

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4593715号
(P4593715)

(45) 発行日 平成22年12月8日 (2010. 12. 8)

(24) 登録日 平成22年9月24日 (2010. 9. 24)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/16 (2006. 01)

G O 2 B 15/16

G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-41670 (P2000-41670)
 (22) 出願日 平成12年2月18日 (2000. 2. 18)
 (65) 公開番号 特開2001-228394 (P2001-228394A)
 (43) 公開日 平成13年8月24日 (2001. 8. 24)
 審査請求日 平成19年1月10日 (2007. 1. 10)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 難波 則広
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群より構成され、該第2群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、該第4群を移動させて変倍に伴う像面変動を補正し、該第4群を移動させてフォーカスを行い、該第3群の物体側に絞りを有し、該第3群は、物体側より順に、物体側のレンズ面が凸面である正レンズG31と、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG32より成り、該第4群は両レンズ面が凸面の正レンズG41とメニスカス状の負レンズG42との接合レンズより成り、望遠端において無限遠物体に合焦したときの該第4群の倍率を $4T$ 、該負レンズG32の物体側と像面側のレンズ面の曲率半径を各々 R_{32a} 、 R_{32b} としたとき、

$$0.37 < |4T| < 0.65$$

$$1.9 < R_{32a} / R_{32b} < 3.0$$

なる条件を満足することを特徴とするリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 2】

前記第2群は物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG21、両面が凹面の負レンズG22、物体側に強い凸面を向けた正レンズG23より成り、広角端における前記第3群と前記第4群の間隔を D_{34w} 、前記第4群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$0.45 < D_{34w} / f_4 < 0.9$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 3】

前記正レンズ G 3 1 は少なくとも 1 つの非球面を有し、前記第 4 群の最も物体側に位置する前記正レンズ G 4 1 の物体側のレンズ面が非球面形状であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 4】

広角端における全系の焦点距離を f_w 、第 i 群の焦点距離を f_i としたとき、
 $0.3 < (R_{32a} - R_{32b}) / (R_{32a} + R_{32b}) < 0.5$
 $0.8 < |f_2| / f_w < 1.2$
 $0.8 < f_3 / f_4 < 1.5$

10

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 のズームレンズ。

【請求項 5】

前記負レンズ G 2 1 の媒質の屈折率を N_{21} とするとき、
 $1.84 < N_{21} < 1.95$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載のリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 6】

前記正レンズ G 3 1 は両レンズ面が非球面形状であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のリアフォーカス式のズームレンズ。

20

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項のリアフォーカス式のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リアフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に高変倍比でありながら、大口径比で構成レンズ枚数が少ないビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた光学機器に好適なものである。

【0002】

30

【従来の技術】

従来より写真用カメラやビデオカメラなどに使われるズームレンズにおいて、物体側の第 1 群より後方のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、いわゆるリアフォーカス方式を採用した例が色々と提案されている。これは、リアフォーカス方式がフォーカスの際に比較的小型軽量のレンズ群を移動させるので、レンズ群の駆動力が小さくてすみ、かつ、迅速な焦点合わせができるのでオートフォーカスシステムとの相性がいい等の特徴があるためである。

【0003】

例えば、特開昭 62 - 206516 号公報や特開昭 62 - 24213 号公報や特開昭 63 - 247316 号公報、そして特開平 4 - 43311 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、第 2 群を移動させて変倍を行い、変倍に伴う像面変動を第 4 群を移動させて補正すると共にフォーカスを行っている。

40

【0004】

特開昭 63 - 29718 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群と、負レンズ、負レンズ、正レンズの 3 枚のレンズにて構成され全体として負の屈折力で変倍時に可動であって主として変倍をつかさどる第 2 群と、正の屈折力を有し非球面を含む第 3 群と、少し大きな空気間隔をあけて正の屈折力を有し変倍に伴う像面変動を補正し、合焦のために移動する第 4 群より構成したズームレンズを開示している。

【0005】

50

特開平 5 - 7 2 4 7 2 号公報では、物体側より順に正の屈折力を持ち固定の第 1 群、負の屈折力を持ち変倍のための第 2 群、固定で集光作用を有し正の屈折力の第 3 群、像面位置を維持するために光軸上を移動する正の屈折力の第 4 群と非球面を有するズームレンズを開示している。これは、第 2 群はメニスカス状の負レンズと両凹レンズと正レンズを配し、第 3 群は 1 面以上の非球面である単レンズから構成され、第 4 群は 1 面以上の非球面を有するレンズで構成されている。

【 0 0 0 6 】

米国特許明細書第 4 2 9 9 4 5 4 では、物体側より順に第 1 正レンズ群、第 2 負レンズ群、後方の正レンズ群より構成され、負レンズ群を含む少なくとも 2 つのレンズ群を移動させて変倍を行い、第 2 負レンズ群は物体側から第 1、第 2 の負レンズと正のタブレットから成るズームレンズが開示されている。

10

【 0 0 0 7 】

また、所用 4 群リアフォーカス式ズームレンズにおいて、変倍用の第 2 群の屈折力を強めて所定の変倍比を確保するための第 2 群の光軸方向の移動量を少なくする方法がある。

【 0 0 0 8 】

上記のような構成にすると、変倍系であるレンズ群の第 1 群と第 2 群の間隔が短くなり、又絞りから第 1 群までの距離が短くなるので前玉径が小さくなる。それによって第 1 群の厚さを薄くすることが可能になるので、レンズ系全体の小型化が容易になる。

【 0 0 0 9 】

また、結像系である第 3 群と第 4 群を小型化する方法として、具体的に、第 3 群を物体側から順に正レンズと負レンズで構成し、第 3 群を所謂望遠レンズタイプとして第 3 群の主点位置を物体側に移動させて第 3 群と第 4 群の実距離間隔を短くして小型化を図る方法がある。このような構成のズームレンズが、例えば特開平 5 - 1 9 1 6 5 号公報、特開平 5 - 2 9 7 2 7 5 号公報、特開平 5 - 6 0 9 7 3 号公報、特開平 5 - 6 0 9 7 4 号公報、特開平 5 - 1 0 7 4 7 3 号公報、特開平 6 - 1 3 0 2 9 7 号公報、特開平 8 - 2 9 2 3 6 9 号公報、特開平 8 - 3 0 4 7 0 0 号公報、USP 5 1 8 9 5 5 8 号公報、USP 5 3 9 6 3 6 7 号公報等で提案されている。

20

【 0 0 1 0 】

【 発明が解決しようとする課題 】

一般にズームレンズにおいてリアフォーカス方式を採用すると、前述のごとくレンズ系全体が小型化され、又、迅速なるフォーカスが可能となり、さらに近接撮影が容易となる等の特徴が得られる。

30

【 0 0 1 1 】

しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が多くなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたり、レンズ系全体の小型化を図りつつ、高い光学性能を得るのが大変難しくなってくるという問題が生じてくる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、リアフォーカス方式を採用し、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第 1 群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ大口径比でありながらレンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

40

【 0 0 1 3 】

この他本発明は、ズーム比が 1 2 倍程度と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ F ナンバーが 1 . 6 から 2 程度と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【 0 0 1 4 】

【 課題を解決するための手段 】

請求項 1 の発明のリアフォーカス式のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群より構成され、該第 2 群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、該第 4 群を移動させて

50

変倍に伴う像面変動を補正し、該第4群を移動させてフォーカスを行い、該第3群の物体側に絞りを有し、該第3群は、物体側より順に、物体側のレンズ面が凸面である正レンズG31と、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG32より成り、該第4群は両レンズ面が凸面の正レンズG41とメニスカス状の負レンズG42との接合レンズより成り、望遠端において無限遠物体に合焦したときの該第4群の倍率を4T、該負レンズG32の物体側と像面側のレンズ面の曲率半径を各々R32a、R32bとしたとき、

$$0.37 < |4T| < 0.65 \quad \dots (1)$$

$$1.9 < R32a / R32b < 3.0 \quad \dots (2)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0015】

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第2群は物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG21、両面が凹面の負レンズG22、物体側に強い凸面を向けた正レンズG23より成り、広角端における前記第3群と前記第4群の間隔をD34w、前記第4群の焦点距離をf4とするとき、

$$0.45 < D34w / f4 < 0.9 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0016】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記正レンズG31は少なくとも1つの非球面を有し、前記第4群の最も物体側に位置する前記正レンズG41の物体側のレンズ面が非球面形状であることを特徴としている。

【0017】

請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において、広角端における全系の焦点距離をfw、第i群の焦点距離をfiとしたとき、

$$0.3 < (R32a - R32b) / (R32a + R32b) < 0.5$$

$$0.8 < |f2| / fw < 1.2$$

$$0.8 < f3 / f4 < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0018】

請求項5の発明は請求項2の発明において、前記負レンズG21の媒質の屈折率をN21とするとき、

$$1.84 < N21 < 1.95$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0019】

請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記正レンズG31は両レンズ面が非球面形状であることを特徴としている。

【0020】

請求項7の発明の光学機器は、請求項1から6のいずれか1項のリアフォーカス式のズームレンズを有することを特徴としている。

【0022】

【発明の実施の形態】

図1～図16は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの実施形態における説明図である。

【0023】

具体的には、図1は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施1の要部断面図、図2、図3、図4は数値実施1の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。図5は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施2の要部断面図、図6、図7、図8は数値実施2の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。図9は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施3の要部断面図、図10、図11、図12は数値実施3の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。図13は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施4の要部断面図、図14、図15、

10

20

30

40

50

図 16 は数値実施 4 の広角端，中間，望遠端のズーム位置における収差図である。

【0024】

図中 L1 は正の屈折力の第 1 群、L2 は負の屈折力の第 2 群、L3 は正の屈折力の第 3 群、L4 は正の屈折力の第 4 群である。SP は開口絞りであり、第 3 群 L3 の前方に配置している。

【0025】

G は色分解プリズムやフェイスプレートやフィルター等のガラスブロックである。IP は像面であり、CCD 等の撮像素子が配置されている。

【0026】

本発明のリアフォーカス式ズームレンズの実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第 2 群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第 4 群を物体側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。

10

【0027】

また、第 4 群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。同図に示す第 4 群の実線の曲線 4a と点線の曲線 4b は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第 1 群と第 3 群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0028】

又、本発明においては、第 4 群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第 4 群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線 4a，4b に示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第 3 群と第 4 群との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

20

【0029】

本発明において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線 4c に示すように第 4 群を前方へ繰り出すことにより行っている。そして、本発明のリアフォーカス式ズームレンズは、該第 3 群の最も物体側に絞りを有している。

【0030】

そして、該第 3 群の物体側に絞りを有している。第 3 レンズ群 L3 は物体側より順に物体側のレンズ面が凸面である正レンズ G31 と、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ G32 より成っている。該第 4 群は両レンズ面が凸面の正レンズ G41 とメニスカス状の負レンズ G42 との接合レンズより成ることを基本構成としている。

30

【0031】

そして本発明では条件式 (1)，(2) を満足することを特徴としている。又、該第 2 群は物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ G21、両面が凹面の負レンズ G22、物体側に強い凸面を向けた正レンズ G23 より成り、条件式 (3) を満足することを特徴としている。

【0032】

特に本発明では第 3 群を物体側から順に正レンズと負レンズで構成し、第 3 群を所謂望遠レンズタイプとして第 3 群の主点位置を物体側に移動させて第 3 群と第 4 群の実距離間隔を短くしてさらなる小型化を図っている。

40

【0033】

又、本発明のズームレンズでは第 3 群の最も物体側の正レンズの物体側のレンズ面を非球面として主に球面収差の補正を行っている。さらに像側のレンズ面も非球面としても良く、これによれば球面収差をより良好に補正することができるため大口径と球面収差の補正が両立可能となる。

【0034】

また球面収差の補正を主に物体側のレンズ面に分担させ、像側のレンズ面に軸外光束の上線、下線の屈曲のバランスを図ることでコマ収差を補正するようにしても良い。これに

50

よれば画面全域に渡ってより高解像な光学性能を有したズームレンズが提供できる。

【 0 0 3 5 】

また第 4 群を物体側より順に正レンズと負レンズの接合レンズで構成し、色収差補正と小型化を図っている。さらに本発明では第 4 群の正レンズの物体側のレンズ面を非球面としても良く、これによれば軸外の諸収差を良好に補正することができる。なお、本発明において非球面は必ずしも設ける必要はない。

【 0 0 3 6 】

次に前述の条件式 (1) ~ (3) の技術的意味について説明する。

【 0 0 3 7 】

条件式 (1) は第 4 群の倍率を規定した式である。条件式 (1) の上限を超えるとバックフォーカスが短くなりすぎ、フィルター、CCD のフェイスプレート等を配置するための空間がとれないため良くない。また下限を超えるとバックフォーカスが長くなりすぎレンズ全長の大型化を招くため良くない。

10

【 0 0 3 8 】

条件式 (2) は第 3 群の像側に配置されたメニスカス状の負レンズ G 3 2 のレンズ形状を規定している式である。

【 0 0 3 9 】

条件式 (2) の上限を超えると第 3 群の後側主点位置が物体側に寄りすぎて第 3 群と第 4 群の実際の間隔が短くなりすぎ像面変動補正のために移動する第 4 群の移動スペースを十分確保することができなくなるため良くない。また下限を超えると第 3 群の後側主点位置を物体側に移動させて小型化する効果が薄れレンズ全長の大型化を招くため良くない。

20

【 0 0 4 0 】

条件式 (3) は広角端における第 3 群と第 4 群の間隔を規定した式である。条件式 (3) の上限を超えると第 3 群と第 4 群の間隔が大きくなりレンズ全長の大型化を招く。また下限値を超えると第 4 群の移動スペースが確保できず所望の近距離撮影ができなくなり適当ではない。

【 0 0 4 1 】

本発明では以上説明したように各レンズ群を構成することにより、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第 1 群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で、ズーム比が 1.2 倍と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ F ナンバーが 1.6 から 2 程度と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式のズームレンズを達成している。

30

【 0 0 4 2 】

本発明の目的とするリアフォーカス式のズームレンズは、以上の構成により達成されるが、更に次の構成要件のうち少なくとも 1 つ以上を満足させるのがレンズ系全体の小型化及び収差補正上、好ましい。

【 0 0 4 3 】

(ア - 1) 前記正レンズ G 3 1 は少なくとも 1 面に非球面を有し、前記正レンズ G 4 1 は少なくとも 1 面に非球面を有し、そのうち 1 つの非球面は第 4 群内において最も物体側に位置することである。

40

【 0 0 4 4 】

(ア - 2) 前記負レンズ G 3 2 の物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々 R 3 2 a 、 R 3 2 b 、 広角端での全系の焦点距離を f w 、 第 i 群の焦点距離を f i としたとき、

$$0.3 < (R 3 2 a - R 3 2 b) / (R 3 2 a + R 3 2 b) < 0.5 \quad (4)$$

$$0.8 < |f 2| / f w < 1.2 \quad (5)$$

$$0.8 < f 3 / f 4 < 1.5 \quad (6)$$

なる条件式を満足することである。

【 0 0 4 5 】

条件式 (4) は第 3 群のメニスカス状の負レンズ G 3 2 のレンズの形状因子を規定する式であり、条件式 (2) に加えてさらに形状を限定している。

50

【 0 0 4 6 】

条件式 (4) の上限を超えると第 3 群の後側主点位置が物体側に寄りすぎて第 3 群と第 4 群の実際の間隔が短くなりすぎ像面変動補正のために移動する第 4 群の移動スペースを十分確保することができなくなるため良くない。

【 0 0 4 7 】

またレンズ面の曲率がきつくなるため製造誤差に起因する偏芯時の性能劣化が大きくなるためよくない。また下限を超えると第 3 群の後側主点位置を物体側に移動させて小型化する効果が薄れレンズ全長の大型化を招くためよくない。

【 0 0 4 8 】

条件式 (5) は主変倍レンズ群である第 2 群の焦点距離を規定した式であり、上限を超えて第 2 群の屈折力が弱まると所望のズーム比を達成するために第 2 群の移動量が大きくなり、レンズ全長及び前玉径の増大を招き良くない。

10

【 0 0 4 9 】

また下限を超えて第 2 群の屈折力が強まると小型化には有利であるが諸収差を良好に補正するのが困難となる。特にペッツパール和が負の方向に大きくなり像面がオーバーとなるため良くない。また、変倍時の像ゆれが起こりやすくなり機械構成が複雑になり適当ではない。

【 0 0 5 0 】

条件式 (6) は結像系である第 3 群と第 4 群を小型化を図るための最適な屈折力配分を表している。

20

【 0 0 5 1 】

特に第 3 群と第 4 群の間隔を最適にした時、第 3 群から射出する光束を第 4 群に略アフォーカルで入射させ、最適なバックフォーカスを確保するためのものである。上限値を超えると第 3 群から射出する光線がアフォーカルから逸脱し、第 4 群が大型化してくる、また第 4 群の移動に伴う収差変動が大きくなり好ましくない。逆に下限値を越えると第 4 群の屈折力が弱くなり、フォーカスのための移動量が大きくなり全長が長くなっていく。

【 0 0 5 2 】

(ア - 3) 前記負レンズ G 2 1 の媒質の屈折率を N_{21} とおいたとき

$$1.84 < N_{21} < 1.95 \quad (7)$$

なる条件式を満足することである。

30

【 0 0 5 3 】

条件式 (7) は第 2 群の最も物体側のメニスカス状の負レンズ G 2 1 の材質の屈折率を規定している式である。

【 0 0 5 4 】

条件式 (7) の上限値を超えると像面湾曲は有利になるが、実際に使用可能な硝材を考慮するとアッペ数が小さくなり、色収差の補正が困難になっていく。また下限値を超えるとペッツパール和が負の方向に大きくなり像面がオーバーとなり好ましくない。

【 0 0 5 5 】

(ア - 4) 前記正レンズ G 3 1 は両レンズ面ともに非球面であることである。

【 0 0 5 6 】

(ア - 5) 第 1 群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、そして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより構成することである。

40

【 0 0 5 7 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラの実施形態を図 17 を用いて説明する。

【 0 0 5 8 】

図 17 において、10 はビデオカメラ本体、11 は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12 は撮影光学系 11 によって被写体像を受光する CCD 等の撮像素子、13 は撮像素子 12 が受光した被写体像を記録する記録手段、14 は不図示の表示素子

50

に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子 12 上に形成された被写体像が表示される。15 は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【0059】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器が実現できる。

【0060】

以下に、本発明の数値実施例を記載する。

【0061】

各数値実施例において R_i は物体側より順に第 i 番目の面の曲率半径、 D_i は物体側より順に第 i 番目の面と第 $(i + 1)$ 番目の面の間隔、 N_i と i は各々物体側より順に第 i 番目の光学部材のガラスの屈折率とアッペ数である。

10

【0062】

非球面形状は、光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし、 R を近軸曲率半径、各非球面係数を K, B, C, D, E, F としたとき、

【0063】

【数 1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

20

【0064】

なる式で表している。また、例えば「 $e - Z$ 」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。

【0065】

前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 - 1 に示す。

【0066】

【外 1】

数值实施例 1

$$f = 1 \sim 11.78 \quad F n o = 2.05 \sim 2.73 \quad 2 \omega = 60.8^\circ \sim 5.7^\circ$$

R 1 =	8.016	D 1 =	0.26	N 1 =	1.846660	ν 1 =	23.9	
R 2 =	4.054	D 2 =	1.29	N 2 =	1.603112	ν 2 =	60.6	
R 3 =	-47.094	D 3 =	0.04					
R 4 =	3.695	D 4 =	0.72	N 3 =	1.712995	ν 3 =	53.9	
R 5 =	11.458	D 5 =	可変					
R 6 =	8.336	D 6 =	0.12	N 4 =	1.882997	ν 4 =	40.8	10
R 7 =	1.049	D 7 =	0.57					
R 8 =	-1.576	D 8 =	0.12	N 5 =	1.603112	ν 5 =	60.6	
R 9 =	1.576	D 9 =	0.43	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.9	
R10 =	-33.568	D10 =	可変					
R11 =	絞り	D11 =	0.19					
R12 =	1.489	D12 =	0.72	N 7 =	1.583130	ν 7 =	59.4	
R13 =	-4.099	D13 =	0.04					
R14 =	3.700	D14 =	0.14	N 8 =	1.846660	ν 8 =	23.9	
R15 =	1.601	D15 =	可変					
R16 =	2.331	D16 =	0.67	N 9 =	1.583130	ν 9 =	59.4	20
R17 =	-1.873	D17 =	0.12	N10 =	1.846660	ν 10 =	23.9	
R18 =	-3.673	D18 =	可変					
R19 =	∞	D19 =	0.72	N11 =	1.516330	ν 11 =	64.1	
R20 =	∞							

\ 焦点距離		1.00	4.96	11.78	
可変間隔\					
D 5		0.14	2.43	3.07	
D10		3.24	0.96	0.31	
D15		2.00	1.29	2.39	
D18		0.69	1.41	0.31	30

非球面係数

$$R12 \quad k = -6.18049e-02 \quad B = -3.14494e-02 \quad C = -1.01953e-02 \quad D = 1.35693e-02 \quad E = -1.27212e-03 \\ F = 0$$

$$R13 \quad k = -2.76323e+01 \quad B = -1.81225e-02 \quad C = 1.65334e-02 \quad D = 1.69561e-02 \quad E = -5.30983e-03 \\ F = 0$$

$$R16 \quad k = -5.39679e+00 \quad B = 4.91340e-02 \quad C = -7.82426e-02 \quad D = 2.18595e-01 \quad E = -3.43488e-01 \\ F = 2.02224e-01$$

【 0 0 6 7 】

【 外 2 】

数值实施例 2

$$f = 1 \sim 12.00 \quad F n o = 1.64 \sim 2.51 \quad 2 \omega = 61.7^\circ \sim 5.7^\circ$$

R 1 =	8.170	D 1 =	0.27	N 1 =	1.846660	ν 1 =	23.9
R 2 =	4.222	D 2 =	1.46	N 2 =	1.603112	ν 2 =	60.6
R 3 =	-41.612	D 3 =	0.04				
R 4 =	3.830	D 4 =	0.73	N 3 =	1.712995	ν 3 =	53.9
R 5 =	11.276	D 5 =	可変				
R 6 =	5.717	D 6 =	0.12	N 4 =	1.882997	ν 4 =	40.8
R 7 =	1.069	D 7 =	0.58				
R 8 =	-1.613	D 8 =	0.12	N 5 =	1.603112	ν 5 =	60.6
R 9 =	1.628	D 9 =	0.44	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.9
R10 =	-703.565	D10 =	可変				
R11 =	絞り	D11 =	0.20				
R12 =	1.539	D12 =	0.73	N 7 =	1.583130	ν 7 =	59.4
R13 =	-4.852	D13 =	0.04				
R14 =	4.130	D14 =	0.15	N 8 =	1.846660	ν 8 =	23.9
R15 =	1.714	D15 =	可変				
R16 =	2.176	D16 =	0.68	N 9 =	1.583130	ν 9 =	59.4
R17 =	-1.761	D17 =	0.12	N10 =	1.846660	ν 10 =	23.9
R18 =	-3.285	D18 =	可変				
R19 =	∞	D19 =	0.73	N11 =	1.516330	ν 11 =	64.1
R20 =	∞						

10

20

可変間隔 \ 焦点距離	1.00	4.83	12.00
D 5	0.15	2.48	3.13
D10	3.30	0.97	0.32
D15	2.24	1.65	2.69
D18	0.70	1.30	0.26

30

非球面係数

$$R12 \quad k = -7.47685e-02 \quad B = -2.82833e-02 \quad C = -1.06115e-02 \quad D = 1.08119e-02 \quad E = -1.26616e-03 \\ F = 0$$

$$R13 \quad k = -3.78060e+01 \quad B = -1.74716e-02 \quad C = 1.07386e-02 \quad D = 1.36634e-02 \quad E = -4.24190e-03 \\ F = 0$$

$$R16 \quad k = -5.06624e+00 \quad B = 5.16681e-02 \quad C = -6.97366e-02 \quad D = 1.83713e-01 \quad E = -2.87486e-01 \\ F = 1.70112e-01$$

【 0 0 6 8 】

【 外 3 】

40

数值实施例 3

$$f = 1 \sim 12.62 \quad F n o = 2.05 \sim 2.72 \quad 2 \omega = 62.3^\circ \sim 5.5^\circ$$

R 1 =	8.255	D 1 =	0.27	N 1 =	1.846660	ν 1 =	23.9	
R 2 =	4.148	D 2 =	1.33	N 2 =	1.603112	ν 2 =	60.6	
R 3 =	-48.349	D 3 =	0.04					
R 4 =	3.786	D 4 =	0.74	N 3 =	1.712995	ν 3 =	53.9	
R 5 =	11.896	D 5 =	可変					
R 6 =	8.440	D 6 =	0.12	N 4 =	1.882997	ν 4 =	40.8	10
R 7 =	1.080	D 7 =	0.59					
R 8 =	-1.623	D 8 =	0.12	N 5 =	1.603112	ν 5 =	60.6	
R 9 =	1.656	D 9 =	0.44	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.9	
R10 =	-37.589	D10 =	可変					
R11 =	絞り	D11 =	0.20					
R12 =	1.489	D12 =	0.74	N 7 =	1.583130	ν 7 =	59.4	
R13 =	-3.870	D13 =	0.04					
R14 =	3.664	D14 =	0.15	N 8 =	1.846660	ν 8 =	23.9	
R15 =	1.662	D15 =	可変					
R16 =	2.355	D16 =	0.69	N 9 =	1.583130	ν 9 =	59.4	20
R17 =	-1.622	D17 =	0.12	N10 =	1.846660	ν 10 =	23.9	
R18 =	-3.633	D18 =	可変					
R19 =	∞	D19 =	0.74	N11 =	1.516330	ν 11 =	64.1	
R20 =	∞							

\ 焦点距離	1.00	4.98	12.62	
可変間隔\				
D 5	0.15	2.50	3.17	
D10	3.34	0.98	0.32	
D15	1.92	1.19	2.50	
D18	0.71	1.44	0.13	30

非球面係数

R12 $k = -1.94312e-02$ $B = -2.39828e-02$ $C = -9.11649e-03$ $D = 1.75427e-02$ $E = -1.40727e-03$
 $F = 0$
R13 $k = -2.53349e+01$ $B = -4.32497e-03$ $C = 2.13151e-02$ $D = 1.33425e-02$ $E = 1.00432e-03$
 $F = 0$
R16 $k = -4.76182e+00$ $B = 4.68179e-02$ $C = -5.12184e-02$ $D = 1.39138e-01$ $E = -2.63563e-01$
 $F = 1.84848e-01$

【 0 0 6 9 】

【 外 4 】

数值实施例 4

$$f = 1 \sim 12.31 \quad F n o = 2.05 \sim 2.54 \quad 2 \omega = 63.0^\circ \sim 5.7^\circ$$

R 1 =	8.378	D 1 =	0.28	N 1 =	1.846660	ν 1 =	23.9	
R 2 =	4.207	D 2 =	1.35	N 2 =	1.603112	ν 2 =	60.6	
R 3 =	-50.516	D 3 =	0.04					
R 4 =	3.849	D 4 =	0.75	N 3 =	1.712995	ν 3 =	53.9	
R 5 =	12.005	D 5 =	可変					
R 6 =	7.218	D 6 =	0.13	N 4 =	1.882997	ν 4 =	40.8	10
R 7 =	1.096	D 7 =	0.60					
R 8 =	-1.647	D 8 =	0.13	N 5 =	1.603112	ν 5 =	60.6	
R 9 =	1.683	D 9 =	0.45	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.9	
R10 =	-55.141	D10 =	可変					
R11 =	絞り	D11 =	0.20					
R12 =	1.524	D12 =	0.75	N 7 =	1.583130	ν 7 =	59.4	
R13 =	-4.306	D13 =	0.04					
R14 =	3.002	D14 =	0.15	N 8 =	1.846660	ν 8 =	23.9	
R15 =	1.533	D15 =	可変					
R16 =	2.279	D16 =	0.70	N 9 =	1.583130	ν 9 =	59.4	20
R17 =	-1.607	D17 =	0.13	N10 =	1.846660	ν 10 =	23.9	
R18 =	-3.471	D18 =	可変					
R19 =	∞	D19 =	0.75	N11 =	1.516330	ν 11 =	64.1	
R20 =	∞							

\ 焦点距離 可変間隔\	1.00	4.91	12.31	
	D 5	0.15	2.54	3.21
	D10	3.39	1.00	0.33
	D15	1.95	1.28	2.47
	D18	0.72	1.39	0.20

非球面係数

R12	k = -1.91509e-02	B = -3.27764e-02	C = -6.21002e-03	D = 7.47172e-03	E = -7.64026e-03	F = 0
R13	k = -2.98473e+01	B = -1.93503e-02	C = 2.14777e-02	D = 1.25941e-03	E = -8.25351e-03	F = 0
R16	k = -4.26606e+00	B = 4.36908e-02	C = -4.77108e-02	D = 1.26385e-01	E = -2.04842e-01	F = 1.21693e-01

【 0 0 7 0 】

【 表 1 】

表-1

条件式	数値実施例			
	1	2	3	4
(1)	0.43	0.38	0.59	0.55
(2)	2.31	2.41	2.21	1.96
(3)	0.66	0.81	0.59	0.64
(4)	0.40	0.41	0.34	0.32
(5)	1.01	1.05	1.03	1.06
(6)	1.11	1.34	0.96	1.05
(8)	1.88	1.88	1.88	1.88

【0071】

【発明の効果】

本発明によれば、リアフォーカス方式を採用し、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第1群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ大口径比でありながらレンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【0072】

この他本発明によれば、ズーム比が1.2倍程度と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつFナンバーが1.6から2程度と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

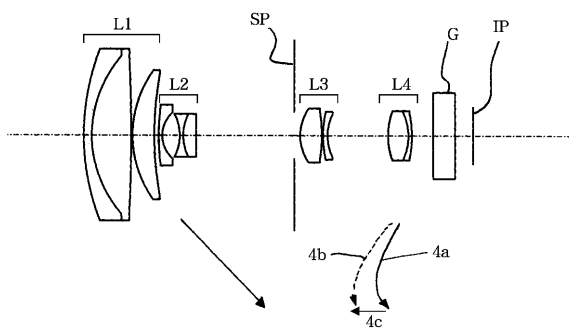
- 【図1】 数値実施例1のレンズ断面図
- 【図2】 数値実施例1の広角端の収差図
- 【図3】 数値実施例1の中間の収差図
- 【図4】 数値実施例1の望遠端の収差図
- 【図5】 数値実施例2のレンズ断面図
- 【図6】 数値実施例2の広角端の収差図
- 【図7】 数値実施例2の中間の収差図
- 【図8】 数値実施例2の望遠端の収差図
- 【図9】 数値実施例3のレンズ断面図
- 【図10】 数値実施例3の広角端の収差図
- 【図11】 数値実施例3の中間の収差図
- 【図12】 数値実施例3の望遠端の収差図
- 【図13】 数値実施例4のレンズ断面図
- 【図14】 数値実施例4の広角端の収差図
- 【図15】 数値実施例4の中間の収差図
- 【図16】 数値実施例4の望遠端の収差図
- 【図17】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

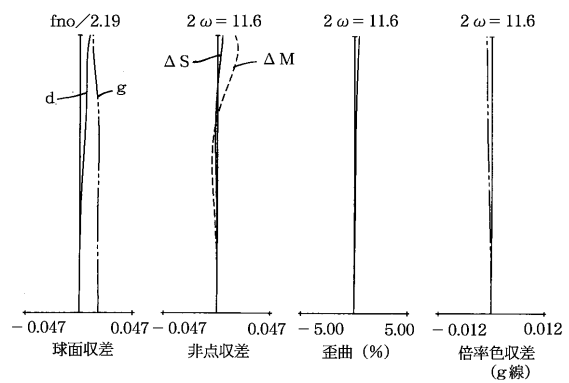
- L1 第1群
- L2 第2群
- L3 第3群
- L4 第4群
- SP 絞り
- G ガラスブロック
- IP 像面

d d 線
 M メリディオナル像面
 S サジタル像面

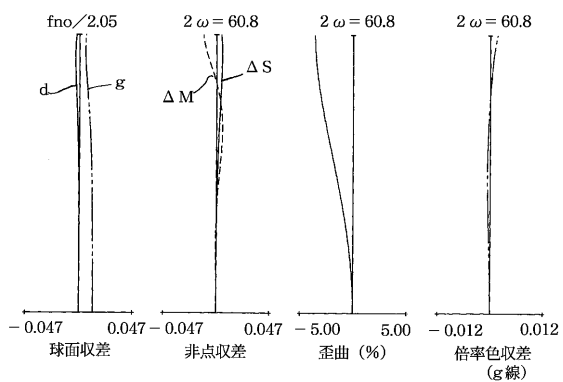
【図 1】



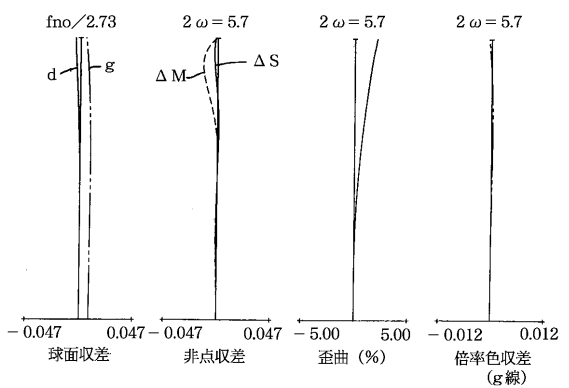
【図 3】



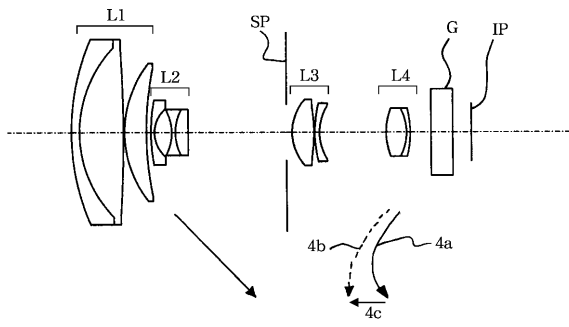
【図 2】



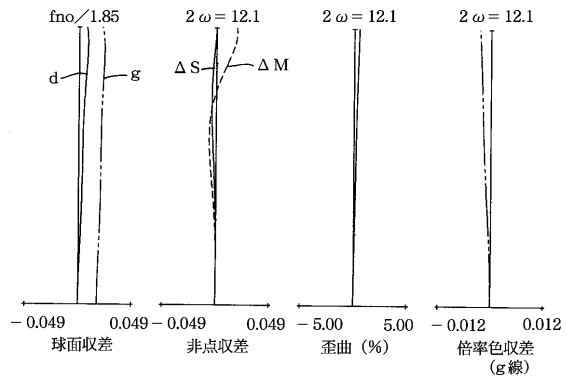
【図 4】



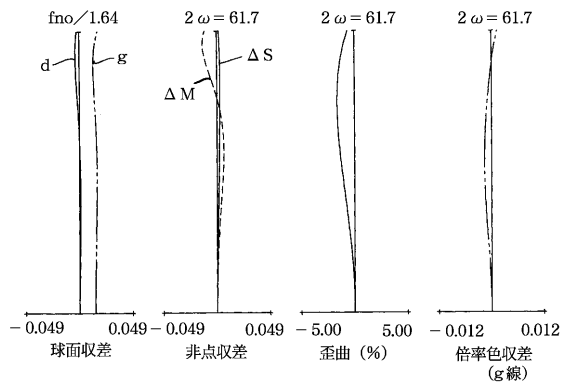
【図 5】



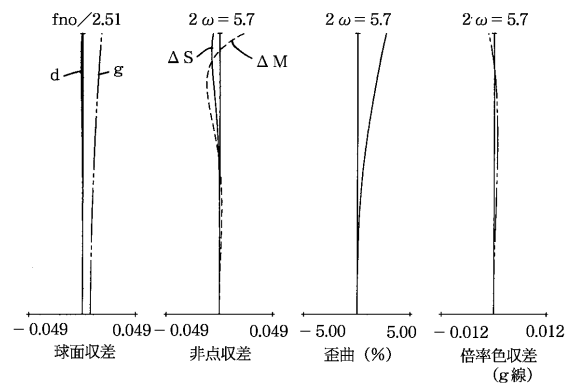
【図 7】



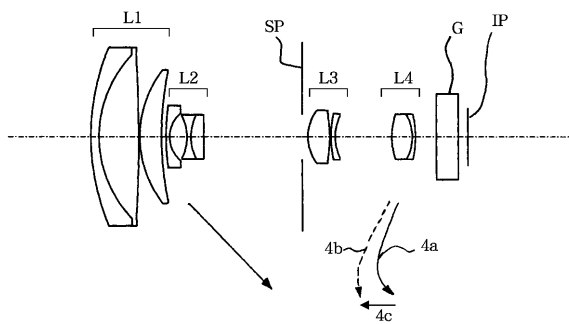
【図 6】



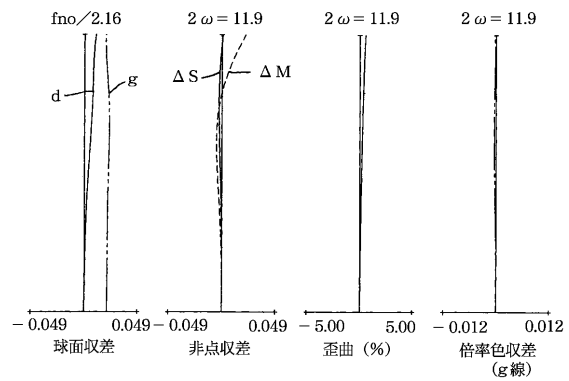
【図 8】



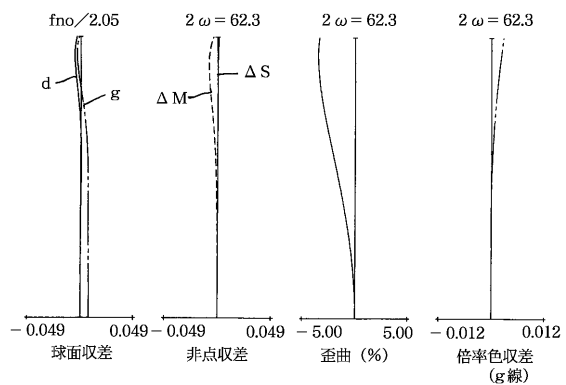
【図 9】



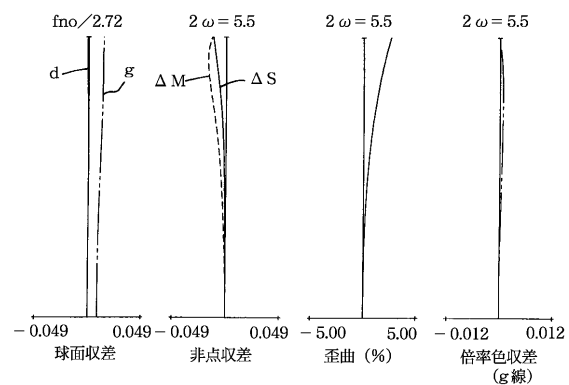
【図 11】



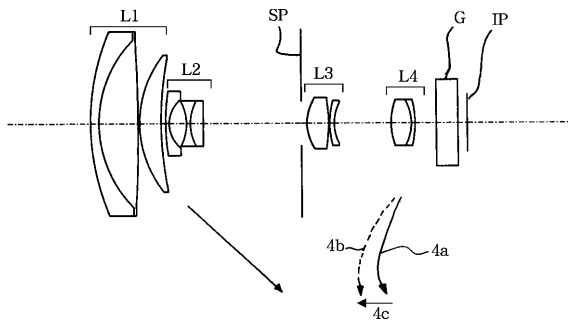
【図 10】



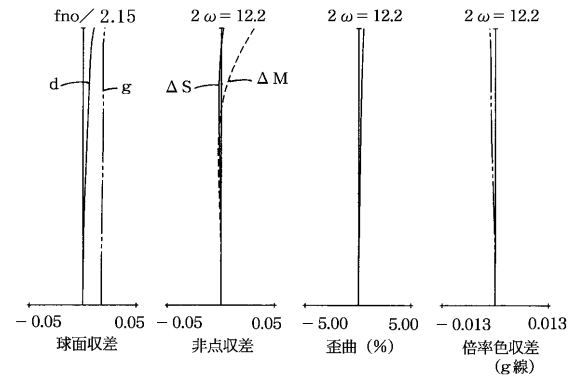
【図 12】



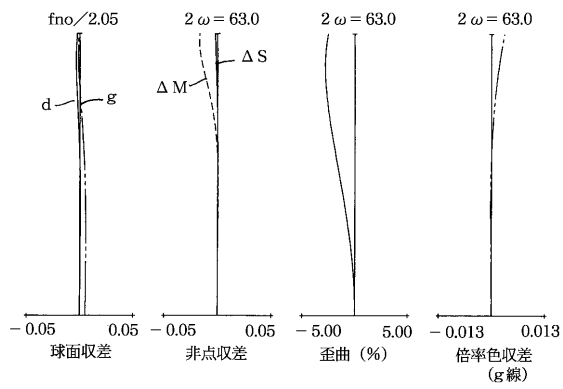
【図 13】



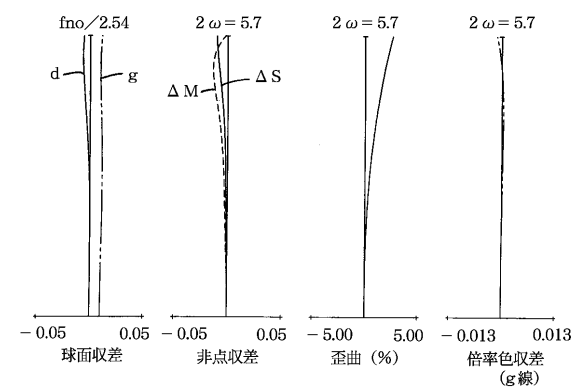
【図 15】



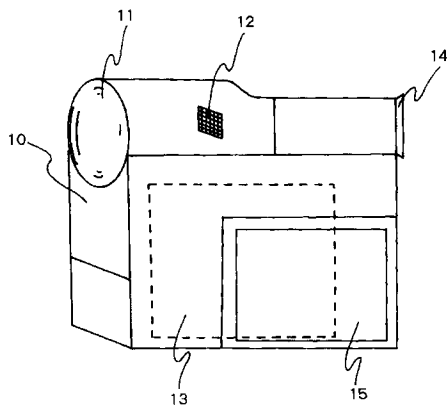
【図 14】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 3 0 5 1 2 4 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 6 0 9 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 4 7 1 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 5 1 1 9 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 7 1 6 1 6 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G02B 15/00-15/28