

(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10月5日(05.10.2017)



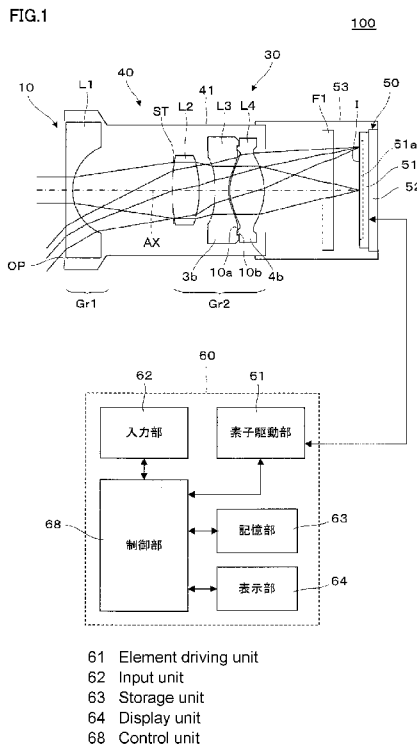
(10) 国際公開番号
WO 2017/170843 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/013195
- (22) 国際出願日: 2017年3月30日(30.03.2017)
- (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 2016-074265 2016年4月1日(01.04.2016) 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二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中村健太郎(NAKAMURA, Kentarou); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 福田充広(FUKUDA, Mitsuhiro); 〒1010047 東京都千代田区内神田2丁目5番3号 児谷ビル1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, JP, KE, KG, KH, 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), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: IMAGING LENS, LENS UNIT, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像レンズ、レンズユニット、及び撮像装置



(57) Abstract: A low-cost imaging lens is provided which has a long back focus, ensures a wide angle of view, has excellent optical performance while having a large diameter, and has minimal focus shift during environment changes. From the object side, the imaging lens 10 substantially consists of a first lens L1 which is formed from glass, has negative power, and has a concave shape on the image side, a second lens L2 which is formed from glass and has positive power, a third lens L3 which is formed from plastic, has negative power and has at least one aspherical shape, and a fourth lens L4 which is formed from plastic, has positive power and has at least one aspherical shape; this imaging lens satisfies conditional expression (1) relating to the value $f12/f$, conditional expression (2) relating to the value $f3/f4$, and conditional expression (3) relating to the value $D34/f$.

(57) 要約: 長いバックフォーカスを有し、広い画角が確保され、大口径ながら良好な光学性能を有し、かつ環境変化時のフォーカスずれが小さい安価な撮像レンズを提供する。撮像レンズ10は、物体側より順に、ガラスで形成され、負のパワーを有し、像側面に凹形状を有する第1レンズL1と、ガラスで形成され、正のパワーを有する第2レンズL2と、プラスチックで形成され、負のパワーを有し、少なくとも1つの非球面形状を有する第3レンズL3と、プラスチックで形成され、正のパワーを有し、少なくとも1つの非球面形状を有する第4レンズL4とから実質的になり、値 $f12/f$ に関する条件式(1)、値 $f3/f4$ に関する条件式(2)、及び値 $D34/f$ に関する条件式(3)を満たす。

61 Element driving unit
62 Input unit
63 Storage unit
64 Display unit
68 Control unit



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：撮像レンズ、レンズユニット、及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、4枚のレンズから実質的になる広角タイプの撮像レンズ、並びにこれを備えるレンズユニット及び撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、CCDやCMOS等の撮像素子は、小型化、高画素化が進んでいる。それとともに、これらの撮像素子を備えた撮像機器本体も小型化が進み、それに搭載される撮像レンズにも小型化、高性能化が求められている。さらに車載カメラや監視カメラ等に搭載されるレンズには、厳しい環境でも使用可能なように耐環境性が高く、安価かつ軽量であることが求められている。このような分野で従来知られている比較的レンズ枚数の少ない撮像レンズとしては、例えば特許文献1及び2のものが挙げられる。

[0003] 上記分野のレンズに対する要望は年々厳しくなっており、複数の高度な要求を同時に満たすことが求められるようになってきている。すなわち、レンズ枚数が少なく小型な構成でありながら、レンズ系と撮像素子との間にカバーガラスやフィルターを配置できるように長いバックフォーカスを有し、夜間等の低照度条件下でも使用可能なように大口径であり、全画角で60°以上の広角が確保されながらも収差が良好に補正された撮像レンズが要望されるようになってきている。加えて、車載カメラや監視カメラ等には、オートフォーカス機能を有さない固定焦点のものが多く、環境変化によるフォーカスずれは解像性能に直接影響するため、耐環境性（特に、温度変化に対する特性）に対する要望がより一層強くなってきている。

[0004] しかしながら、上記特許文献1及び2に記載のものについては、全系が4枚のレンズからなる簡素な光学系でありながら広角かつ大口径、そして長いバックフォーカスの確保を満足してはいるものの、ガラスレンズを多用することによって耐環境性に対する検討をほぼ不要としているため、安価とは相

反する構成となっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-14947号公報

特許文献2：特開2011-257462号公報

発明の概要

[0006] 本発明は上記事情に鑑み、長いバックフォーカスを有し、広い画角が確保され、大口径ながら良好な光学性能を有し、かつ環境変化時のフォーカスずれが小さい安価な撮像レンズを提供することを目的とする。

[0007] また、本発明は、上記撮像レンズを備えたレンズユニット及び撮像装置を提供することを目的とする。

[0008] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するため、本発明の一側面を反映した撮像レンズは、物体側より順に、ガラスで形成され、負のパワーを有し、像側面に凹形状を有する第1レンズと、ガラスで形成され、正のパワーを有する第2レンズと、プラスチックで形成され、負のパワーを有し、少なくとも1つの非球面形状を有する第3レンズと、プラスチックで形成され、正のパワーを有し、少なくとも1つの非球面形状を有する第4レンズとから実質的になり、以下の条件式を満たす。

$$0.8 < f_{12} / f < 1.2 \quad \dots \quad (1)$$

$$-1.65 < f_3 / f_4 < -0.8 \quad \dots \quad (2)$$

$$0 \leq D_{34} / f < 0.04 \quad \dots \quad (3)$$

ここで、値 f はレンズ全系の焦点距離であり、値 f_{12} は第1レンズと第2レンズとの合成焦点距離であり、値 f_3 は第3レンズの焦点距離であり、値 f_4 は第4レンズの焦点距離であり、値 D_{34} は第3レンズと第4レンズとの光軸上の間隔である。

[0009] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するため、本発明の一側面を反映したレンズユニットは、上述の撮像レンズと、撮像レンズを保持する鏡筒と、を備える。

[0010] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するため、本発明の一側面を反映した撮像装置は、上述のレンズユニットと、当該レンズユニットによる像を投影する撮像素子と、を備える。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態の撮像レンズを備えるレンズユニット及び撮像装置を説明する図である。

[図2]図2 Aは、実施例1の撮像レンズ等の断面図であり、図2 B～2 Dは、収差図である。

[図3]図3 Aは、実施例2の撮像レンズ等の断面図であり、図3 B～3 Dは、収差図である。

[図4]図4 Aは、実施例3の撮像レンズ等の断面図であり、図4 B～4 Dは、収差図である。

[図5]図5 Aは、実施例4の撮像レンズ等の断面図であり、図5 B～5 Dは、収差図である。

[図6]図1に示す撮像レンズのうち第3及び第4レンズの変形例を説明する部分拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 図1は、本発明の一実施形態である撮像装置100を示す断面図である。撮像装置100は、画像信号を形成するためのカメラモジュール30と、カメラモジュール30を動作させることにより撮像装置100としての機能を発揮させる処理部60とを備える。

[0013] カメラモジュール30は、撮像レンズ10を内蔵するレンズユニット40と、撮像レンズ10によって形成された被写体像を画像信号に変換するセンサー部50とを備える。

[0014] レンズユニット40は、広角光学系である撮像レンズ10と、撮像レンズ10を組み込んだ鏡筒41とを備える。撮像レンズ10は、第1～第4レンズL1～L4で構成されている。鏡筒41は、樹脂、金属、樹脂にガラスファイバーを混合したもの等で形成され、レンズ等を内部に収納し保持してい

る。鏡筒41を金属や、樹脂にグラスファイバーを混合したもので形成する場合、樹脂よりも熱膨張しにくく、撮像レンズ10を安定して固定することができる。鏡筒41は、物体側からの光を入射させる開口OPを有する。

[0015] 撮像レンズ10の全画角は、 60° 以上である。撮像レンズ10を構成する第1～第4レンズL1～L4は、それらのフランジ部若しくは外周部において鏡筒41の内面側に直接的又は間接的に保持されており、光軸AX方向及び光軸AXに垂直な方向に関しての位置決めがなされている。特に、第4レンズL4は、第3レンズL3を介して鏡筒41に支持されている。具体的には、第4レンズL4のフランジ部4bに設けた環状の嵌合凸部10bは、第3レンズL3のフランジ部3bに設けた環状の嵌合凹部10aに嵌り込んで光軸AX方向及び光軸AXに垂直な方向に関しての位置決めがなされている。このように、第3レンズL3と第4レンズL4とを外周嵌合させる構造とすることによって、両レンズL3、L4の同軸性を保てるためレンズシフト誤差を抑制でき、光学面同士の衝突を回避することができる。

[0016] センサー部50は、撮像レンズ（広角光学系）10によって形成された被写体像を光電変換する固体撮像素子51と、この固体撮像素子51を支持する基板52と、基板52を介して固体撮像素子51を保持するセンサーホルダー53とを備える。固体撮像素子51は、例えばCMOS型のイメージセンサーである。基板52は、固体撮像素子51を動作させるための配線、周辺回路等を備える。センサーホルダー53は、樹脂その他の材料で形成され、固体撮像素子51を光軸AX対して位置決めするだけでなく、固体撮像素子51に対向するようにフィルターF1を支持している。レンズユニット40の鏡筒41はセンサーホルダー53に嵌合するように位置決めされた状態で固定されている。

[0017] 固体撮像素子（撮像素子）51は、撮像面Iとしての光電変換部51aを有し、その周辺には、不図示の信号処理回路が形成されている。光電変換部51aには、画素つまり光電変換素子が2次元的に配置されている。なお、固体撮像素子51は、上述のCMOS型のイメージセンサーに限るものでな

く、ＣＣＤ等の他の撮像素子を組み込んだものであってもよい。

[0018] なお、レンズユニット４０を構成するレンズ間、又はレンズユニット４０とセンサー部５０との間には、フィルター等を配置することができる。図１の例では、フィルターＦ１は、撮像レンズ１０の第４レンズＬ４と固体撮像素子５１との間に配置されている。フィルターＦ１は、光学的ローパスフィルター、ＩＲカットフィルター、固体撮像素子５１のシールガラス等を想定した平行平板である。フィルターＦ１は、別体のフィルター部材として配置することもできるが、別体として配置せず、撮像レンズ１０を構成するいずれかのレンズ面にその機能を付与することができる。例えば、赤外カットフィルターの場合、赤外カットコートを１枚又は複数枚のレンズの表面上に施してもよい。

[0019] 処理部６０は、素子駆動部６１と、入力部６２と、記憶部６３と、表示部６４と、制御部６８とを備える。素子駆動部６１は、ＹＵＶその他のデジタル画素信号を外部回路（具体的には固体撮像素子５１に付随する回路等）へ出力したり、制御部６８から固体撮像素子５１を駆動するための電圧やクロック信号の供給を受けたりすることによって、固体撮像素子５１を動作させている。入力部６２は、ユーザーの操作を受け付ける部分であり、記憶部６３は、撮像装置１００の動作に必要な情報、カメラモジュール３０によって取得した画像データ等を保管する部分であり、表示部６４は、ユーザーに提示すべき情報、撮影した画像等を表示する部分である。制御部６８は、素子駆動部６１、入力部６２、記憶部６３等の動作を統括的に制御しており、例えばカメラモジュール３０によって得た画像データに対して種々の画像処理を行うことができる。

[0020] なお、詳細な説明を省略するが、処理部６０の具体的な機能は、本撮像装置１００が組み込まれる機器の用途に応じて適宜調整される。撮像装置１００は、車載カメラ、監視カメラ等の各種用途の装置に搭載可能である。

[0021] 以下、図１を参照して、第１実施形態の撮像レンズ（広角光学系）１０等について説明する。なお、図１で例示した撮像レンズ１０は、後述する実施

例１の撮像レンズ１１と略同一の構成となっている。

[0022] 図示の撮像レンズ（広角光学系）１０は、物体側より順に、負、正、負、正のパワー配置を有する４枚のレンズ構成となっている。具体的に説明すると、撮像レンズ１０は、物体側より順に、負の第１レンズＬ１と、正の第２レンズＬ２と、負の第３レンズＬ３と、正の第４レンズとから実施的になる。第１及び第２レンズＬ１，Ｌ２は、ガラスで形成されている。第３及び第４レンズＬ３，Ｌ４は、プラスチック（又は樹脂）で形成されている。外気に曝される位置に配される第１レンズＬ１については、これをガラス製とすることで耐候性を向上させている。さらに、車載カメラや監視カメラ等の厳しい環境下における使用を想定した場合、第１レンズＬ１の物体側面には、強度、耐傷性、耐薬品性を高めるための処理や、反射防止処理を施すことが好ましい。さらに、第１レンズＬ１の物体側面に、撥水コートや親水コートを施すことが好ましい。第１レンズＬ１は、像側面に凹形状を有する。第２レンズＬ２は、両凸形状を有することが好ましい。第３及び第４レンズＬ３，Ｌ４は、少なくとも１つの非球面形状をそれぞれ有している。なお、図示の例では、第１及び第２レンズＬ１，Ｌ２の物体側面及び像側面は、球面形状を有しているが、これらのレンズＬ１，Ｌ２は、少なくとも１つの非球面形状をそれぞれ有していてもよい。ガラス製の第１及び第２レンズＬ１，Ｌ２が非球面を有する場合、コストが上がるものの、光学性能が向上する。既に説明したように、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４とは、レンズ同士で嵌合されている。パワーの強い非球面プラスチックレンズは、偏芯誤差感度が高くなりがちである。そのため、両レンズＬ３，Ｌ４とも鏡筒４１と嵌合するのではなく、どちらか一方のレンズのみを鏡筒４１と嵌合し、もう一方のレンズは他方のレンズそのものに直接嵌合する構成とすることで群偏芯（具体的には、第３及び第４レンズＬ３，Ｌ４間の偏芯）を抑えることができる。第３及び第４レンズＬ３，Ｌ４を接合レンズとしてもよい。この場合、色収差をより良好に補正することができる。第１レンズＬ１と第２レンズＬ２との間には、開口絞りＳＴが設けられている。撮像レンズ１０は、開口絞りＳ

Tを基準として、開口絞りS Tの物体側を前群G r 1とし、像側を後群G r 2とする構成となっている。

[0023] 撮像レンズ（広角光学系）10は、以下の条件式（1）～（3）を満たす。

$$0.8 < f_{12} / f < 1.2 \quad \dots \quad (1)$$

$$-1.65 < f_3 / f_4 < -0.8 \quad \dots \quad (2)$$

$$0 \leq D_{34} / f < 0.04 \quad \dots \quad (3)$$

ここで、値fはレンズ全系の焦点距離であり、値f₁₂は第1レンズL₁と第2レンズL₂との合成焦点距離であり、値f₃は第3レンズL₃の焦点距離であり、値f₄は第4レンズL₄の焦点距離であり、値D₃₄は第3レンズL₃と第4レンズL₄との光軸AX上の間隔である。

[0024] 自動のフォーカシング（AF）を行わない固定焦点光学系の場合、温度変化によるピントずれが問題となるが、条件式（1）～（3）を満たすことにより、プラスチックレンズを使用しつつ、温度変化時のピントずれが起きにくい構成となっている。具体的には、条件式（1）の範囲を満たすようにガラスレンズ（具体的には、第1及び第2レンズL₁、L₂）の合成焦点距離を設定することで、第1レンズL₁と第2レンズL₂とにより光学系の焦点距離がほぼ決まるようにし、プラスチックレンズ、すなわち第3及び第4レンズL₃、L₄が温度変化により膨張又は縮小したとしても、それに伴うピントずれの影響が小さくなるようにしている。さらに、温度変化の影響を受けやすいプラスチックレンズである第3レンズL₃と第4レンズL₄とが条件式（2）及び（3）をともに満たすことによって、プラスチックレンズの合成パワーを略0に設定することできるため、より一層ピントずれが起きにくい構成とすることができる。

[0025] また、撮像レンズ10において、第1～第4レンズL₁～L₄の材料は、以下の条件式（4）～（7）をさらに満たす。

$$70 < v_{d1} < 100 \quad \dots \quad (4)$$

$$30 < v_{d2} < 50 \quad \dots \quad (5)$$

$$20 < v d 3 < 30 \quad \dots \quad (6)$$

$$50 < v d 4 < 60 \quad \dots \quad (7)$$

ここで、値 $v d 1$ は第1レンズ $L 1$ の d 線でのアッベ数であり、値 $v d 2$ は第2レンズ $L 2$ の d 線でのアッベ数であり、値 $v d 3$ は第3レンズ $L 3$ の d 線でのアッベ数であり、値 $v d 4$ は第4レンズ $L 4$ の d 線でのアッベ数である。

[0026] 車載カメラや監視カメラの用途では、昼間だけでなく夜間の使用も想定されるため、可視光だけでなく近赤外光での撮像にも対応する必要がある。そのため、固定焦点の光学系においては可視光から近赤外光まで色収差が補正されている必要がある。上記条件式 (4) ~ (7) の範囲を満たす材料を使用することで、可視光から近赤外光まで色収差を補正することができる。

[0027] 上記条件式 (4) 及び (5) については、下式の範囲とすると、より望ましい。

$$75 < v d 1 < 85 \quad \dots \quad (4)'$$

$$35 < v d 2 < 45 \quad \dots \quad (5)'$$

[0028] また、撮像レンズ 10 は、以下の条件式 (8) をさらに満たす。

$$-1.2 < f f / f r < -1.0 \quad \dots \quad (8)$$

ここで、値 $f f$ は前群 $G r 1$ の焦点距離であり、値 $f r$ は後群 $G r 2$ の焦点距離である。

[0029] 条件式 (8) の範囲を満たすことにより、長いバックフォーカスを有しながらも小型な光学系とすることができる。条件式 (8) の下限を上回ることによって、十分なバックフォーカスを確保することができる。一方、条件式 (8) の上限を下回ることによって、バックフォーカスが長くなりすぎず、撮像レンズ 10 の小型化を図ることができる。

[0030] また、撮像レンズ 10 は、以下の条件式 (9) をさらに満たす。

$$R 2 < | R 1 | \quad \dots \quad (9)$$

ここで、値 $R 1$ は第1レンズ $L 1$ の物体側面の曲率半径であり、値 $R 2$ は第1レンズ $L 1$ の像側面の曲率半径である。

[0031] 条件式（９）の範囲を満たすことで、球面収差の発生を抑えつつ、広い画角を確保することができる。

[0032] また、撮像レンズ１０は、以下の条件式（１０）をさらに満たす。

$$1. \quad 3 < D_{12} / f < 2.2 \quad \dots \quad (10)$$

ここで、値 f は全系の焦点距離であり、値 D_{12} は第１レンズ L_1 と第２レンズ L_2 との光軸 AX 上の間隔である。

[0033] 条件式（１０）の上限を下回ること、撮像レンズ１０の小型化を図ることができる。一方、条件式（１０）の下限を上回ること、第１レンズ L_1 のパワーを大きくする必要がなく、球面収差及び倍率色収差を比較的容易に補正することができる。

[0034] 上記条件式（１０）については、下式の範囲とすると、より望ましい。

$$1. \quad 4 < D_{12} / f < 2.1 \quad \dots \quad (10)'$$

[0035] なお、撮像レンズ１０は、実質的にパワーを持たないその他の光学素子（例えばレンズ、フィルター部材等）をさらに有するものであってもよい。

[0036] 以上説明した撮像レンズ１０等では、物体側より順に負、正、負、正のパワー配置とし、第３及び第４レンズ L_3 、 L_4 を非球面プラスチックレンズとすることで、広角な光学系において、少ないレンズ枚数ながらも大口径でも収差を良好に補正することができる。また、プラスチックレンズを複数枚使用することによって、全てガラスレンズで構成する場合よりも低コスト化を達成している。

[0037] このような撮像レンズ１０は、フォーカス機能のない固定焦点用のカメラに好適に用いることができる。使用される具体的な用途としては、監視カメラ、ドアホンカメラ、認証用カメラ等のセキュリティカメラやマーケティングカメラ用のレンズ、自動車やその他移動体に搭載される車載カメラ用レンズ、医用内視鏡、ヘルスケア測定、工業内視鏡等の医療・産業光学用レンズ等が挙げられる。なお、撮像レンズ１０等は、これら以外にも広角化が求められる用途に対して適用してもよい。

[0038] また、レンズユニット４０及び撮像装置１００は、上述の撮像レンズ１０

を組み込むことにより、長いバックフォーカスを有し、広い画角が確保され、大口径ながら良好な光学性能を有し、かつ環境変化時のフォーカスずれが小さい安価なものとなる。

[0039] 〔実施例〕

以下、本発明の撮像レンズ等の実施例を示す。各実施例に使用する記号は下記の通りである。

F : F ナンバー

w : 最大全画角

P D : 温度 30℃ 変化時におけるピントずれ（屈折率及び熱膨張を考慮）

R : 曲率半径

D : 軸上面間隔

n d : レンズ材料の d 線に対する屈折率

v d : レンズ材料のアッベ数

各実施例において、各面番号の後に「*」が記載されている面が非球面形状を有する面であり、非球面の形状は、面の頂点を原点とし、光軸方向に X 軸を取り、光軸と垂直方向の高さを h として以下の「数 1」で表す。

[数 1]

$$X = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/R^2}} + \sum A_i h^i$$

ただし、

A i : i 次の非球面係数

R : 曲率半径

K : 円錐定数

[0040] （実施例 1）

実施例 1 の撮像レンズの全体諸元を以下に示す。

F : 2.0

w : 96.8°

P D : 0.0027mm

[0041] 実施例 1 の撮像レンズのレンズ面のデータを以下の表 1 に示す。なお、以下の表 1 等において、面番号を「Surf. N」で表し、開口絞りを「S T」で表し、無限大を「I N F」で表している。

〔表 1〕

Surf. N	R(mm)	D(mm)	nd	vd
1	INF	0.500	1.497	81.6
2	3.582	7.781		
3 ST	INF	-0.109		
4	14.951	2.077	1.883	40.8
5	-8.087	1.202		
6*	-21.376	1.058	1.635	23.9
7*	2.931	0.120		
8*	3.805	2.644	1.545	56.0
9*	-4.438	4.477		
10	INF	0.850	1.517	64.1
11	INF	2.000		

[0042] 実施例 1 のレンズ面の非球面係数を以下の表 2 に示す。なお、これ以降（表のレンズデータを含む）において、10 のべき乗数（たとえば 2.5×10^{-02} ）を E（たとえば $2.5E-02$ ）を用いて表すものとする。

〔表 2〕

第6面

K=-2.6946E+00, A4=-1.2155E-02, A6=4.9888E-04, A8=9.5137E-05,
A10=-2.3991E-05, A12=1.4888E-06, A14=0.0000E+00

第7面

K=-1.1866E+00, A4=-9.7766E-03, A6=-3.8798E-04, A8=1.3563E-04,
A10=-7.1703E-06, A12=-3.1353E-07, A14=0.0000E+00

第8面

K=-2.3885E-01, A4=4.1911E-05, A6=-2.3815E-03, A8=4.0207E-04,

$A10=-3.3856E-05$, $A12=1.9613E-06$, $A14=-8.4247E-08$

第9面

$K=-2.8858E+00$, $A4=-1.7658E-03$, $A6=-9.3635E-04$, $A8=4.3709E-04$,

$A10=-8.7673E-05$, $A12=9.0497E-06$, $A14=-3.5485E-07$

[0043] 図2Aは、実施例1の撮像レンズ11等の断面図である。撮像レンズ11は、負のパワーを有し平凹の第1レンズL1と、正のパワーを有し両凸の第2レンズL2と、負のパワーを有し両凹の第3レンズL3と、正のパワーを有し両凸の第4レンズL4とを備える。第3及び第4レンズL3, L4は、光学面として非球面を有している。第1及び第2レンズL1, L2はガラスで形成されており、第3及び第4レンズL3, L4はプラスチックで形成されている。第1レンズL1と第2レンズL2との間には、開口絞りSTが配置されている。第4レンズL4と固体撮像素子51との間には、適当な厚さのフィルターF1が配置されている。フィルターF1は、光学的ローパスフィルター、IRカットフィルター、固体撮像素子51のシールガラス等を想定した平行平板である。符号Iは、固体撮像素子51の被投影面である撮像面を示す。なお、符号F1, Iについては、以降の実施例でも同様である。

[0044] 図2B～2Dは、実施例1の撮像レンズ11の収差図（球面収差、非点収差、及び歪曲収差）を示している。

[0045] （実施例2）

実施例2の撮像レンズの全体諸元を以下に示す。

F : 2.0

w : 97.4°

PD : 0.0013mm

[0046] 実施例2の撮像レンズのレンズ面のデータを以下の表3に示す。

〔表3〕

Surf. N	R(mm)	D(mm)	nd	vd
1	INF	0.500	1.497	81.6
2	3.680	7.827		

3 ST	INF	0.657		
4	9.700	1.730	1.834	37.3
5	-8.050	0.918		
6*	-6.054	0.600	1.635	23.9
7*	3.854	0.050		
8*	3.798	2.568	1.531	56.0
9*	-4.491	4.899		
10	INF	0.850	1.517	64.1
11	INF	2.000		

[0047] 実施例2のレンズ面の非球面係数を以下の表4に示す。

〔表4〕

第6面

$K=-2.5360E+01$, $A4=-1.6838E-02$, $A6=2.9078E-03$, $A8=-5.2744E-04$,
 $A10=5.9126E-05$, $A12=-2.9430E-06$, $A14=2.1701E-08$

第7面

$K=-7.6637E-01$, $A4=1.9638E-03$, $A6=-3.0325E-03$, $A8=5.0220E-04$,
 $A10=-2.9478E-05$, $A12=-6.8946E-07$, $A14=9.0652E-08$

第8面

$K=4.7842E-01$, $A4=1.5608E-03$, $A6=-4.1509E-03$, $A8=8.3052E-04$,
 $A10=-9.8822E-05$, $A12=7.0248E-06$, $A14=-2.6726E-07$

第9面

$K=-1.2941E+00$, $A4=-9.9983E-05$, $A6=-6.0676E-04$, $A8=2.5408E-04$
 $A10=-4.9160E-05$, $A12=4.9743E-06$, $A14=-1.8050E-07$

[0048] 図3Aは、実施例2の撮像レンズ12等の断面図である。撮像レンズ12は、負のパワーを有し平凹の第1レンズL1と、正のパワーを有し両凸の第2レンズL2と、負のパワーを有し両凹の第3レンズL3と、正のパワーを有し両凸の第4レンズL4とを備える。第3及び第4レンズL3、L4は、光学面として非球面を有している。第1及び第2レンズL1、L2はガラス

で形成されており、第3及び第4レンズL 3, L 4はプラスチックで形成されている。第1レンズL 1と第2レンズL 2との間には、開口絞りS Tが配置されている。第4レンズL 4と固体撮像素子5 1との間には、適当な厚さのフィルターF 1が配置されている。

[0049] 図3 B～3 Dは、実施例2の撮像レンズ1 2の収差図（球面収差、非点収差、及び歪曲収差）を示している。

[0050] （実施例3）

実施例3の撮像レンズの全体諸元を以下に示す。

F : 2.0

w : 97.4°

P D : -0.0006mm

[0051] 実施例3の撮像レンズのレンズ面のデータを以下の表5に示す。

〔表5〕

Surf. N	R(mm)	D(mm)	nd	vd
1	-150.00	1.000	1.497	81.6
2	3.590	7.206		
3 ST	INF	0.642		
4	8.700	1.720	1.835	42.7
5	-8.700	1.050		
6*	-6.720	0.800	1.635	23.9
7*	4.100	0.075		
8*	4.117	2.500	1.531	56.0
9*	-4.598	4.436		
10	INF	0.850	1.517	64.1
11	INF	2.000		

[0052] 実施例3のレンズ面の非球面係数を以下の表6に示す。

〔表6〕

第6面

$K=-2.9216E+01$, $A4=-1.3523E-02$, $A6=1.5786E-03$, $A8=-2.0423E-04$,
 $A10=1.9139E-05$, $A12=-7.2649E-07$, $A14=-1.9568E-08$

第7面

$K=-5.1186E-01$, $A4=3.7984E-03$, $A6=-3.9837E-03$, $A8=7.8640E-04$,
 $A10=-7.3726E-05$, $A12=3.1569E-06$, $A14=-5.4749E-08$

第8面

$K=6.2445E-01$, $A4=2.5481E-03$, $A6=-3.9968E-03$, $A8=7.6921E-04$,
 $A10=-8.3782E-05$, $A12=5.3296E-06$, $A14=-1.7574E-07$

第9面

$K=-1.4447E+00$, $A4=-4.0836E-05$, $A6=-7.0313E-04$, $A8=2.8062E-04$,
 $A10=-5.1193E-05$, $A12=4.4993E-06$, $A14=-1.2974E-07$

[0053] 図4 Aは、実施例3の撮像レンズ13等の断面図である。撮像レンズ13は、負のパワーを有し両凹の第1レンズL1と、正のパワーを有し両凸の第2レンズL2と、負のパワーを有し両凹の第3レンズL3と、正のパワーを有し両凸の第4レンズL4とを備える。第3及び第4レンズL3, L4は、光学面として非球面を有している。第1及び第2レンズL1, L2はガラスで形成されており、第3及び第4レンズL3, L4はプラスチックで形成されている。第1レンズL1と第2レンズL2との間には、開口絞りSTが配置されている。第4レンズL4と固体撮像素子51との間には、適当な厚さのフィルターF1が配置されている。

[0054] 図4 B～4 Dは、実施例3の撮像レンズ13の収差図（球面収差、非点収差、及び歪曲収差）を示している。

[0055] （実施例4）

実施例4の撮像レンズの全体諸元を以下に示す。

F : 2.0

w : 128°

PD : 0.0029mm

[0056] 実施例4の撮像レンズのレンズ面のデータを以下の表7に示す。

〔表 7〕

Surf. N	R(mm)	D(mm)	nd	vd
1	-69.00	1.720	1.497	81.6
2	2.950	4.630		
3 ST	INF	0.540		
4	21.400	3.110	1.911	35.2
5	-5.040	0.320		
6*	-7.968	1.850	1.635	23.9
7*	2.676	2.870	1.531	56.0
8*	-3.980	2.540		
9	INF	0.700	1.517	64.1
10	INF	3.200		

[0057] 実施例 4 のレンズ面の非球面係数を以下の表 8 に示す。

〔表 8〕

第 6 面

$K=-1.8561E+01$, $A4=-1.1239E-02$, $A6=6.7090E-04$, $A8=-8.8165E-05$,
 $A10=3.0806E-06$, $A12=0.0000E+00$, $A14=0.0000E+00$

第 7 面

$K=-3.7073E+00$, $A4=-1.1593E-03$, $A6=6.2674E-04$, $A8=-2.4716E-04$,
 $A10=3.4931E-05$, $A12=-1.9241E-06$, $A14=0.0000E+00$

第 8 面

$K=-1.6695E+00$, $A4=-2.2794E-03$, $A6=-1.6762E-05$, $A8=-2.4037E-06$,
 $A10=3.6577E-07$, $A12=0.0000E+00$, $A14=0.0000E+00$

[0058] 図 5 A は、実施例 4 の撮像レンズ 1 4 等の断面図である。撮像レンズ 1 4 は、負のパワーを有し両凹の第 1 レンズ L 1 と、正のパワーを有し両凸の第 2 レンズ L 2 と、負のパワーを有し両凹の第 3 レンズ L 3 と、正のパワーを有し両凸の第 4 レンズ L 4 とを備える。第 3 及び第 4 レンズ L 3, L 4 は、接合レンズとなっている。第 3 及び第 4 レンズ L 3, L 4 は、光学面として

非球面を有している。第1及び第2レンズL1, L2はガラスで形成されており、第3及び第4レンズL3, L4はプラスチックで形成されている。第1レンズL1と第2レンズL2との間には、開口絞りSTが配置されている。第4レンズL4と固体撮像素子51との間には、適当な厚さのフィルターF1が配置されている。

[0059] 図5B～5Dは、実施例4の撮像レンズ14の収差図（球面収差、非点収差、及び歪曲収差）を示している。

[0060] 以下の表9は、参考のため、各条件式(1)～(8)、及び(10)に対応する各実施例1～4の値をまとめたものである。

〔表9〕

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1) $f12/f$	1.15	0.90	0.93	1.00
(2) $f3/f4$	-0.94	-0.83	-0.86	-1.60
(3) $D34/f$	0.029	0.012	0.018	0.006
(4) $vd1$	81.6	81.6	81.6	81.6
(5) $vd2$	40.8	37.3	42.7	35.2
(6) $vd3$	23.9	23.9	23.9	23.9
(7) $vd4$	56.0	56.0	56.0	56.0
(8) ff/fr	-1.10	-1.13	-1.10	-1.01
(10) $D12/f$	1.85	2.03	1.88	1.47

[0061] 以上、実施形態に即して撮像レンズ等について説明したが、本発明に係る撮像レンズは、上記実施形態又は実施例に限るものではなく様々な変形が可能である。例えば、上記実施例において、図面上第3及び第4レンズL3, L4は、レンズ同士で嵌合されていない例を示しているが、図1や図6等に例示するように、嵌合されていてもよい。

[0062] また、上記実施形態において、フィルターF1は、車載カメラや監視カメラ等の用途における可視光又は近赤外光での撮像の際に、フィルターF1を2枚に分割してそれぞれ別の役割を持たせる等の構成をとることも可能である。

請求の範囲

[請求項1]

物体側より順に、

ガラスで形成され、負のパワーを有し、像側面に凹形状を有する第1レンズと、

ガラスで形成され、正のパワーを有する第2レンズと、

プラスチックで形成され、負のパワーを有し、少なくとも1つの非球面形状を有する第3レンズと、

プラスチックで形成され、正のパワーを有し、少なくとも1つの非球面形状を有する第4レンズと、

から実質的になり、以下の条件式を満たす撮像レンズ。

$$0.8 < f_{12} / f < 1.2 \quad \dots \quad (1)$$

$$-1.65 < f_3 / f_4 < -0.8 \quad \dots \quad (2)$$

$$0 \leq D_{34} / f < 0.04 \quad \dots \quad (3)$$

ここで、

f : レンズ全系の焦点距離

f_{12} : 前記第1レンズと前記第2レンズとの合成焦点距離

f_3 : 前記第3レンズの焦点距離

f_4 : 前記第4レンズの焦点距離

D_{34} : 前記第3レンズと前記第4レンズとの光軸上の間隔

[請求項2]

前記第1～第4レンズの材料は、以下の条件式を満たす、請求項1に記載の撮像レンズ。

$$70 < v_{d1} < 100 \quad \dots \quad (4)$$

$$30 < v_{d2} < 50 \quad \dots \quad (5)$$

$$20 < v_{d3} < 30 \quad \dots \quad (6)$$

$$50 < v_{d4} < 60 \quad \dots \quad (7)$$

ここで、

v_{d1} : 前記第1レンズのd線でのアッベ数

v_{d2} : 前記第2レンズのd線でのアッベ数

v d 3 : 前記第 3 レンズの d 線でのアッベ数

v d 4 : 前記第 4 レンズの d 線でのアッベ数

[請求項3] 前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの間に配置される絞りを有し、当該絞りより物体側を前群、像側を後群としたときに、以下の条件式を満たす、請求項 1 及び 2 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$-1.2 < f_f / f_r < -1.0 \quad \dots \quad (8)$$

ここで、

f_f : 前記前群の焦点距離

f_r : 前記後群の焦点距離

[請求項4] 前記第 3 レンズと前記第 4 レンズとは、レンズ同士で嵌合されている、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

[請求項5] 前記第 1 及び第 2 レンズは、少なくとも 1 つの非球面をそれぞれ有する、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

[請求項6] 以下の条件式を満たす、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$R_2 < |R_1| \quad \dots \quad (9)$$

ここで、

R₁ : 前記第 1 レンズの物体側面の曲率半径

R₂ : 前記第 1 レンズの像側面の曲率半径

[請求項7] 以下の条件式を満たす、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$1.3 < D_{12} / f < 2.2 \quad \dots \quad (10)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

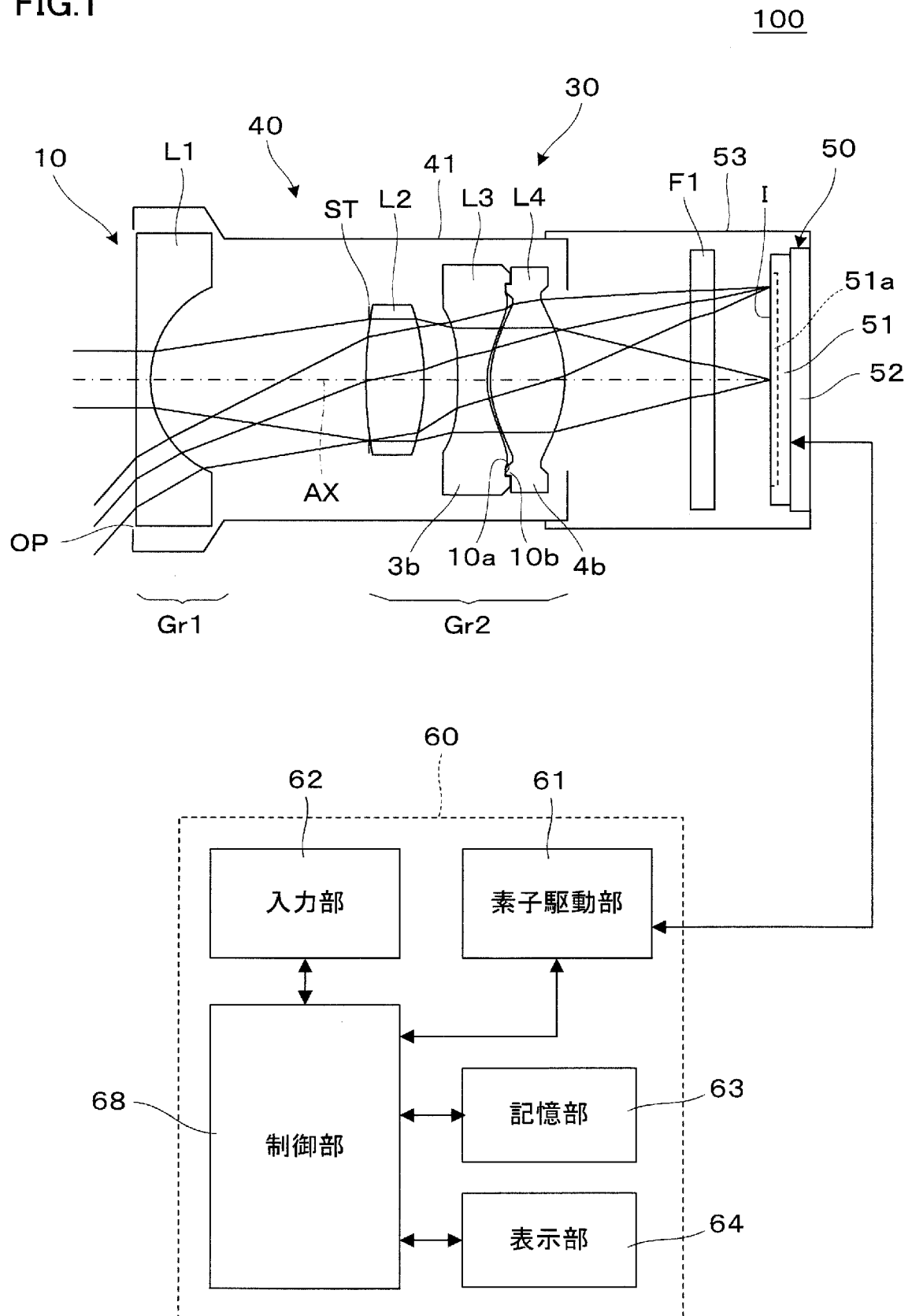
D₁₂ : 前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの光軸上の間隔

[請求項8] 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の撮像レンズと、
前記撮像レンズを保持する鏡筒と、
を備えるレンズユニット。

[請求項9] 請求項8に記載のレンズユニットと、
 前記レンズユニットによる像を投影する撮像素子と、
 を備える撮像装置。

[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2A

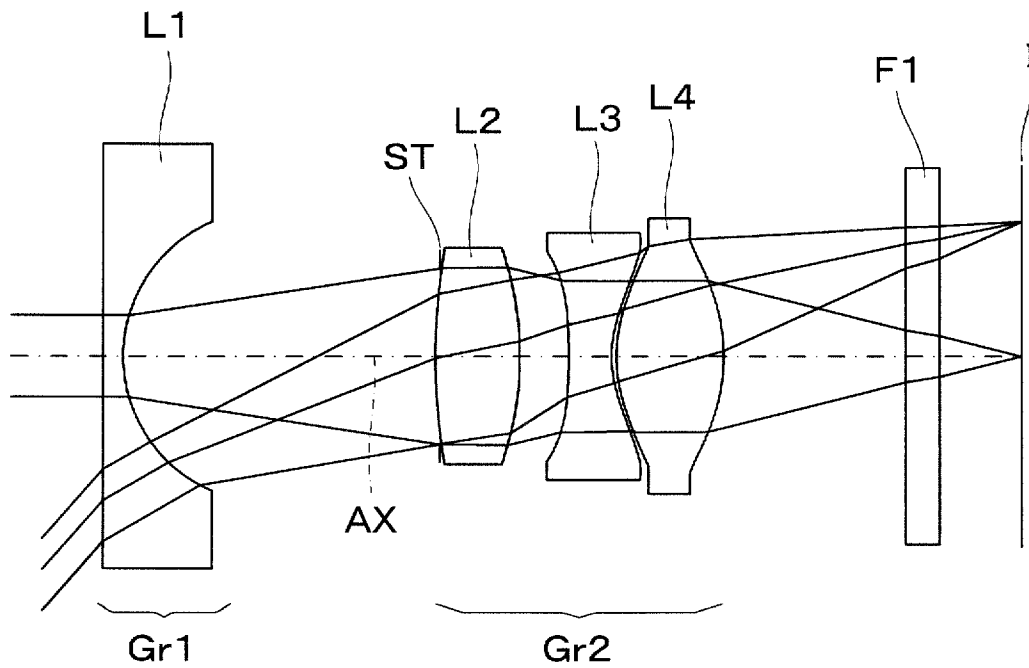
11(10)

FIG.2B

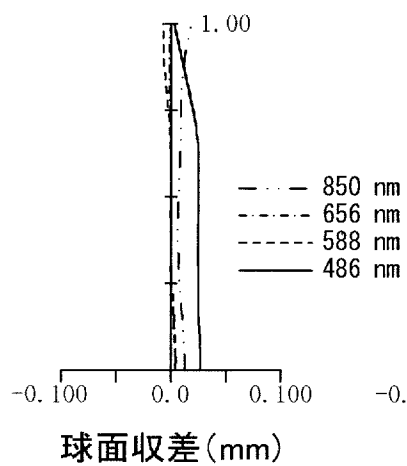


FIG.2C

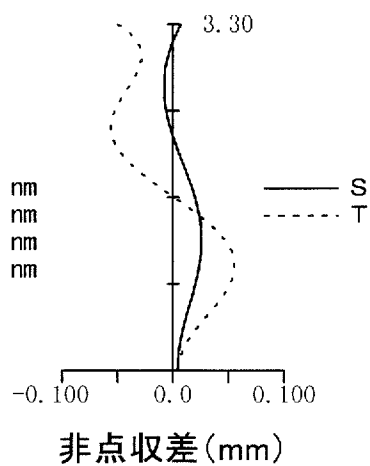
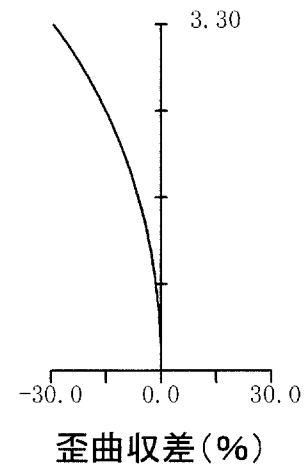


FIG.2D



[図3]

FIG.3A

12(10)

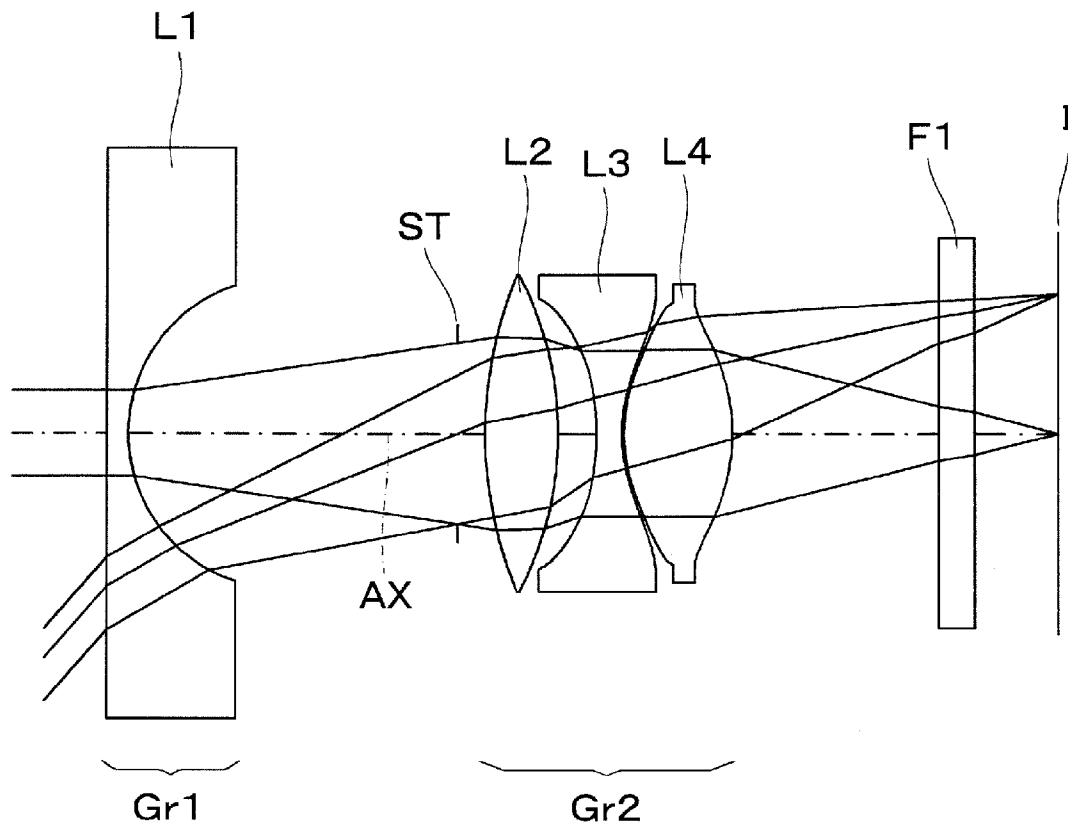


FIG.3B

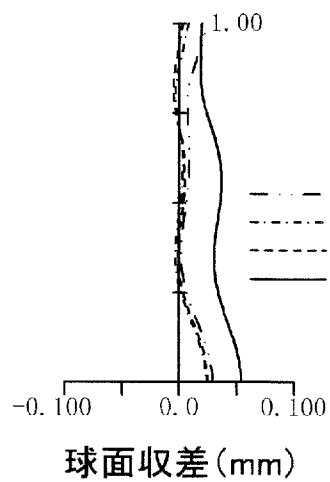


FIG.3C

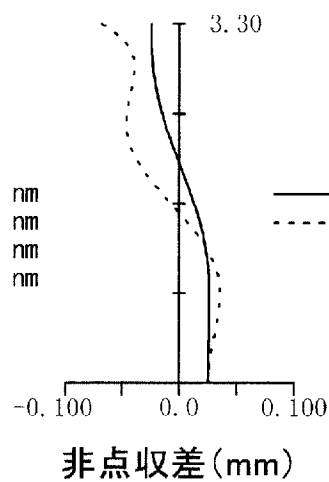
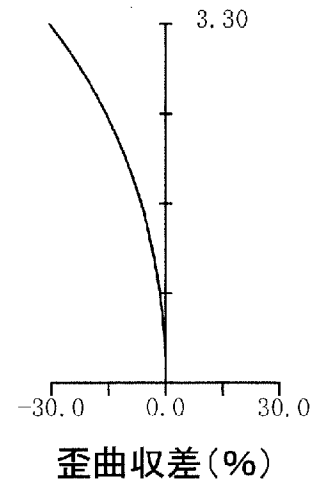


FIG.3D



[図4]

FIG.4A

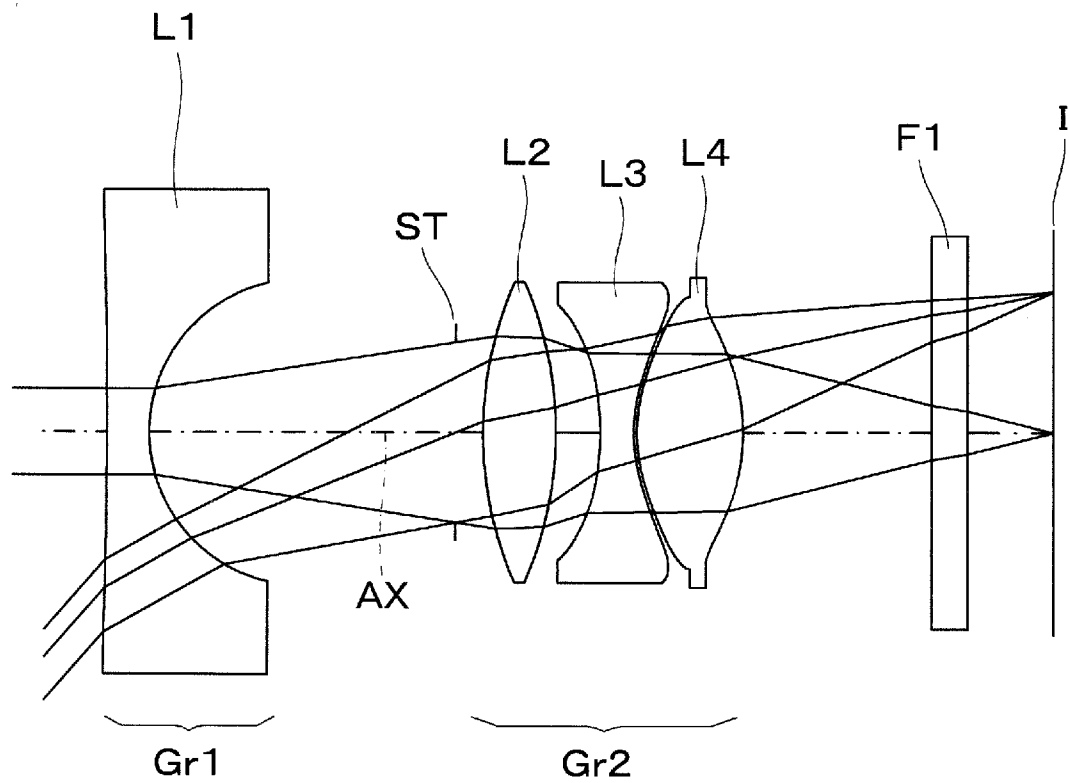
13(10)

FIG.4B

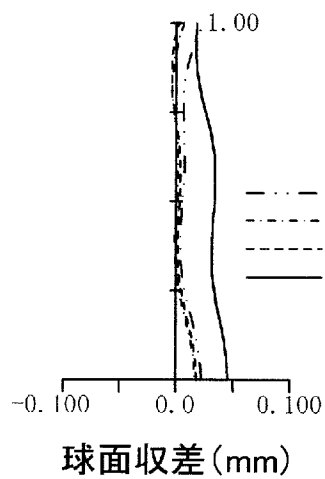


FIG.4C

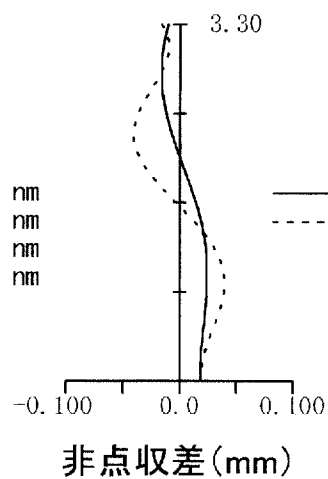
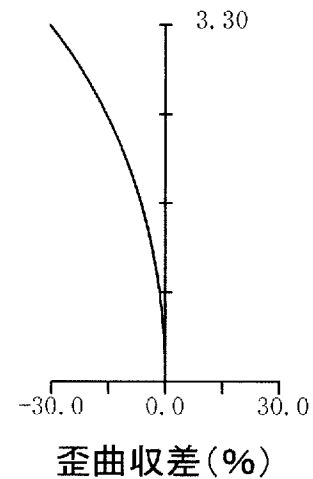


FIG.4D



[図5]

FIG.5A

14(10)

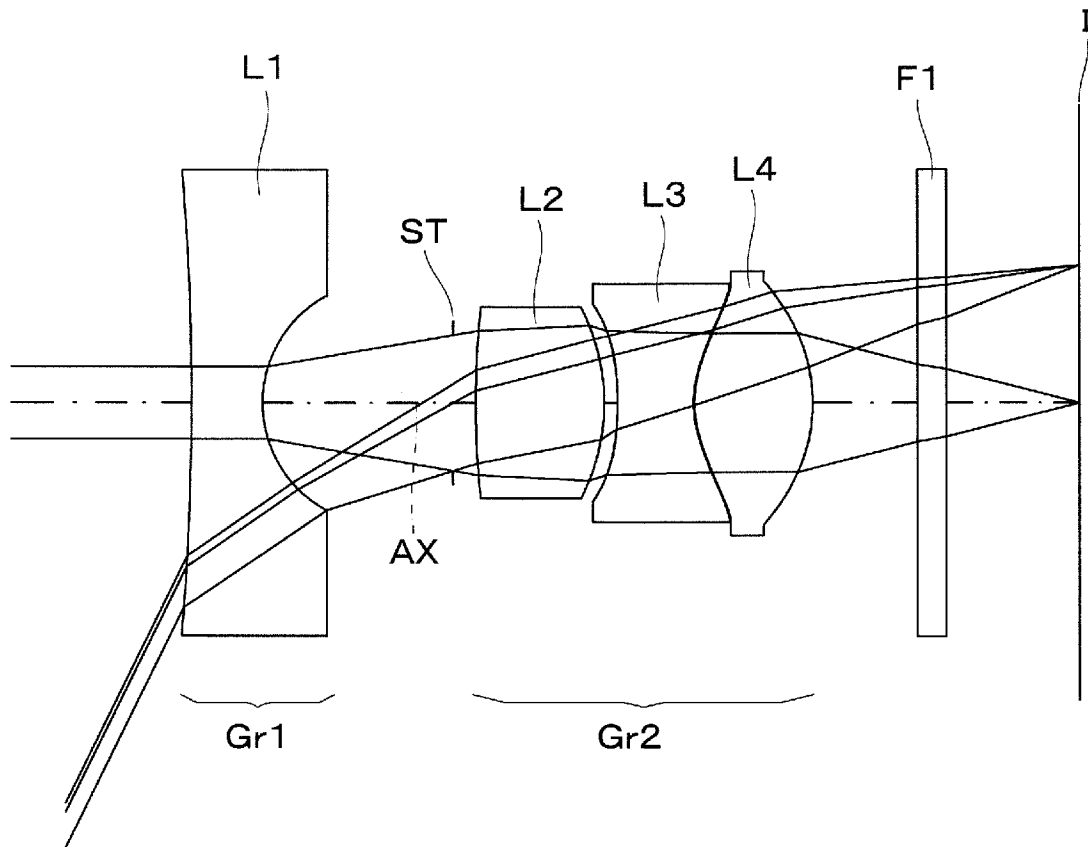
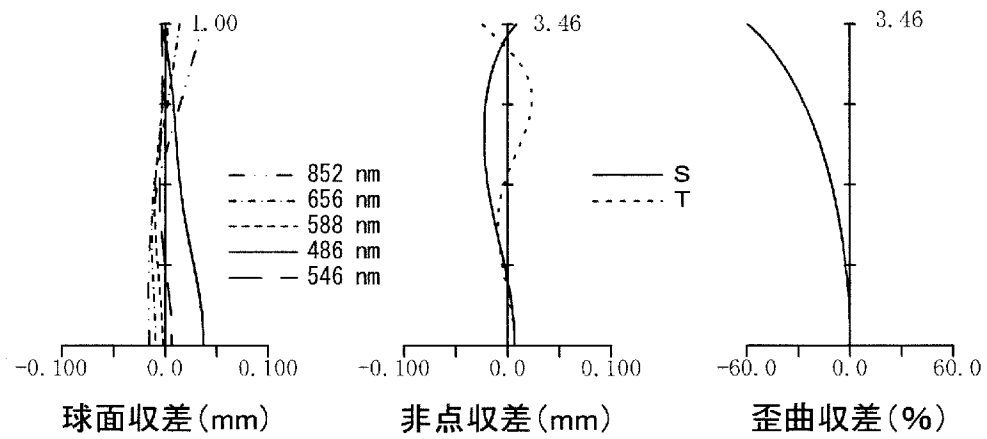


FIG.5B

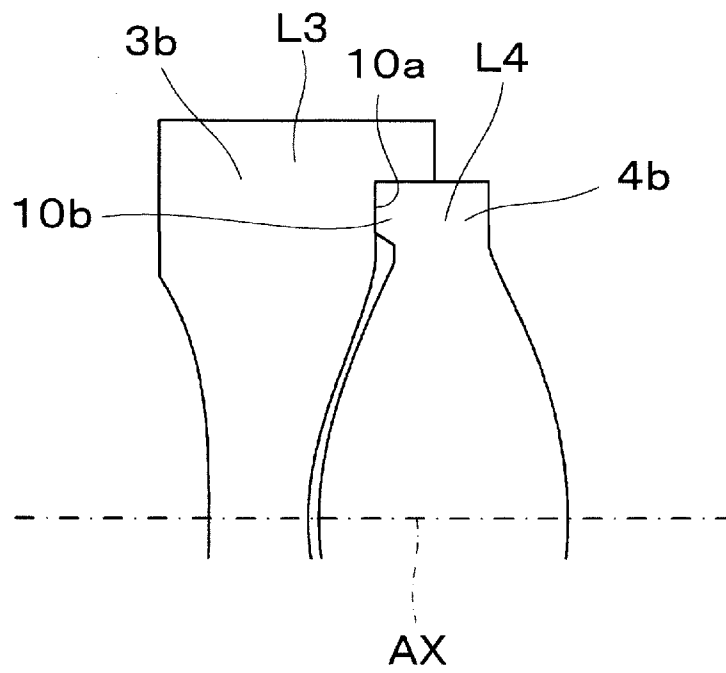
FIG.5C

FIG.5D



[図6]

FIG.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, 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	1996-2017
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 A	US 2012/0113530 A1 (TSUNG-HAN TSAI, HSIN-HSUAN HUANG), 10 May 2012 (10.05.2012), examples 1, 4; paragraph [0064] & TW 201219882 A & CN 201955534 U & CN 102466859 A	1, 5-6, 8-9 3-4, 7 2
X Y	WO 2013/014913 A1 (Fujifilm Corp.), 31 January 2013 (31.01.2013), example 2; paragraphs [0073], [0098] to [0099] & US 2014/0118849 A1 example 2; paragraphs [0102], [0127] to [0128] & EP 2738586 A1 & CN 203688899 U	1-2, 5-6, 8-9 3-4, 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
02 June 2017 (02.06.17)

Date of mailing of the international search report
13 June 2017 (13.06.17)

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/JP2017/013195

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-035867 A (Pentax Corp.), 07 February 2003 (07.02.2003), examples 7 to 8 & US 2003/0030918 A1 examples 7 to 8 & DE 10221401 A1	1, 4-9 2-3
Y A	JP 10-288736 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 27 October 1998 (27.10.1998), examples 2 to 4 (Family: none)	1, 3-6, 8-9 2, 7
Y A	JP 2012-203274 A (Sony Corp.), 22 October 2012 (22.10.2012), example 1 & US 2012/0249752 A1 example 1 & CN 102707449 A	1, 5-6, 8-9 2-4, 7
Y A	JP 2015-034885 A (Canon Inc.), 19 February 2015 (19.02.2015), examples 1, 3 to 4, 7 (Family: none)	1, 4-9 2-3
Y A	JP 2002-365535 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 December 2002 (18.12.2002), examples 6 to 9 (Family: none)	1, 3-6, 8-9 2, 7
Y A	JP 2015-143796 A (Hoya Corp.), 06 August 2015 (06.08.2015), example 1; paragraph [0009] & CN 104820278 A	1, 3-9 2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/04, 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	1971-2017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 A	US 2012/0113530 A1 (TSUNG-HAN TSAI, HSIN-HSUAN HUANG) 2012.05.10, 実施例 1, 4, 段落[0064]等 & TW 201219882 A & CN 201955534 U & CN 102466859 A	1, 5-6, 8-9 3-4, 7 2
X Y	W0 2013/014913 A1 (富士フイルム株式会社) 2013.01.31, 実施例 2, 段落[0073], [0098]-[0099]等 & US 2014/0118849 A1, 実施例 2, 段落 [0102], [0127]-[0128]等 & EP 2738586 A1 & CN 203688899 U	1-2, 5-6, 8-9 3-4, 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

「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

02.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

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)

殿岡 雅仁

2 V

4 7 4 8

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
Y A	JP 2003-035867 A (ペンタックス株式会社) 2003. 02. 07, 実施例 7-8 等 & US 2003/0030918 A1, 実施例 7-8 等 & DE 10221401 A1	1, 4-9 2-3
Y A	JP 10-288736 A (旭光学工業株式会社) 1998. 10. 27, 実施例 2-4 等 (ファミリーなし)	1, 3-6, 8-9 2, 7
Y A	JP 2012-203274 A (ソニー株式会社) 2012. 10. 22, 実施例 1 等 & US 2012/0249752 A1, 実施例 1 等 & CN 102707449 A	1, 5-6, 8-9 2-4, 7
Y A	JP 2015-034885 A (キヤノン株式会社) 2015. 02. 19, 実施例 1, 3-4, 7 等 (ファミリーなし)	1, 4-9 2-3
Y A	JP 2002-365535 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 12. 18, 実施例 6-9 等 (ファミリーなし)	1, 3-6, 8-9 2, 7
Y A	JP 2015-143796 A (HOYA株式会社) 2015. 08. 06, 実施例 1, 段落 [0009] 等 & CN 104820278 A	1, 3-9 2