

(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  
2011 年 9 月 9 日(09.09.2011)



(10) 国際公開番号  
WO 2011/108428 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 13/02 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054084
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 24 日(24.02.2011)
- (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 2010-045271 2010 年 3 月 2 日(02.03.2010) 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 2 9 7 0 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 相馬 祥人 (SOUMA Yoshihito) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 柴田 悟 (SHIBATA Satoru) [JP/JP]; 〒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).

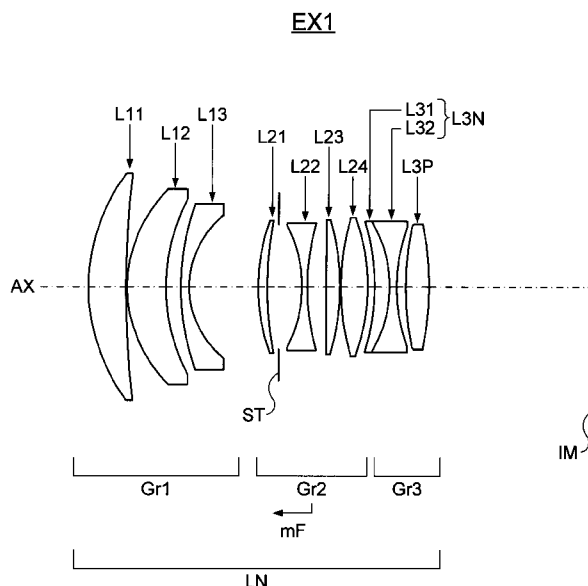
- (74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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

[続葉有]

(54) Title: INTERNAL FOCUSING LARGE-APERTURE MEDIUM TELEPHOTO LENS, IMAGE CAPTURE OPTICAL DEVICE, AND DIGITAL DEVICE

(54) 発明の名称: 内焦式大口径中望遠レンズ, 撮像光学装置及びデジタル機器

[図1]



(57) Abstract: The disclosed internal focusing large-aperture medium telephoto lens has as lens groups a positive first lens group, a positive second lens group, and a third lens group, in that order from the object side. When focusing on nearby objects, the first lens group and the third lens group have a fixed position relative to the image surface, and the second lens group displaces toward the object side. The second lens group has only one negative lens, and, in order from the object side, has at least a positive lens, a negative lens, and a positive lens. The following expression is fulfilled:  $-0.5 < (R1+R2)/(R1-R2) < -0.1$  (wherein, R1: radius of curvature of the object side surface of the negative lens in the second lens group; R2: radius of curvature of the image side surface of the negative lens in the second lens group).

(57) 要約: 内焦式大口径中望遠レンズは、物体側から順に、正の第1レンズ群と、正の第2レンズ群と、第3レンズ群と、をレンズ群として有する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第1レンズ群及び第3レンズ群が像面に対して位置固定であり、第2レンズ群が物体側へ移動する。第2レンズ群が負レンズを1枚のみ有するとともに、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズを少なくとも有し、条件式:  $-0.5 < (R1+R2)/(R1-R2) < -0.1$  (R1: 第2レンズ群内の負レンズの物体側面の曲率半径、R2: 第2レンズ

群内の負レンズの像側面の曲率半径) を満足する。

**WO 2011/108428 A1**



---

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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：

内焦式大口径中望遠レンズ、撮像光学装置及びデジタル機器

### 技術分野

[0001] 本発明は内焦式大口径中望遠レンズ、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、銀塩フィルム上又は撮像素子（例えば、CCD (Charge Coupled Device) 型イメージセンサ、CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等の固体撮像素子）の受光面上に被写体の光学像を形成するFナンバー：1.4程度の内焦式大口径中望遠レンズと、その内焦式大口径中望遠レンズ及び撮像素子で取り込んだ被写体の映像を電気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] 従来から、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に適したインナーフォーカス式の撮像光学系が提案されている（例えば、特許文献1、2）。インナーフォーカス式の撮像光学系には、フォーカス群の重量を抑えることでオートフォーカスの速度を速くすることができるため、優れた使用感が得られるというメリットがある。また、モーターのトルクを軽減させることができる等のメリットもある。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平1-154111号公報  
特許文献2：特開平7-199066号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示されている撮像光学系は、正の屈折力を有する第1レン

ズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とから成り、第2レンズ群を像側へ移動させることにより合焦を行う構成になっている。フォーカス群は3枚のレンズで構成されており、フォーカス群の重量は比較的軽くなっている。しかしながら、負の屈折力を有する第2レンズ群によって軸外光束が大きく曲げられるため、第1レンズ群を通過する軸外光線高さが比較的高く、前玉径が大きくなりやすいという問題がある。また、フォーカシングによって第2レンズ群が移動する際、第2レンズ群を通過する軸外光線高さが大きく変動するため、フォーカシングによる軸外収差の変動を抑えることが困難である。

[0005] 特許文献2に開示されている撮像光学系は、正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、正の屈折力を有する第3レンズ群とから成り、第2レンズ群を像側へ移動させることにより合焦を行う構成になっている。第2レンズ群は正の屈折力を有しており、上記特許文献1に記載されているような前玉径の増大という問題は生じない。また、第2レンズ群内に絞りをも有しており、フォーカシングに伴う軸外収差の変動も比較的小さく抑えられている。しかしながら、第2レンズ群は5枚程度のレンズで構成されており、フォーカス群の重量を軽くすることができないという問題がある。

[0006] また、大口径中望遠レンズでは、焦点面での結像性能だけではなく、焦点深度外におけるボケのやわらかさも重要視される傾向にある。そのような望ましいボケの状態を得るためには、レンズ系の残存球面収差を適切に設定する必要がある。

[0007] 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、無限遠距離から至近距離まで良好な結像性能を有し、フォーカシング重量が軽く、さらに適切な残存球面収差を任意に設定しやすい内焦式大口径中望遠レンズ、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

[0008] 上記目的を達成するために、第1の発明の内焦式大口径中望遠レンズは、

物体側から順に、正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、第 3 レンズ群と、をレンズ群として有し、近距離物体へのフォーカシングに際して、前記第 1 レンズ群及び第 3 レンズ群が像面に対して位置固定であり、前記第 2 レンズ群が物体側へ移動し、前記第 2 レンズ群が負レンズを 1 枚のみ有するとともに、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズを少なくとも有しており、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする。

$$-0.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < -0.1 \quad \dots (1)$$

ただし、

$R_1$  : 第 2 レンズ群内の負レンズの物体側面の曲率半径、

$R_2$  : 第 2 レンズ群内の負レンズの像側面の曲率半径、

である。

[0009] 第 2 の発明の内焦式大口径中望遠レンズは、上記第 1 の発明において、前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズ、及び正レンズを有し、以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする。

$$-5 < f_{21} / f_{22} < -1 \quad \dots (2)$$

ただし、

$f_{21}$  : 第 2 レンズ群において最も物体側の正レンズの焦点距離、

$f_{22}$  : 第 2 レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

[0010] 第 3 の発明の内焦式大口径中望遠レンズは、上記第 1 又は第 2 の発明において、以下の条件式 (3) 及び (4) を満足することを特徴とする。

$$0.05 < \beta_2 < 0.55 \quad \dots (3)$$

$$0.9 < \beta_3 < 1.2 \quad \dots (4)$$

ただし、

$\beta_2$  : 第 2 レンズ群の無限遠合焦時における近軸横倍率、

$\beta_3$  : 第 3 レンズ群の無限遠合焦時における近軸横倍率、

である。

[0011] 第4の発明の内焦式大口径中望遠レンズは、上記第1～第3のいずれか1つの発明において、前記第3レンズ群が、物体側から順に、負レンズ成分と正レンズ成分を有することを特徴とする。

[0012] 第5の発明の内焦式大口径中望遠レンズは、上記第4の発明において、前記負レンズ成分が、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹の負レンズとの接合レンズであり、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$|n_{L31} - n_{L32}| > 0.2 \quad \dots (5)$$

ただし、

$n_{L31}$  : 像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの屈折率、

$n_{L32}$  : 両凹の負レンズの屈折率、

である。

[0013] 第6の発明の内焦式大口径中望遠レンズは、上記第1～第5のいずれか1つの発明において、以下の条件式(6)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < f_2 / f < 0.85 \quad \dots (6)$$

ただし、

$f_2$  : 第2レンズ群の焦点距離、

$f$  : 全系の焦点距離、

である。

[0014] 第7の発明の撮像光学装置は、上記第1～第6のいずれか1つの発明に係る内焦式大口径中望遠レンズと、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内焦式大口径中望遠レンズが設けられていることを特徴とする。

[0015] 第8の発明のデジタル機器は、上記第7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

[0016] 本発明の構成を採用することにより、フォーカス群を比較的軽量にし、所望の残存球面収差量と無限遠撮影距離から至近撮影距離にわたる良好な光学性能とをFナンバー1.4程度で保持することができる。したがって、無限遠距離から至近距離まで良好な結像性能を有し、フォーカシング重量が軽く、さらに適切な残存球面収差を任意に設定しやすい内焦式大口径中望遠レンズと、それを備えた撮像光学装置を実現することができる。そして、本発明に係る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ることによって、デジタル機器に対し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

- [0017] [図1]第1の実施の形態（実施例1）のレンズ構成図。  
[図2]第2の実施の形態（実施例2）のレンズ構成図。  
[図3]第3の実施の形態（実施例3）のレンズ構成図。  
[図4]第4の実施の形態（実施例4）のレンズ構成図。  
[図5]実施例1の収差図。  
[図6]実施例2の収差図。  
[図7]実施例3の収差図。  
[図8]実施例4の収差図。  
[図9]撮像光学装置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

[0018] 以下、本発明に係る内焦式大口径中望遠レンズ、撮像光学装置及びデジタル機器を説明する。本発明に係る内焦式大口径中望遠レンズは、物体側から順に、正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、第3レンズ群と、をレンズ群として有し、近距離物体へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群及び第3レンズ群が像面に対して位置固定であり、前記第2レンズ群が物体側へ移動し、前記第2レンズ群が負レンズを1枚のみ有するとともに、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズを少なくとも有する構成になっている。そして、以下の条件式（1）

を満足することを特徴としている。

$$-0.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < -0.1 \quad \dots (1)$$

ただし、

$R_1$  : 第2レンズ群内の負レンズの物体側面の曲率半径、

$R_2$  : 第2レンズ群内の負レンズの像側面の曲率半径、

である。

[0019] 無限遠距離から至近距離にわたって安定した色収差補正を実現するためには、フォーカス時に移動する第2レンズ単独で色収差が十分に補正されることが必要である。したがって、第2レンズ群には少なくとも1枚の負レンズが必要となる。また、フォーカス群である第2レンズ群の重量を軽くするため、第2レンズ群に含まれるレンズ枚数は可能な限り少ないことが望ましい。

[0020] 以上のことから、第2レンズ群内に含まれる負レンズは1枚であることが望ましい。このとき、第2レンズ群内は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズと配置することが望ましい。第2レンズ群の最も物体側に負レンズを配置すると、負レンズ通過後の軸上光線高さが高くなり、負レンズ通過後のレンズ外径が大きくなって第2レンズ群の重量が増大する。また、第2レンズ群の3枚目以降に負レンズを配置した場合は、正レンズが2枚連続して配置されることにより、第1の正レンズと第2の正レンズで発生する負の球面収差が減少する。さらに、負レンズに入射する軸上光線の負レンズに対する入射角が大きくなり、負レンズにおいて大きな正の球面収差が発生する。結果として、球面収差が補正過剰となる傾向がある。ここで、球面収差の符号は物体から像面に向かう方向を正とする。

[0021] 条件式(1)は第2レンズ群内の負レンズの形状に関する好ましい条件範囲を規定している。条件式(1)の下限を下回ると、第2レンズ群内の負レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎて、第2レンズ群内の負レンズで発生する正の球面収差が増大し、第2レンズ群全体として球面収差が補正過剰になってしまう。条件式(1)の上限を上回ると、第2レンズ群内の負



レンズで発生する正の球面収差が不足し、第2レンズ群全体としての球面収差が補正不足となる。

[0022] 近距離性能を確保するために、第2レンズ群内単独で球面収差及び像面湾曲を十分に小さくしようとすれば、第2レンズ群に十分な収差補正の自由度（つまりレンズ枚数）を確保する必要が生じて、フォーカス群である第2レンズ群が重くなる。上述したように、第2レンズ群を負レンズ1枚のみで構成するとともに、第2レンズ群内のレンズ配列を、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズを少なくとも有する構成とし、負レンズ形状を条件式（1）を満たす適切な設定にすれば、第2レンズ群の重量と収差補正の自由度とを両立させることができる。したがって、第2レンズ群内の負レンズを1枚とした場合でも、第2レンズ群内で発生する球面収差等を最適な量に設定することができる。

[0023] 上記特徴的構成によると、フォーカシング重量が比較的軽く、所望の残存球面収差量を保持し、無限遠撮影距離から至近撮影距離にわたって良好な性能を有するFナンバー1.4程度の大口徑内焦式中望遠レンズ及びそれを備えた撮像光学装置を実現することが可能である。また、撮像光学装置の鏡胴構成が簡略化及び軽量化されるため、その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高性能の画像入力機能を軽量・コンパクトに付加することが可能となる。したがって、デジタル機器のコンパクト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。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。

[0024] 第2レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズ、及び正レンズを有し、以下の条件式（2）を満足することが望ましい。

$$-5 < f_{21} / f_{22} < -1 \quad \cdots (2)$$

ただし、

$f_{21}$ ：第2レンズ群において最も物体側の正レンズの焦点距離、

$f_{22}$ ：第2レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

[0025] 第2レンズ群中の負レンズを通過した後の軸上光線高さは比較的高い状態となるため、負レンズの像側に正レンズを2枚配置することで、球面収差の補正自由度をさらに向上させることができる。条件式(2)は、この効果をより確実なものとするためのものである。条件式(2)の下限を下回ると、前記負レンズを通過した後の軸上光線高さが高くなり過ぎるため、負レンズの像側に位置する2枚の正レンズ(つまり、第2の正レンズと第3の正レンズ)の外径が大きくなる。結果として、フォーカス群の重量が増大してしまうため望ましくない。また、第2の正レンズや第3の正レンズに入射する光線高さが高くなるため、負の球面収差が大きく発生する傾向となる。条件式(2)の上限を上回ると、前記負レンズを通過した後の軸上光線高さが不十分となり、前述した球面収差補正の自由度が低下してしまう。

[0026] 以下の条件式(3)及び(4)を満足することが望ましい。

$$0.05 < \beta_2 < 0.55 \quad \dots (3)$$

$$0.9 < \beta_3 < 1.2 \quad \dots (4)$$

ただし、

$\beta_2$  : 第2レンズ群の無限遠合焦時における近軸横倍率、

$\beta_3$  : 第3レンズ群の無限遠合焦時における近軸横倍率、

である。

[0027] 高い性能を維持しつつフォーカス移動量を削減するためには、条件式(3)と(4)を満足することが望ましい。条件式(3)の下限を下回ると、フォーカス移動量の削減には有利であるが、第1レンズ群の屈折力が減少して、第2レンズ群の屈折力が増大し、第2レンズ群における軸上光線高さが高くなる。結果として、第2レンズ群内のレンズの外径を増やす必要が生じ、フォーカス群重量が増大して望ましくない。また、球面収差等の補正が困難になる。条件式(3)の上限を上回ると、フォーカス移動量の削減が不十分となる。条件式(4)の上限を上回ると、フォーカス移動量の削減には有利であるが、第2レンズ群の屈折力が増大し、フォーカスによる収差変動(例

例えば、球面収差変動）を抑えることが困難となって望ましくない。条件式（4）の下限を下回ると、フォーカス移動量の削減が不十分となる。

[0028] 上記の効果をより確実なものとするためには、以下の条件式（3 a）及び（4 a）を満足することが更に望ましい。

$$0.05 < \beta_2 < 0.44 \quad \cdots (3a)$$

$$0.98 < \beta_3 < 1.2 \quad \cdots (4a)$$

これらの条件式（3 a）及び（4 a）は、前記条件式（3）及び（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（3 a）、（4 a）の少なくとも一方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。

[0029] 前記第3レンズ群が、物体側から順に、負レンズ成分と正レンズ成分を有することが望ましい。第2レンズ群内の負レンズを1枚としたため、光学系全体での軸上色収差、倍率色収差補正の観点から、第3レンズ群内にも負レンズ成分を配置することが望ましい。第3レンズ群内に負レンズ成分を配置した場合、その像側に更に正レンズ成分を配置することが望ましい。正レンズ成分を配置しない場合は、全系から射出する軸外光線角度が大きくなり、使用できる撮像素子に制約を生じさせてしまうため望ましくない。

[0030] 第3レンズ群の負レンズ成分は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹の負レンズを接合した接合レンズであることが望ましい。この場合、接合面は像側に凸面を向ける構成になる。このとき、接合面において発生する非点収差や歪曲収差は比較的抑制されるが、球面収差は接合面前後の屈折率差と接合面の曲率に応じて任意の量発生させることが可能となる。すなわち、他の収差から比較的独立した状態で球面収差の発生量をコントロールすることが可能となる。この効果を確実にするために以下の条件式（5）を満足することが望ましい。

[0031] つまり、前記負レンズ成分が、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹の負レンズとの接合レンズであり、以下の条件式（5）を満足すること

が望ましい。この条件式（５）の下限を下回ると、接合面前後の屈折率差が小さすぎて十分な球面収差を発生させることが困難になる。

$$|n_{L31} - n_{L32}| > 0.2 \quad \cdots (5)$$

ただし、

$n_{L31}$ ：像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの屈折率、

$n_{L32}$ ：両凹の負レンズの屈折率、

である。

[0032] 以下の条件式（６）を満足することが望ましい。

$$0.5 < f_2 / f < 0.85 \quad \cdots (6)$$

ただし、

$f_2$ ：第２レンズ群の焦点距離、

$f$ ：全系の焦点距離、

である。

[0033] 条件式（６）は、第２レンズ群の焦点距離に関する好ましい条件範囲を規定している。この条件式（６）の下限を下回ると、第２レンズ群の屈折力が強くなりすぎてフォーカスによる収差変動（例えば、球面収差変動）を抑えることが困難となるため望ましくない。条件式（６）の上限を上回ると、光学系全体が大型化してしまうため望ましくない。全系の大型化を抑えようとすると、第３レンズ群の屈折力を強くする必要が生じ、その結果、軸外の収差（例えば、像面湾曲、歪曲収差等）の劣化を招くことになる。

[0034] 本発明に係る内焦式大口径中望遠レンズは、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内焦式大口径中望遠レンズと、内焦式大口径中望遠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。

[0035] 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、テレビ電話用カメラ等が挙げられ、また、パーソナルコンピュータ、携帯情報機器（例えば、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯情報端末等の小型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）、その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けされるカメラが挙げられる。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、各種デジタル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。

[0036] 図9に、画像入力機能を有するデジタル機器D Uの概略構成例を模式的断面で示す。図9に示すデジタル機器D Uに搭載されている撮像光学装置L Uは、物体（すなわち被写体）側から順に、物体の光学像（像面）I Mを形成する内焦式大口径中望遠レンズL N（A X：光軸）と、平行平板P T（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；撮像素子S Rのカバーガラス等に相当する。）と、内焦式大口径中望遠レンズL Nにより受光面S S上に形成された光学像I Mを電気的な信号に変換する撮像素子S Rと、を備えている。この撮像光学装置L Uで画像入力機能付きデジタル機器D Uを構成する場合、通常そのボディ内部に撮像光学装置L Uを配置することになるが、カメラ機能を実現する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L Uをデジタル機器D U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。

[0037] 撮像素子S Rとしては、例えば複数の画素を有するCCD型イメージセンサ、CMOS型イメージセンサ等の固体撮像素子が用いられる。内焦式大口径中望遠レンズL Nは、撮像素子S Rの受光面S S上に被写体の光学像I Mが形成されるように設けられているので、内焦式大口径中望遠レンズL N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変換される。

[0038] 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；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、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  $LU$  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。

[0039] 内焦式大口径中望遠レンズ  $LN$  は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_{r1}$  と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群  $G_{r2}$  と、第 3 レンズ群  $G_{r3}$  と、をレンズ群として有しており、第 1 レンズ群  $G_{r1}$  及び第 3 レンズ群  $G_{r3}$  の位置を像面  $IM$  に対して固定した状態で、第 2 レンズ群  $G_{r2}$  を物体側に移動させることにより近距離物体へのフォーカシングを行い、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。内焦式大口径中望遠レンズ  $LN$  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 9 中の平行平板  $PT$  に相当する。）を通過することにより、電氣的な信号に変換される際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。これにより、色モアレの発生を抑えることができる。ただし、解像限界周波数周辺の性能を抑えてやれば、光学的ローパスフィルターを用いなくてもノイズの発生を懸念する必要がなく、また、ノイズが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には、光学的ローパスフィルターを用いる必要はない。

[0040] 次に、第1～第4の実施の形態を挙げて、内焦式大口径中望遠レンズLNの具体的な光学構成を更に詳しく説明する。図1～図4のレンズ構成図に、無限遠合焦状態（第1フォーカスポジションPOS1）にある内焦式大口径中望遠レンズLNの第1～第4の実施の形態を光学断面でそれぞれ示す。また、無限遠から至近距離へのフォーカシングにおけるフォーカス群（すなわち第2レンズ群Gr2）の移動を、図1～図4中の矢印mFで示す（第1レンズ群Gr1と第3レンズ群Gr3はフォーカス位置固定である。）。

[0041] 第1の実施の形態の内焦式大口径中望遠レンズLN（図1）は、いずれも正の屈折力を有する3つのレンズ群Gr1、Gr2、Gr3から成っている。第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ2枚L11、L12と像側に凹の負メニスカスレンズL13から成っており、第2レンズ群Gr2は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズL21と、絞りSTと、両凹の負レンズL22と、像側に凸の正メニスカスレンズL23と、両凸の正レンズL24とから成っており、第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズL31及び両凹の負レンズL32から成る接合レンズL3Nと、両凸の正レンズL3Pとから成っている。

[0042] 第2の実施の形態の内焦式大口径中望遠レンズLN（図2）は、いずれも正の屈折力を有する3つのレンズ群Gr1、Gr2、Gr3から成っている。第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ2枚L11、L12と像側に凹の負メニスカスレンズL13から成っており、第2レンズ群Gr2は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレ

ンズ $L_{21}$ と、絞り $ST$ と、両凹の負レンズ $L_{22}$ と、像側に凸の正メニスカスレンズ $L_{23}$ と、両凸の正レンズ $L_{24}$ とから成っており、第3レンズ群 $G_{r3}$ は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ $L_{31}$ 及び両凹の負レンズ $L_{32}$ から成る接合レンズ $L_{3N}$ と、両凸の正レンズ $L_{3P}$ とから成っている。

[0043] 第3の実施の形態の内焦式大口径中望遠レンズ $L_N$ （図3）は、いずれも正の屈折力を有する3つのレンズ群 $G_{r1}$ 、 $G_{r2}$ 、 $G_{r3}$ から成っている。第1レンズ群 $G_{r1}$ は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ2枚 $L_{11}$ 、 $L_{12}$ と像側に凹の負メニスカスレンズ $L_{13}$ から成っており、第2レンズ群 $G_{r2}$ は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ $L_{21}$ と、絞り $ST$ と、両凹の負レンズ $L_{22}$ と、像側に凸の正メニスカスレンズ $L_{23}$ と、両凸の正レンズ $L_{24}$ とから成っており、第3レンズ群 $G_{r3}$ は、物体側から順に、両凹の負レンズ $L_{31}$ と、両凸の正レンズ $L_{32}$ とから成っている。

[0044] 第4の実施の形態の内焦式大口径中望遠レンズ $L_N$ （図4）は、いずれも正の屈折力を有する3つのレンズ群 $G_{r1}$ 、 $G_{r2}$ 、 $G_{r3}$ から成っている。第1レンズ群 $G_{r1}$ は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ2枚 $L_{11}$ 、 $L_{12}$ と像側に凹の負メニスカスレンズ2枚 $L_{13}$ 、 $L_{14}$ から成っており、第2レンズ群 $G_{r2}$ は、物体側から順に、両凸の正レンズ $L_{21}$ と、両凹の負レンズ $L_{22}$ と、絞り $ST$ と、像側に凸の正メニスカスレンズ $L_{23}$ と、両凸の正レンズ $L_{24}$ とから成っており、第3レンズ群 $G_{r3}$ は、物体側から順に、両凹の負レンズ $L_{31}$ と、両凸の正レンズ $L_{32}$ とから成っている。

## 実施例

[0045] 以下、本発明を実施した内焦式大口径中望遠レンズの構成等を、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1～4（EX1～4）は、前述した第1～第4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4の実施の形態を表すレンズ構成図



(図1～図4)は、対応する実施例1～4の光学構成をそれぞれ示している。

[0046] 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)、軸上での面間隔  $d$  (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。各種データとして、全系の焦点距離 ( $f$ , mm)、Fナンバー (FNO.), 半画角 ( $\omega$ , °), 像高 ( $y'_{max}$ , mm), レンズ全長 (TL, mm), バックフォーカス (BF, mm) を示す。バックフォーカスは、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表記しており、レンズ全長は、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を加えたものである。さらに、フォーカスデータとして、第1フォーカスポジション POS1 (無限遠合焦時) と第2フォーカスポジション POS2 (至近距離合焦時) での可変間隔 (フォーカシングにより変化する軸上面間隔) と全系の横倍率  $\beta$  を示し、レンズ群データとして、各レンズ群の焦点距離及び近軸横倍率を示し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズデータを示す。また、各条件式に対応する実施例の値を表1に示す。

[0047] 図5～図8は、実施例1～実施例4 (EX1～EX4) にそれぞれ対応する収差図であり、上から順に各フォーカスポジション POS1, POS2 における諸収差 (左から順に、球面収差等, 非点収差, 歪曲収差である。) を示している。図5～図8中、FNOはFナンバー、 $Y'$  (mm) は撮像素子 SRの受光面 SS上での最大像高  $y'_{max}$  (光軸 AXからの距離に相当する。) である。球面収差図において、実線  $d$ , 一点鎖線  $g$ , 二点鎖線  $c$  は  $d$  線,  $g$  線,  $c$  線に対する球面収差 (mm) をそれぞれ表しており、破線 SC は正弦条件不満足量 (mm) を表している。非点収差図において、破線 DM はメリディオナル面、実線 DS はサジタル面での  $d$  線に対する各非点収差 (mm) を表している。また、歪曲収差図において実線は  $d$  線に対する歪曲 (%) を表している。

[0048]

## 実施例 1

単位 : mm

## 面データ

| 面番号    | r        | d     | nd      | vd   |
|--------|----------|-------|---------|------|
| 物面     | $\infty$ | d0    |         |      |
| 1      | 54.231   | 9.430 | 1.62041 | 60.3 |
| 2      | 281.169  | 0.300 |         |      |
| 3      | 39.221   | 9.640 | 1.80400 | 46.6 |
| 4      | 54.944   | 3.708 |         |      |
| 5      | 72.063   | 2.090 | 1.80610 | 33.3 |
| 6      | 26.207   | d6    |         |      |
| 7      | 55.974   | 2.310 | 1.83481 | 42.7 |
| 8      | 105.851  | 2.814 |         |      |
| 9 (絞り) | $\infty$ | 5.935 |         |      |
| 10     | -40.001  | 1.200 | 1.69895 | 30.1 |
| 11     | 67.072   | 5.137 |         |      |
| 12     | -426.237 | 3.070 | 1.88300 | 40.8 |
| 13     | -71.448  | 0.150 |         |      |
| 14     | 71.673   | 6.873 | 1.72916 | 54.7 |
| 15     | -58.340  | d15   |         |      |
| 16     | -66.600  | 3.700 | 1.90366 | 31.3 |
| 17     | -37.963  | 1.690 | 1.64769 | 33.8 |
| 18     | 51.067   | 2.267 |         |      |
| 19     | 85.957   | 6.000 | 1.83400 | 37.2 |
| 20     | -85.957  | BF    |         |      |
| 像面     | $\infty$ |       |         |      |

[0049]

## 各種データ

f = 85.000

FNO. = 1.450

 $\omega$  = 14.333°

y' max = 21.630

TL = 126.370

BF = 41.050

[0050]

## フォーカスデータ

POS1

POS2

 $\beta$  0 -0.1175d0  $\infty$  719.0

d6 17.306 7.706

d15 1.700 11.300

[0051]

## レンズ群データ (焦点距離)

群(面) 焦点距離

1(1-6) 252.708

2(7-15) 61.918

3(16-20) 684.522

[0052]

レンズ群データ (近軸横倍率)

| 群(面)     | 近軸横倍率 |         |
|----------|-------|---------|
|          | POS1  | POS2    |
| $\beta$  | 0     | -0.1175 |
| 1(1-6)   | -     | -0.676  |
| 2(7-15)  | 0.321 | 0.166   |
| 3(16-20) | 1.048 | 1.048   |

[0053] 第2レンズ群と第3レンズ群のレンズデータ

| レンズ(面)     | 焦点距離    |
|------------|---------|
| L21(7-8)   | 139.360 |
| L22(10-11) | -35.685 |
| L23(12-13) | 96.817  |
| L24(14-15) | 45.114  |
| L3N(16-18) | -50.627 |
| L3P(19-20) | 52.364  |

[0054] 実施例2

単位: mm

面データ

| 面番号   | r        | d      | nd      | vd   |
|-------|----------|--------|---------|------|
| 物面    | $\infty$ | d0     |         |      |
| 1     | 51.087   | 10.100 | 1.62299 | 58.1 |
| 2     | 368.515  | 3.194  |         |      |
| 3     | 47.473   | 9.000  | 1.83481 | 42.7 |
| 4     | 73.939   | 3.786  |         |      |
| 5     | 164.321  | 2.500  | 1.80610 | 33.3 |
| 6     | 29.606   | d6     |         |      |
| 7     | 56.641   | 3.520  | 1.72916 | 54.7 |
| 8     | 205.821  | 2.181  |         |      |
| 9(絞り) | $\infty$ | 5.982  |         |      |
| 10    | -38.670  | 1.200  | 1.68893 | 31.2 |
| 11    | 68.753   | 5.446  |         |      |
| 12    | -137.340 | 3.110  | 1.80420 | 46.5 |
| 13    | -55.396  | 0.150  |         |      |
| 14    | 77.865   | 8.000  | 1.77250 | 49.7 |
| 15    | -58.203  | d15    |         |      |
| 16    | -58.256  | 3.300  | 1.90366 | 31.3 |
| 17    | -36.511  | 1.200  | 1.62004 | 36.3 |
| 18    | 55.467   | 2.612  |         |      |
| 19    | 93.747   | 5.530  | 1.83481 | 42.7 |
| 20    | -83.109  | BF     |         |      |
| 像面    | $\infty$ |        |         |      |

[0055] 各種データ

f = 85.000  
 FNO. = 1.450  
 $\omega$  = 14.272°  
 $y'_{\max}$  = 21.630  
 TL = 129.630  
 BF = 41.130

## [0056] フォーカスデータ

|         | POS1     | POS2    |
|---------|----------|---------|
| $\beta$ | 0        | -0.1182 |
| d0      | $\infty$ | 719.0   |
| d6      | 15.690   | 6.210   |
| d15     | 2.000    | 11.480  |

## [0057] レンズ群データ (焦点距離)

| 群(面)     | 焦点距離    |
|----------|---------|
| 1(1-6)   | 334.499 |
| 2(7-15)  | 58.730  |
| 3(16-20) | 581.893 |

## [0058] レンズ群データ (近軸横倍率)

| 群(面)     | 近軸横倍率 |         |
|----------|-------|---------|
|          | POS1  | POS2    |
| $\beta$  | 0     | -0.1182 |
| 1(1-6)   | -     | -1.371  |
| 2(7-15)  | 0.244 | 0.083   |
| 3(16-20) | 1.040 | 1.040   |

## [0059] 第2レンズ群と第3レンズ群のレンズデータ

| レンズ(面)     | 焦点距離    |
|------------|---------|
| L21(7-8)   | 106.118 |
| L22(10-11) | -35.762 |
| L23(12-13) | 113.530 |
| L24(14-15) | 44.249  |
| L3N(16-18) | -52.421 |
| L3P(19-20) | 53.533  |

## [0060]

## 実施例 3

単位 : mm

## 面データ

| 面番号    | r        | d      | nd      | vd   |
|--------|----------|--------|---------|------|
| 物面     | $\infty$ | d0     |         |      |
| 1      | 54.741   | 11.500 | 1.80420 | 46.5 |
| 2      | 273.211  | 0.150  |         |      |
| 3      | 43.392   | 9.000  | 1.83481 | 42.7 |
| 4      | 48.023   | 5.082  |         |      |
| 5      | 149.419  | 2.000  | 1.75520 | 27.5 |
| 6      | 28.782   | d6     |         |      |
| 7      | 59.027   | 4.000  | 1.80420 | 46.5 |
| 8      | 238.251  | 1.993  |         |      |
| 9 (絞り) | $\infty$ | 5.691  |         |      |
| 10     | -42.444  | 1.500  | 1.75520 | 27.5 |
| 11     | 72.530   | 3.793  |         |      |
| 12     | -149.425 | 2.080  | 1.90366 | 31.3 |
| 13     | -65.596  | 0.150  |         |      |
| 14     | 67.405   | 6.800  | 1.80420 | 46.5 |
| 15     | -60.737  | d15    |         |      |
| 16     | -89.123  | 1.200  | 1.62004 | 36.3 |
| 17     | 51.566   | 3.622  |         |      |
| 18     | 105.138  | 10.700 | 1.83400 | 37.4 |
| 19     | -73.135  | BF     |         |      |
| 像面     | $\infty$ |        |         |      |

[0061]

## 各種データ

f = 85.000

FNO. = 1.430

 $\omega$  = 14.312°

y' max = 21.630

TL = 125.783

BF = 39.352

[0062]

## フォーカスデータ

|         | POS1     | POS2    |
|---------|----------|---------|
| $\beta$ | 0        | -0.1190 |
| d0      | $\infty$ | 733.7   |
| d6      | 15.170   | 5.750   |
| d15     | 2.000    | 11.421  |

[0063]

## レンズ群データ (焦点距離)

| 群(面)     | 焦点距離    |
|----------|---------|
| 1(1-6)   | 410.187 |
| 2(7-15)  | 58.267  |
| 3(16-20) | 412.177 |

[0064]

レンズ群データ (近軸横倍率)

| 群(面)     | 近軸横倍率 |         |
|----------|-------|---------|
|          | POS1  | POS2    |
| $\beta$  | 0     | -0.1190 |
| 1(1-6)   | -     | -3.046  |
| 2(7-15)  | 0.199 | 0.038   |
| 3(16-20) | 1.040 | 1.040   |

[0065] 第2レンズ群と第3レンズ群のレンズデータ

| レンズ(面)     | 焦点距離    |
|------------|---------|
| L21(7-8)   | 96.611  |
| L22(10-11) | -35.257 |
| L23(12-13) | 127.884 |
| L24(14-15) | 40.690  |
| L3N(16-17) | -52.512 |
| L3P(18-19) | 53.168  |

[0066] 実施例4

単位 : mm

面データ

| 面番号    | r        | d      | nd      | vd   |
|--------|----------|--------|---------|------|
| 物面     | $\infty$ | d0     |         |      |
| 1      | 58.198   | 10.315 | 1.83400 | 37.4 |
| 2      | 327.344  | 0.150  |         |      |
| 3      | 41.681   | 8.179  | 1.90366 | 31.3 |
| 4      | 68.701   | 2.081  |         |      |
| 5      | 113.319  | 3.181  | 1.84666 | 23.8 |
| 6      | 28.999   | 8.083  |         |      |
| 7      | 113.963  | 2.000  | 1.84666 | 23.8 |
| 8      | 48.226   | d8     |         |      |
| 9      | 59.704   | 4.038  | 1.80420 | 46.5 |
| 10     | -581.028 | 3.379  |         |      |
| 11     | -53.503  | 1.250  | 1.75520 | 27.5 |
| 12     | 108.784  | 2.972  |         |      |
| 13(絞り) | $\infty$ | 5.557  |         |      |
| 14     | -119.440 | 2.052  | 1.80420 | 46.5 |
| 15     | -64.727  | 0.650  |         |      |
| 16     | 76.704   | 7.612  | 1.83481 | 42.7 |
| 17     | -105.687 | d17    |         |      |
| 18     | -80.068  | 2.164  | 1.58144 | 40.9 |
| 19     | 54.853   | 3.385  |         |      |
| 20     | 120.062  | 8.399  | 1.83481 | 42.7 |
| 21     | -72.076  | BF     |         |      |
| 像面     | $\infty$ |        |         |      |

[0067] 各種データ

|          |   |         |
|----------|---|---------|
| f        | = | 85.000  |
| FNO.     | = | 1.430   |
| $\omega$ | = | 14.418° |
| y' max   | = | 21.630  |
| TL       | = | 129.778 |
| BF       | = | 39.350  |

[0068]      フォーカスデータ

|         |          |         |
|---------|----------|---------|
|         | POS1     | POS2    |
| $\beta$ | 0        | -0.1207 |
| d0      | $\infty$ | 733.7   |
| d8      | 12.462   | 2.731   |
| d17     | 2.520    | 12.250  |

[0069]      レンズ群データ (焦点距離)

|          |          |
|----------|----------|
| 群(面)     | 焦点距離     |
| 1(1-6)   | 1228.605 |
| 2(7-15)  | 52.971   |
| 3(16-20) | 410.214  |

[0070]      レンズ群データ (近軸横倍率)

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 群(面)     | 近軸横倍率             |
|          | POS1      POS2    |
| $\beta$  | 0      -0.1207    |
| 1(1-6)   | -      1.017      |
| 2(7-15)  | 0.068      -0.116 |
| 3(16-20) | 1.023      1.023  |

[0071]      第2レンズ群と第3レンズ群のレンズデータ

|            |         |
|------------|---------|
| レンズ(面)     | 焦点距離    |
| L21(9-10)  | 67.512  |
| L22(11-12) | -47.333 |
| L23(14-15) | 172.815 |
| L24(16-17) | 54.272  |
| L3N(18-19) | -55.657 |
| L3P(20-21) | 55.045  |

[0072] [表1]

| 条件式 |                   | 実施例1   | 実施例2   | 実施例3   | 実施例4   |
|-----|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| (1) | $(R1+R2)/(R1-R2)$ | -0.253 | -0.280 | -0.262 | -0.341 |
| (2) | $f21/f22$         | -3.905 | -2.967 | -2.740 | -1.426 |
| (3) | $\beta 2$         | 0.321  | 0.244  | 0.199  | 0.068  |
| (4) | $\beta 3$         | 1.048  | 1.040  | 1.040  | 1.023  |
| (5) | $ nL31-nL32 $     | 0.256  | 0.284  | -      | -      |
| (6) | $f2/f$            | 0.728  | 0.691  | 0.685  | 0.623  |

## 符号の説明

[0073]      D U      デジタル機器

            L U      撮像光学装置

            L N      内焦式大口径中望遠レンズ

            G r 1      第1レンズ群

            G r 2      第2レンズ群

|       |          |
|-------|----------|
| G r 3 | 第3レンズ群   |
| S T   | 開口絞り（絞り） |
| S R   | 撮像素子     |
| S S   | 受光面      |
| 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、正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、第3レンズ群と、をレンズ群として有し、近距離物体へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群及び第3レンズ群が像面に対して位置固定であり、前記第2レンズ群が物体側へ移動し、前記第2レンズ群が負レンズを1枚のみ有するとともに、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズを少なくとも有しており、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする内焦式大口径中望遠レンズ；

$$-0.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < -0.1 \quad \dots (1)$$

ただし、

$R_1$ ：第2レンズ群内の負レンズの物体側面の曲率半径、

$R_2$ ：第2レンズ群内の負レンズの像側面の曲率半径、

である。

[請求項2] 前記第2レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズ、及び正レンズを有し、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1記載の内焦式大口径中望遠レンズ；

$$-5 < f_{21} / f_{22} < -1 \quad \dots (2)$$

ただし、

$f_{21}$ ：第2レンズ群において最も物体側の正レンズの焦点距離、

$f_{22}$ ：第2レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

[請求項3] 以下の条件式(3)及び(4)を満足することを特徴とする請求項1記載の内焦式大口径中望遠レンズ；

$$0.05 < \beta_2 < 0.55 \quad \dots (3)$$

$$0.9 < \beta_3 < 1.2 \quad \dots (4)$$

ただし、

$\beta_2$ ：第2レンズ群の無限遠合焦時における近軸横倍率、

$\beta_3$  : 第3レンズ群の無限遠合焦時における近軸横倍率、  
である。

[請求項4] 前記第3レンズ群が、物体側から順に、負レンズ成分と正レンズ成分を有することを特徴とする請求項1記載の内焦式大口径中望遠レンズ。

[請求項5] 前記負レンズ成分が、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凹の負レンズとの接合レンズであり、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項4記載の内焦式大口径中望遠レンズ；

$$|n_{L31} - n_{L32}| > 0.2 \quad \cdots (5)$$

ただし、

$n_{L31}$  : 像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの屈折率、

$n_{L32}$  : 両凹の負レンズの屈折率、

である。

[請求項6] 以下の条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1記載の内焦式大口径中望遠レンズ；

$$0.5 < f_2 / f < 0.85 \quad \cdots (6)$$

ただし、

$f_2$  : 第2レンズ群の焦点距離、

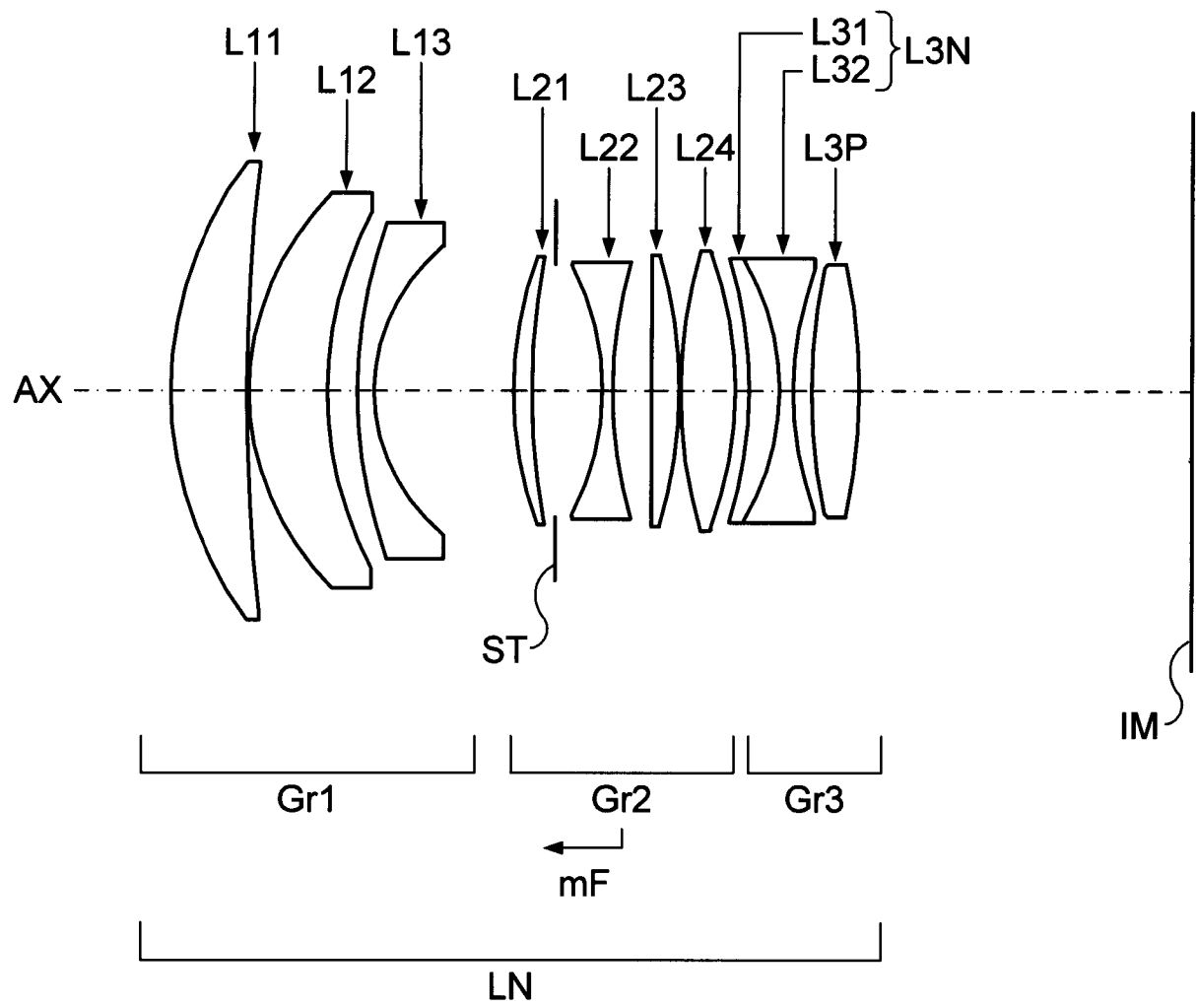
$f$  : 全系の焦点距離、

である。

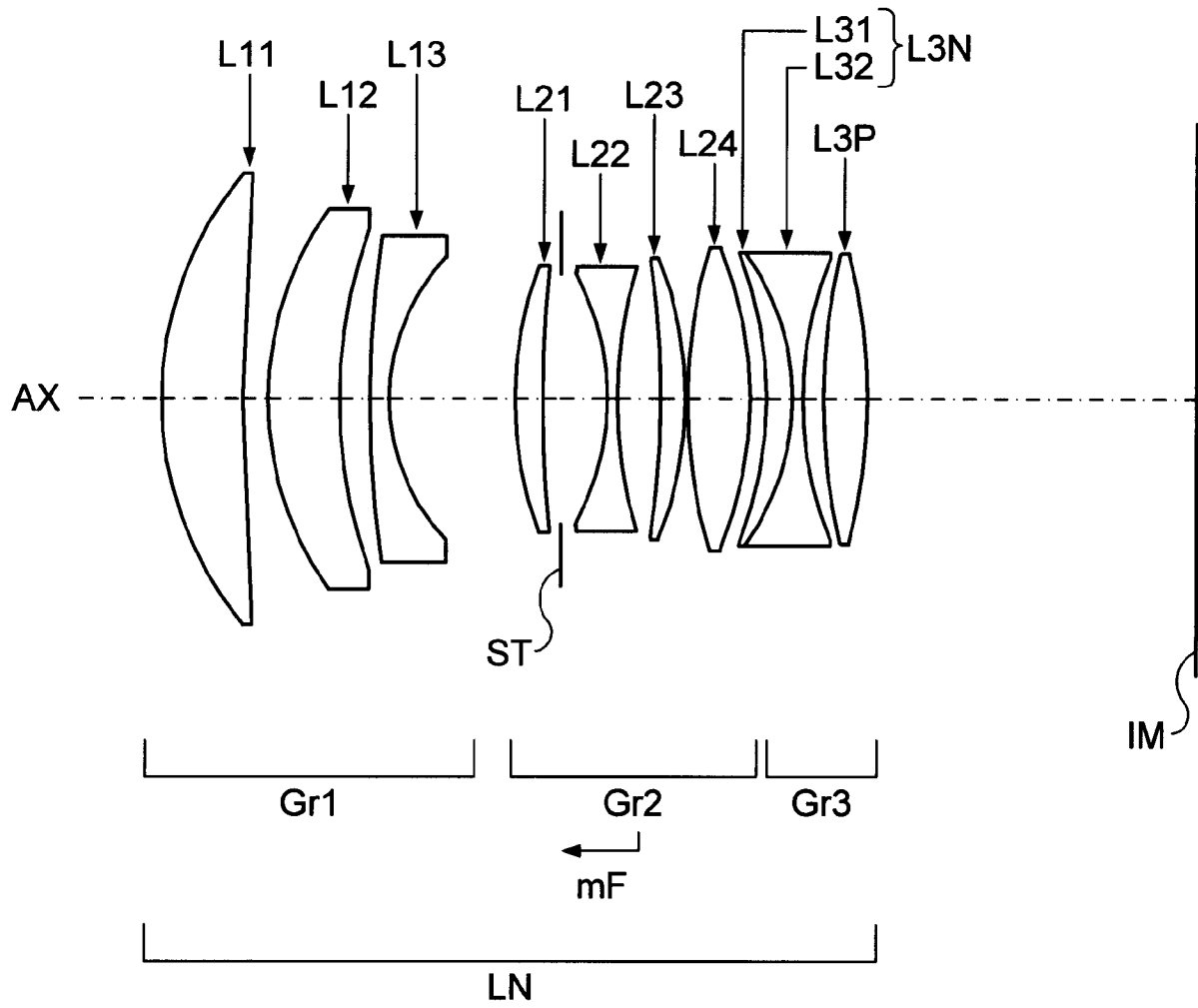
[請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載の内焦式大口径中望遠レンズと、受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記内焦式大口径中望遠レンズが設けられていることを特徴とする撮像光学装置。

[請求項8] 請求項7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。

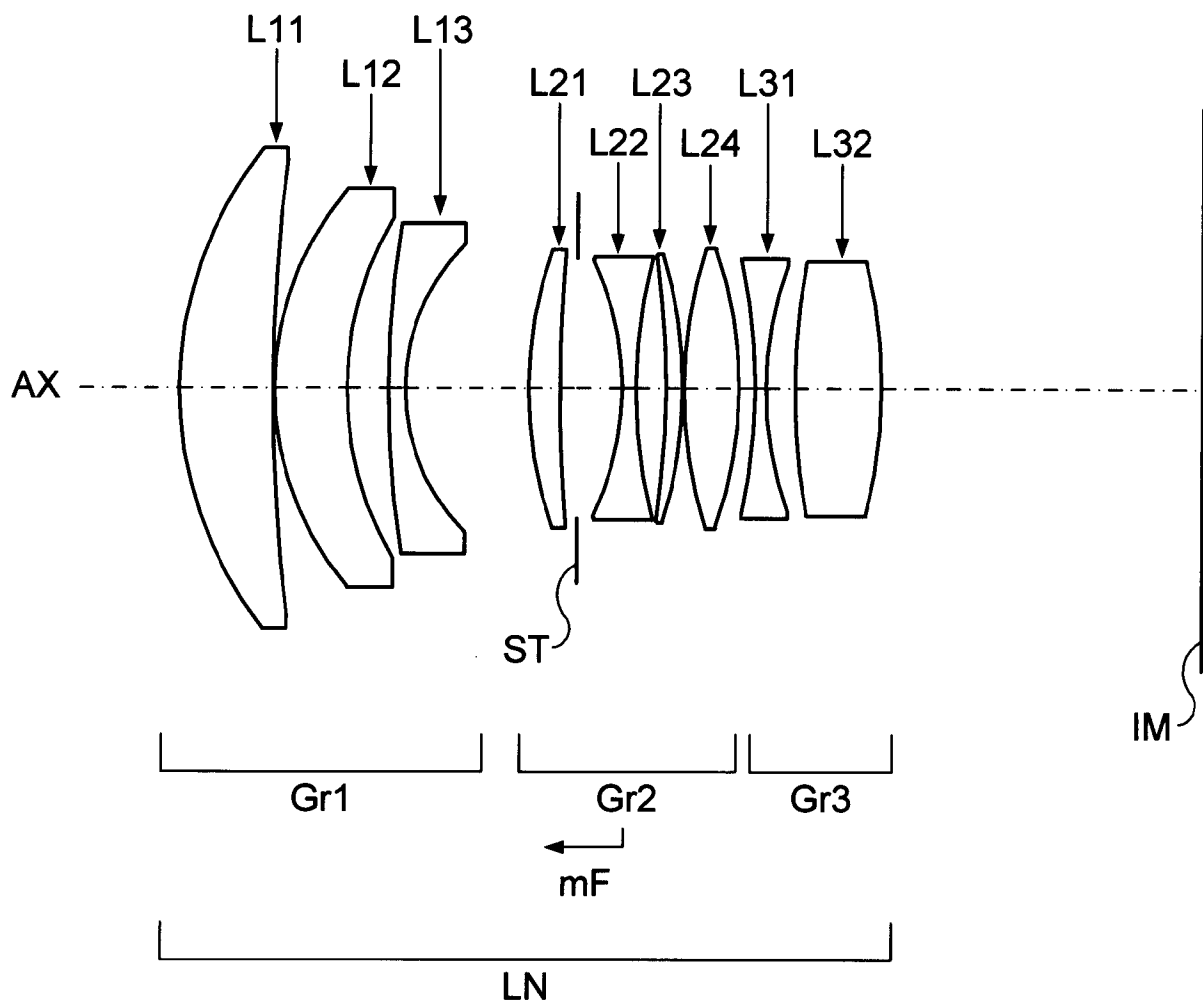
[図1]

EX1

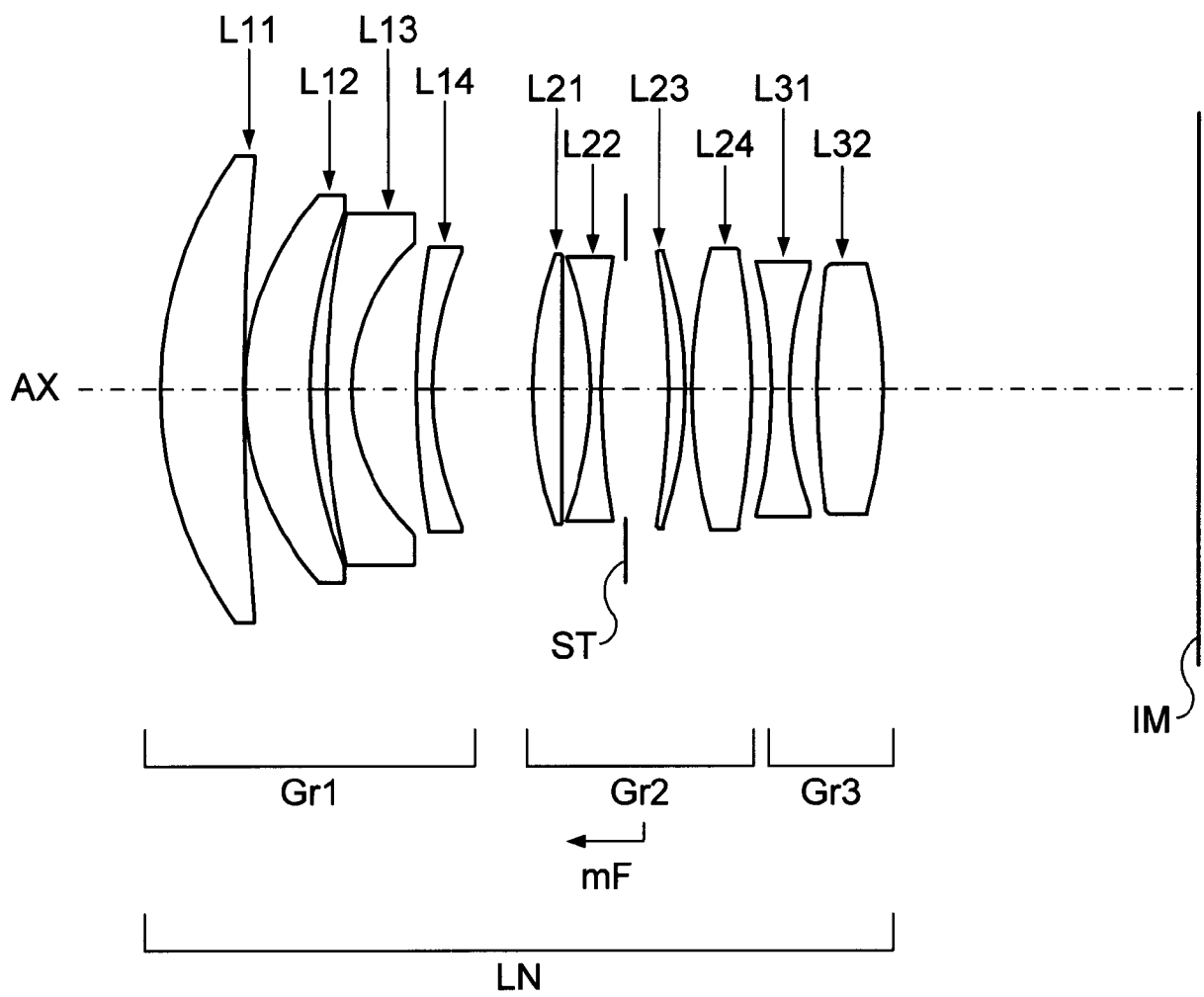
[図2]

EX2

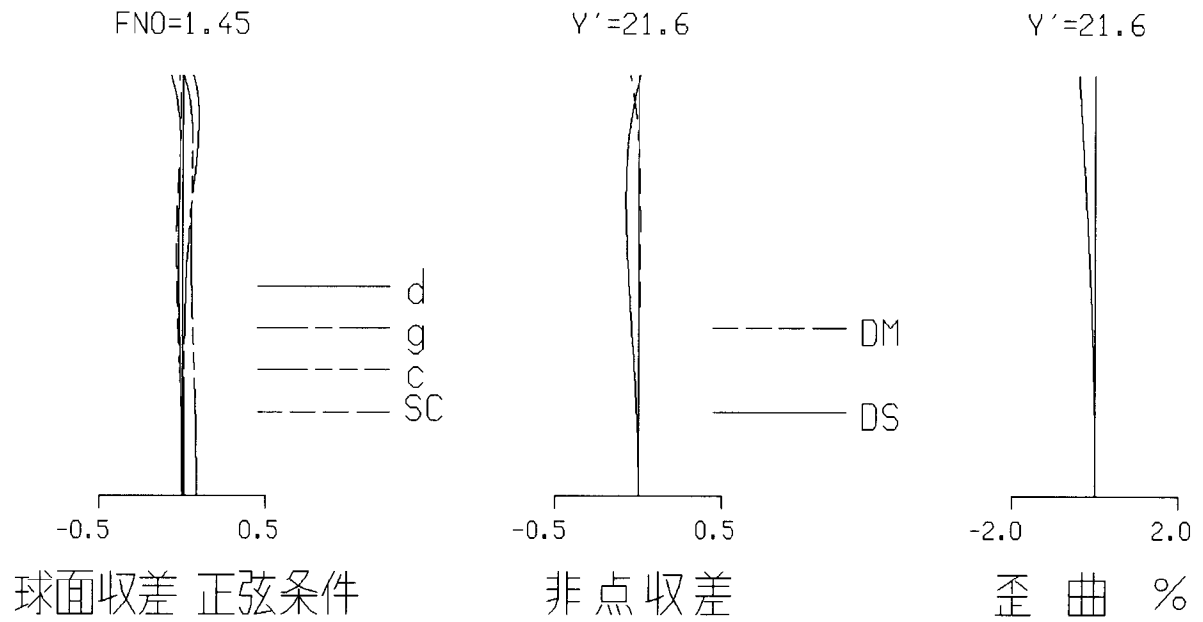
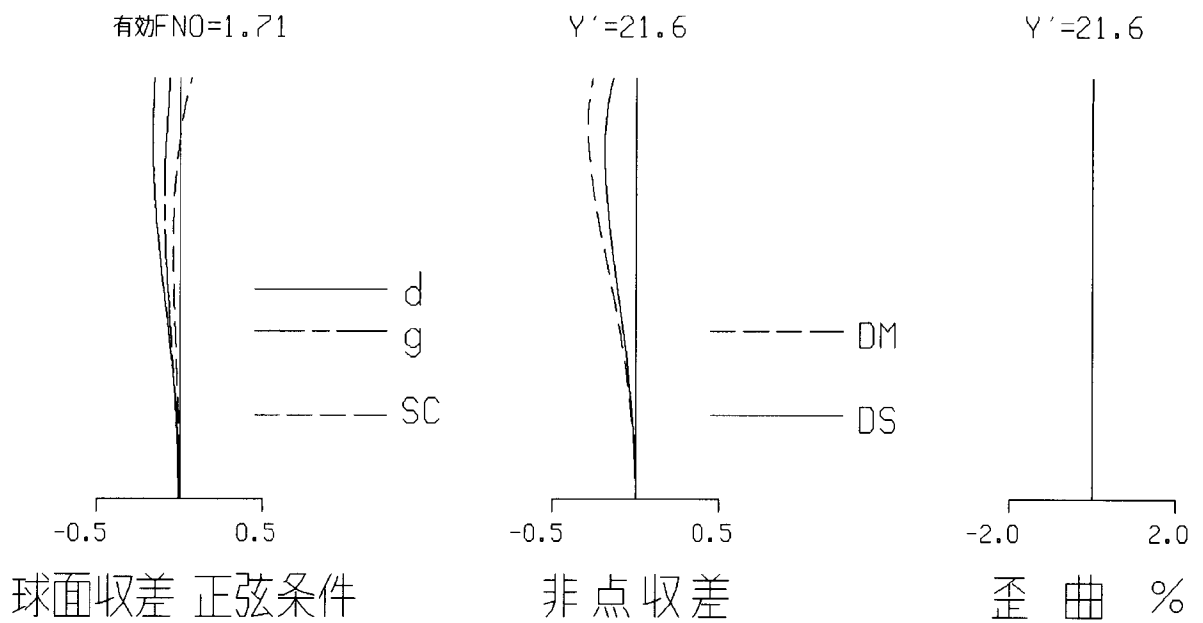
[図3]

EX3

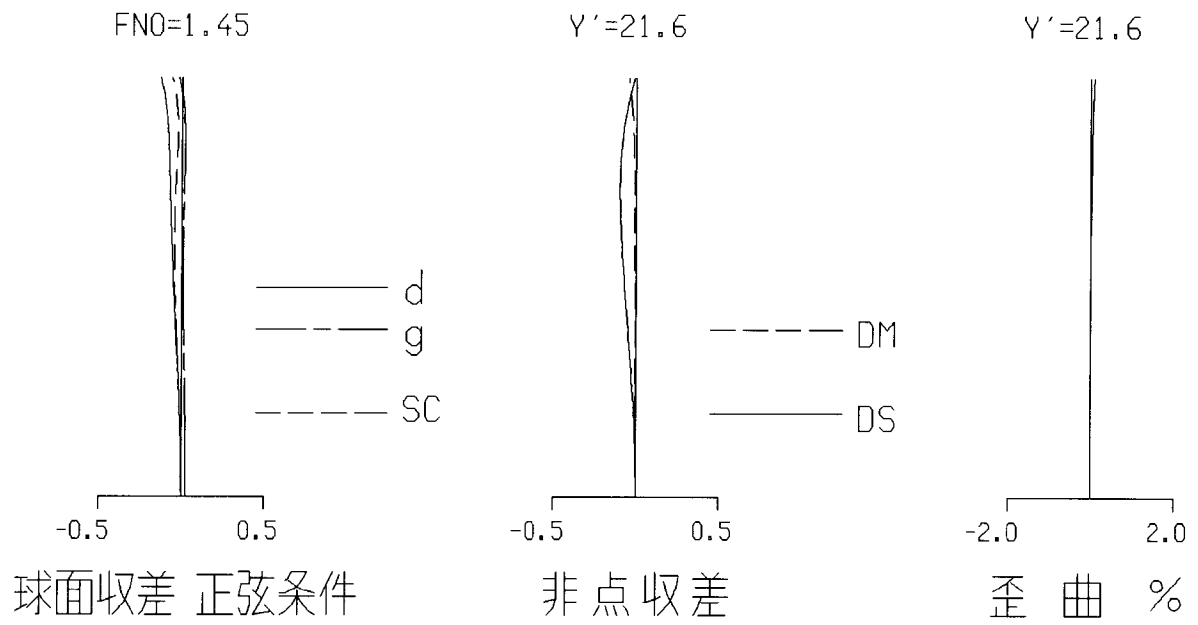
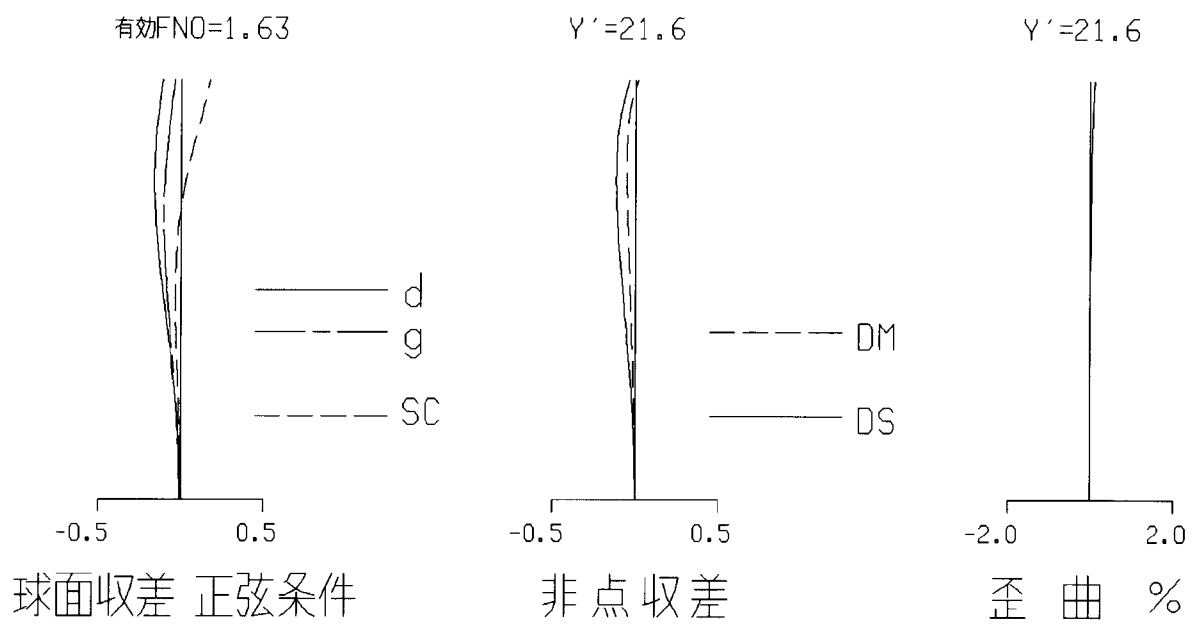
[図4]

EX4

[図5]

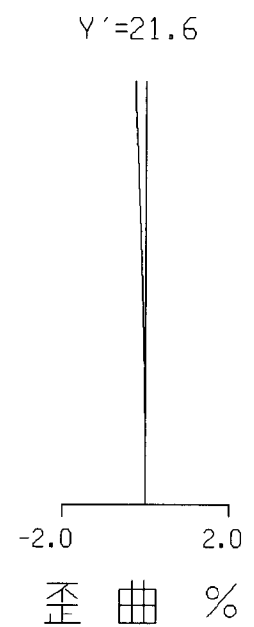
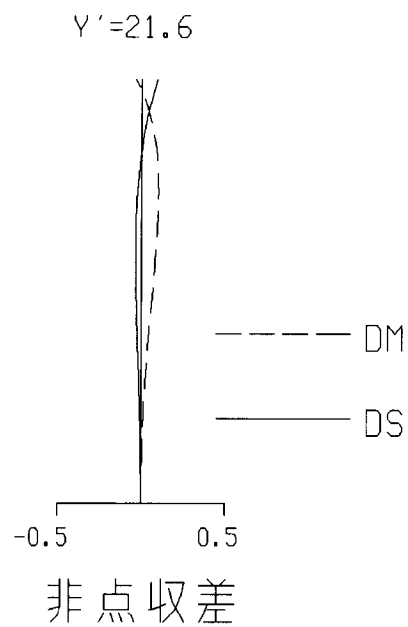
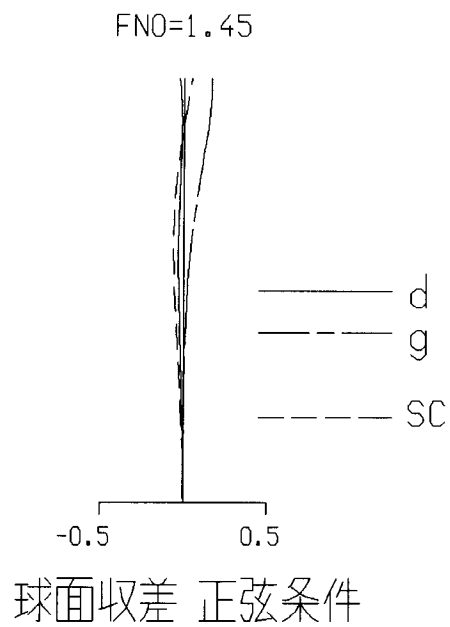
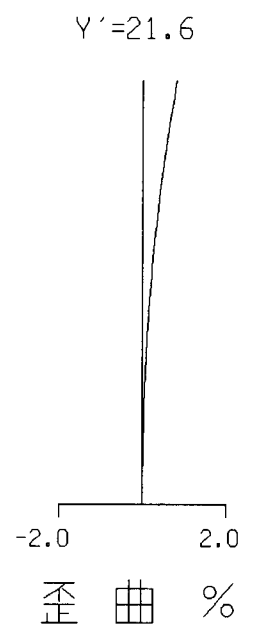
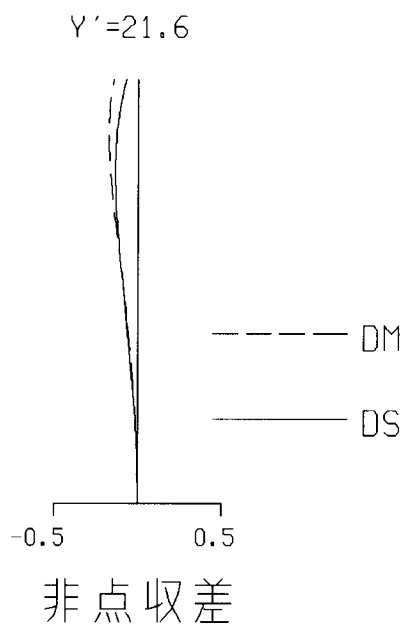
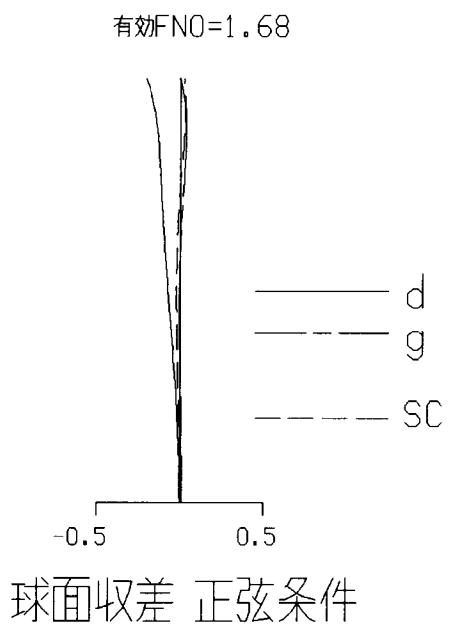
**EX1****(POS1)****(POS2)**

[図6]

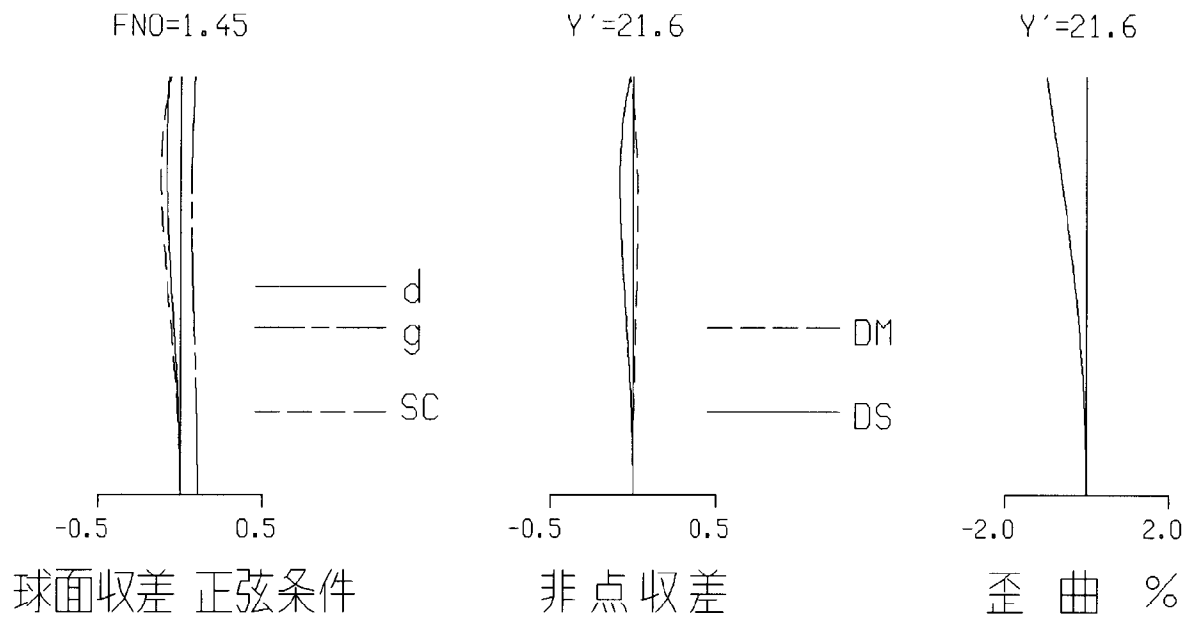
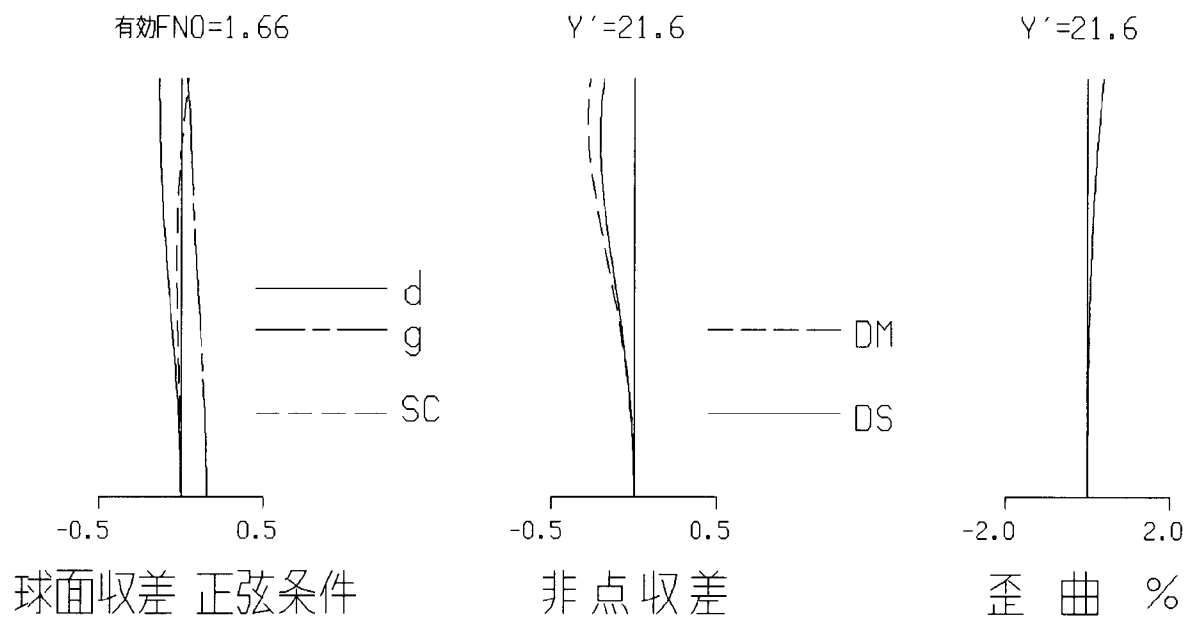
**EX2****(POS1)****(POS2)**



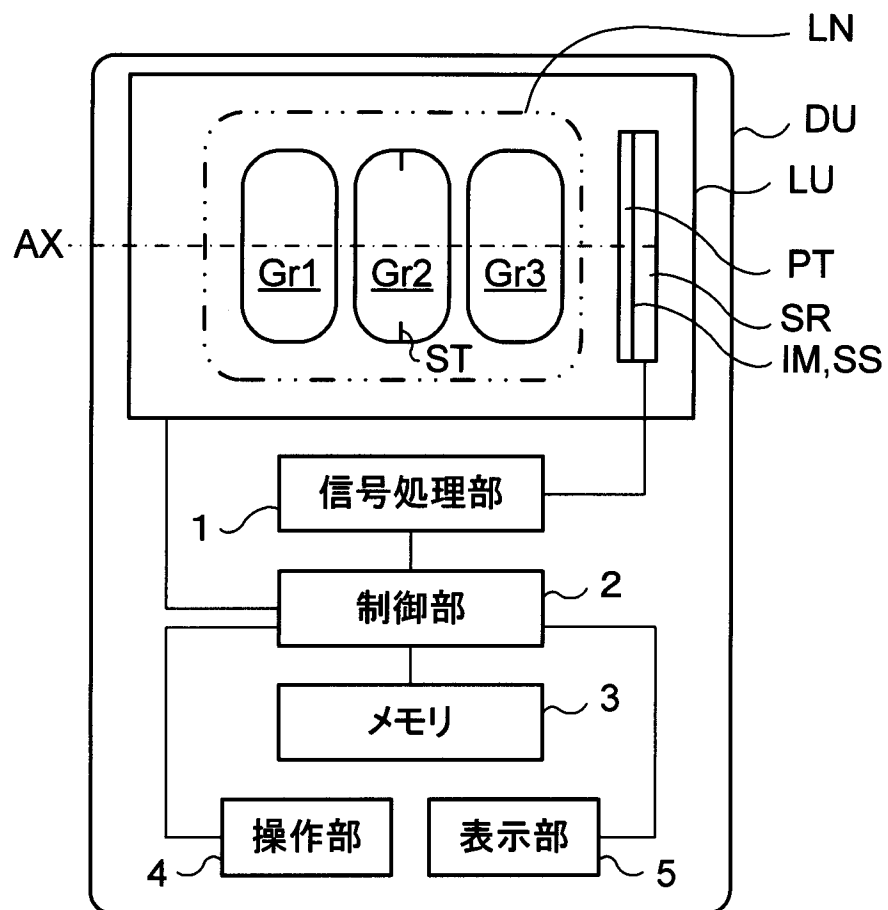
[図7]

**EX3****(POS1)****(POS2)**

[図8]

**EX4****(POS1)****(POS2)**

[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054084

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/02 (2006.01) i, H04N5/225 (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)

G02B13/02, H04N5/225

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 | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

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 1-154111 A (Canon Inc.),<br>16 June 1989 (16.06.1989),<br>entire text (particularly, examples)<br>& US 4852984 A         | 1-8                   |
| A         | JP 7-199066 A (Nikon Corp.),<br>04 August 1995 (04.08.1995),<br>entire text (particularly, examples)<br>& US 5640277 A      | 1-8                   |
| A         | JP 2009-244697 A (Nikon Corp.),<br>22 October 2009 (22.10.2009),<br>entire text (particularly, examples)<br>& EP 2112542 A2 | 1-8                   |

☒ 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  
15 April, 2011 (15.04.11)

Date of mailing of the international search report  
26 April, 2011 (26.04.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/054084

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 2009-244696 A (Nikon Corp.),<br>22 October 2009 (22.10.2009),<br>entire text (particularly, examples)<br>& US 2009/0244724 A & US 2009/0244724 A1<br>& EP 2112542 A2 | 1-8                   |
| A         | JP 2009-244699 A (Nikon Corp.),<br>22 October 2009 (22.10.2009),<br>entire text (particularly, examples)<br>& EP 2112542 A2                                             | 1-8                   |
| A         | JP 2009-265657 A (Panasonic Corp.),<br>12 November 2009 (12.11.2009),<br>entire text (particularly, example 6)<br>& US 2009/0251795 A1                                  | 1-8                   |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））  
Int.Cl. G02B13/02 (2006.01)i, H04N5/225 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/02, H04N5/225

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 1 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 1 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 1-154111 A（キヤノン株式会社）1989.06.16, 全文（特に実施例参照） & US 4852984 A    | 1-8            |
| A               | JP 7-199066 A（株式会社ニコン）1995.08.04, 全文（特に実施例参照） & US 5640277 A     | 1-8            |
| A               | JP 2009-244697 A（株式会社ニコン）2009.10.22, 全文（特に実施例参照） & EP 2112542 A2 | 1-8            |

☒ 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

1 5 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 4 . 2 0 1 1

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）

原田 英信

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

2 V

3 7 0 2

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                              |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2009-244696 A (株式会社ニコン) 2009.10.22, 全文 (特に実施例参照) & US 2009/0244724 A & US 2009/0244724 A1 & EP 2112542 A2 | 1-8            |
| A                     | JP 2009-244699 A (株式会社ニコン) 2009.10.22, 全文 (特に実施例参照) & EP 2112542 A2                                          | 1-8            |
| A                     | JP 2009-265657 A (パナソニック株式会社) 2009.11.12, 全文 (特に実施例 6 参照) & US 2009/0251795 A1                               | 1-8            |