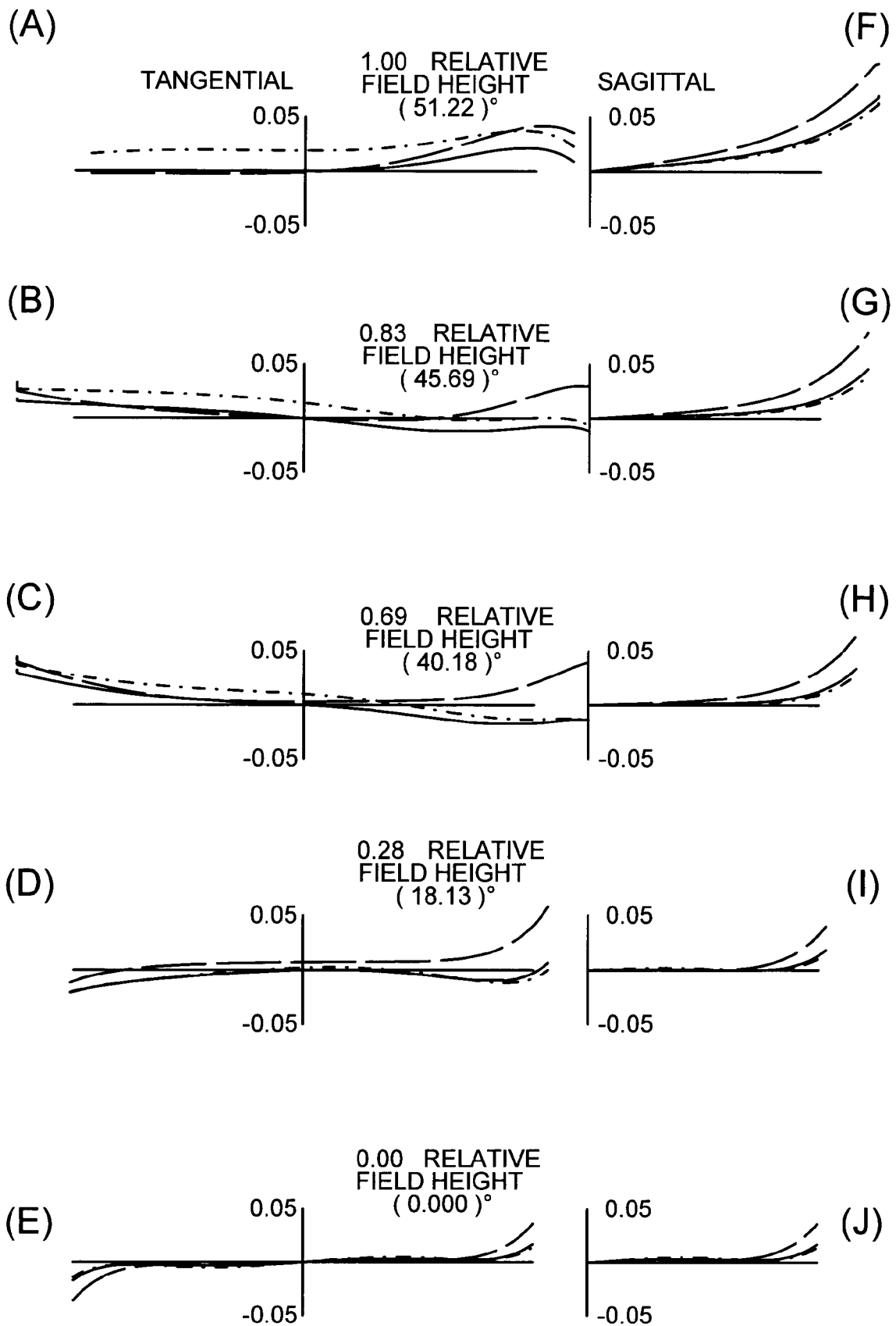
[図23]

EX2-M

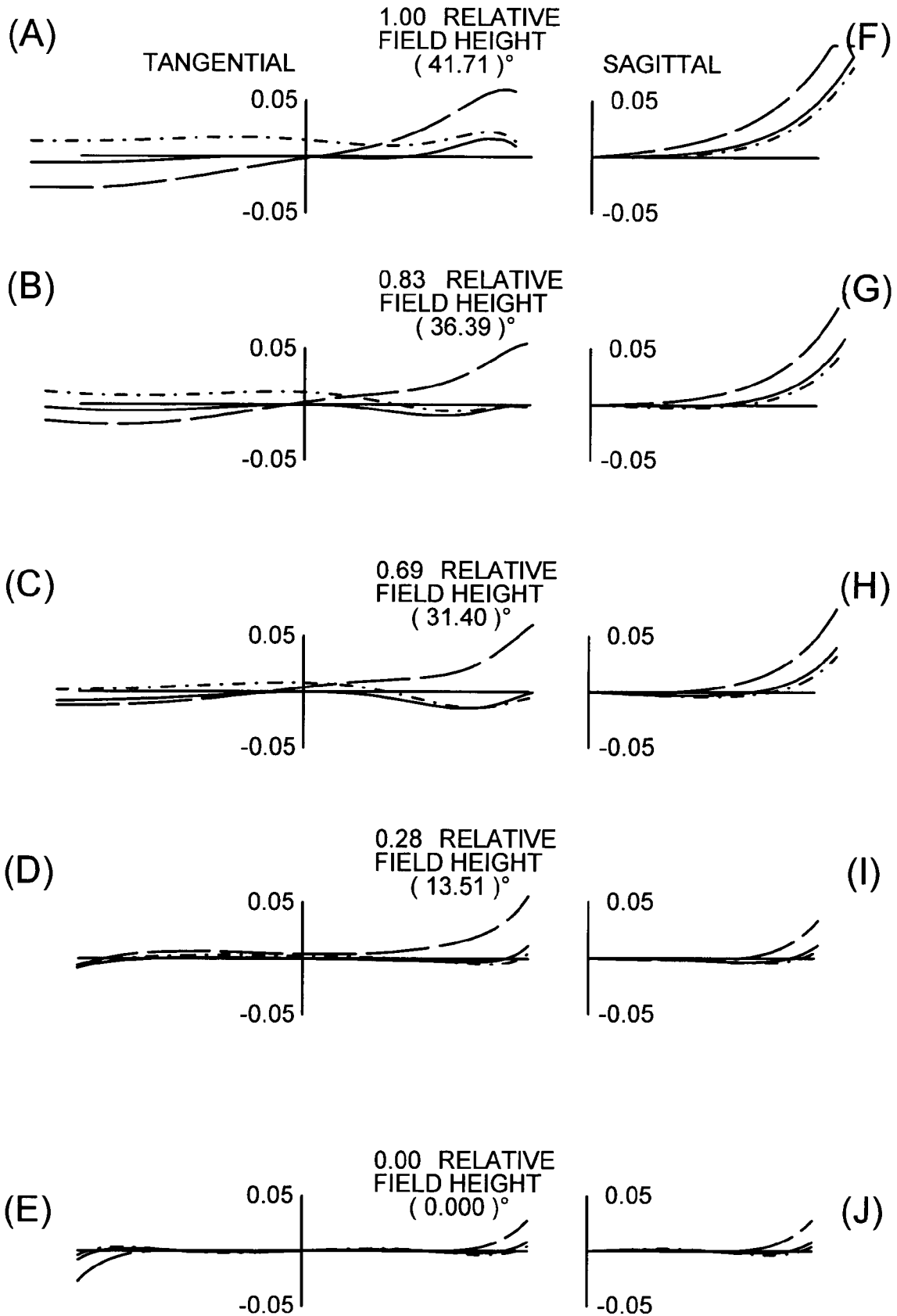
[図24]

EX2-T

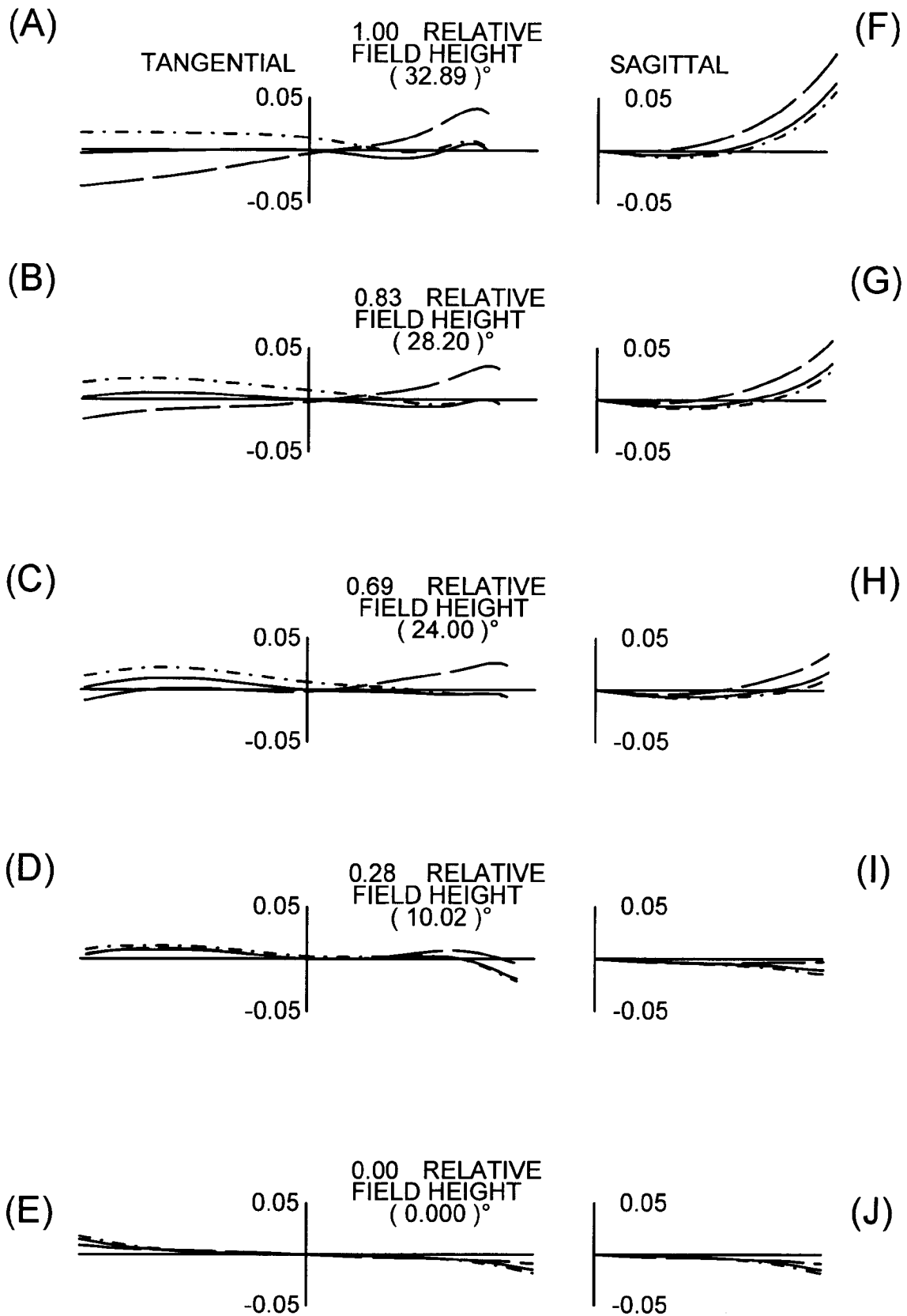
[図25]

EX3-W

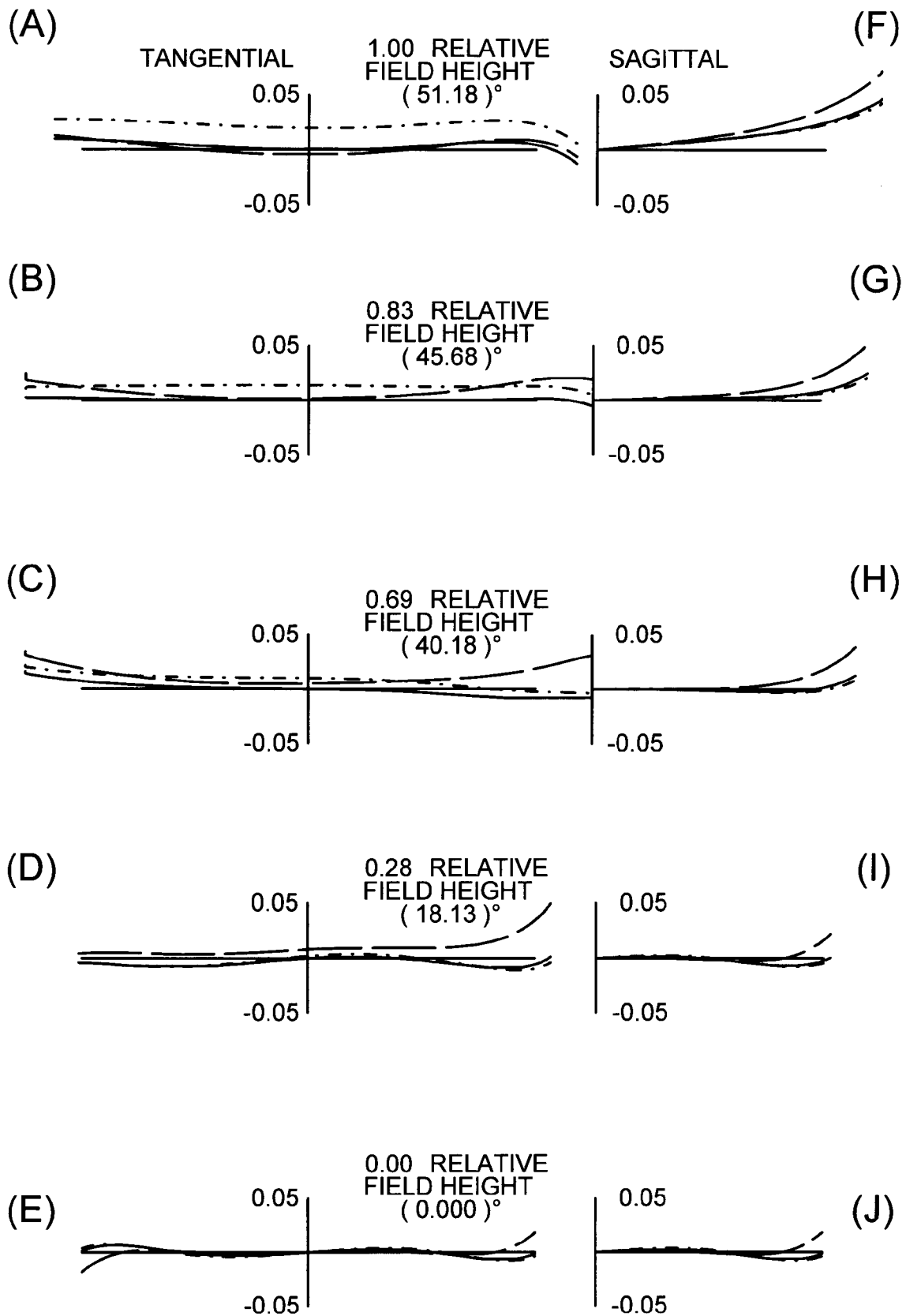
[図26]

EX3-M

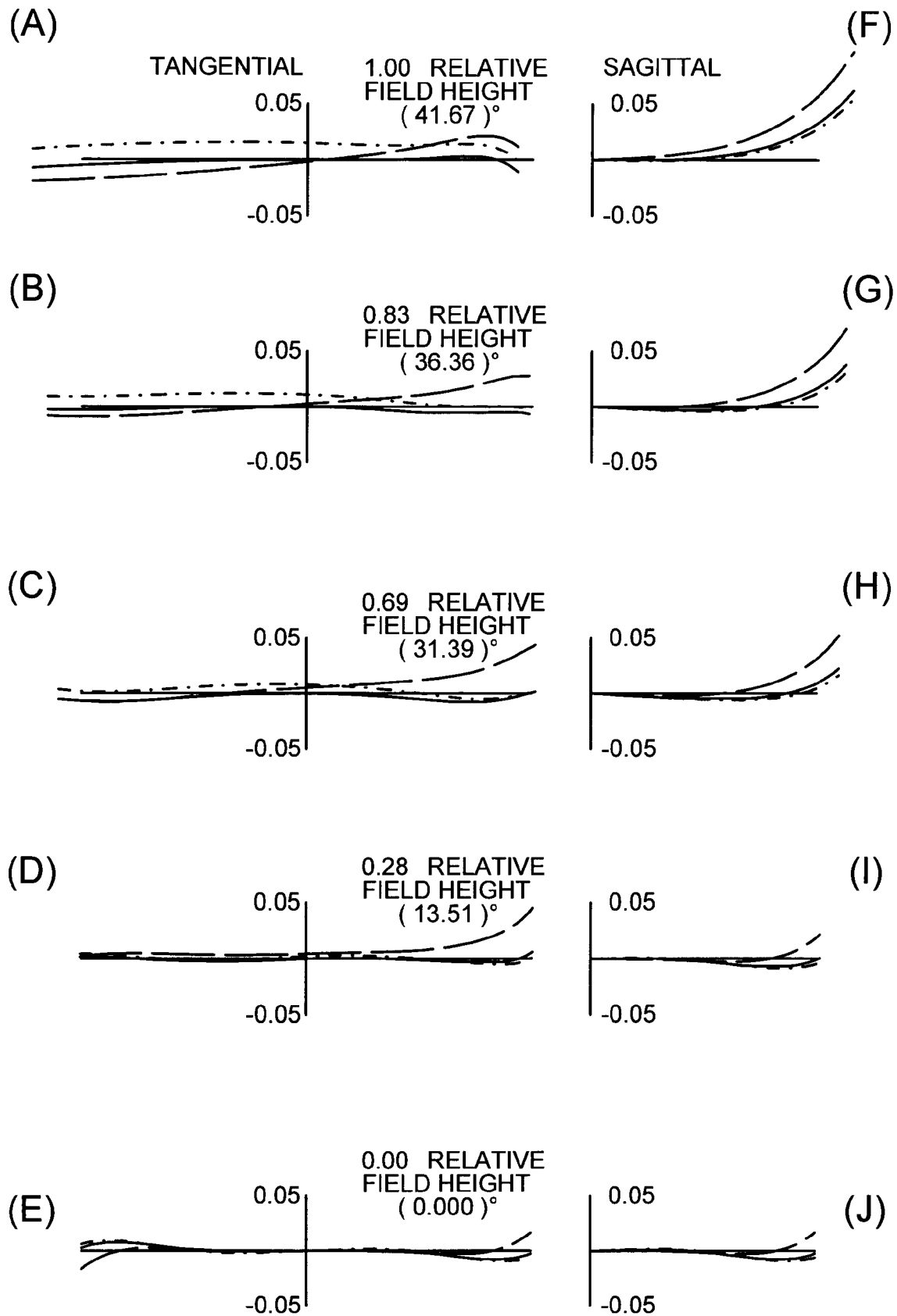
EX3-T



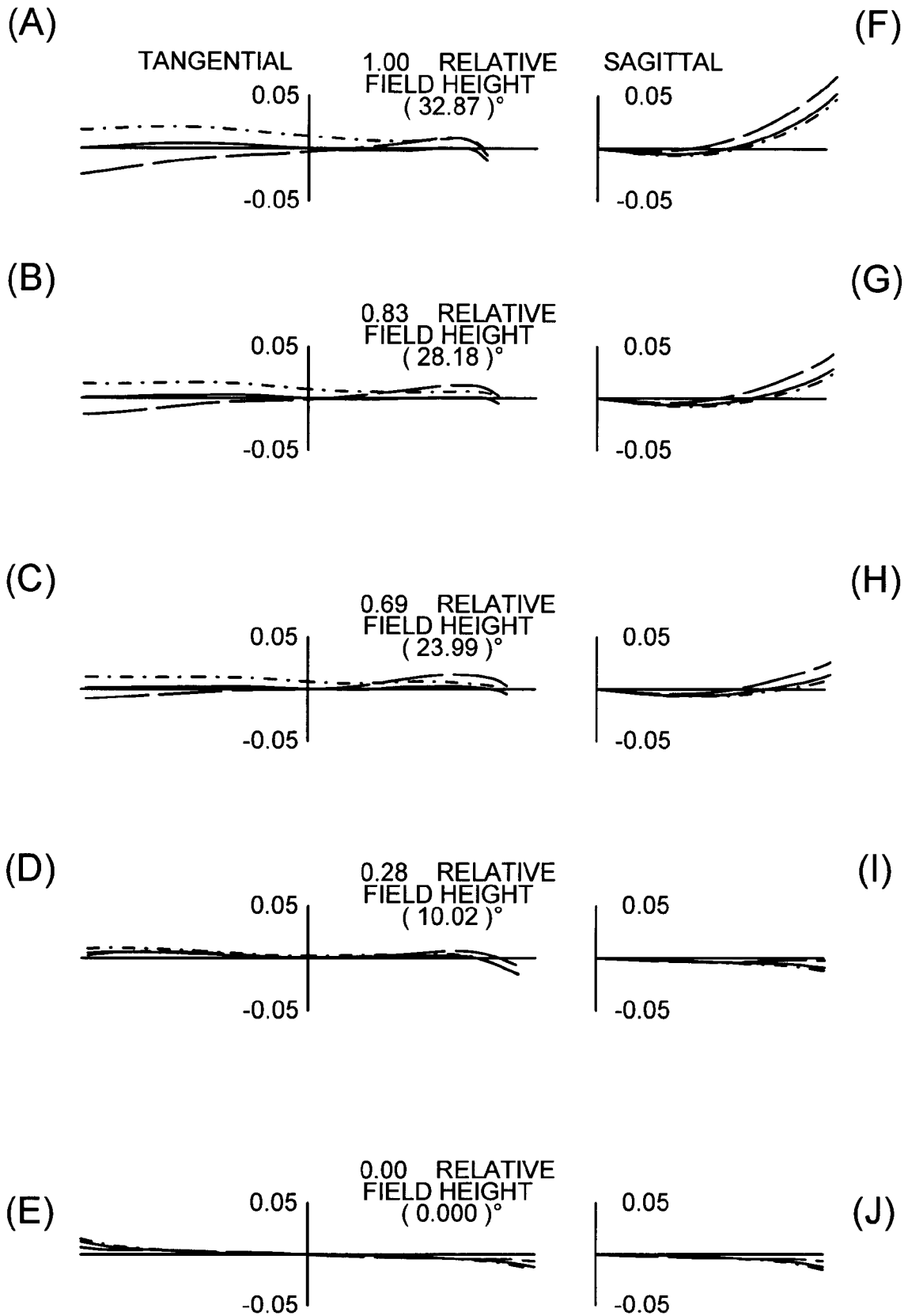
[図28]

EX4-W

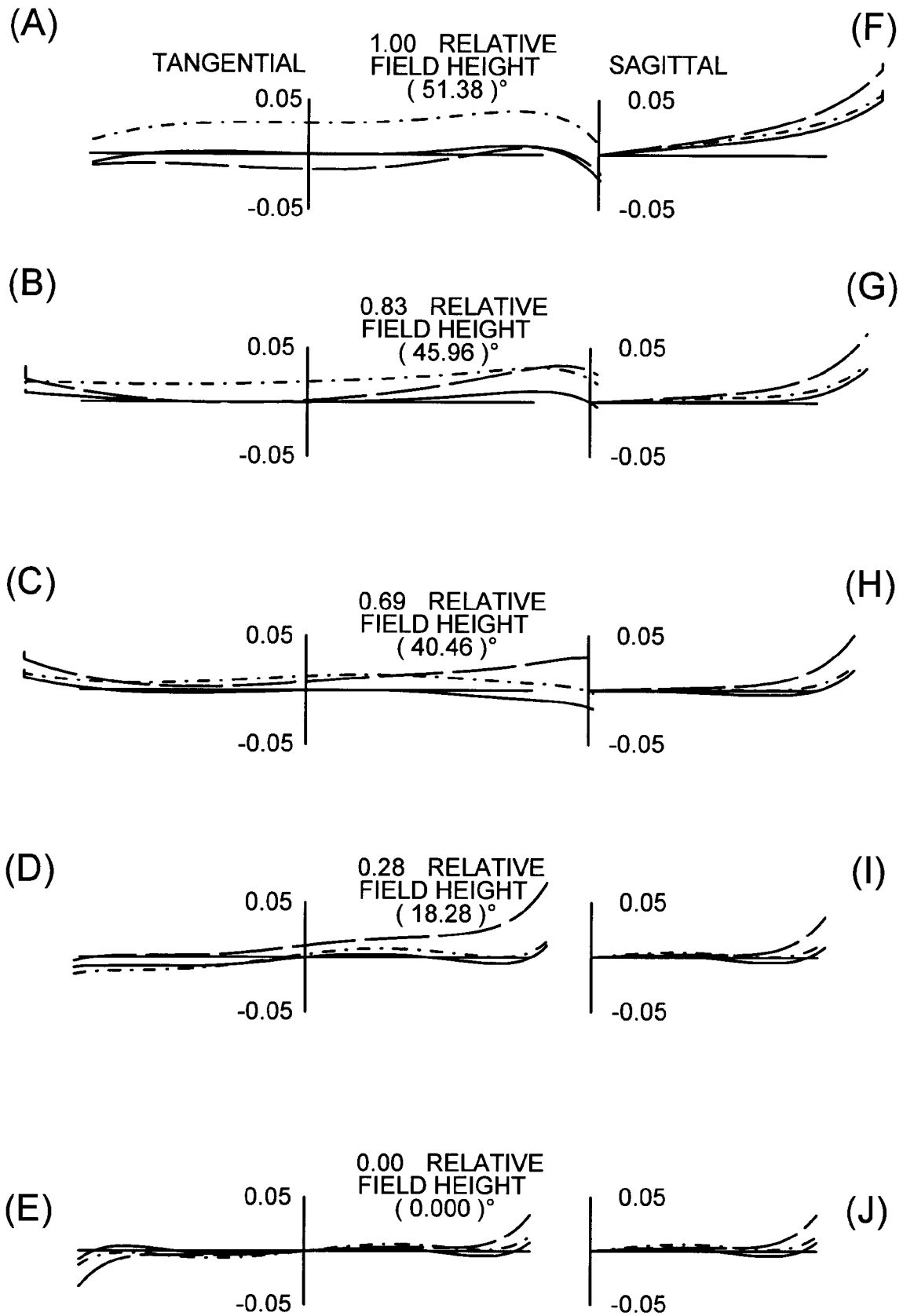
[図29]

EX4-M

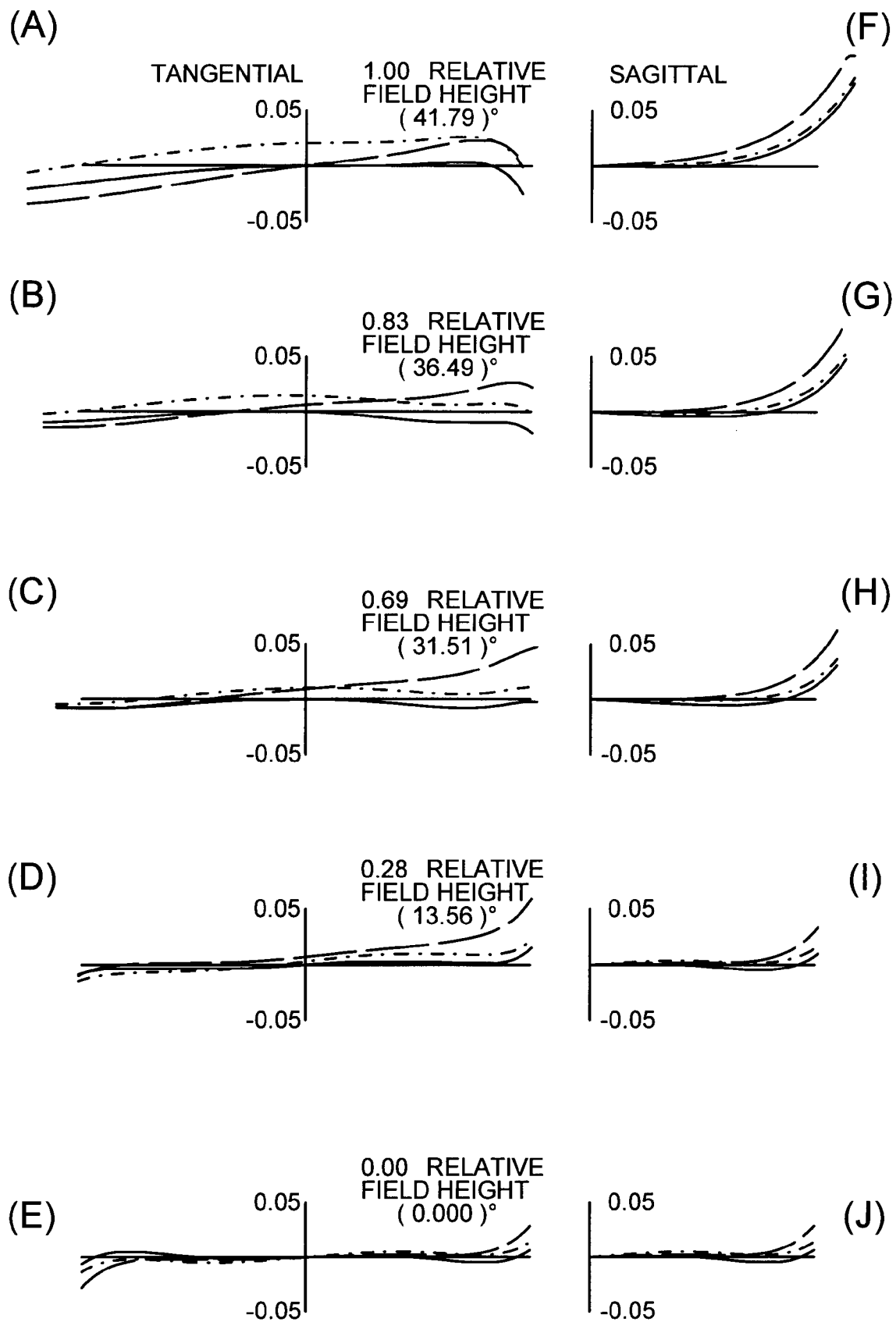
[図30]

EX4-T

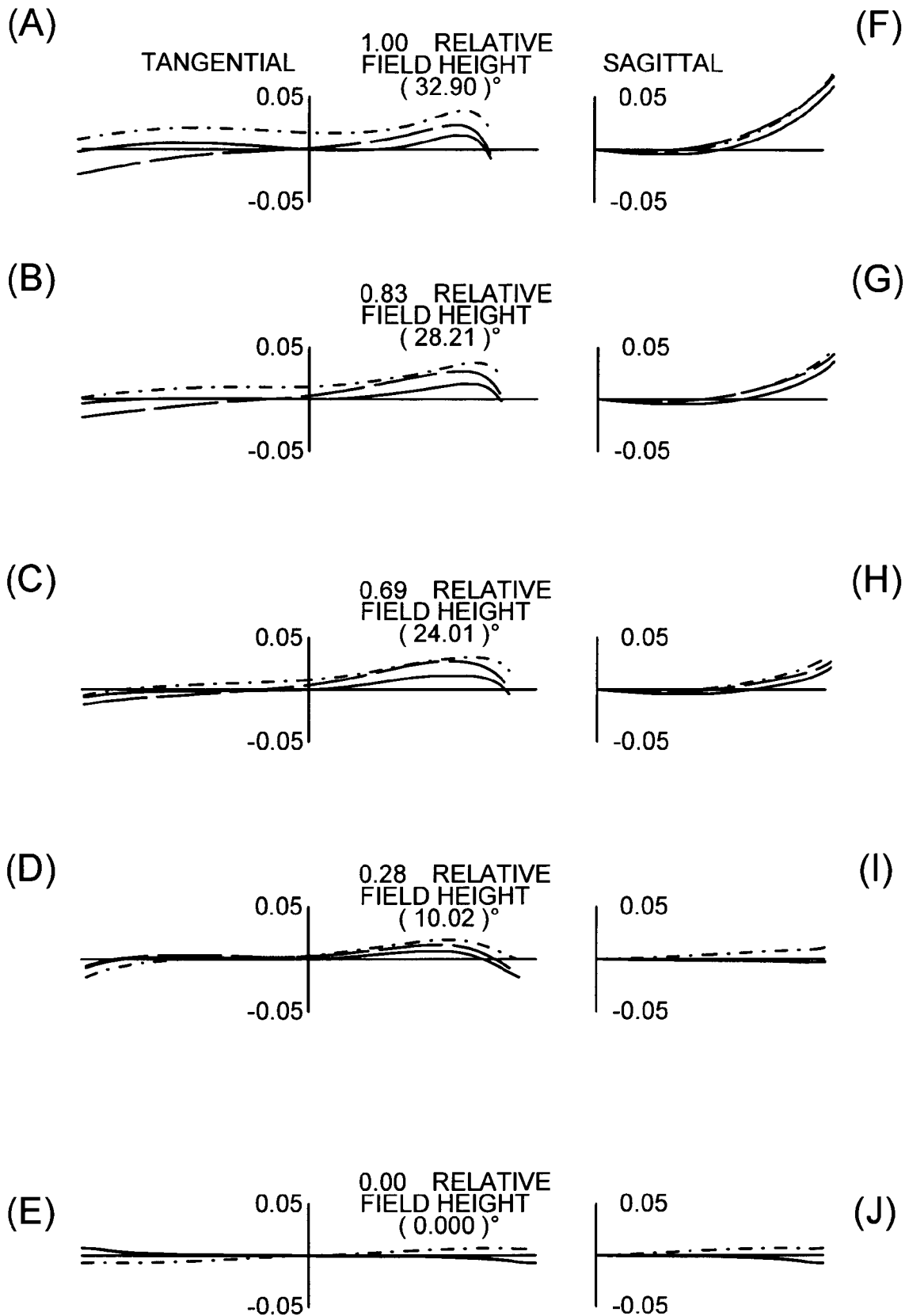
[図31]

EX5-W

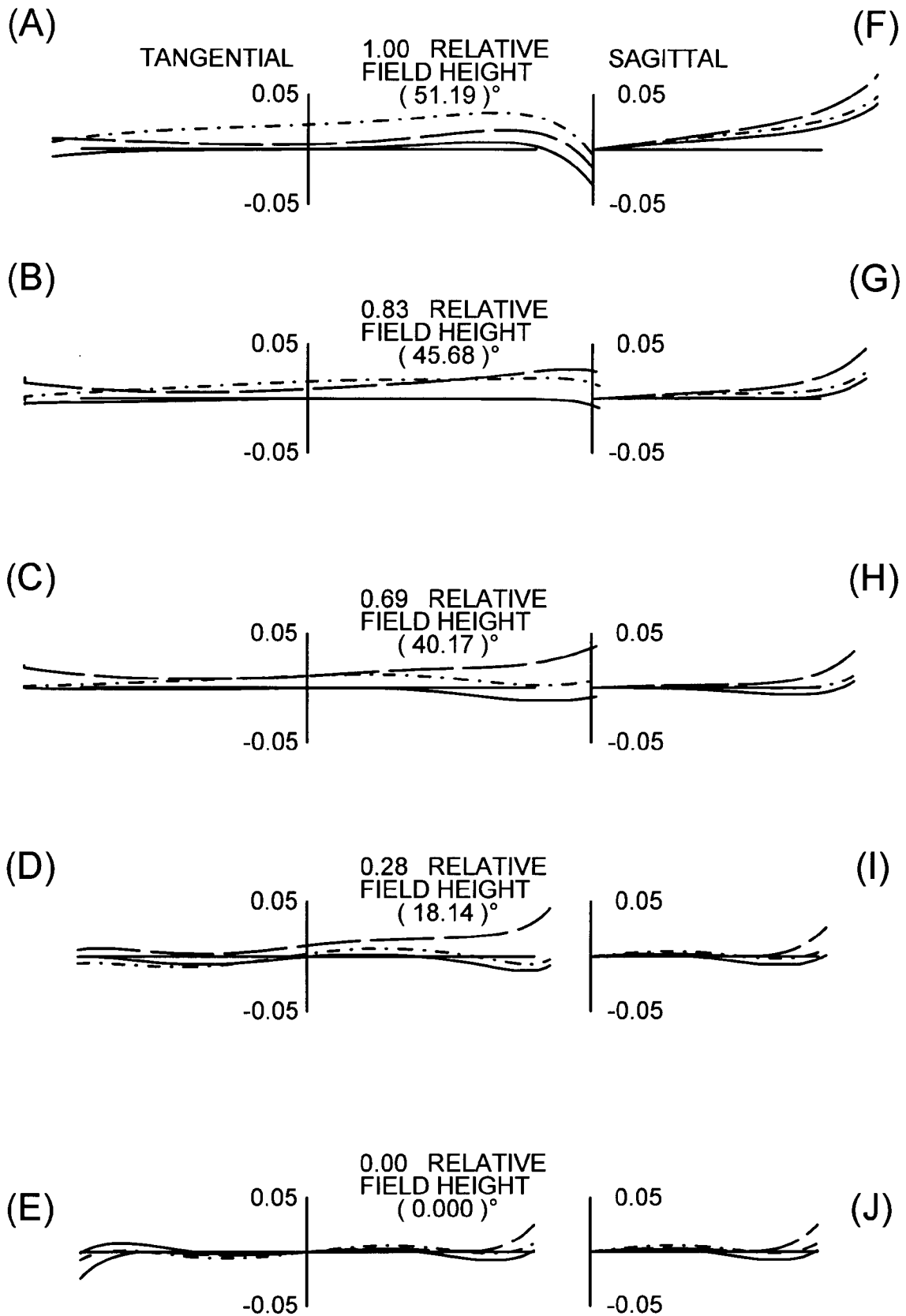
[図32]

EX5-M

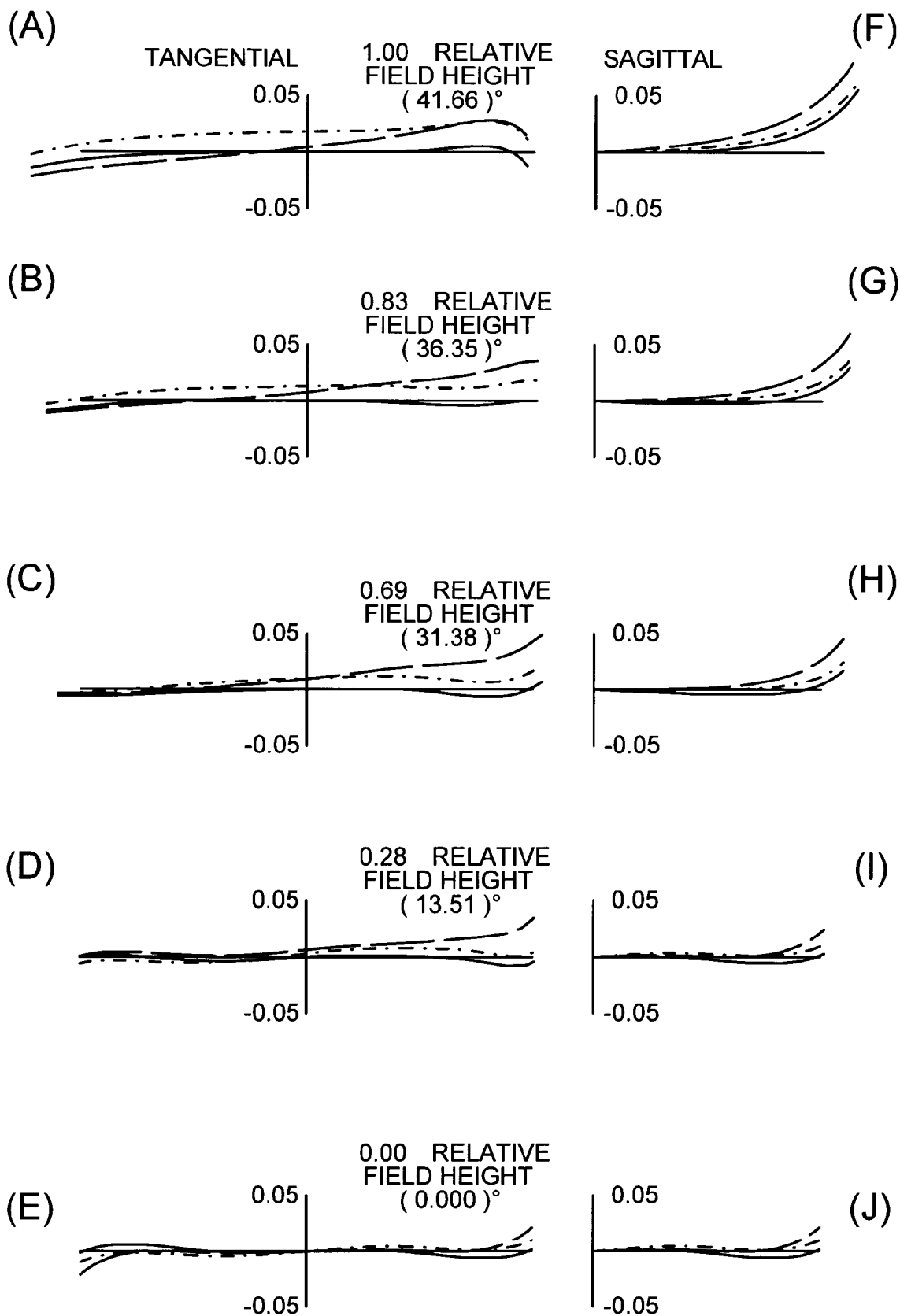
[図33]

EX5- T

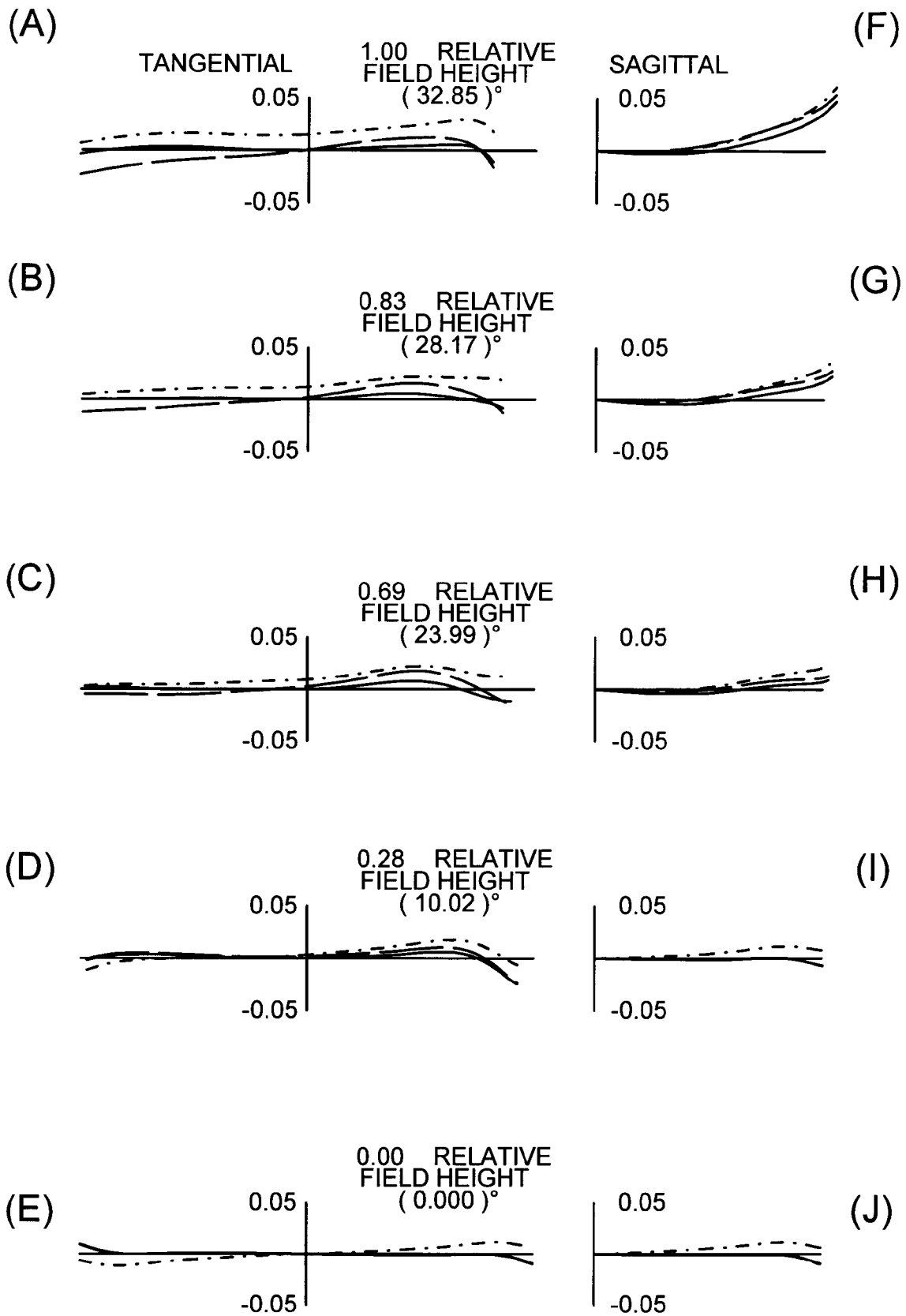
[図34]

EX6-W

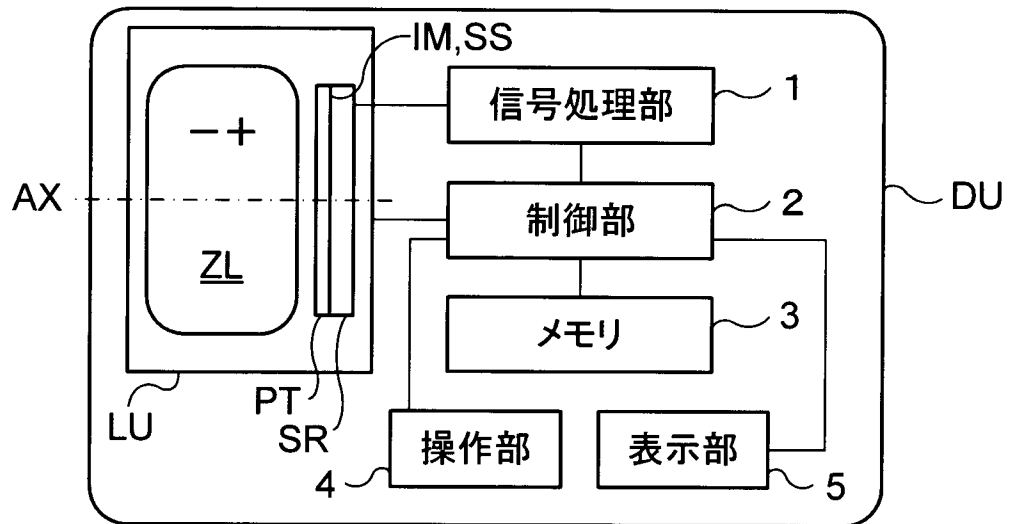
[図35]

EX6-M

EX6-T



[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/16(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)

G02B15/16, 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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
A	JP 2011-175174 A (Tamron Co., Ltd.), 08 September 2011 (08.09.2011), examples 1 to 3 & US 2011/0205637 A1 & CN 102169225 A	1-7
A	JP 2004-198855 A (Ricoh Co., Ltd.), 15 July 2004 (15.07.2004), first to fourth examples (Family: none)	1-7
A	JP 2005-258113 A (Casio Computer Co., Ltd.), 22 September 2005 (22.09.2005), examples 1 to 5 (Family: none)	1-7

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 July, 2013 (22.07.13)

Date of mailing of the international search report
20 August, 2013 (20.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068363

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-015498 A (Canon Inc.), 17 January 1997 (17.01.1997), numerical examples 1 to 3 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B15/16(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. G02B15/16, 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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
A	JP 2011-175174 A（株式会社タムロン）2011.09.08, 実施例1-3 & US 2011/0205637 A1 & CN 102169225 A	1-7
A	JP 2004-198855 A（株式会社リコー）2004.07.15, 第1-4の実施例（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2005-258113 A（カシオ計算機株式会社）2005.09.22, 実施例1-5（ファミリーなし）	1-7

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

22.07.2013

国際調査報告の発送日

20.08.2013

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）

殿岡 雅仁

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

4748

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-015498 A (キヤノン株式会社) 1997.01.17, 数値実施例 1 - 3 (ファミリーなし)	1-7