

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-109653

(P2004-109653A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 15/20

G02B 13/18

F I

G02B 15/20

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2002-273680 (P2002-273680)

(22) 出願日 平成14年9月19日 (2002.9.19)

(71) 出願人 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 浜野 博之

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

(72) 発明者 猿渡 浩

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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有するカメラ

(57) 【要約】

【課題】 デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、フィルム用カメラ等に好適な4群構成のズームレンズを得ること。

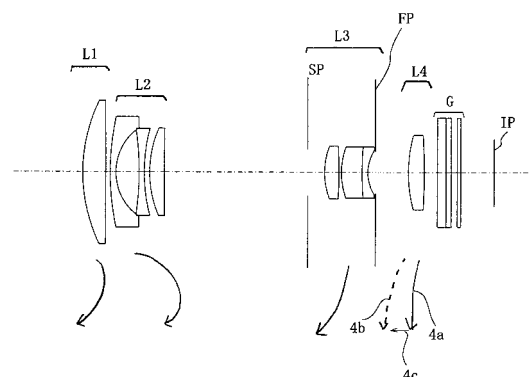
【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4を有するズームレンズにおいて、変倍に際して、各レンズ群が移動し、このうち、第1レンズ群L1と第3レンズ群L3は広角端に比べて望遠端で物体側に位置する様に移動する。第1レンズ群L1を1つのレンズで構成する。広角端から望遠端の変倍における第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の光軸方向の最大移動量を各々M1、M2、M3とすると、

1. $0 < |M1/M2| < 7.0$

2. $0 < |M3/M2| < 8.0$

なる条件を満足する。

【選択図】 図1



【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 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群を有し、各レンズ群が移動してズームを行うズームレンズであって、ズームに際し該第 1 レンズ群と該第 3 レンズ群は広角端に比べて望遠端で物体側に位置する様に移動し、該第 1 レンズ群は 1 枚のレンズより成り、広角端から望遠端へのズームの際の該第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群の光軸方向の最大移動量を各々 M_1 、 M_2 、 M_3 とするとき、

$$1. \quad 0 < |M_1 / M_2| < 7.0$$

$$2. \quad 0 < |M_3 / M_2| < 8.0$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 2】

前記第 2 レンズ群は、2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズの独立のレンズより成ることを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

【数 1】

$$0.7 < f_2 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 のズームレンズ。

20

【請求項 4】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、無限遠物体にフォーカスしているときの前記第 3 レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々 β_{3w} 、 β_{3t} とするとき、

$$0.6 < (\beta_{3t} \cdot f_w) / (\beta_{3w} \cdot f_t) < 1.2$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

フォーカスを前記第 4 レンズ群で行うことを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は 1 以上の非球面を有することを特徴とする請求項 1 から 5 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群は 1 以上の非球面を有することを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

40

【数 2】

$$0.9 < f_3 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 1.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群を構成するレンズは両面が球面で有り、その物体側と像側の面の曲率半径をそれぞれ R_a 、 R_b とするとき、

$$0.75 < (R_b + R_a) / (R_b - R_a) < 1.2$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 いずれか 1 項に記載のズームレンズ

50

。

【請求項 10】

固体撮像素子上に像を形成することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを有していることを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明はズームレンズ及びそれを有するカメラに関し、例えばビデオカメラや電子スチルカメラ、銀塩写真用カメラに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

最近、ホームビデオカメラ等の小型軽量化に伴い、撮像用のズームレンズの小型化にも目覚しい進歩が見られ、特にレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化、レンズ構成の簡略化に力が注がれている。

【0003】

これらの目的を達成する一つ的手段として、物体側の第 1 レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リヤフォーカス式のズームレンズが知られている。

20

【0004】

一般にリヤフォーカス式のズームレンズは第 1 レンズ群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第 1 レンズ群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になり、また近接撮影、特に極至近撮影が容易となり、さらに小型軽量のレンズ群を移動させているので、レンズ群の駆動力が小さくて済み迅速な焦点合わせが出来る等の特徴がある。

【0005】

従来のリヤ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 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群を有し、第 2 レンズ群を移動させて変倍を行い、第 4 レンズ群を移動させて変倍に伴う像面変動とフォーカスを行っている（例えば特許文献 1、2）。

30

【0006】

一般にカメラの非使用時に収納性を高めるには各レンズ群を沈胴させるのが効果的であるが第 2 レンズ群が殆どの変倍機能を有する上記のようなズームタイプのズームレンズでは第 1 レンズ群、第 2 レンズ群の偏心に対する敏感度が大きすぎて沈胴には適さない。

【0007】

これに対して、変倍比 3 倍程度のズームレンズにおいて、物体側より順に正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群を有し、第 1 レンズ群を単一のレンズで構成すると共に第 2、第 3、第 4 レンズ群を移動させて変倍を行い、第 4 レンズ群を移動させフォーカスを行って光学系を簡素化して沈胴構造にも適した光学系が知られている（例えば特許文献 3）。

40

【0008】

また変倍比 3 程度のズームレンズにおいて、物体側より順に正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群を有し、第 1 レンズ群を単一のレンズで構成すると共に第 1、第 2、第 3、第 4 レンズ群を移動させて変倍を行なっている（例えば特許文献 4）。

【特許文献 1】

特開平 7-270684 号公報

【特許文献 2】

特開平 11-305124 号公報

50

【特許文献 3】

特開平 10-62687 号公報

【特許文献 4】

特開 2001-194586 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

光学系を小型化するために光学系を構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、レンズ枚数を削減しようとするするとレンズ肉厚が増してしまいレンズ系の短縮効果が不十分になると同時に諸収差の補正が困難になってくる。

【0010】

また非使用時に各レンズ群を沈胴して収納しようとするするとメカ構造的にどうしてもレンズ及びレンズ群の倒れなどの誤差が大きくなり、レンズ及びレンズ群の敏感度が大きいと光学性能の劣化や変倍時の像ゆれが生じてしまうのでレンズやレンズ群の敏感度はなるべく小さくするのが望ましい。

【0011】

正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る 4 群構成のズームレンズで第 2 レンズ群、第 4 レンズ群だけを移動して変倍（ズーミング）を行おうとすると、殆どの変倍を第 2 レンズ群で行わなければならない、どうしても第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の屈折力は大きくせざるを得なくなる。

【0012】

これに対して特開平 10-62687 号公報で示された光学系は比較的第 1 レンズ群や第 2 レンズ群の敏感度が小さくなるので沈胴構造には適している。しかしながら第 1 レンズ群が変倍時に固定であるので広角端でのレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化が必ずしも十分でない。

【0013】

また特開 2001-194586 号公報で示された光学系では第 1 レンズ群を変倍時に移動させることで小型、大口径かつ高性能を達成している。しかしながら第 1 レンズ群の広角端から望遠端への変倍に伴う移動量が小さいために広角端で入射瞳を十分短くすることが出来ず、前玉径の小型化が必ずしも十分でない。

【0014】

本発明は、変倍（ズーミング）における各レンズ群の移動量と各レンズ群の屈折力を適切に設定することで、レンズ全長の小型化を達成すると共に、広角端から望遠端に至る変倍の全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を有するズームレンズの提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明のズームレンズは、

物体側より順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群を有し、各レンズ群が移動してズーミングを行うズームレンズであって、ズーミングに際し該第 1 レンズ群と該第 3 レンズ群は広角端に比べて望遠端で物体側に位置する様に移動し、該第 1 レンズ群は 1 枚のレンズより成り、広角端から望遠端へのズーミングの際の該第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群の光軸方向の最大移動量を各々 M_1 、 M_2 、 M_3 とするとき、

$$1. \quad 0 < |M_1 / M_2| < 7.0$$

$$2. \quad 0 < |M_3 / M_2| < 8.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0016】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、

前記第 2 レンズ群は、2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズの独立のレンズより成ることを特徴としている。

【0017】

10

20

30

40

50

請求項 3 の発明は請求項 1 又は 2 の発明において、
 広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

【0018】

【数 3】

$$0.7 < f_2 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 1.0$$

【0019】

なる条件を満足することを特徴としている。

【0020】

10

請求項 4 の発明は請求項 1 から 3 のいずれか 1 項の発明において、
 広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、無限遠物体にフォーカスしているときの前記第 3 レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々 β_{3w} 、 β_{3t} とするとき、

$$0.6 < (\beta_{3t} \cdot f_w) / (\beta_{3w} \cdot f_t) < 1.2$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0021】

請求項 5 の発明は請求項 1 から 4 のいずれか 1 項の発明において、
 フォーカスを前記第 4 レンズ群で行うことを特徴としている。

【0022】

20

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、
 前記第 3 レンズ群は 1 以上の非球面を有することを特徴としている。

【0023】

請求項 7 の発明は請求項 1 から 6 のいずれか 1 項の発明において、
 前記第 4 レンズ群は 1 以上の非球面を有することを特徴としている。

【0024】

請求項 8 の発明は請求項 1 から 7 のいずれか 1 項の発明において、
 広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

【0025】

30

【数 4】

$$0.9 < f_3 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 1.5$$

【0026】

なる条件を満足することを特徴としている。

【0027】

請求項 9 の発明は請求項 1 から 8 のいずれか 1 項の発明において、
 前記第 1 レンズ群を構成するレンズは両面が球面で有り、その物体側と像側の面の曲率半径をそれぞれ R_a 、 R_b とするとき、

$$0.75 < (R_b + R_a) / (R_b - R_a) < 1.2$$

40

なる条件を満足することを特徴としている。

【0028】

請求項 10 の発明は 1 から 9 のいずれか 1 項の発明において、
 固体撮像素子上に像を形成することを特徴としている。

【0029】

請求項 11 の発明のカメラは、
 請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子としている。

【0030】

【発明の実施の形態】

50

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有するカメラの実施形態について説明する。

【0031】

図1は、本発明の実施形態1のズームレンズの要部断面図、図2～図4は本発明の実施形態1のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0032】

図5～図7は本発明の実施形態2のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0033】

図8～図10は本発明の実施形態3のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0034】

図11は本発明のカメラの概略図である。

【0035】

各実施形態のズームレンズのレンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の前方に位置している。

【0036】

Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IPは像面であり、CCDやCMOS等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が位置している。FPはフレアカット絞りであり、第3レンズ群L3の像側に配置し、不要光をカットしている。

【0037】

収差図において、d、gはd線及びg線、 ΔM 、 ΔS はメリジオナル像面、サジタル像面、倍率色収差はg線によって表している。

【0038】

各実施形態では、広角端から望遠端へのズーミング（変倍）に際して矢印のように、各レンズ群を移動させている。

【0039】

尚、広角端と望遠端とは変倍用のレンズ群が機構上、光軸方向に移動可能な範囲の両端に位置した時のズーム位置をいう。

【0040】

実施形態1～3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1レンズ群L1を像側に凸状の軌跡に沿って物体側へ移動している。又、第3レンズ群L3を物体側へ移動している。第4レンズ群L4を物体側へ凸状の軌跡に沿って移動している。第2レンズ群L2を像面側へ凸状の軌跡に沿って移動させて変倍に伴う像面変動を補正している。

【0041】

第1レンズ群L1と第3レンズ群L3は、広角端に比べ望遠端において物体側に位置するように移動させている。

【0042】

以上のように各実施形態において、第1レンズ群L1をズーミングに際して移動させることにより、広角端でのレンズ全長を短縮し、光軸方向における小型化を図っている。

【0043】

また、第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤーフォーカス式を採用している。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には同図矢印4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことによって行っている。第4レンズ群L4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。各実施形態では、軽量の第4レンズ群L4をフォーカスに使うことで迅速な自動焦点検出を容易にしている。

10

20

30

40

50

【0044】

なお、絞りSPはズーミングに際して第3レンズ群L3と一体に移動しても、別体にて移動しても、固定としてもよい。一体とすると移動／可動で分けられる群数が少なくなり、メカ構造が簡素化しやすくなる。また、第3レンズ群L3と別体にて移動させる場合は、前玉径の小型化に有利である。また、絞りSPを固定とする場合は絞りユニットを移動させる必要がないため変倍の際、駆動させるアクチュエータの駆動トルクを小さく設定でき省電力化の点で有利である。

【0045】

第1レンズ群L1は有効レンズ径が大きいので、単一の第1レンズで構成することで第1レンズ群L1の重量を軽量化し、移動のためのアクチュエータの負荷を低減している。

10

【0046】

第2レンズ群L2は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズの独立の3つのレンズより構成している。これによって変倍時の収差変動を少なくし、特に広角端における歪曲収差や望遠端における球面収差を良好に補正している。

【0047】

第3レンズ群L3は物体側から2枚の正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズで構成し、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3間の主点間隔を小さくすることで第3レンズ群以降のレンズ長を短縮している。第3レンズ群L3は1以上の非球面を有している。これによって変倍に伴う収差変動を良好に補正している。

20

【0048】

第4レンズ群L4は物体側に凸面を向けた単一の正レンズより構成している。第4レンズ群L4はフォーカスによる球面収差等の変動を補正するために1以上の非球面を用いている。

【0049】

各実施形態では、変倍に際して第3レンズ群L3を物体側に移動させることにより第3レンズ群L3で主な変倍効果を持たせ、更に正の屈折力の第1レンズ群L1を物体側へ移動することで第2レンズ群L2にも変倍効果を持たせて第1レンズ群L1、第2レンズ群L2の屈折力をあまり大きくすることなく4倍程度の変倍比を得ている。

【0050】

各実施形態においては、光学性能を維持しつつレンズ全長や前玉有効系の小型化を達成するため、

30

広角端から望遠端の変倍における該第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の光軸方向の最大移動量を各々M1、M2、M3、

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々f_w、f_t、該第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の焦点距離を各々f₂、f₃、

無限遠物体にフォーカスしているときの該第3レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々β_{3w}、β_{3t}、

該第1レンズは両面が球面で有り、その物体側と像側の面の曲率半径をそれぞれR_a、R_bとするとき、

40

【0051】

【数5】

$$1. \quad 0 < |M1/M2| < 7.0 \quad \dots (1)$$

$$2. \quad 0 < |M3/M2| < 8.0 \quad \dots (2)$$

$$0.7 < f2/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 1.0 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < (\beta3t \cdot fw) / (\beta3w \cdot ft) < 1.2 \quad \dots (4)$$

$$0.9 < f3/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 1.5 \quad \dots (5)$$

$$0.75 < (Rb + Ra) / (Rb - Ra) < 1.2 \quad \dots (6)$$

10

【0052】

なる条件のうち1以上を満足している。

【0053】

このうちの1つの条件式を満足することによって、それに応じた効果を得ている。

【0054】

尚、ここで移動量M1、M2、M3とは、物体側から像側への移動を「正」符号とし、その逆を「負」符号をしている。又、レンズ群の移動が往復又は凸状の移動のときは、光軸方向に沿った最大移動量をいう。

【0055】

次に各条件式の技術的な意味について説明する。

20

【0056】

条件式(1)の下限を超えて変倍における第1レンズ群L1の移動量が小さくなると広角端で前玉から入射瞳までの距離が十分に短くならず、前玉径の小型化が難しくなる。逆に上限を超えて大きくなり過ぎるとカムの角度が大きくなり変倍時にアクチュエーターに必要な負荷が増大するので良くない。

【0057】

条件式(2)の下限を超えて第3レンズ群L3の移動量が小さくなると十分な変倍比を得るために第3レンズ群L3の屈折力を大きくする必要が生じて、鏡筒の製造誤差による光学性能の劣化が大きくなる。逆に上限を超えると、変倍時の射出瞳の変動が大きくなって

30

【0058】

条件式(3)は、第2レンズ群L2の屈折力を適切に設定し、変倍に必要な各レンズ群の移動量を小さくし、かつ、敏感度が高くなりすぎて製造誤差の影響による性能劣化や変倍時の像ゆれを防止する為のものである。

【0059】

条件式(3)の下限を超えて第2レンズ群L2の屈折力が小さくなり過ぎると製造誤差の影響による光学性能の劣化や変倍時の像ゆれが大きくなるので良くない。逆に上限を超えると変倍に必要な各レンズ群の移動量が大きくなり過ぎてレンズ全長の小型化が達成できない。

40

【0060】

条件式(4)の下限を超えて第3レンズ群L3の変倍の寄与が小さくなると全系の変倍比を確保するために、第1レンズ群L1や第2レンズ群L2の屈折力を大きくする必要が生じて結果的にその敏感度が高くなって製造上の誤差の影響が大きくなる。逆に上限を超えると第3レンズ群L3の移動量が大きくなって広角端でのレンズ全長が大きくなるので良くない。

【0061】

条件式(5)の下限を超えて第3レンズ群L3の屈折力が大きくなり過ぎるとペッツバル和が正の方向に大きくなり過ぎて像面湾曲が負に増大するので良くない。逆に上限を超えて第3レンズ群L3の屈折力が小さくなり過ぎると変倍に必要な第3レンズ群の移動量

50

が大きくなりすぎて小型化が難しくなる。

【0062】

条件式(6)の下限を超えると広角端での歪曲収差の補正が不十分になるので良くない。逆に上限を超えると望遠端で歪曲収差の補正が困難になるので良くない。

【0063】

尚、各実施形態において、更に収差補正及び変倍の際の収差変動を小さくしつつレンズ系全体の小型化を図るには、条件式(1)～(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0064】

【数6】

$$2.5 < |M1/M2| < 6.0 \quad \dots (1a)$$

$$3.5 < |M3/M2| < 7.0 \quad \dots (2a)$$

$$0.75 < f2/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 0.9 \quad \dots (3a)$$

$$0.7 < (\beta 3t \cdot fw) / (\beta 3w \cdot ft) < 1.1 \quad \dots (4a)$$

$$1.0 < f3/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 1.35 \quad \dots (5a)$$

$$0.85 < (Rb + Ra) / (Rb - Ra) < 1.1 \quad \dots (6a)$$

10

20

【0065】

次に、本発明の実施形態1～3に各々対応する数値実施例1～3を示す。各数値実施例においてiは物体側からの光学面の順序を示し、Riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、Diは第i面と第i+1面との間の間隔、Niとviはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。またkを離心率、B、C、D、Eを非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + Bh^4 + Ch^4 + Dh^8 + Eh^{10}$$

30

で表示される。但しRは曲率半径である。また例えば「e-Z」の表示は「10^{-Z}」を意味する。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。fは焦点距離、FnoはFナンバー、ωは半画角を示す。

【0066】

数値実施例において、R18～R23はフィルター等のガラスブロックである。

【0067】

【外1】

数值实施例 1

$$f = 7.25 \sim 27.37 \quad F_{no} = 2.88 \sim 4.14 \quad 2\omega = 63.6^\circ \sim 18.7^\circ$$

R 1 = 22.759	D 1 = 3.15	N 1 = 1.487490	ν 1 = 70.2
R 2 = -2034.981	D 2 = 可変		
R 3 = 34.792	D 3 = 0.80	N 2 = 1.882997	ν 2 = 40.8
R 4 = 7.444	D 4 = 3.22		
R 5 = -42.087	D 5 = 0.70	N 3 = 1.834807	ν 3 = 42.7
R 6 = 23.117	D 6 = 0.75		
R 7 = 15.192	D 7 = 2.00	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = 544.069	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 2.30		
R10 = 9.638(非球面)	D10 = 2.00	N 5 = 1.693500	ν 5 = 53.2
R11 = -52.703	D11 = 0.30		
R12 = 10.505	D12 = 2.80	N 6 = 1.696797	ν 6 = 55.5
R13 = 41.930	D13 = 0.80	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R14 = 5.804	D14 = 1.00		
R15 = フレア-絞り	D15 = 可変		
R16 = 19.204(非球面)	D16 = 2.20	N 8 = 1.743300	ν 8 = 49.3
R17 = -76.854	D17 = 1.74		
R18 = ∞	D18 = 1.20	N 9 = 1.516330	ν 9 = 64.2
R19 = ∞	D19 = 0.72	N10 = 1.552320	ν 10 = 63.5
R20 = ∞	D20 = 0.80		
R21 = ∞	D21 = 0.50	N11 = 1.503780	ν 11 = 66.9
R22 = ∞	D22 = 0.80		
R23 = ∞			

10

20

可変間隔 \ 焦点距離	7.25	19.07	27.37
D 2	0.60	10.45	14.07
D 8	19.55	4.55	1.20
D15	4.46	8.87	14.18

30

非球面係数

$$R10 \quad k = -3.12891e+00 \quad B = 2.87957e-04 \quad C = -3.68374e-06 \quad D = 3.71543e-08 \quad E = 0.00000e+00$$

$$R16 \quad k = 8.31573e+00 \quad B = -1.72978e-04 \quad C = -2.89389e-06 \quad D = 2.66348e-08 \quad E = -2.41113e-09$$

【 0 0 6 8 】

【 外 2 】

数值实施例 2

 $f = 7.20 \sim 27.20$ $F_{no} = 2.88 \sim 4.15$ $2\omega = 64.0^\circ \sim 18.8^\circ$

R 1 = 23.371	D 1 = 3.15	N 1 = 1.487490	ν 1 = 70.2
R 2 = -1804.355	D 2 = 可変		
R 3 = 31.519	D 3 = 0.80	N 2 = 1.882997	ν 2 = 40.8
R 4 = 7.308	D 4 = 3.25		
R 5 = -36.300	D 5 = 0.70	N 3 = 1.834807	ν 3 = 42.7
R 6 = 23.980	D 6 = 0.78		
R 7 = 15.589	D 7 = 2.00	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = -782.542	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 2.30		
R10 = 9.632	D10 = 2.00	N 5 = 1.693500	ν 5 = 53.2
R11 = -51.274	D11 = 0.30		
R12 = 11.200	D12 = 2.98	N 6 = 1.712995	ν 6 = 53.9
R13 = 55.539	D13 = 0.60	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R14 = 5.973	D14 = 1.20		
R15 = フレア-絞り	D15 = 可変		
R16 = 17.379	D16 = 2.20	N 8 = 1.743300	ν 8 = 49.3
R17 = -106.588	D17 = 1.74		
R18 = ∞	D18 = 1.20	N 9 = 1.516330	ν 9 = 64.2
R19 = ∞	D19 = 0.72	N10 = 1.552320	ν 10 = 63.5
R20 = ∞	D20 = 0.80		
R21 = ∞	D21 = 0.50	N11 = 1.503780	ν 11 = 66.9
R22 = ∞	D22 = 0.80		
R23 = ∞			

10

20

焦点距離 可変間隔	7.20	18.63	27.20
D 2	0.60	10.43	14.85
D 8	19.32	4.52	1.22
D15	4.26	9.35	15.00

30

非球面係数

R10 $k = -3.34103e+00$ $B = 3.12676e-04$ $C = -3.48836e-06$ $D = 6.45099e-09$ $E = 0.00000e+00$ R16 $k = 5.29252e+00$ $B = -1.65332e-04$ $C = -1.27032e-06$ $D = -2.01232e-08$ $E = -6.82357e-10$

【 0 0 6 9 】

【 外 3 】

数値実施例3

$$f = 7.20 \sim 27.21 \quad F_{\text{no}} = 2.88 \sim 4.33 \quad 2\omega = 64.0^\circ \sim 18.8^\circ$$

R 1 = 20.930	D 1 = 3.15	N 1 = 1.487490	ν 1 = 70.2
R 2 = 2752.280	D 2 = 可変		
R 3 = 31.598	D 3 = 0.80	N 2 = 1.882997	ν 2 = 40.8
R 4 = 7.156	D 4 = 3.48		
R 5 = -25.291	D 5 = 0.70	N 3 = 1.785896	ν 3 = 44.2
R 6 = 27.764	D 6 = 0.50		
R 7 = 16.001	D 7 = 2.00	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = -168.129	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 2.30		
R10 = 9.600(非球面)	D10 = 2.10	N 5 = 1.693500	ν 5 = 53.2
R11 = -38.730	D11 = 0.20		
R12 = 10.495	D12 = 1.91	N 6 = 1.712995	ν 6 = 53.9
R13 = 47.418	D13 = 1.99	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R14 = 5.517	D14 = 0.65		
R15 = フレア-絞り	D15 = 可変		
R16 = 14.561(非球面)	D16 = 2.30	N 8 = 1.743300	ν 8 = 49.3
R17 = -2184.494	D17 = 1.74		
R18 = ∞	D18 = 1.20	N 9 = 1.516330	ν 9 = 64.2
R19 = ∞	D19 = 0.72	N10 = 1.552320	ν 10 = 63.5
R20 = ∞	D20 = 0.80		
R21 = ∞	D21 = 0.50	N11 = 1.503780	ν 11 = 66.9
R22 = ∞	D22 = 0.80		
R23 = ∞			

10

20

可変間隔 \ 焦点距離	7.20	18.35	27.21
D 2	0.60	9.35	12.72
D 8	18.07	4.25	1.21
D15	5.56	10.49	16.72

30

非球面係数

$$R10 \quad k = -1.92656e+00 \quad B = 1.01352e-04 \quad C = -1.91788e-06 \quad D = 1.28489e-07 \quad E = -5.09651e-09$$

$$R16 \quad k = 3.86443e+00 \quad B = -1.72382e-04 \quad C = -4.08617e-06 \quad D = 9.37986e-08 \quad E = -3.59309e-09$$

【0 0 7 0】

【表 1】

40

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
M 1 / M 2	3.090	5.285	3.239
M 3 / M 2	4.524	6.867	4.899
f 2 / $\sqrt{(f_w \cdot f_t)}$	0.817	0.829	0.805
($\beta_{3t} \cdot f_w$) / ($\beta_{3w} \cdot f_t$)	1.033	1.030	0.781
f 3 / $\sqrt{(f_w \cdot f_t)}$	1.200	1.237	1.103
(R b + R a) / (R b - R a)	0.978	0.974	1.015

50

【0071】

以上のように各実施形態によれば正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群構成のズームレンズで全てのレンズ群を移動させて変倍を行なうとともに各レンズ群の移動量や屈折力配置を前述の如く適切に設定することにより光学性能を良好に維持したままレンズ全長の短縮化を達成している。

【0072】

特に、変倍比4程度以上、Fナンバー2.8程度以上の高変倍比、大口径比を持ちかつ良好な光学性能を維持しつつレンズ系全体の小型化を図ったズームレンズを実現している。

【0073】

次に、数値実施例1～3のズームレンズを備えたデジタルスチルカメラ（光学機器）の実施形態について、図11を用いて説明する。 10

【0074】

図11（a）はデジタルスチルカメラの正面図、図11（b）は側部断面図である。図中、10はカメラ本体（筐体）、11は数値実施例1～3のいずれかのズームレンズを用いた撮影光学系、12はファインダー光学系、13はCCD、CMOS等の固体撮像素子（光電変換素子）である。固体撮像素子13は撮影光学系11に形成された被写体の像を受けて電気的な情報への変換を行う。電気的な情報に変換された被写体の画像情報は不図示の記憶部に記録される。

【0075】

このように数値実施例1～3のズームレンズをデジタルスチルカメラの撮影光学系に適用することで、コンパクトな撮影装置が実現できる。 20

【0076】

【発明の効果】

本発明によれば変倍（ズーミング）における各レンズ群の移動量と各レンズ群の屈折力を適切に設定することで、レンズ全長の小型化を達成すると共に、広角端から望遠端に至る変倍の全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を有するズームレンズ及びそれを有するカメラを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】本発明の実施形態1に対応する数値実施例1の広角端の収差図 30

【図3】本発明の実施形態1に対応する数値実施例1の中間のズーム位置の収差図

【図4】本発明の実施形態1に対応する数値実施例1の望遠端の収差図

【図5】本発明の実施形態2に対応する数値実施例2の広角端の収差図

【図6】本発明の実施形態2に対応する数値実施例2の中間のズーム位置の収差図

【図7】本発明の実施形態2に対応する数値実施例2の望遠端の収差図

【図8】本発明の実施形態3に対応する数値実施例3の広角端の収差図

【図9】本発明の実施形態3に対応する数値実施例3の中間のズーム位置の収差図

【図10】本発明の実施形態3に対応する数値実施例3の望遠端の収差図

【図11】本発明のカメラの要部概略図

【符号の説明】 40

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

L4 第4レンズ群

d d線

g g線

ΔM メリディオナル像面

ΔS サジタル像面

SP 絞り

FP フレーアカット絞り 50

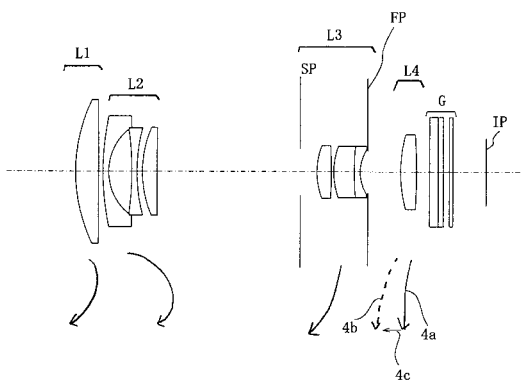
I P 結像面

G C C Dのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

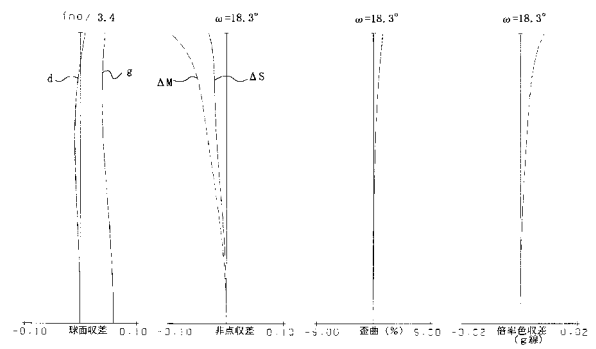
 ω 半画角

f n o Fナンバー

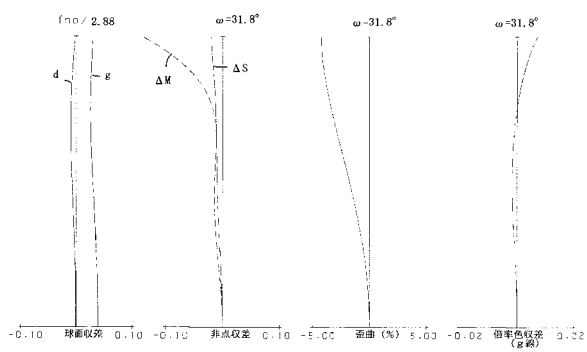
【図 1】



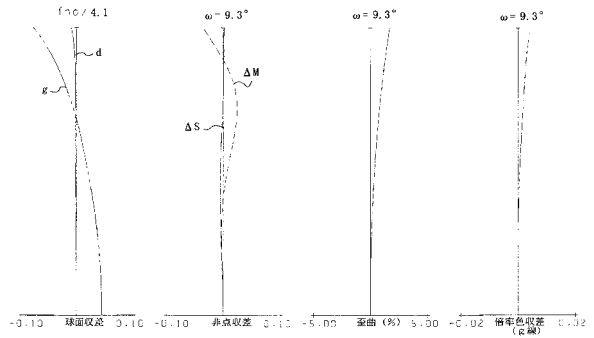
【図 3】



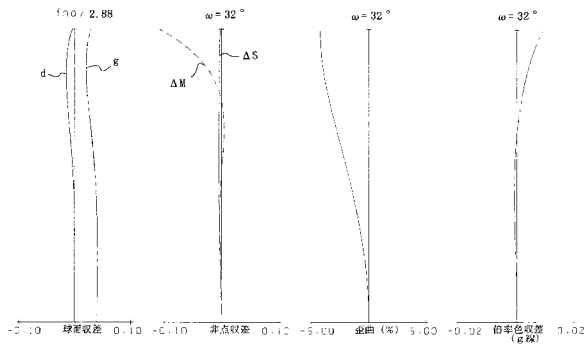
【図 2】



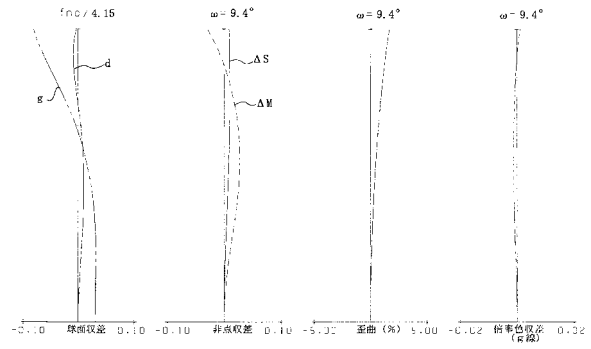
【図 4】



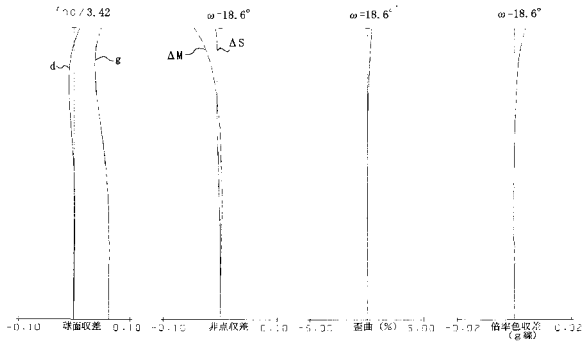
【図 5】



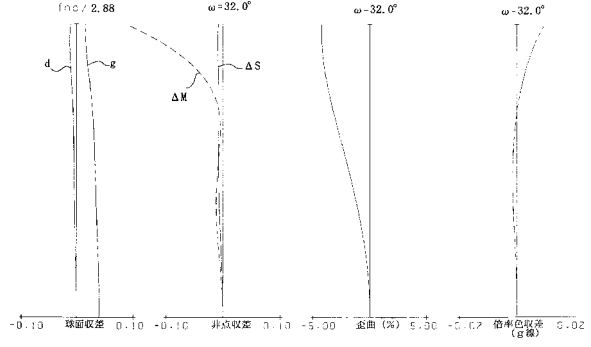
【図 7】



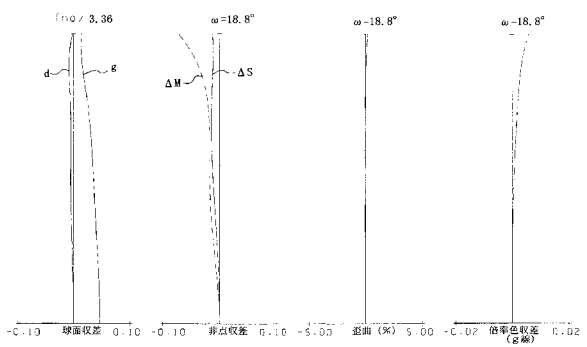
【図 6】



【図 8】

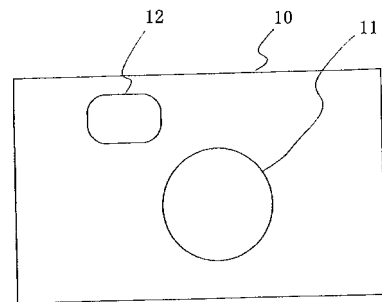


【図 9】

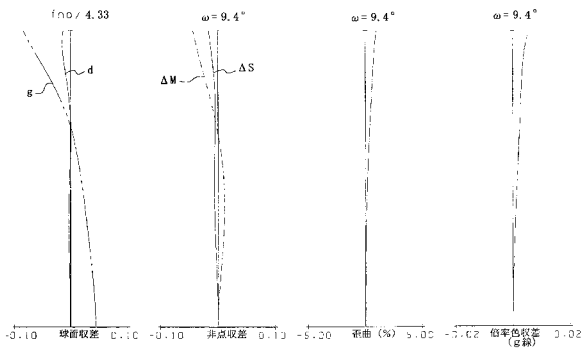


【図 11】

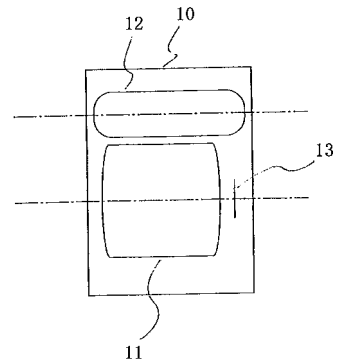
(a)



【図 10】



(b)



【手続補正書】

【提出日】平成15年9月4日(2003.9.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群が移動してズームを行うズームレンズであって、ズームに際し該第1レンズ群と該第3レンズ群は広角端に比べて望遠端で物体側に位置する様に移動し、該第1レンズ群は1枚のレンズより成り、広角端から望遠端へのズームの際の該第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群の光軸方向の最大移動量を各々M1、M2、M3とすると、

$$1. \quad 0 < |M1/M2| < 7.0$$

$$2. \quad 0 < |M3/M2| < 8.0$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記第2レンズ群は、2枚の負レンズと1枚の正レンズの独立のレンズより成ることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ft、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とすると、

【数1】

$$0.7 < |f2/\sqrt{(fw \cdot ft)}| < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ft、無限遠物体にフォーカスしているときの前記第3レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々β3w、β3tとすると、

$$0.6 < (\beta3t \cdot fw) / (\beta3w \cdot ft) < 1.2$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から3いずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項5】

フォーカスを前記第4レンズ群で行うことを特徴とする請求項1から4いずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項6】

前記第3レンズ群は1以上の非球面を有することを特徴とする請求項1から5いずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項7】

前記第4レンズ群は1以上の非球面を有することを特徴とする請求項1から6いずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項8】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ft、前記第3レンズ群の焦点距離をf3とすると、

【数 2】

$$0.9 < f_3 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 1.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群を構成するレンズは両面が球面で有り、その物体側と像側の面の曲率半径をそれぞれ R_a 、 R_b とするとき、

$$0.75 < (R_b + R_a) / (R_b - R_a) < 1.2$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 いずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

固体撮像素子上に像を形成することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを有していることを特徴とするカメラ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

【数 3】

$$0.7 < \left| f_2 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} \right| < 1.0$$

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

【数 5】

$$1.0 < |M_1 / M_2| < 7.0 \quad \dots (1)$$

$$2.0 < |M_3 / M_2| < 8.0 \quad \dots (2)$$

$$0.7 < \left| f_2 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} \right| < 1.0 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < (\beta_{3t} \cdot f_w) / (\beta_{3w} \cdot f_t) < 1.2 \quad \dots (4)$$

$$0.9 < f_3 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 1.5 \quad \dots (5)$$

$$0.75 < (R_b + R_a) / (R_b - R_a) < 1.2 \quad \dots (6)$$

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0064】

【数 6】

$$2.5 < |M1/M2| < 6.0 \quad \dots (1a)$$

$$3.5 < |M3/M2| < 7.0 \quad \dots (2a)$$

$$0.75 < \frac{|f2/\sqrt{(fw \cdot ft)}|}{|f2/\sqrt{(fw \cdot ft)}|} < 0.9 \quad \dots (3a)$$

$$0.7 < (\beta 3t \cdot fw) / (\beta 3w \cdot ft) < 1.1 \quad \dots (4a)$$

$$1.0 < f3/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 1.35 \quad \dots (5a)$$

$$0.85 < (Rb + Ra) / (Rb - Ra) < 1.1 \quad \dots (6a)$$

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 MA15 PA07 PA18 PB08 QA02 QA07 QA12 QA14 QA22
QA42 QA45 RA05 RA12 RA32 RA37 RA43 SA23 SA27 SA29
SA32 SA62 SA63 SA64 SA65 SB02 SB14 SB24 SB32