

(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
2017年6月8日(08.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/094503 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/083903
- (22) 国際出願日: 2016年11月16日(16.11.2016)
- (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 2015-233452 2015年11月30日(30.11.2015) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 馬場 友彦 (BABA Tomohiko); 〒1080075
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会
社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.);
〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番2号
西新宿木村屋ビルディング9階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, 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).

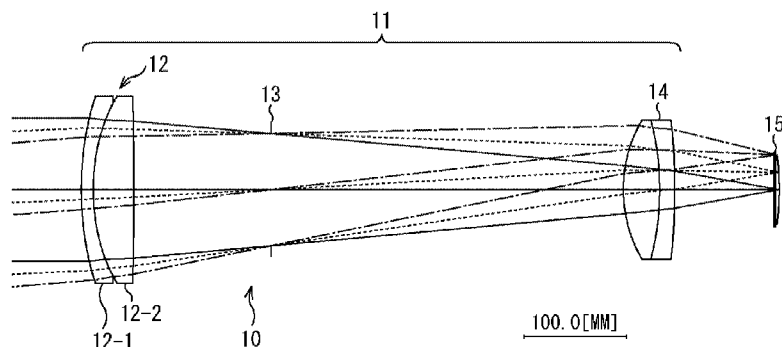
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IMAGING DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像装置、および電子装置

FIG. 1



(57) Abstract: This disclosure relates to an imaging device which enables the proposal of an imaging device provided with an imaging element having the largest possible size for consumer use and a single focus lens having an optically brighter and simpler lens constitution, and an electronic device. An imaging device according to a first aspect of this disclosure is provided with: a single focus lens that comprises, in order from the object side, a first lens group having positive power, an aperture stop, and a second lens group having positive power; and an imaging element that is curved with a concave surface facing the object side, and generates an image signal in response to incident light concentrated by the single focus lens. This disclosure is applicable, for example, to an optical device used for astronomical observation.

(57) 要約: 本開示は、民生用として最大級のサイズを有する撮像素子と、光学的により明るく、より簡素なレンズ構成の単焦点レンズとを備える撮像装置を提案することができるようにする撮像装置、および電子装置に関する。本開示の第1の側面である撮像装置は、物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと、物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子とを備える。本開示は、例えば、天体観測用途の光学機器に適用できる。



WO 2017/094503 A1

明 細 書

発明の名称：撮像装置、および電子装置

技術分野

[0001] 本開示は、撮像装置、および電子装置に関し、特に、望遠レンズと湾曲センサを用いた撮像装置、および電子装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、CCDやCMOS等の撮像素子を使ったデジタル撮像装置は、進化のスピードが著しく、特に、モバイル機器やPC等に搭載される撮像装置には、高解像度、低コスト、小型化が強く求められている。

[0003] 一方、ハイエンドな撮像装置では、低コスト化よりも性能の優位性を高めるために、搭載する撮像素子が大型化される傾向にある。

[0004] 例えば、特許文献1には、従来の大きな撮像素子と望遠レンズを組み合わせた一般的な構成が開示されているが、無限遠におけるレンズの明るさを表す F_{no} （値が小さいほど明るく、大きいほど暗い）の値が8程度であって暗く、解像度も悪い。また、該望遠レンズは個別の4枚のレンズが組まれたレンズ構成を有するのでメカ機構が複雑となる。

[0005] なお、民生用の撮像素子で最大級の大きさを有する645サイズの撮像素子に対応する望遠レンズの中でうち、最も明るいものは、5群5枚のレンズ構成であって、焦点距離380mmで $F_{no}3.8$ が実現されている（例えば、株式会社ビクセンのVSD100F3.8）。以下、第1の既存レンズと称する。

[0006] 上記の他、645サイズの撮像素子に対応する市販のレンズには、2015年時点で、6群9枚のレンズ構成であって焦点距離300mmで $F_{no}4.5$ を実現しているものもあるが（例えば、HASSELBLADのHC4.5/300）。以下、第2の既存レンズと称する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平11-264931号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述したように、現在、645サイズの撮像素子に対応する望遠レンズは存在するが、 F_{no} の値が大きく、すなわち、光学的に暗く、レンズ構成も複雑である。

[0009] 本開示はこのような状況に鑑みてなされたものであり、民生用として最大級のサイズを有する撮像素子と、光学的により明るく、より簡素なレンズ構成の単焦点レンズとを備える撮像装置を提案するものである。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示の第1の側面である撮像装置は、物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと、物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子とを備える。

[0011] 前記第1および第2のレンズ群は、それぞれ複数のレンズが貼り合わされて形成されているようにすることができる。

[0012] 前記第1のレンズ群を構成する複数のレンズのうち、最も物体側のものは、物体側に凸形状とされた負のメニスカスレンズとすることができる。

[0013] 前記第2のレンズ群を構成する複数のレンズのうち、最も物体側のものは、両凸形状とすることができる。

[0014] 前記第1レンズ群の焦点距離 f_{g1} は、次式を満たし、

$$1 \leq f_{g1} / f \leq 5$$

前記第2レンズ群の焦点距離 f_{g2} は、次式を満たすことができる。

$$0.5 \leq f_{g2} / f \leq 1.1$$

ここで、 f は前記単焦点レンズ全体の焦点距離である。

[0015] 本開示の第1の側面である撮像装置は、前記撮像素子によって生成された前記画像信号に対してディストーション補正処理を行う補正部をさらに備えることができる。

[0016] 本開示の第2の側面である電子装置は、撮像部を有する電子装置において、前記撮像部が、物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと、物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子とを備える。

[0017] 本開示の第1および第2の側面においては、物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズによって集光された入射光が、物体側に凹面を向けて湾曲されている撮像素子に入射されて画像信号が生成される。

発明の効果

[0018] 本開示の一側面によれば、光学的に明るく、簡素なレンズ構成の単焦点レンズを備える撮像装置および電子装置を提案できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]第1の実施の形態である撮像装置10の構成例を示す図である。

[図2]単焦点レンズ11に対応する諸収差を示す図である。

[図3]単焦点レンズ11に対応する像高と視感度のMTFの関係を示す図である。

[図4]第2の実施の形態である撮像装置20の構成例を示す図である。

[図5]単焦点21レンズに対応する諸収差を示す図である。

[図6]単焦点レンズ21に対応する像高と視感度のMTFの関係を示す図である。

[図7]第3の実施の形態である撮像装置30の構成例を示す図である。

[図8]単焦点レンズ31に対応する諸収差を示す図である。

[図9]単焦点レンズ31に対応する像高と視感度のMTFの関係を示す図である。

[図10]第4の実施の形態である撮像装置40の構成例を示す図である。

[図11]単焦点レンズ41に対応する諸収差を示す図である。

[図12]単焦点レンズ41に対応する像高と視感度のMTFの関係を示す図である。

。

[図13]撮像装置50の構成例を示す図である。

[図14]単焦点レンズ51に対応する諸収差を示す図である。

[図15]単焦点レンズ51に対応する像高と視感度のMTFの関係を示す図である

。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本開示を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と称する）について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0021] <1. 第1の実施の形態>

図1は、本開示の第1の実施の形態である撮像装置10の構成例を示している。

[0022] この撮像装置10は、望遠鏡やデジタルカメラ等に適用されるものであり、2群4枚のレンズ構成を有する単焦点レンズ11と、結像面に配置された撮像素子15から構成される。

[0023] 図2は、撮像装置10の単焦点レンズ11に対応する諸収差を示している。図3は、撮像装置10の単焦点レンズ11に対応する像高と視感度のMTF (Modulation Transfer Function) の関係を示している。

[0024] 単焦点レンズ11は、物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群12、開口絞り13、および、正のパワーを有する第2レンズ群14から構成される。

[0025] 第1レンズ群12は、物体側順に、物体側に凸形状とされた負のメニスカスの第1レンズ12-1と、第2レンズ12-2が貼り合わされて形成されており、色消しダブレットとして作用する。第1レンズ12-1と第2レンズ12-2の間には、樹脂またはガラスで構成されるカバーガラスや赤外カットフィルタやローパスフィルタなどの他、光学部材が配置されていてもよい。

[0026] 第1レンズ群12の焦点距離 f_{g1} は、次式(1)を満たすように設計される

。

$$1 \leq fg1 / f \leq 5 \quad \dots (1)$$

ここで、 f は単焦点レンズ 1 1 全体の焦点距離である。

[0027] 第 2 レンズ群 1 4 は、物体側から順に、両凸形状とされた第 1 レンズ 1 4-1 と、第 2 レンズ 1 4-2 が貼り合わされて形成されており、開口絞り 1 3 を挟んで、第 1 レンズ群 1 2 を反転した形状とされている。第 2 レンズ群 1 4 は、第 1 レンズ群 1 2 との対称配置の効果によって、軸外のコマ収差、非点収差などの非対称形収差を補正するように作用する。

[0028] 第 2 レンズ群 1 4 の焦点距離 $fg2$ は、次式 (2) を満たすように設計される。

$$0.5 \leq fg2 / f \leq 1.1 \quad \dots (2)$$

ここで、 f は単焦点レンズ 1 1 全体の焦点距離である。

[0029] なお、式 (1) の上限閾値 ($= 5$) は、 $fg1 / f$ が上限閾値よりも大きくなると、パワーが大きくなり、全体のパワー配分の関係から、第 2 レンズ群 1 4 のパワーが小さくなって軸外における撮像素子 1 5 の湾曲の効果 (後述) がなくなり、逆に像面が、湾曲形状に合わなくなってしまうことを抑止するために設定されている。式 (1) の下限閾値 ($= 1$) は、 $fg1 / f$ が下限閾値よりも小さくなると、第 1 レンズ群 1 2 による色収差補正が困難になってしまうので、これを抑止するために設定されている。

[0030] また、式 (2) の上限閾値 ($= 1.1$) は、 $fg1 / f$ が上限閾値よりも大きくなると、撮像素子 1 5 が湾曲しているために、第 2 レンズ群 1 4 のパワーが弱くなると、軸外における湾曲の効果がなくなり、逆に像面が、湾曲形状に合わなくなってしまうことを抑止するために設定される。式 (2) の下限閾値 ($= 0.5$) は、 $fg1 / f$ が下限閾値よりも小さくなると、第 2 レンズ群 1 4 のパワーが強くなり、その他の光学系による作用で収差補正しようとしても、球面収差を除去しきれなくなってしまうので、これを抑止するために設定されている。

[0031] 撮像素子 1 5 は、CMOS などから成り、民生用として最大級の大きさ (例えば、645 サイズ) を有して、主光線入射角を緩和するように物体側に凹面

を向けて湾曲されている。これにより、前段に配置されている単焦点レンズ 11 の像面湾曲を補正するように作用する。

[0032] すなわち、湾曲されている撮像素子 15 は、同じサイズの湾曲していない平面の撮像素子と比較した場合、ペッツバル和の最善値が異なり、平面の撮像素子を適用した場合と異なった光学系が最善となる。具体的には、第 2 レンズ群 14 がおよそ全体焦点距離に近くなり、軸上の諸収差を補正し、撮像素子 15 が湾曲していることにより、像面湾曲収差を補正するので、軸外もおおよそ諸収差が抑えられる。そして、残りの除去できない諸収差は第 1 レンズ群 12 で補正される。

[0033] ただし、撮像素子 15 からの出力に対してディストーション補正を行うようにしてもよい。

[0034] 以下に、式 (1) を満たすように $fg1/f = 2.00$ 、式 (2) を満たすように $fg2/f = 0.67$ として設計した場合の具体的な数値を記述する。

[0035] 単焦点レンズ 11 のレンズ構成データは以下のとおりである。

面番号	R	d	n d	νd
1 :	309.757	11.297	1.74	44.9
2 :	192.041	40.000	1.50	81.6
3 :	-3038.637	133.327		
4 (ST0):	INFINITY	343.163		
5 :	135.100	35.000	1.50	81.6
6 :	-277.639	15.000	1.85	23.8
7 :	-560.169	95.797		
8 :	INFINITY	0.700	1.52	64.1
9 :	INFINITY	4.000		
10 (ST0) :	-250.000	0.000		

[0036] 単焦点レンズ 11 の構成データは以下のとおりである。

f (焦点距離) = 387mm

F (開口数) = 2.8

ω (半画角) = 5.0deg

H (レンズ全長) = 679mm

[0037] 上記した数値に従って製造される単焦点レンズ11は、第1の既存レンズと同等の画角を確保しながら、より明るいFno2.8を、より簡素な2群4枚のレンズ構成で実現することができる。さらに、高いMTFを得ることができる。

[0038] また、単焦点レンズ11は、645サイズの有効像円を満足しながら、撮像素子15の湾曲形状が球面の半径250mmで構成されているので、交換レンズとして使うことができる。

[0039] <2. 第2の実施の形態>

次に、図4は、本開示の第2の実施の形態である撮像装置20の構成例を示している。

[0040] この撮像装置20は、望遠鏡やデジタルカメラ等に適用されるものであり、2群5枚のレンズ構成を有する単焦点レンズ21と、上述した撮像装置10と共通の撮像素子15から構成される。

[0041] 図5は、撮像装置20の単焦点レンズ21に対応する諸収差を示している。図6は、撮像装置20の単焦点レンズ21に対応する像高と視感度のMTFの関係を示している。

[0042] 単焦点レンズ21は、物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群22、開口絞り23、および、正のパワーを有する第2レンズ群24から構成される。

[0043] 第1レンズ群22は、物体側に凸形状とされた負のメニスカスの第1レンズ22-1と両凸形状とされた第2レンズ22-2とが貼り合わされて形成されており、色消しダブルットとして作用する。第1レンズ22-1と第2レンズ22-2の間には、樹脂またはガラスで構成されるカバーガラスや赤外カットフィルタやローパスフィルタなどの他、光学部材が配置されていてもよい。

[0044] なお、第1レンズ群22の焦点距離 f_{g1} も、上述した式(1)を満たすように設計される。

[0045] 第2レンズ群24は、第1レンズ24-1、第2レンズ24-2、および第3レンズ24-3が貼り合わされて形成されたトリプレット構成である。第2レンズ群24は、第2レンズ24-2と第3レンズ24-3を一塊とみると、開口絞り23を挟んで、第1レンズ群22を反転した形状とされており、第1レンズ群22と第2レンズ群24の対称配置の効果によって、軸外のコマ収差、非点収差などの非対称形収差を補正するように作用する。また、一塊とみた第2レンズ24-2および第3レンズ24-3は、色収差と軸外収差の補正をさらに行っており、より、図1の第2レンズ群14に比較してより高い収差補正効果を得ることができる。

[0046] なお、第2レンズ群24の焦点距離 $fg2$ も、上述した式(2)を満たすように設計される。

[0047] 撮像素子15は、前段に配置されている単焦点レンズ21の像面湾曲を補正するように作用する。すなわち、湾曲されている撮像素子15は、同じサイズの湾曲していない平面の撮像素子と比較した場合、ペッツバル和の最善値が異なり、平面の撮像素子を適用した場合と異なった光学系が最善となる。具体的には、第2レンズ群24がおおよそ全体焦点距離に近くなり、軸上の諸収差を補正し、撮像素子15が湾曲していることにより、像面湾曲収差を補正するので、軸外もおおよそ諸収差が抑えられる。そして、残りの除去できない諸収差は第1レンズ群22で補正される。

[0048] ただし、撮像素子15からの出力に対してディストーション補正を行うようにしてもよい。

[0049] 以下に、式(1)を満たすように $fg1/f = 2.13$ 、式(2)を満たすように $fg2/f = 0.74$ として設計した場合の具体的な数値を記述する。

[0050] 単焦点レンズ21のレンズ構成データは以下のとおりである。

面番号	R	d	n_d	ν_d
1 :	259.795	20.000	1.74	44.9
2 :	157.821	35.000	1.50	81.6
3 :	-4478.662	97.804		

4 (ST0):	INFINITY	265.949		
5 :	149.381	28.209	1.50	81.6
6 :	-167.924	13.000	1.54	47.2
7 :	116.937	21.334	1.62	63.4
8 :	-1110.731	90.000		
9 :	INFINITY	0.500	1.52	64.1
10 :	INFINITY	4.000		
11 (IMG):	-250.000	0.000		

[0051] 単焦点レンズ21の構成データは以下のとおりである。

f (焦点距離)	=323mm
F (開口数)	=2.8
ω (半画角)	=6.0deg
H (レンズ全長)	=576mm

[0052] 上記した数値に従って製造される単焦点レンズ21は、第2の既存レンズと同等の画角を確保しながら、より明るい $F_{no}2.8$ を、より簡素な2群5枚のレンズ構成で実現することができる。さらに、高いMTFを得ることができる。

[0053] また、単焦点レンズ21は、645サイズの有効像円を満足しながら、撮像素子15の湾曲形状が球面の半径250mmで構成されているので、交換レンズとして使うことができる。

[0054] <3. 第3の実施の形態>

次に、図7は、本開示の第3の実施の形態である撮像装置30の構成例を示している。

[0055] この撮像装置30は、望遠鏡やデジタルカメラ等に適用されるものであり、2群5枚のレンズ構成を有する単焦点レンズ31と、上述した撮像装置10と共通の撮像素子15から構成される。

[0056] 図8は、撮像装置30の単焦点レンズ31に対応する諸収差を示している。図9は、撮像装置30の単焦点レンズ31に対応する像高と視感度のMTFの関係を示している。

- [0057] 単焦点レンズ 3 1 は、物体側から順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群 3 2、開口絞り 3 3、および、正のパワーを有する第 2 レンズ群 3 4 から構成される。
- [0058] 第 1 レンズ群 3 2 は、物体側から順に、物体側に凸形状とされた負のメニスカスの第 1 レンズ 3 2-1 と、物体側に凸形状とされた正のメニスカスの第 2 レンズ 3 2-2 と、物体側に凸形状とされた正のメニスカスの第 3 レンズ 3 2-3 が貼り合わされて形成されたトリプレット構成とされている。第 1 レンズ群 3 2 全体としては、広角に有利なレトロフォーカス型に近づけられている。
- [0059] なお、第 1 レンズ群 3 2 の焦点距離 f_{g1} も、上述した式 (1) を満たすように設計される。
- [0060] 第 2 レンズ群 3 4 は、開口絞り 3 3 を挟んで、擬似的に第 1 レンズ群 3 2 と対称形とされている。第 2 レンズ群 3 4 の焦点距離 f_{g2} も、上述した式 (2) を満たすように設計される。
- [0061] これにより、単焦点レンズ 3 1 は、上述した撮像装置 1 0 の単焦点レンズ 1 1 や撮像装置 2 0 の単焦点レンズ 2 1 に比較して画角が広くなり、焦点距離は中望遠とされている。また、それぞれがレトロフォーカス型に近づけられた第 1 レンズ群 3 2 と第 2 レンズ群 3 4 の疑似対称配置の効果により、軸外のコマ収差、非点収差などの非対称形収差を補正するように作用する。
- [0062] 撮像素子 1 5 は、前段に配置されている単焦点レンズ 3 1 の像面湾曲を補正するように作用する。すなわち、湾曲されている撮像素子 1 5 は、同じサイズの湾曲していない平面の撮像素子と比較した場合、ペッツバル和の最善値が異なり、平面の撮像素子を適用した場合と異なった光学系が最善となる。具体的には、第 2 レンズ群 3 4 がおよそ全体焦点距離に近くなり、軸上の諸収差を補正し、撮像素子 1 5 が湾曲していることにより、像面湾曲収差を補正するので、軸外もおおよそ諸収差が抑えられる。そして、残りの除去できない諸収差は第 1 レンズ群 3 2 で補正される。
- [0063] ただし、撮像素子 1 5 からの出力に対してディストーション補正を行うよ

うにしてもよい。

[0064] 以下に、式（１）を満たすように $fg1/f = 1.84$ 、式（２）を満たすように $fg2/f = 1.09$ として設計した場合の具体的な数値を記述する。

[0065] 単焦点レンズ３１のレンズ構成データは以下のとおりである。

面番号	R	d	n d	νd
１：	172.656	3.000	2.00	29.1
２：	117.797	20.000	1.59	67.0
３：	314.842	6.514	1.95	32.3
４：	664.860	60.400		
５(ST0)：	INFINITY	149.516		
６：	167.543	20.000	1.50	81.6
７：	-153.833	4.000	1.65	33.8
８：	-406.379	111.870		
９：	INFINITY	0.700	1.52	64.1
１０：	INFINITY	4.000		
１１(IMG)：	-250.000	0.000		

[0066] 単焦点レンズ３１の構成データは以下のとおりである。

f（焦点距離）	=258mm
F（開口数）	=2.8
ω （半画角）	=7.5deg
H（レンズ全長）	=380mm

[0067] 上記した数値に従って製造される単焦点レンズ３１は、画角15degを確保しながら、より明るい $Fno2.8$ を、簡素な２群５枚のレンズ構成で実現することができる。さらに、高いMTFを得ることができる。

[0068] また、単焦点レンズ３１は、６４５サイズの有効像円を満足しながら、撮像素子１５の湾曲形状が球面の半径250mmで構成されているので、交換レンズとして使うことができる。

[0069] <４．第４の実施の形態>

次に、図10は、本開示の第4の実施の形態である撮像装置40の構成例を示している。

[0070] この撮像装置40は、望遠鏡やデジタルカメラ等に適用されるものであり、2群6枚のレンズ構成を有する単焦点レンズ41と、上述した撮像装置10と共通の撮像素子15から構成される。

[0071] 図11は、撮像装置40の単焦点レンズ41に対応する諸収差を示している。図12は、撮像装置40の単焦点レンズ41に対応する像高と視感度のMTFの関係を示している。

[0072] 単焦点レンズ41は、物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群42、開口絞り43、および、正のパワーを有する第2レンズ群44から構成される。

[0073] 第1レンズ群42は、物体側から順に、第1レンズ42-1乃至第3レンズ42-3が貼り合わされて形成され、全体として物体側に凸形状とされた正のメニスカスのトリプレット構成とされており、広角に有利なレトロフォーカス型に近づけられている。なお、第1レンズ群42の焦点距離 f_{g1} も、上述した式(1)を満たすように設計される。

[0074] 第2レンズ群44は、全体として両凸形状とされたトリプレット構成とされており、開口絞り43を挟んで、擬似的に第1レンズ群42と対称形とされている。第2レンズ群44の焦点距離 f_{g2} も、上述した式(2)を満たすように設計される。

[0075] これにより、単焦点レンズ41は、上述した撮像装置10の単焦点レンズ11や撮像装置20の単焦点レンズ21に比較して画角が広くなり、焦点距離は中望遠とされている。また、それぞれがレトロフォーカス型に近づけられた第1レンズ群42と第2レンズ群44の疑似対称配置の効果により、軸外のコマ収差、非点収差などの非対称形収差を補正するように作用する。

[0076] 撮像素子15は、前段に配置されている単焦点レンズ41の像面湾曲を補正するように作用する。すなわち、湾曲されている撮像素子15は、同じサイズの湾曲していない平面の撮像素子と比較した場合、ペッツバル和の最

善値が異なり、平面の撮像素子を適用した場合と異なった光学系が最善となる。具体的には、第2レンズ群44がおよそ全体焦点距離に近くなり、軸上の諸収差を補正し、撮像素子15が湾曲していることにより、像面湾曲収差を補正するので、軸外もおおよそ諸収差が抑えられる。そして、残りの除去できない諸収差は第1レンズ群42で補正される。

[0077] ただし、撮像素子15からの出力に対してディストーション補正を行うようにしてもよい。

[0078] 以下に、式(1)を満たすように $fg1/f = 2.35$ 、式(2)を満たすように $fg2/f = 0.99$ として設計した場合の具体的な数値を記述する。

[0079] 単焦点レンズ41のレンズ構成データは以下のとおりである。

面番号	R	d	n d	νd
1 :	135.830	8.064	1.69	31.2
2 :	70.831	15.000	1.50	81.6
3 :	91.492	15.000	1.81	39.6
4 :	238.714	49.331		
5 (ST0):	INFINITY	73.510		
6 :	225.401	15.000	1.62	63.4
7 :	-63.899	3.000	1.70	30.1
8 :	85.774	9.590	2.00	29.1
9 :	-799.416	81.434		
10 :	INFINITY	0.700	1.52	64.1
11 :	INFINITY	4.000		
12 (IMG) :	-250.000	0.000		

[0080] 単焦点レンズ41の構成データは以下のとおりである。

f (焦点距離)	=258mm
F (開口数)	=2.8
ω (半画角)	=12deg
H (レンズ全長)	=165mm

[0081] 上記した数値に従って製造される単焦点レンズ41は、画角24degを確保しながら、より明るい $F_{\text{no}}2.8$ を、簡素な2群6枚のレンズ構成で実現することができる。さらに、高いMTFを得ることができる。

[0082] また、単焦点レンズ41は、645サイズの有効像円を満足しながら、撮像素子1の湾曲形状が球面の半径250mmで構成されているので、交換レンズとして使うことができる。

[0083] <5. 本開示の実施の形態に類似した構成例>

次に、図13は、本開示の実施の形態に類似した撮像装置50の構成例を示している。

[0084] この撮像装置50は、いわゆる、標準レンズと称されることが多いダブルガウス型の単焦点レンズ51と、結像面に配置された撮像素子15から構成される。

[0085] 図14は、撮像装置50の単焦点レンズ51に対応する諸収差を示している。図15は、撮像装置50の単焦点レンズ51に対応する像高と視感度のMTFの関係を示している。

[0086] 単焦点レンズ51は、5枚のレンズ51-1乃至51-5から成る。

[0087] 撮像素子15は、CMOSなどから成り、民生用として最大級の大きさ（例えば、645サイズ）を有して、主光線入射角を緩和するように物体側に凹面を向けて湾曲されている。これにより、前段に配置されている単焦点レンズ51の像面湾曲を補正するように作用する。

[0088] すなわち、湾曲されている撮像素子15は、同じサイズの湾曲していない平面の撮像素子と比較した場合、ペッツバール和の最善値が異なり、平面の撮像素子を適用した場合と異なった光学系が最善となる。

[0089] なお、単焦点レンズ51は、上述した単焦点レンズ11乃至41とは異なり、2つのレンズ群によって構成されないので、詳細なレンズ構成データの記述は省略する。

[0090] 単焦点レンズ51の構成データは以下のとおりである。

f（焦点距離） = 84mm

F（開口数） =2.89
 ω （半画角） =22.5deg
H（レンズ全長） =123mm

[0091] 単焦点レンズ51は、標準画角45degを確保しながら、より明るい $F_{no}2.89$ を、簡素な5枚のレンズ構成で実現することができる。また、単焦点レンズ51も、645サイズの有効像円を満足しながら、撮像素子15の湾曲形状が球面の半径250mmで構成されているので、交換レンズとして使うことができる。

[0092] <まとめ>

以上に説明した第1乃至第4の実施の形態によれば、民生用のデジタル撮像素子としては最大級の大きさである645サイズの撮像素子を採用して、明るく、高解像度の撮像装置10乃至40を実現することができる。

[0093] したがって、撮像装置10乃至40は、露光時間が長くゴーストが画に影響を及ぼすような天体観測等の用途に有利である。

[0094] また、撮像装置10乃至40それぞれを構成する単焦点レンズ11乃至41は、2つのレンズ群から成るので、レンズ構成が簡易であることに加えて、レンズがAirと接する面が4面で済むことになり、ゴーストの発生を抑止できる。

[0095] また、単焦点レンズ11乃至41に着目した場合、曲形状の撮像素子15に対応可能であって、画角が異なる複数の望遠、中望遠の交換レンズを実現できる。さらに、標準画角の撮像レンズも実現できる。

[0096] なお、本開示の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0097] 本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1)

物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと、

物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光

された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子と
を備える撮像装置。

(2)

前記第1および第2のレンズ群は、それぞれ複数のレンズが貼り合わされて形成されている

前記(1)に記載の撮像装置。

(3)

前記第1のレンズ群を構成する複数のレンズのうち、最も物体側のものは、物体側に凸形状とされた負のメニスカスレンズである

前記(1)または(2)に記載の撮像装置。

(4)

前記第2のレンズ群を構成する複数のレンズのうち、最も物体側のものは、両凸形状である

前記(1)から(3)のいずれかに記載の撮像装置。

(5)

前記第1レンズ群の焦点距離 f_{g1} は、次式を満たし、

$$1 \leq f_{g1} / f \leq 5$$

前記第2レンズ群の焦点距離 f_{g2} は、次式を満たす

$$0.5 \leq f_{g2} / f \leq 1.1$$

ここで、 f は前記単焦点レンズ全体の焦点距離である

前記(1)から(4)のいずれかに記載の撮像装置。

(6)

前記撮像素子によって生成された前記画像信号に対してディストーション補正処理を行う補正部を

さらに備える前記(1)から(5)のいずれかに記載の撮像装置。

(7)

撮像部を有する電子装置において、

前記撮像部は、

物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと、

物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子と

を備える

電子装置。

符号の説明

[0098] 10 撮像装置, 11 単焦点レンズ, 12 第1レンズ群, 13 開口絞り, 14 第2レンズ群, 15 撮像素子, 20 撮像装置, 21 単焦点レンズ, 22 第1レンズ群, 23 開口絞り, 24 第2レンズ群, 30 撮像装置, 31 単焦点レンズ, 32 第1レンズ群, 33 開口絞り, 34 第2レンズ群, 40 撮像装置, 41 単焦点レンズ, 42 第1レンズ群, 43 開口絞り, 44 第2レンズ群, 50 撮像装置, 51 単焦点レンズ

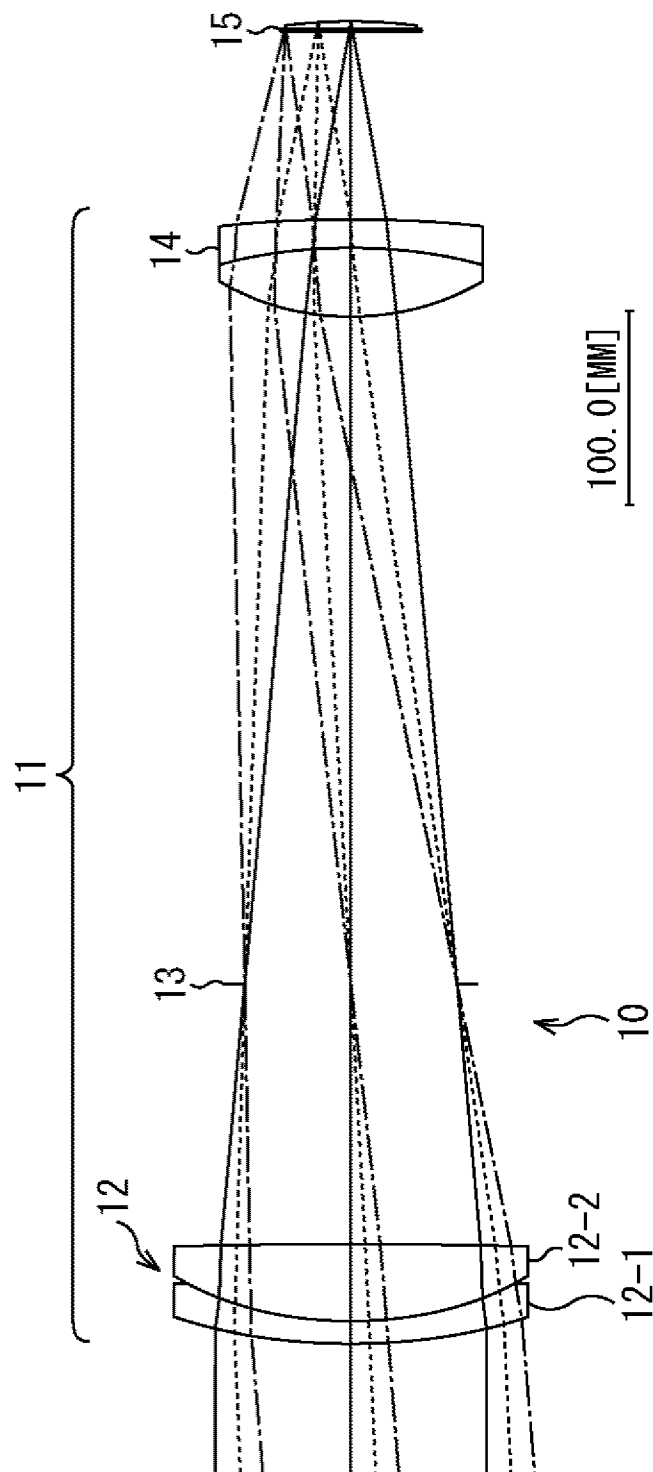
請求の範囲

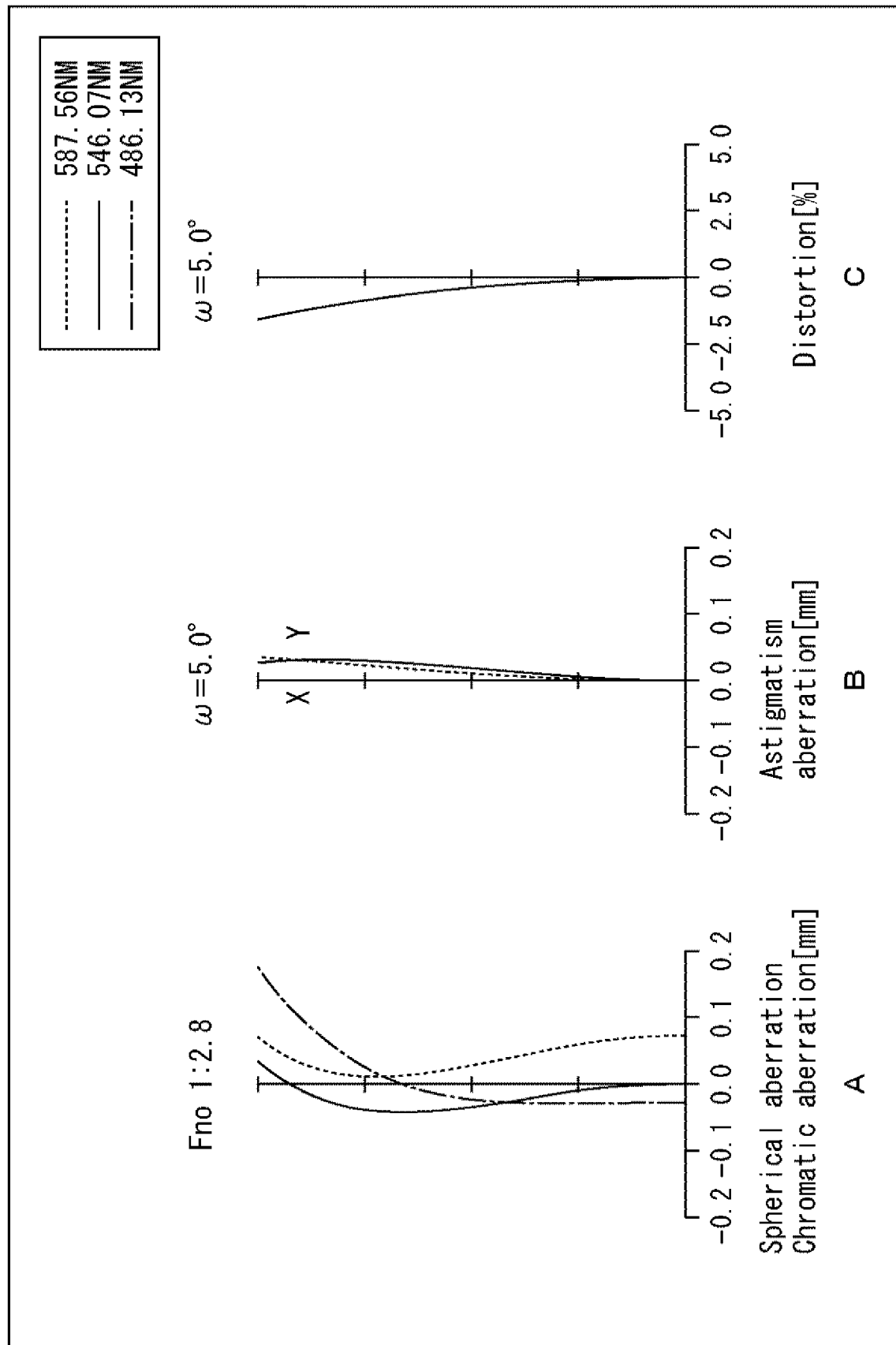
- [請求項1] 物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと、物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子とを備える撮像装置。
- [請求項2] 前記第1および第2のレンズ群は、それぞれ複数のレンズが貼り合わされて形成されている
請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記第1のレンズ群を構成する複数のレンズのうち、最も物体側のものは、物体側に凸形状とされた負のメニスカスレンズである
請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記第2のレンズ群を構成する複数のレンズのうち、最も物体側のものは、両凸形状である
請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記第1レンズ群の焦点距離 f_{g1} は、次式を満たし、 $1 \leq f_{g1} / f \leq 5$
前記第2レンズ群の焦点距離 f_{g2} は、次式を満たす $0.5 \leq f_{g2} / f \leq 1.1$
ここで、 f は前記単焦点レンズ全体の焦点距離である
請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項6] 前記撮像素子によって生成された前記画像信号に対してディストーション補正処理を行う補正部をさらに備える請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項7] 撮像部を有する電子装置において、
前記撮像部は、
物体側から順に、正のパワーを有する第1のレンズ群、開口絞り、および正のパワーを有する第2のレンズ群から成る単焦点レンズと

、

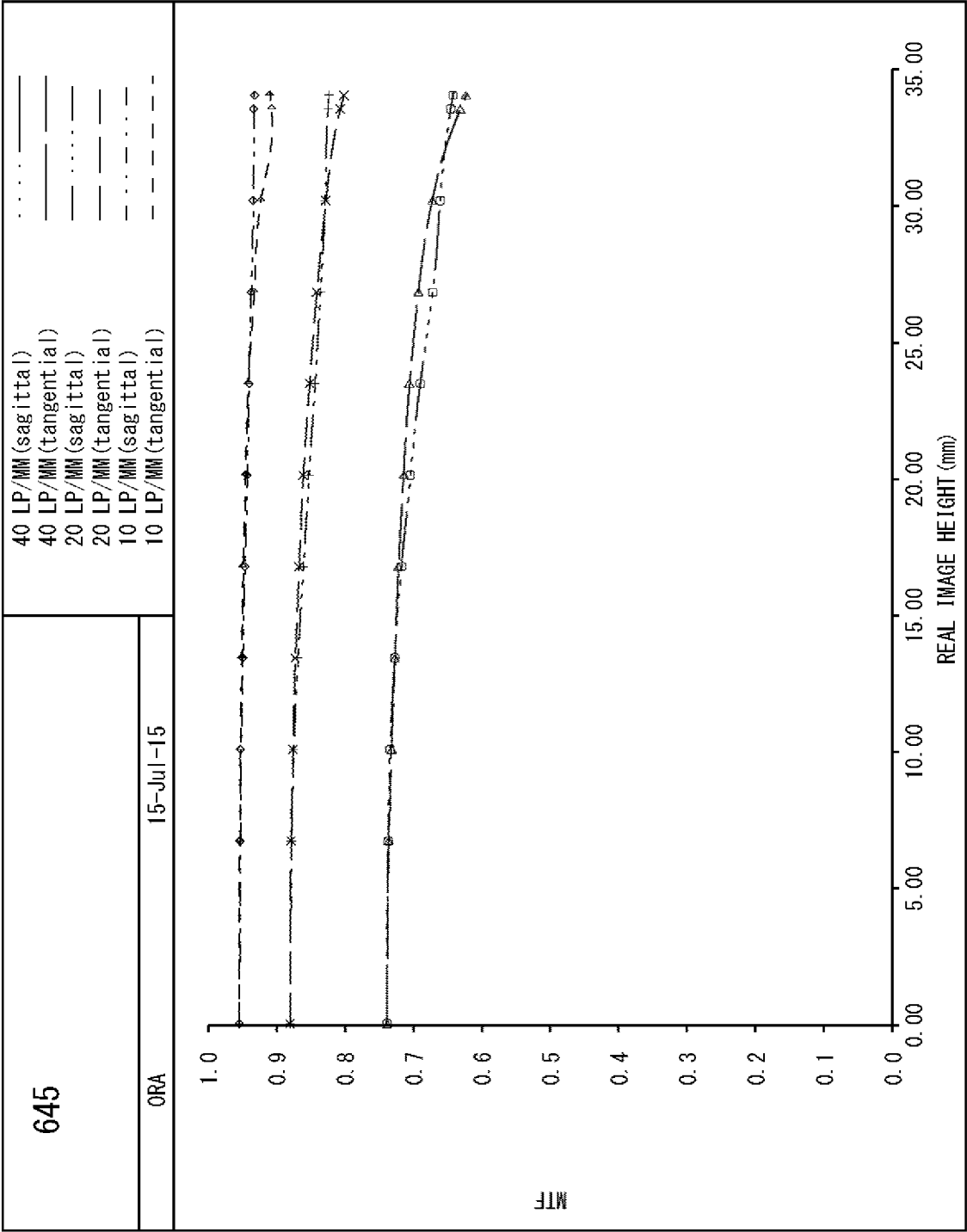
物体側に凹面を向けて湾曲されており、撮前記単焦点レンズによって集光された入射光に応じて画像信号を生成する撮像素子と
を備える
電子装置。

[図1]
FIG. 1

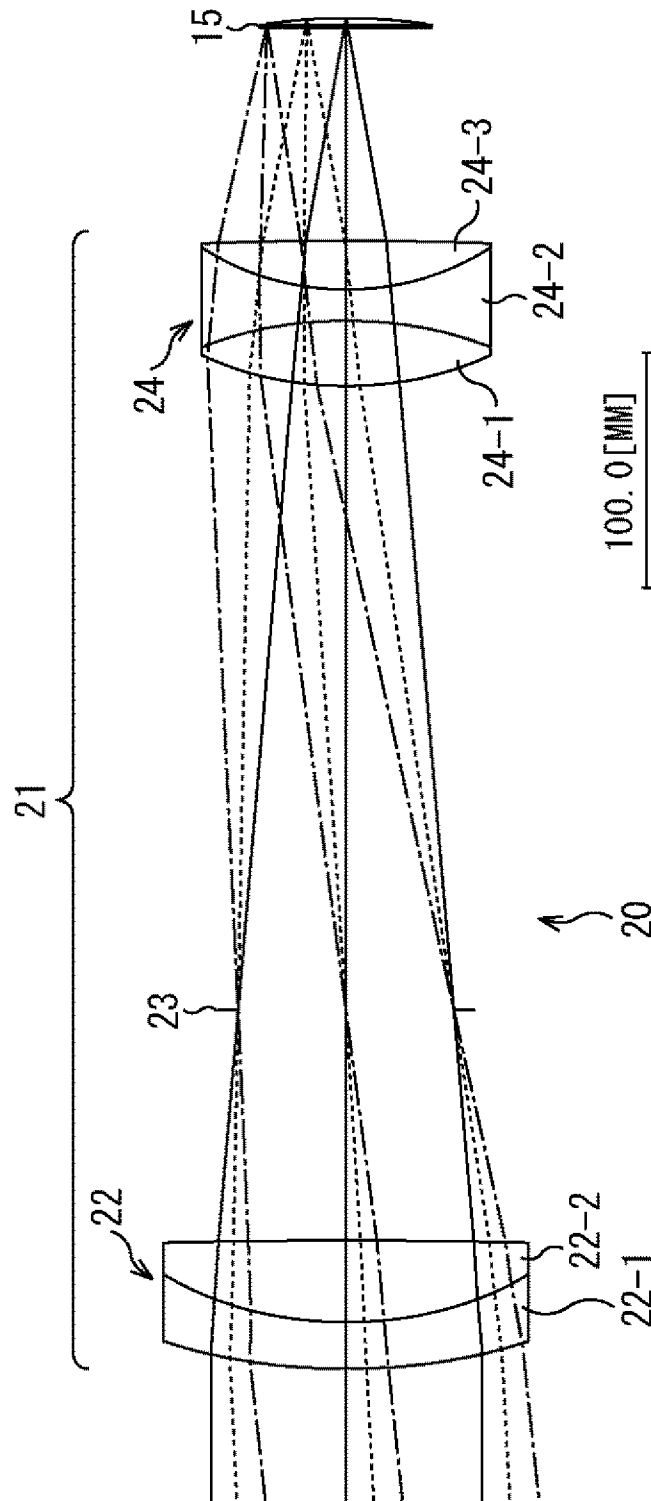


[図2]
FIG. 2

[図3]
FIG. 3

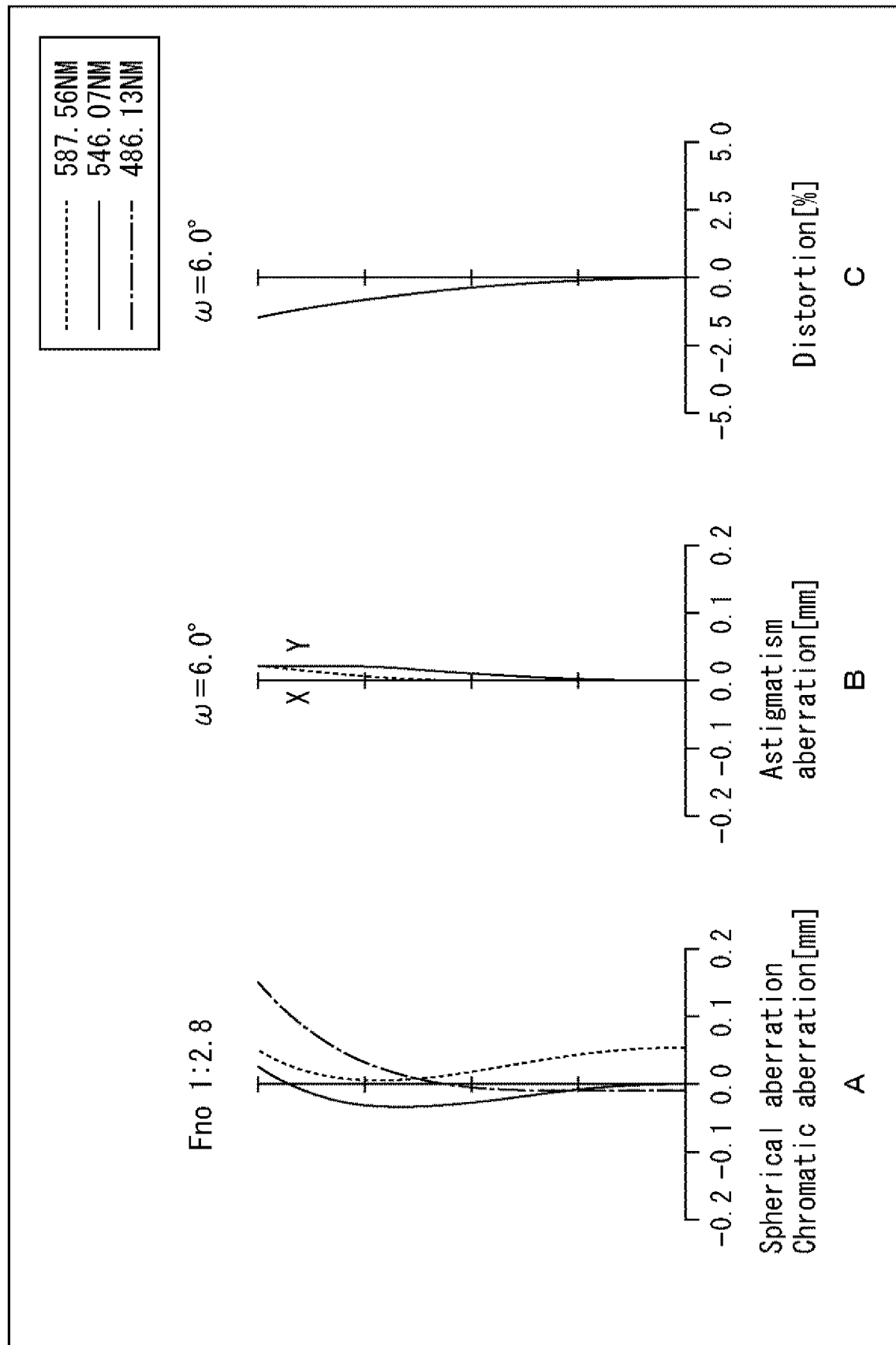


[図4]
FIG. 4

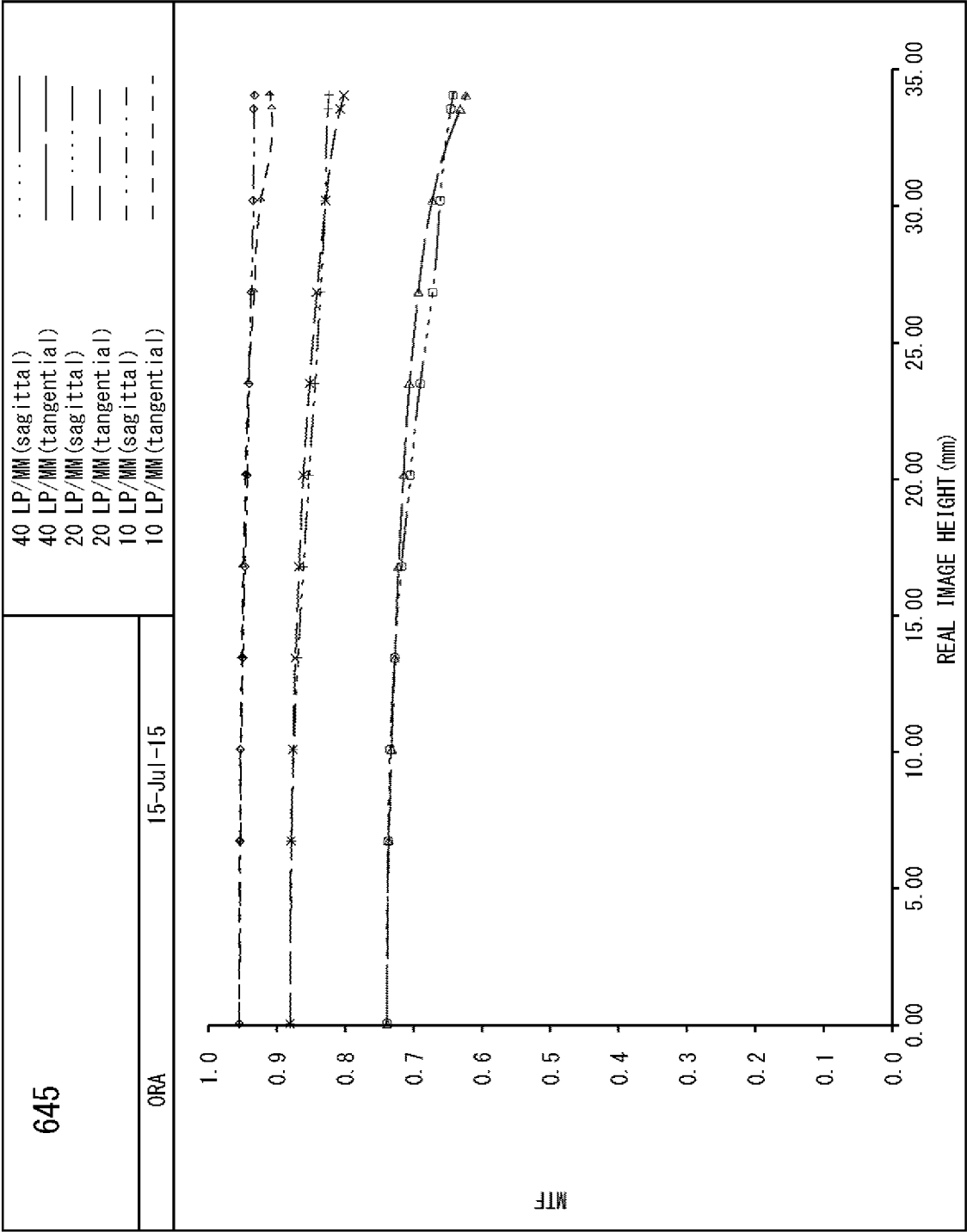


[図5]

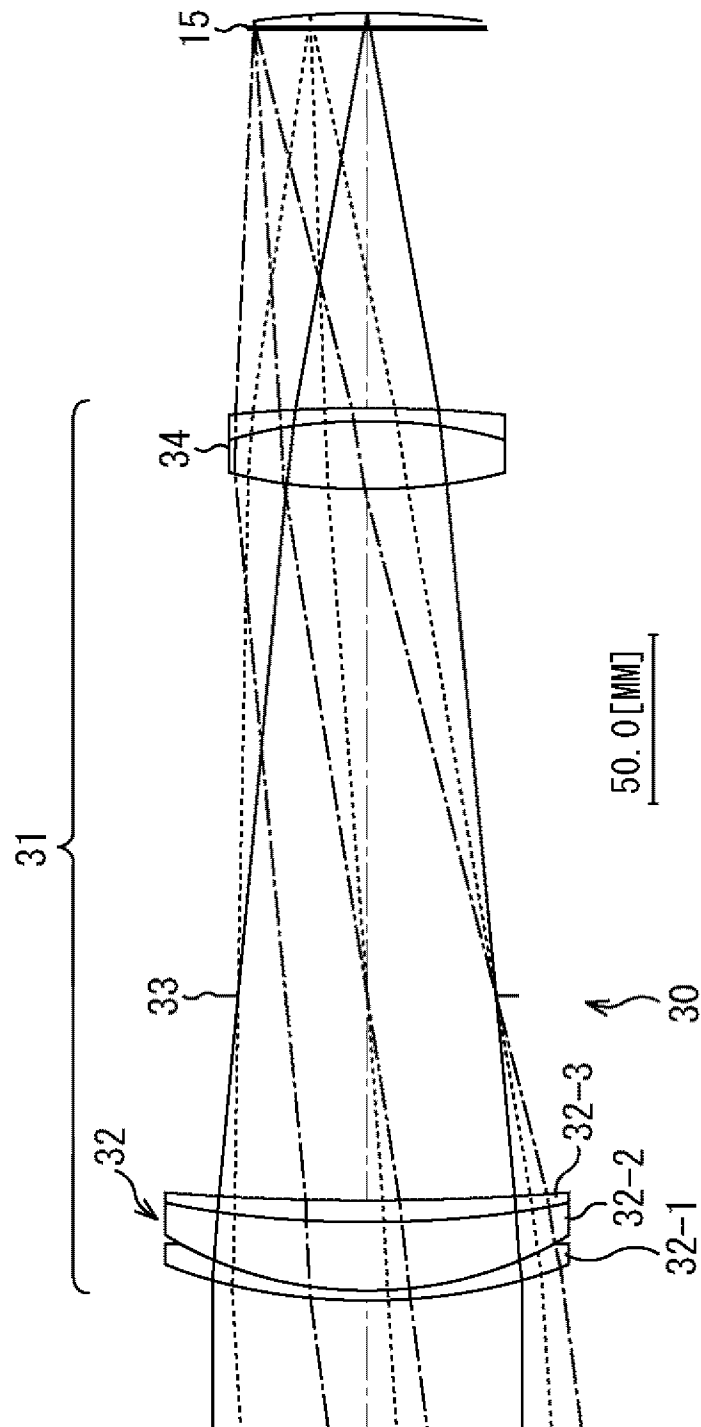
FIG. 5



[図6]
FIG. 6

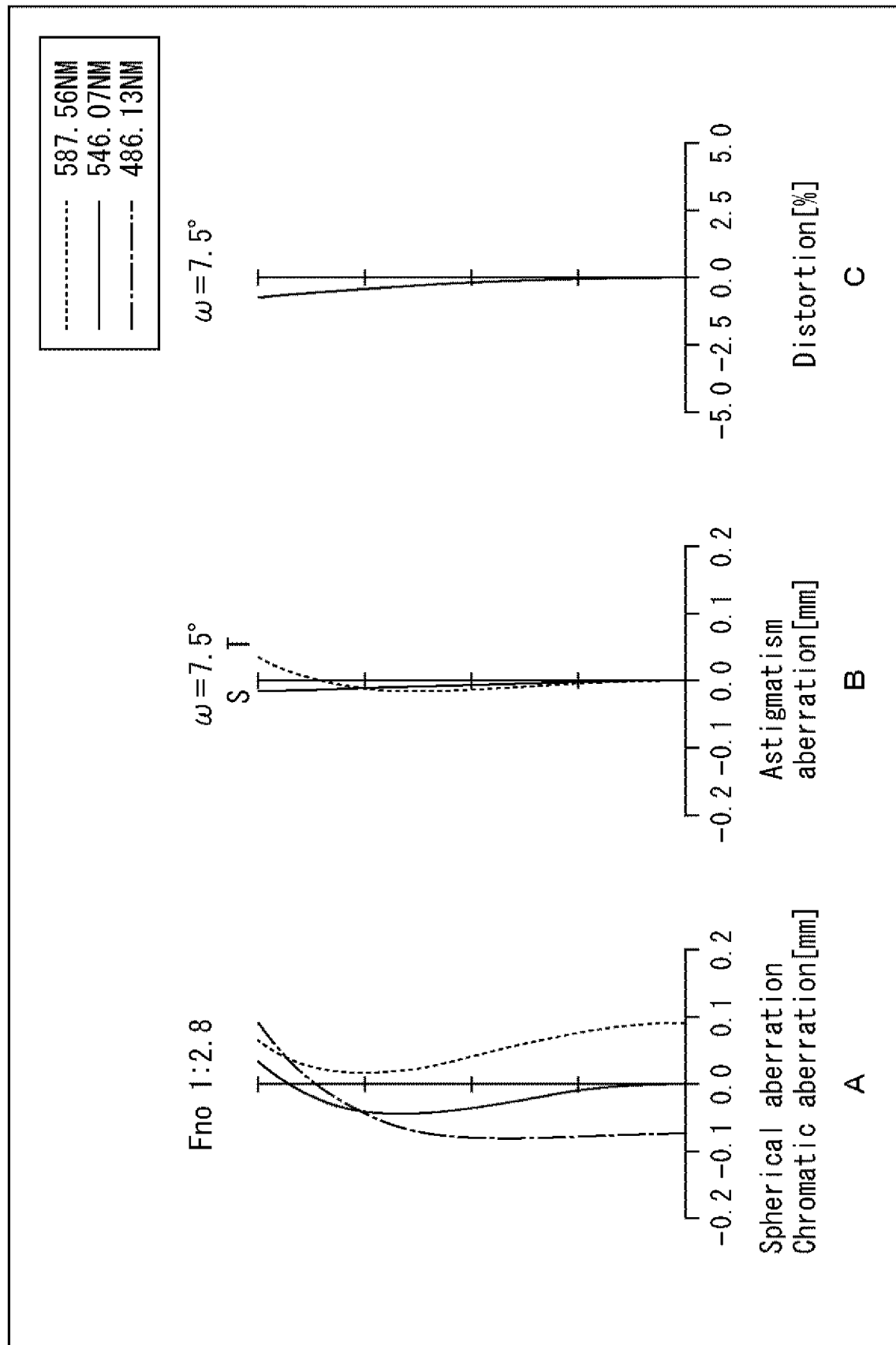


[図7]
FIG. 7

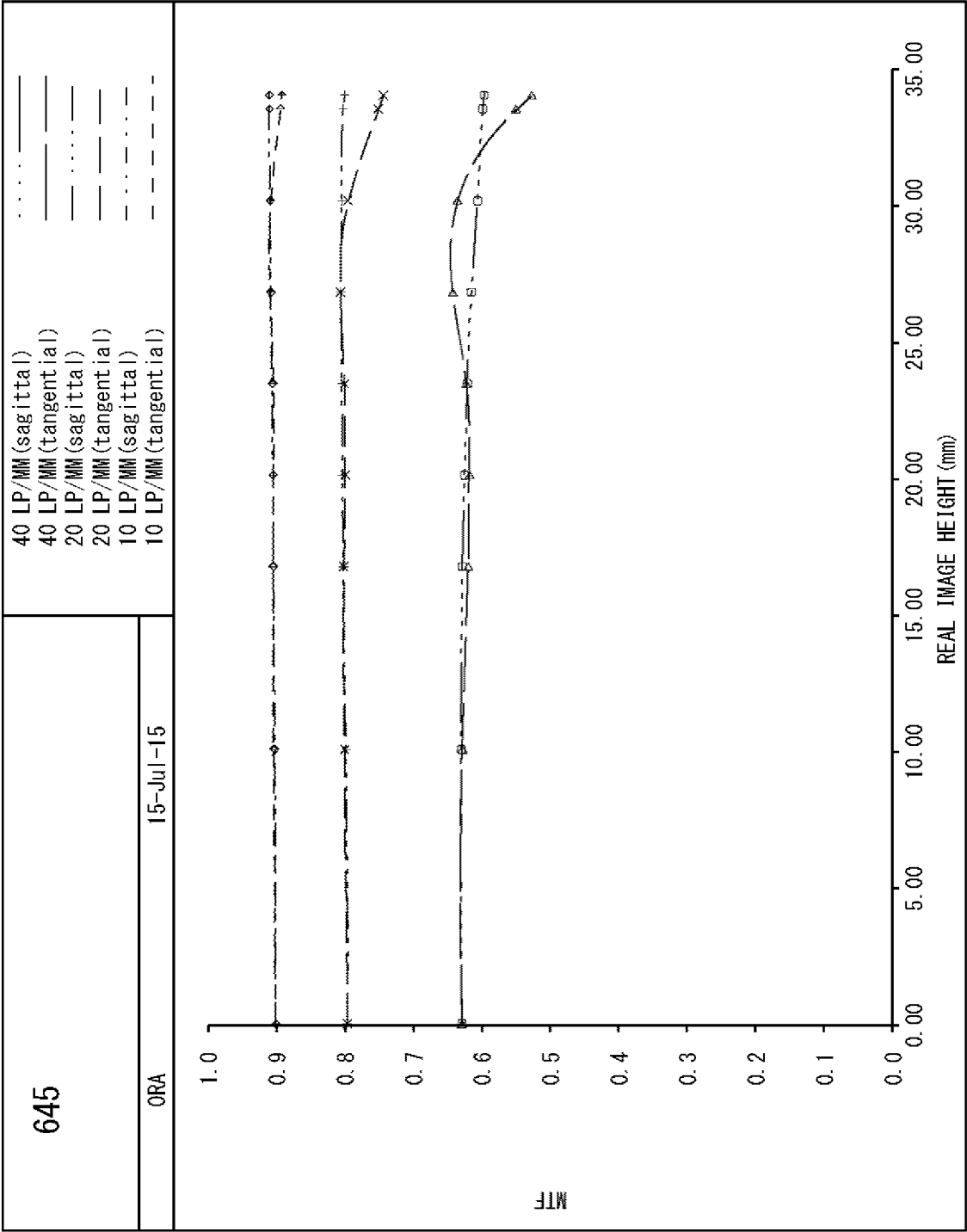


[図8]

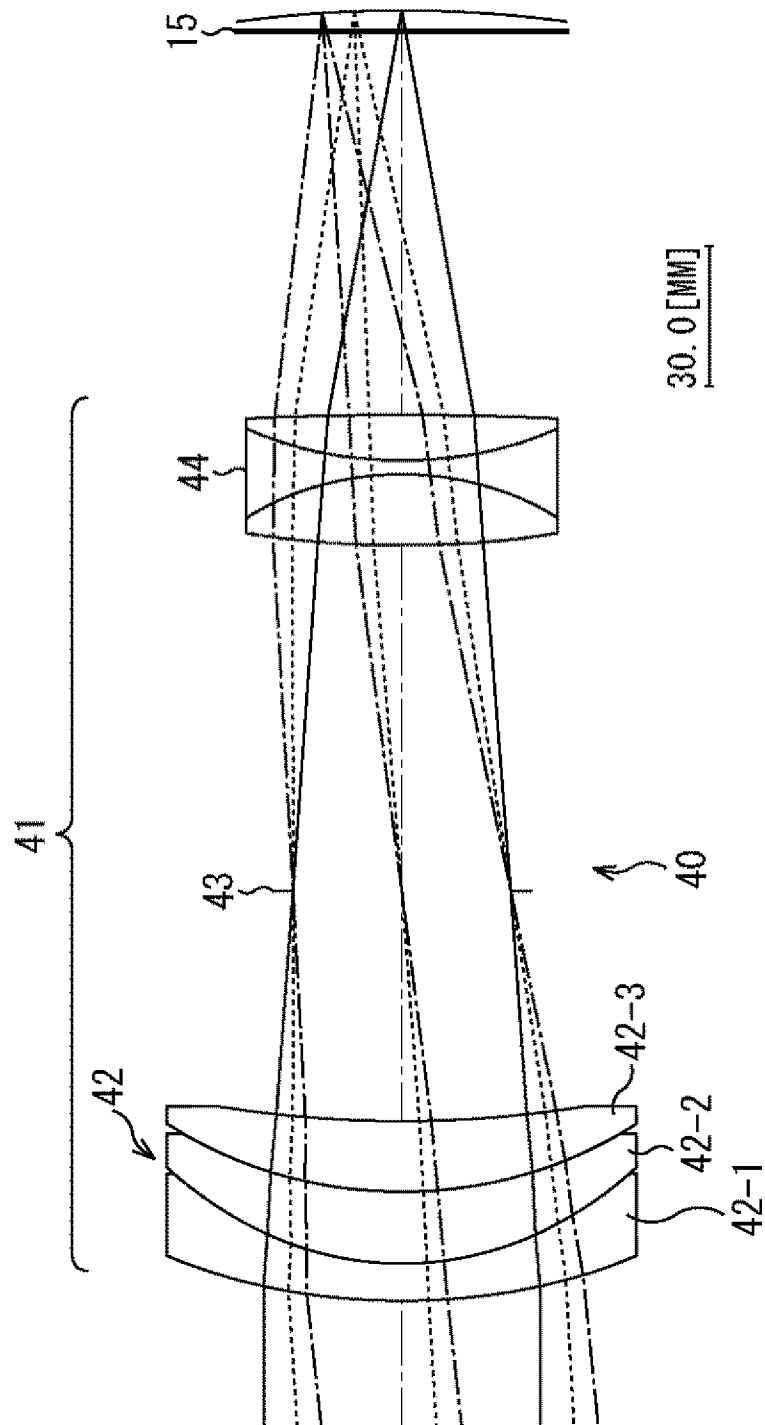
FIG. 8



[図9]
FIG. 9

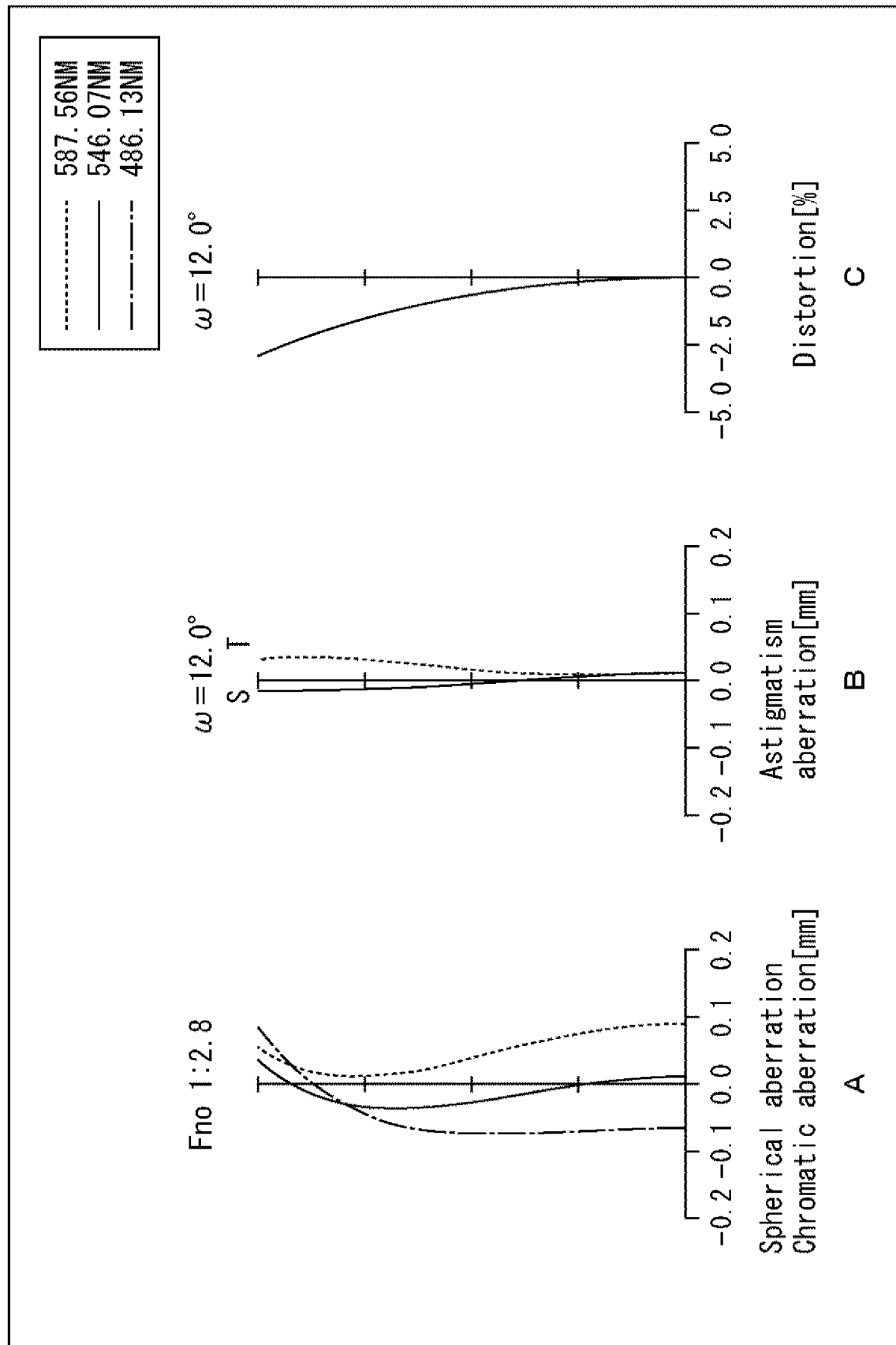


[図10]
FIG. 10

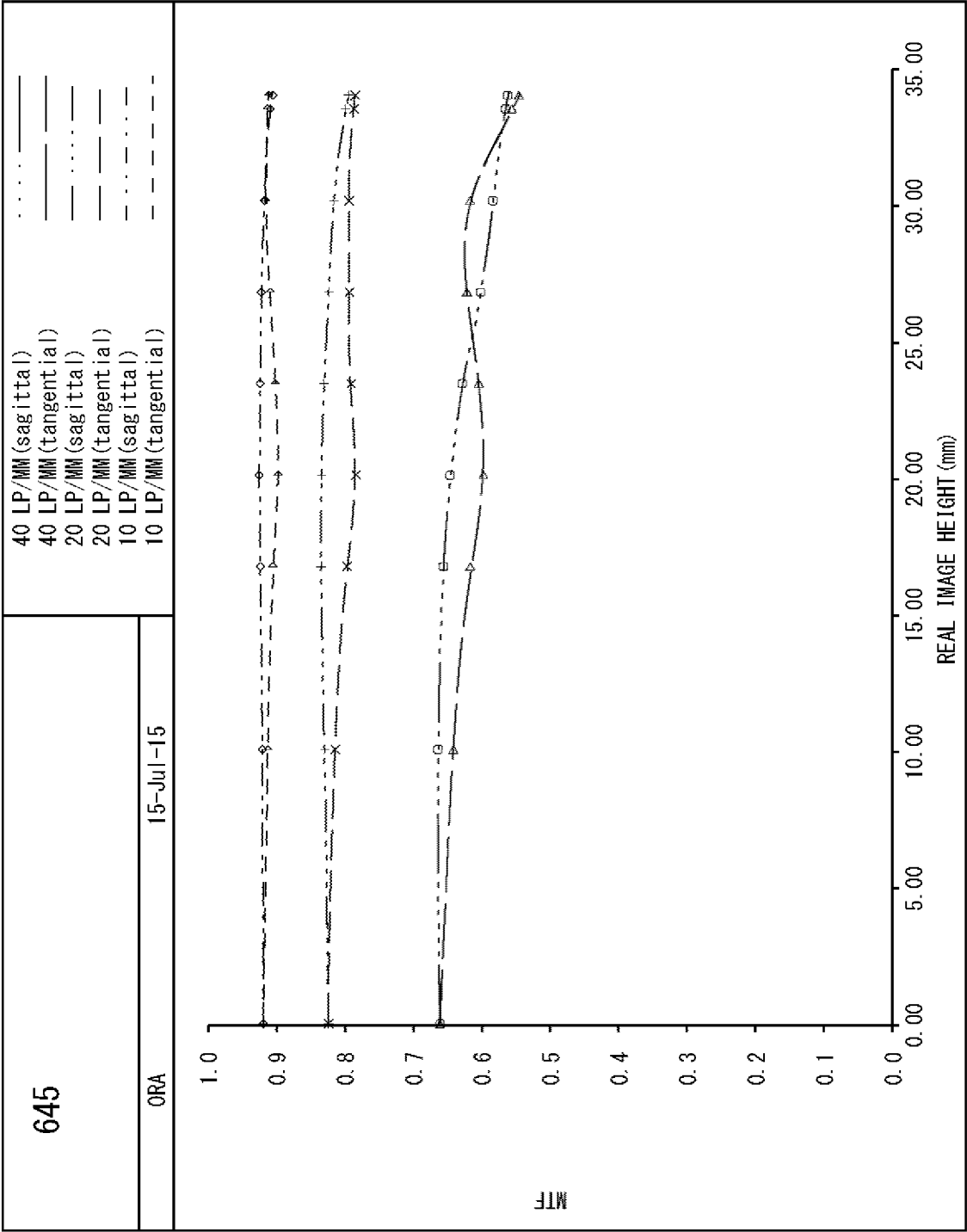


[図11]

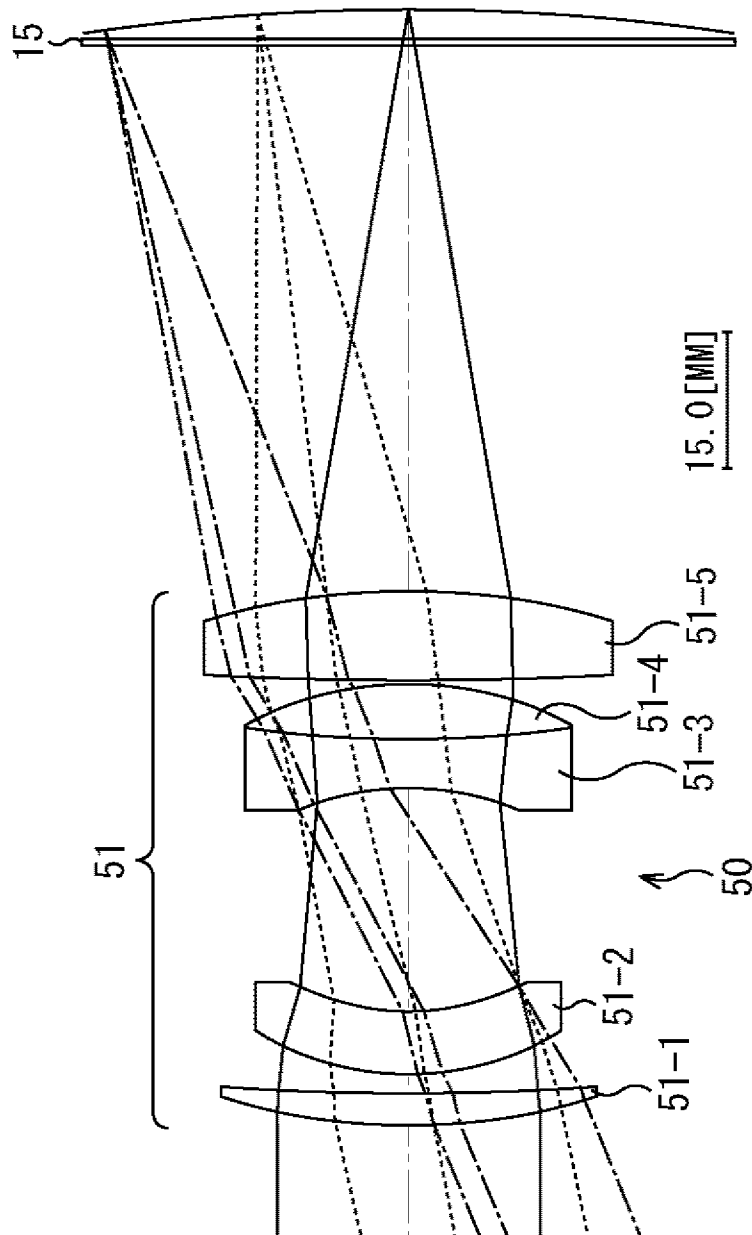
FIG. 11



[図12]
FIG. 12

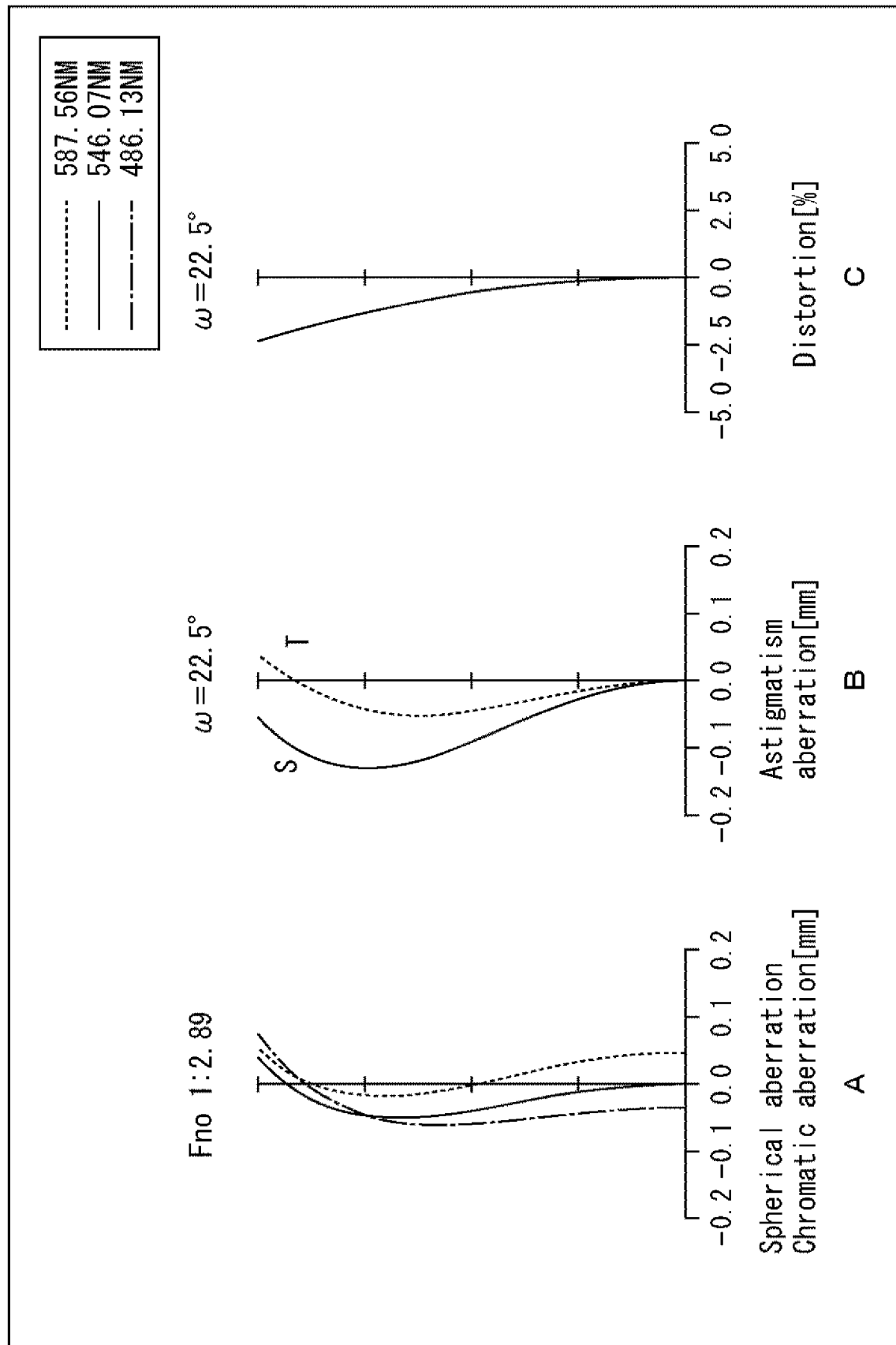


[図13]
FIG. 13

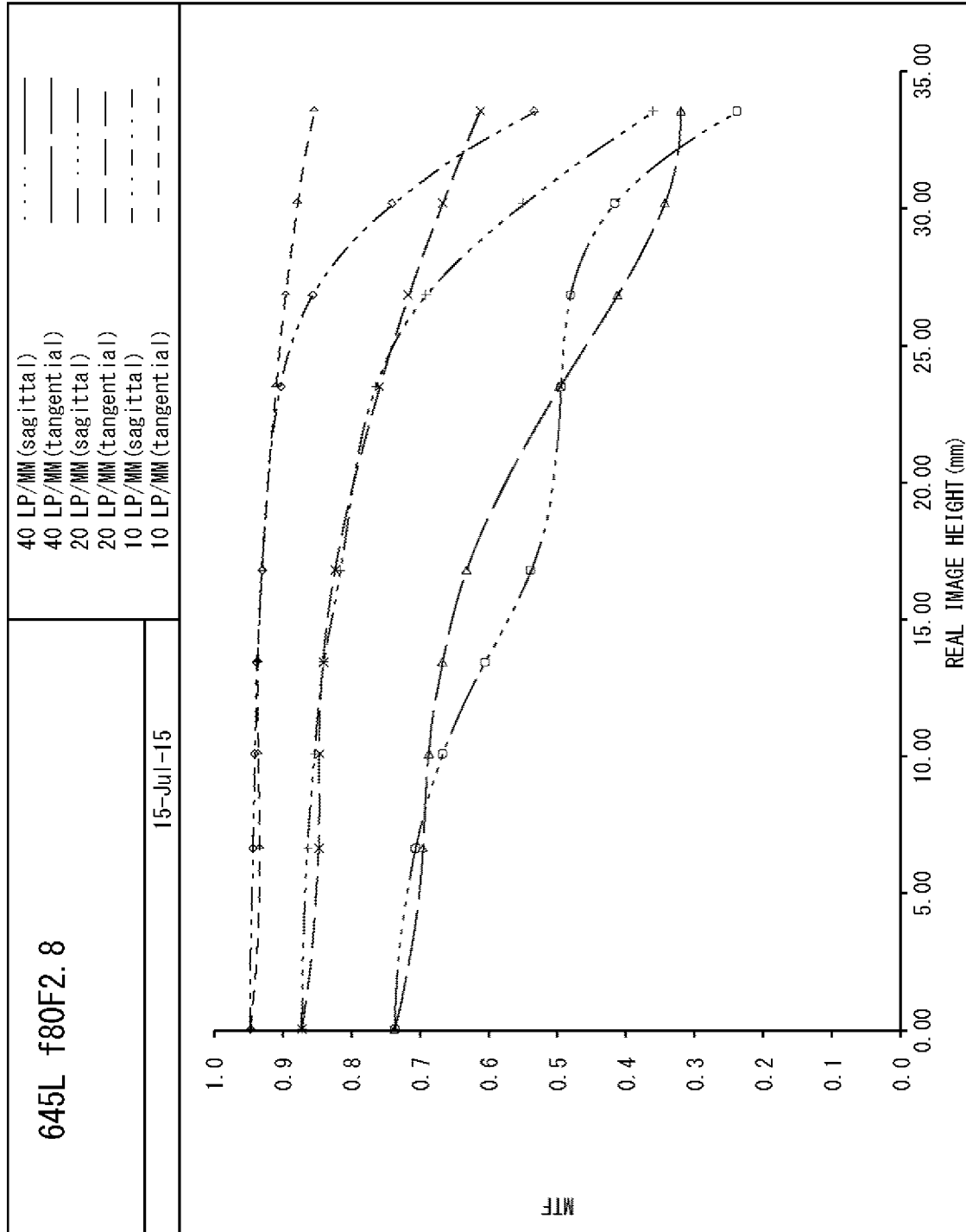


[図14]

FIG. 14



[図15]
FIG. 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/02 (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

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-210543 A (Canon Inc.), 10 October 2013 (10.10.2013), columns concerning 'examples 1 to 3' & US 2013/0258490 A1 columns concerning 'examples 3, 8 to 10' & US 2015/0309285 A1 & CN 103364930 A	1-5, 7 6
X Y	JP 2012-237966 A (Sony Corp.), 06 December 2012 (06.12.2012), columns concerning 'example 4' & US 2014/0015997 A1 columns concerning 'Fourth example' & JP 2016-170444 A & WO 2012/147841 A1	1-3, 7 4-6

☒ 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

"I" 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
24 January 2017 (24.01.17)

Date of mailing of the international search report
07 February 2017 (07.02.17)

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/JP2016/083903

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2012/173026 A1 (Konica Minolta, Inc.), 20 December 2012 (20.12.2012), columns concerning 'examples 1 to 3, 9' (Family: none)	1, 7 2-6
Y	JP 7-104181 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 21 April 1995 (21.04.1995), columns concerning all 'examples' (Family: none)	1-2, 4-7
Y	JP 57-207215 A (Teru-Shin-Oputeitsukusu Inc.), 18 December 1982 (18.12.1982), columns concerning 'fig. 6' & US 4545652 A1 columns concerning 'fig. 6' & US 4575195 A1 & DE 3220350 A1	1-3, 6-7
Y	JP 6-292207 A (Sony Corp.), 18 October 1994 (18.10.1994), entire text; all drawings (Family: none)	6
Y	JP 11-252431 A (Kyocera Corp.), 17 September 1999 (17.09.1999), entire text; all drawings (Family: none)	6
A	JP 2013-210549 A (Canon Inc.), 10 October 2013 (10.10.2013), entire text; all drawings & US 2013/0258490 A1 & US 2015/0309285 A1 & CN 103364930 A	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083903

[Object to be covered by this search]

Concerning "the first lens group" and "the second lens group" specified in claim 1, in the description was found no statement relating to what specific level of "lens group" is included in the claims. Thus, those lens groups are specified in such a manner as not to clearly grasp, for example, whether the claims should encompass even one configured to include an air gap in "the lens group," or for example, whether the claims should encompass even one configured such that the boundaries between "the first lens group" and "the second lens group" are bonded together.

However, in the description, for example, the following points can be noted: "the example of a similar configuration" in "Fig. 13" is described as not being "two lens groups"; and the configurations of the embodiments are described as "two groups with four lenses," "two groups with five lenses," and "two groups with six lenses." By taking these points into account, concerning "the first lens group" and "the second lens group" specified in claim 1, it can be interpreted that an assembly of a set of lenses such as bonded lenses or single lenses as in the embodiments (in which there exists no air gap, and the boundaries of both the groups are not bonded together with an air gap between the boundaries) is identified as "the lens group." Therefore, the international search relating to this application was carried out in the precondition of such an interpretation and presented those documents that were extracted by the international search conducted under such a precondition.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/02 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/02

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y	JP 2013-210543 A (キヤノン株式会社) 2013.10.10, 「実施例1」 - 「実施例3」に関する欄等 & US 2013/0258490 A1, 「Example 3」, 「Example 8」-「Example 10」に関する欄等 & US 2015/0309285 A1 & CN 103364930 A	1-5, 7 6
X Y	JP 2012-237966 A (ソニー株式会社) 2012.12.06, 「実施例4」に関する欄等 & US 2014/0015997 A1, 「Fourth Example」に関する欄等 & JP 2016-170444 A & WO 2012/147841 A1	1-3, 7 4-6

☒ 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

24.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小倉 宏之

2 V

4 4 6 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 Y	WO 2012/173026 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2012. 12. 20, 「実施例 1」 - 「実施例 3」, 「実施例 9」に関する欄等 (ファミリーなし)	1, 7 2 - 6
Y	JP 7-104181 A (オリンパス光学工業株式会社) 1995. 04. 21, 全「実施例」に関する欄等 (ファミリーなし)	1 - 2, 4 - 7
Y	JP 57-207215 A (テルーシンーオプティクス・インコーポレーテッド) 1982. 12. 18, 「第 6 図」に関する欄等 & US 4545652 A1, 「FIG. 6」に関する欄等 & US 4575195 A1 & DE 3220350 A1	1 - 3, 6 - 7
Y	JP 6-292207 A (ソニー株式会社) 1994. 10. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	6
Y	JP 11-252431 A (京セラ株式会社) 1999. 09. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	6
A	JP 2013-210549 A (キヤノン株式会社) 2013. 10. 10, 全文, 全図 & US 2013/0258490 A1 & US 2015/0309285 A1 & CN 103364930 A	1 - 7

[調査の対象について]

請求項1に記載される「第1のレンズ群」と「第2のレンズ群」とにつき、明細書において、具体的にどのようなものまでを「レンズ群」としてそれらの請求の範囲に含ませるものなのかに関する記載が見当たらないので、それらは、例えば「レンズ群」の中に空気間隔が存在する構成のものまで請求の範囲に含ませるものなのか、また例えば「第1のレンズ群」と「第2のレンズ群」との境界が接合されている構成のものまで請求の範囲に含ませるものなのか等を、明確に把握することができない特定振りとなっている。

しかしながら、明細書において、例えば「図13」の「類似した構成例」を「2つのレンズ群」でないと記載している点や、実施例の構成を「2群4枚」、「2群5枚」、「2群6枚」と記載している点等からすると、請求項1に記載される「第1のレンズ群」と「第2のレンズ群」について、実施例のように接合レンズや単レンズ等のひとかたまりのレンズの集合体（その中に空気間隔が存在せず、さらに両者の境界は接合されておらずその境界に空気間隔が存在するもの）を「レンズ群」として特定するものであると解釈することが可能なので、この出願に係る国際調査はそのような解釈を前提として実施し、そしてそのような前提の下での調査で抽出した文献の提示を行った。