

(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2013-143753

(P2013-143753A)

(43) 公開日 平成25年7月22日(2013.7.22)

(51) Int.Cl.

HO4N	5/228	(2006.01)
HO4N	5/232	(2006.01)
GO3B	17/18	(2006.01)
GO3B	17/12	(2006.01)

F 1

HO 4 N	5/228
HO 4 N	5/232
GO 3 B	17/18
GO 3 B	17/12

テーマコード(参考)

Z	2 H 1 O 1
A	2 H 1 O 2
Z	5 C 1 2 2
Z	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2012-4358(P2012-4358)

(22) 出願日

平成24年1月12日(2012.1.12)

(71) 出願人 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100123962

弁理士 斎藤 圭介

(74) 代理人 100120204

弁理士 平山 巍

(72) 発明者 朝倉 理子

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
リンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H101 DD01 DD41

2H102 AA41

5C122 EA66 FE02 FE03 FE06 FK12

FK37 HB01

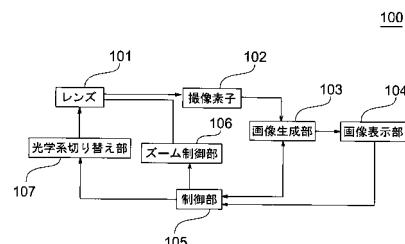
(54) 【発明の名称】撮像装置

(57) 【要約】

【課題】広いズーム範囲にわたって撮影範囲のシフトを低減できる撮像措置を提供すること。

【解決手段】異なる焦点距離を有する複数の光学系と、光学系により被写体を撮像する撮像素子と、複数の光学系の少なくとも一つの光学系による出力画像の画角を変化させるズーム制御部と、を有し、変化する画角の一部が、他の光学系の画角と同じであり、さらに、ズーム時にシフトした表示画像の中心位置を、画角の一部と同じである他の光学系の光軸中心に向かって変化させる制御部を有することを特徴とする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異なる焦点距離を有する複数の光学系と、
前記光学系により被写体を撮像する撮像素子と、
前記複数の光学系の少なくとも一つの光学系による出力画像の画角を変化させるズーム制御部と、を有し、
変化する画角の一部が、他の光学系の画角と同じであり、
さらに、
ズーム時の表示画像の中心位置を、前記画角の一部が同じである前記他の光学系の光軸中心に向かって変化させる制御部を有することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記複数の光学系は、n 個の光学系からなり、
m 番目に短い焦点距離を有する光学系の焦点距離を f_m ($m = 1 \sim n$; m, n は整数) とし、
焦点距離 f_1 を広角端における焦点距離とし、
焦点距離 f_n を望遠端における焦点距離とそれぞれしたとき、
焦点距離 f_m を有する光学系は固定焦点であり、
前記ズーム制御部は、電子ズームによりズーミングを行うことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

20

【請求項 3】

前記焦点距離 f_m を有する光学系と前記焦点距離 f_{m-1} を有する光学系との間でズームする時、前記焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心からの表示画像の中心の水平方向の変化量、垂直方向の変化量はそれぞれ、以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

$$x_{m, m-1} = d x_{m, m-1} \times B_{m, m-1} / (B_{m, m-1} - B_{m-1}) \quad (1)$$

$$y_{m, m-1} = d y_{m, m-1} \times B_{m, m-1} / (B_{m, m-1} - B_{m-1}) \quad (2)$$

ここで、

$d x_{m, m-1}$ は、前記焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、前記焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との水平方向の距離、

$d y_{m, m-1}$ は、前記焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、前記焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との垂直方向の距離、

$B_{m, m-1}$ は、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の撮影時のズーム倍率、

$$B_{m, m-1} = f_m / f_{m-1},$$

である。

30

【請求項 4】

以下の条件式(3)、(4)を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

$$d x_{m, m-1} < L_m \times (\tan x_{m-1} - A \times \tan x_m) \quad (3)$$

$$d y_{m, m-1} < L_m \times (\tan y_{m-1} - A \times \tan y_m) \quad (4)$$

$$B_{m, m-1} = f_m / f_{m-1}$$

$$10 \quad A \quad 1$$

40

ここで、

$d x_{m, m-1}$ は、前記焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、前記焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との水平方向の距離、

$d y_{m, m-1}$ は、前記焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、前記焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との垂直方向の距離、

$B_{m, m-1}$ は、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の撮影時のズーム倍率、

$x_{m, m-1}$ は、 x 方向の半画角、

$y_{m, m-1}$ は、 y 方向の半画角、

A は係数、である。

50

【請求項 5】

$2 > A > 1$ において、

$m > 1$ の場合の焦点距離 f_m を有する光学系の撮影範囲は、少なくとも他の光学系の撮影範囲に含まれ、

前記画像生成部は、表示範囲の中心が変化した際の表示範囲において、選択されている光学系による撮影範囲外の画像を、選択されていない他の光学系による撮影範囲内の画像を用いて補完することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記画像生成部は、焦点距離 f_m を有する光学系の撮影画像と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の撮影画像とを用いて表示画像を生成することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の撮像装置。 10

【請求項 7】

前記画像表示部は、表示画像中心の移動方向を表示することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

制御部は、前記複数の光学系の切り替え時に、撮像画像のボケの変化が少ない F ナンバーを有する光学系へ切り替え、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の撮像装置。

$$FNO_{m-1} = FNO_m / ((f_m / f_{m-1})^2) \quad (5)$$

$$f_m > f_{m-1} \quad (6)$$

ここで、

FNO_{m-1} は、前記焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の F ナンバー、

FNO_m は、前記焦点距離 f_m を有する光学系の F ナンバー、

である。

【請求項 9】

前記制御部は、焦点距離に応じて前記各光学系に対する撮像面のサイズを変えることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

少なくとも 1 つの光学系は、1 枚以上の屈折力可変レンズを有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の撮像装置。 30

【請求項 11】

前記複数の光学系のうち、少なくとも最も焦点距離の長い光学系において、被写体からの光が光学系を構成するレンズ内で 1 回以上反射し、

かつ、少なくとも最も焦点距離の長い前記光学系の被写体側のレンズ面から撮像素子までの距離と、その他の前記光学系の被写体側のレンズ面から撮像素子までの距離と同じことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、撮像装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

小型情報端末機に搭載される光学系は、小型、特に薄型であることが要求されている。また、レンズを交換することなく、広いズーム範囲も要求されている。

このため、複数の光学系を有し、ズームを行うことで、広いズーム範囲でも、撮影範囲における画素数の低下を防いで、小型化を図っている構成が提案されている。さらに、複数の光学系を円滑に切り替えできるように、ズームにより異なる光学系間で画角の重複を持たせるなどの対策がなされている。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、以下の特許文献1においては、2つの固定焦点の光学系を電子ズームにより一連のズームのようにしている。そして、トリミングで画質劣化を抑制している。

また、例えば、特許文献2では、光学ズームと電子ズームとを併用し、ズームインとズームアウトで光学系の切り替えポイントを変え、光学系の切り替え回数を低減する構成が提案されている。

さらに、例えば、以下の特許文献3では、光学ズームと電子ズームとの切り替えにおいて、固定焦点距離レンズの焦点距離とズームレンズの最小焦点距離との間の焦点距離ギャップを、固定焦点距離レンズで得られたデジタル画像の電子ズームで補間している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4348261号公報

【特許文献2】特許第4573724号公報

【特許文献3】特許第4624245号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

複数の光学系を有する装置では、各光学系の光軸が一致していない。このため、光学系の切り替え時に撮影範囲が大きくシフトしてしまう。この結果、使用者に不自然な印象を与えててしまう。また、撮影範囲のシフトに起因して、撮影範囲内に存在していた被写体が、突然撮影範囲外に移動してしまい、使用者が被写体を見失う可能性がある。特に望遠端側では撮影範囲が狭いので、撮影範囲のシフトによる被写体を見失う影響が大きい。

【0006】

特許文献1、2、3のいずれの文献も、複数の光学系の切り替えがスムーズになるように画角の変化を抑制している構成のみ開示している。このため、光学系を切り替えたときに生ずる撮影範囲のシフトに関しては一切対応していない。

【0007】

換言すると、従来の構成において、光学系を切り替えながら、撮影範囲を大きくする、または撮影範囲を小さくすると、円滑な連続した撮影範囲の変化が起きず、撮影範囲が突然シフト（画像の飛び）してしまうという課題がある。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、広いズーム範囲にわたって撮影範囲のシフトを低減できる撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の撮像装置は、異なる焦点距離を有する複数の光学系と、光学系により被写体を撮像する撮像素子と、

複数の光学系の少なくとも一つの光学系による出力画像の画角を変化させるズーム制御部と、を有し、

変化する画角の一部が、他の光学系の画角と同じであり、

さらに、

ズーム時の表示画像の中心位置を、画角の一部が同じである他の光学系の光軸中心（光学中心）に向かって変化させる制御部を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、撮影範囲のシフトを防止できる撮像装置を提供できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

10

20

30

40

50

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置の機能ブロックを示す図である。

【図2】(a)は撮像装置を携帯電話に適用したときの正面図、(b)は携帯電話の裏面図、(c)はその側面図である。

【図3】実施形態に係る撮像装置における複数の光学系の配置と、その撮影範囲を示す図である。

【図4】(a)、(b)、(c)は、撮影範囲と表示画像との関係を説明する図である。

【図5】撮像装置の光学系の断面構成図である。

【図6】光学ズームを行う撮像装置の光学系の断面構成図である。

【図7】撮影の手順を示すフロー・チャートである。

【図8】異なる焦点距離を有する複数の光学系のレイアウトの例を正面から見た図である。

10

【図9】(a)、(b)は、撮影範囲の例を示す図である。

【図10】ズーミングと撮影範囲を示す図である。

【図11】撮影範囲の変化を示す図である。

【図12】撮影範囲を補完する例を説明する図である。

【図13】光学系の焦点距離とボケ量との関係を示す図である。

【図14】(a)、(b)、(c)は、光学系と撮像素子との関係のバリエーションを示す図である。

【図15】光学ズームを行う撮像装置の他の光学系の断面構成図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

本実施形態の撮像装置の構成による作用効果を説明する。なお、この実施形態によって本発明は限定されるものではない。すなわち、実施形態の説明に当たって、例示のために特定の詳細な内容が多く含まれるが、これらの詳細な内容に色々なバリエーションや変更を加えても、本発明の範囲を超えない。従って、以下で説明する本発明の例示的な実施形態は、権利請求された発明に対して、一般性を失わせることなく、また、何ら限定をすることもなく、述べられたものである。

【0013】

図1は、実施形態に係る撮像装置100の機能ブロックを示す図である。撮像装置100の機能の詳細は後述する。

図2(a)は、撮像装置の例である携帯電話200を正面から見た図、図2(b)は、携帯電話200を裏面から見た図、図2(c)は、側面図である。

【0014】

図2(a)において、表示部201は、後述する光学系で撮像した画像を表示する。図2(b)において、携帯電話200は、異なる焦点距離を有する複数、本例では4つの光学系202a、202b、202c、202dを有している。なお、携帯電話200は、PHS、スマートフォン、PDA等の携帯情報処理装置であってもよい。

【0015】

図3は、複数($n = 4$)の光学系 $L_f 1$ 、 $L_f 2$ 、 $L_f 3$ 、 $L_f 4$ の配置と、その撮影範囲を示す図である。図3は、使用者が撮像素子I(102)側から被写体を撮影する方向を見た図とする。

例えば、4つの光学系 $L_f 1$ 、 $L_f 2$ 、 $L_f 3$ 、 $L_f 4$ は、図2に示す4つの光学系202a、202b、202c、202dに対応する。

【0016】

光学系 $L_f 1$ は、焦点距離 f_1 を有する。光学系 $L_f 2$ は、焦点距離 f_2 を有する。光学系 $L_f 3$ は、焦点距離 f_3 を有する。光学系 $L_f 4$ は、焦点距離 f_4 を有する。

また、焦点距離の長さは、以下の関係を有している。

$$f_1 < f_2 < f_3 < f_4$$

【0017】

$A_f 1$ は、光学系 $L_f 1$ の撮影範囲である。 $A_f 2$ は、光学系 $L_f 2$ の撮影範囲である。

40

50

。 $A_f 3$ は、光学系 $L_f 3$ の撮影範囲である。 $A_f 4$ は、光学系 $L_f 4$ の撮影範囲である。

【0018】

図3から明らかなように、光学系の焦点距離が f_1 から f_4 へ長くなるにしたがって、撮影範囲は $A_f 1$ から $A_f 4$ へと狭くなる。

【0019】

次に、実施形態における「画角」について説明する。まず、図4(a)は、一般的な画角の定義を説明する図である。

図4(a)において、表示範囲 A_1 (対角)の直径(入射窓の大きさ)が光学系 L の入射瞳 ENP の中心に対して張る角度 θ_1 を画角という。また、図4(a)において、光学系 L は、光軸 AX を有する。撮像素子 I は、被写体像を撮像する。

10

【0020】

次に、図4(b)に示すように、表示範囲 A_2 (対角)は、光軸 AX より変化した位置に中心軸 AX_2 を有する。そして、図4(c)に示すように、表示範囲 A_2 の中心軸 AX_2 を図中下方に変化させて、中心軸 AX_2 と入射瞳 ENP の中心(光軸 AX と交点)とを疑似的に一致させる。このとき、表示範囲 A_1 (対角)の直径(入射窓の大きさ)が光学系 L の入射瞳 ENP の中心に対して張る角度 θ_2 も本実施形態では「画角」という。

なお、「撮影範囲」とは、撮像装置が撮影した範囲をいう。「表示範囲」とは、電子ズームの場合は撮影範囲から切り取って、表示する範囲をいい、光学ズームの場合は撮影範囲と同じ範囲をいう。

20

さらに、「シフト」とは、範囲の移動をいう。「変化」とは、軸または位置の変化をいう。

【0021】

図5は、4つの光学系のうち、光学系 $L_f 2$ 、 $L_f 3$ を図3の下側から y 方向を見た断面構成図である。ここで、上述したように、光学系 $L_f 2$ の焦点距離 f_2 よりも、光学系 $L_f 3$ の焦点距離 f_3 のほうが長い構成である。

【0022】

このため、被写体 OBJ に対する光学系 $L_f 2$ による撮影範囲 $A_f 2$ に対し、光学系 $L_f 3$ による撮影範囲 $A_f 3$ は狭くなっている。

光学系 $L_f 2$ 、 $L_f 3$ による被写体 OBJ のそれぞれ像は、撮像素子 I の撮像面に結像している。

30

【0023】

図1を参照して、本撮像装置100の基本的な構成、動作を説明する。

ズーム制御部106は、複数の光学系 $L_f 1$ 、 $L_f 2$ 、 $L_f 3$ 、 $L_f 4$ の少なくとも一つの光学系による出力画像の画角を変化させる。画角の変化は、光学ズーム、または電子ズーム、または光学ズームと電子ズームとの組み合わせにより行う。

ここで、複数の光学系 $L_f 1$ 、 $L_f 2$ 、 $L_f 3$ 、 $L_f 4$ のうちのいずれか一つの光学系の変化する画角の一部は、他の光学系の画角と同じである。なお、画角の一部が同じとは、画角の一部が略同じ場合も含むものとする。

40

【0024】

制御部105は、ズーム時に変化した表示範囲の中心位置を、画角の一部が同じである他の光学系の光軸中心(光学中心)に向かって変化させる。この際、表示範囲の中心位置を変化させる速度は、ズーム変化量に応じて変化させることが望ましい。

【0025】

例えば、上述したように、撮像装置100は、 n 個(本実施形態では $n=4$)の光学系を有している。そして、焦点距離 f_1 は、最も広角の焦点距離を有する光学系である。焦点距離 f_4 は、最も望遠の焦点距離を有する光学系である。

【0026】

ズーム時には、表示範囲の中心位置が変化してゆく。このため、従来技術のように、単に光学系を切り替えると、使用者が観察している撮影範囲が突然シフトしてしまうという

50

問題が生ずる。この問題の具体例としては、例えば、ある被写体に着目してズームインしてゆく際に、光学系を切り替えると、その被写体が撮影範囲から外れてしまう、という状態が生ずることである。

【0027】

本実施形態では、制御部105が、ズーム時に変化した表示範囲の中心位置を、画角の一部が同じである他の光学系の光軸中心に向かって変化させる。

【0028】

具体的には、焦点距離 f_m は、m番目に短い焦点距離を示している。ズームインのときは、焦点距離 f_1 、 $f_2 \sim f_n$ の順で、各光学系のズーム量が最大になったとき、もしくは画角が他の光学系の画角と同じになったときに光学系が切り替わる。

10

【0029】

これに対して、ズームアウトのときは、焦点距離 f_n 、 $f_{n-1} \sim f_1$ の順で光学系が切り替わる。

ズーム動作中のときに表示範囲の中心が変化する。ここで、ズームイン、ズームアウトには、電子ズーム、光学ズームのいずれも含む。使用者の選択に応じて、ズーム制御部106が、これらのズーム制御を行う。

【0030】

電子ズームは、撮像素子Iが撮像した画像の画像データを電気的に処理して画像の拡大を行うものである。

光学ズームは、例えば、図6に示すように、焦点距離の異なる複数のレンズ L_f2 、 L_f3 を用いて、撮像素子Iへ結像させる光学系を用いることができる。さらに、光学ズームは、図15に示すように、焦点距離の異なるレンズ L_f1 、 L_f2 を用いて、撮像素子Iへ結像させる光学系とすることもできる。

20

【0031】

本実施形態では、複数の光学系を有しながら、表示画像の中心位置を変化させることで、光学系を切り替えた時の撮影範囲のシフトの量を抑制できるという効果を奏する。

【0032】

図3を参照して、さらに説明を続ける。まず、従来の問題について述べる。光学系 L_f2 からズームインして光学系 L_f3 に切り替える時に、表示範囲 A_f2 の中心を変化しない場合、光学系 L_f2 を用いてズームインしてゆくと、光学系 L_f3 の焦点距離 f_3 と同じ画角になり、光学系 L_f2 の表示範囲は、光学系 L_f3 の表示範囲 A_f3 と同じ大きさになる（画角は同じであるが、撮影範囲は異なる）。

30

【0033】

ここで、光学系 L_f2 、 L_f3 の画角が同じになるので、従来技術のように、光学系を光学系 L_f2 から光学系 L_f3 へ切り替えると、撮影範囲が変化してしまう。このとき、光学系 L_f2 による撮影範囲に存在していた被写体の一部は、光学系 L_f3 による撮影範囲では枠外になってしまい、使用者は被写体を見失ってしまう可能性がある。

【0034】

次に、本実施形態について、説明する。本実施形態では、ズーム動作に応じて、表示範囲の中心を変化させる。

光学系 L_f2 を用いてズームインすると表示範囲 A_f2 は、徐々に小さくなりながら、光学系 L_f3 の光軸中心の方向へシフトする。そして、光学系 L_f2 の画角が光学系 L_f3 の画角と同じになったとき、表示範囲 A_f2 は光学系 L_f3 の表示範囲 A_f3 と重複する状態になっている。

40

【0035】

このように、本実施形態では、ズームインする過程において、撮影範囲のシフトを容易に認識でき、例えば、使用者が特定の被写体に注目していた場合、その特定の被写体の位置を見失うことがなく、撮影操作の修正が不要となる。

【0036】

光学系 L_f2 をさらにズームインして、光学系 L_f3 と同じ画角になったときの表示範

50

囲の中心は、光学系 $L_f 3$ の表示範囲 $A_f 3$ の中心と同じになる。この結果、本実施形態では、光学系 $L_f 2$ を光学系 $L_f 3$ に切り替えるても、表示範囲は変化しない、という効果を奏する。

【0037】

(撮影手順)

上述の撮影手順を図7のフローチャートを用いて説明する。

まず、使用者は撮影を開始する。ステップS301において、画像生成部103は、画像信号に基づいて、表示画像を生成する。

表示画像の生成には、表示画像中心移動、画像合成が含まれる。

【0038】

ステップS302において、画像表示部104は、表示画像を表示する。ステップS303において、制御部105は、使用者がズーム変化を行ったか否かを判断する。ステップS303の結果が偽(No)の場合、ステップS307においてリリーズが押されたか否かが判断される。

【0039】

ステップS307の判断結果が真(Yes)の場合、ステップS308により、画像の取り込みが行われ、フローチャートは終了する。このとき、表示範囲を画像データとして取り込むことも可能である。

【0040】

ステップS307の判断結果が偽(No)の場合、ステップS303を繰り返す。

ステップS303において、ズーム変化があると判断された場合は、ステップS304へ進む。ステップS304において、ズーム倍率が所定の閾値になったか否か、すなわち拡大ズームか縮小ズームかが判断される。

【0041】

ステップS304の判断結果が偽(No)の場合、ステップS301へ戻る。

【0042】

ステップS304の判断結果が真(Yes)の場合、ズームが拡大方向の場合、ズーム倍率が最大=閾値になったとき、光学系切り替え部107は、ステップS305において光学系を次に長い焦点距離の光学系に変更し、ズーム倍率を1に変更する。

これに対して、ズームが縮小方向の場合、ズーム倍率が1倍=閾値になったとき、光学系切り替え部107は、ステップS305において光学系を次に短い焦点距離の光学系に変更し、ズーム倍率を最大ズーム倍率に変更する。

なお、光学系の切り替えは、手動でも自動でも良い。

【0043】

ステップS306において、ズーム制御部106は、上述の判断結果に従って、ズーム倍率の変更を行い、ステップS301へ戻る。

【0044】

また、複数の光学系は、n個の光学系からなり、

m番目に短い焦点距離を有する光学系の焦点距離を f_m ($m = 1 \sim n$; m, nは整数)とする。

【0045】

さらに、

焦点距離 f_1 を広角端における焦点距離とし、

焦点距離 f_n を望遠端における焦点距離とそれぞれしたとき、

焦点距離 f_m を有する光学系は固定焦点であってもよい。

ズーム制御部106は、電子ズームによりズーミングを行うことが望ましい。

【0046】

電子ズームをおこなうことにより、光学ズームによるレンズの移動が不要となる。このため、撮像装置の小型化を図ることができる。さらに、機械的な駆動機構なども簡略化できる。さらに、駆動音がでないので静かにズーム可能であり、かつ電気的処理を行うので

10

20

30

40

50

動きがスムーズであるという効果を奏する。

【0047】

ここで、複数の光学系の配置のバリエーションに関して説明する。図8(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)は、それぞれ、3つまたは4つの光学系 $L f_1$ 、 $L f_2$ 、 $L f_3$ 、 $L f_4$ の配置を正面から見た図である。

図において、理解しやすいように、焦点距離が短くなる（広角な光学系になる）にしたがい、円形レンズの直径を大きく図示している。

【0048】

図9(a)は、3つの光学系 $L f_1$ 、 $L f_2$ 、 $L f_3$ の、それぞれの撮影範囲 $A f_1$ 、 $A f_2$ 、 $A f_3$ を示している。10

図9(b)は、4つの光学系 $L f_1$ 、 $L f_2$ 、 $L f_3$ 、 $L f_4$ の、それぞれの撮影範囲 $A f_1$ 、 $A f_2$ 、 $A f_3$ 、 $A f_4$ を示している。

【0049】

また、本実施形態では、以下の構成とすることが望ましい。

図10を適宜参照して説明する。

焦点距離 f_m を有する光学系と焦点距離 f_{m-1} を有する光学系との間でズームする時、焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心からの表示範囲の中心の水平方向の変化量、垂直方向の変化量はそれぞれ、以下の条件式(1)、(2)を満足することが好ましい。

$$d x_{m, m-1} = d x_{m, m-1} \times B_{m, m-1} / (B_{m, m-1} - B_{m-1}) \quad (1)$$

$$d y_{m, m-1} = d y_{m, m-1} \times B_{m, m-1} / (B_{m, m-1} - B_{m-1}) \quad (2)$$

ここで、

$d x_{m, m-1}$ は、焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との水平方向の距離、

$d y_{m, m-1}$ は、焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との垂直方向の距離、

B_{m-1} は、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の撮影時のズーム倍率、

$$B_{m, m-1} = f_m / f_{m-1},$$

である。

また、「焦点距離 f_m を有する光学系と焦点距離 f_{m-1} を有する光学系との間でズームする時」とは、焦点距離 f_m を有する光学系をズームアウトもしくは焦点距離 f_{m-1} を有する光学系をズームインし、表示画像の中心位置を焦点距離 f_{m-1} を有する光学系もしくは焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心に向かって変化する時、を意味する。30

【0050】

条件式(1)、(2)は、表示範囲の中心の水平方向の変化量と、垂直方向の変化量とを規定している。なお、最大ズーム倍率は1.5～2以下が好ましい。これにより、自然な画像変化を得られる。

さらに、表示範囲の中心位置を変化させる速度は、ズーム変化量に応じて変化することが好ましい。これにより、円滑で自然な倍率変化を得られる。

【0051】

焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ をズームインし、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ と同じ画角になったとき、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ に切り替える場合を考える。40

【0052】

焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ によりズーム倍率 $B=1$ のとき、最も大きな実線で示す撮影範囲で被写体を撮像できる。この状態から、ズームインしてゆき、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ によりズーム倍率 $B=1.5$ のとき、表示範囲は破線で示す大きさに小さくなる。

【0053】

さらに、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ によりズームインを行い、ズーム倍率 $B=2$ になる。このとき、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ をズームイン50

し、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ と同じ画角になったとき、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_{m-1}$ に切り替える。

【0054】

焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ は、点線で示す撮影範囲を有している。焦点距離 f_{m-1} のズーム時表示画像の中心が矢印の方向に変化する。

【0055】

画角の変化を、擬似的に焦点距離として換算した観点からさらに説明を続ける。

光学系 $L f_{m-1}$ のズーム最大倍率 $B_{m-1 max} = 2.5$ とする。上述したように、光学系 $L f_{m-1}$ のズーム倍率 $B_{m-1} = 2$ において、焦点距離 f_{m-1} と焦点距離 f_m は一致する。そして、以下の表1に示すように $2 < B_{m-1}$ では、両光学系の画角に重なりが生じる。
10

【0056】

(表1)

f_{m-1} のズーム倍率 B_{m-1}	1倍の時	2倍の時	2.5倍の時
$f_{m-1} = 25\text{mm}$	25mm	50mm	62.5mm
$f_m = 50\text{mm}$		50mm	

【0057】

ズーム倍率を変化させた場合でも、光学系 $L f_m$ と、 $L f_{m-1}$ との光軸同士の間隔は変わらない。このため、上述したように、ズーム倍率最大ではなく、 f_m / f_{m-1} を用いて、表示範囲の中心の水平方向の変化量と、垂直方向の変化量とを規定することが望ましい。
20

【0058】

条件式(1)、(2)を満足することで、ズーム変化量に応じて表示範囲の中心位置を変化させることができる。これにより、光学系の切り替え後の撮影範囲が一気にシフトしてしまうことを防止できる。

【0059】

また、本実施形態では、幾何光学的に以下の条件式を満足することが好ましい。

$$d_{x m, m-1} < L_m \times (\tan x_{m-1} - A \times \tan x_m) \quad (3)$$

$$d_{y m, m-1} < L_m \times (\tan y_{m-1} - A \times \tan y_m) \quad (4)$$

$$B_{m, m-1} = f_m / f_{m-1}$$

$$10 \quad A \quad 1$$

ここで、

$d_{x m, m-1}$ は、焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との水平方向の距離、

$d_{y m, m-1}$ は、焦点距離 f_m を有する光学系の光軸中心と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の光軸中心との垂直方向の距離、

B_{m-1} は、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系の撮影時のズーム倍率、

x_m, x_{m-1} は、 x 方向の半画角、

y_m, y_{m-1} は、 y 方向の半画角、

A は係数、である。

なお、係数は $A = 2$ が好ましい。

【0060】

条件式(3)、(4)は、光学系の光軸同士の距離と、撮影可能な至近距離と撮像素子との大きさと焦点距離との関係を規定している。撮影範囲のシフト量を規制(抑制)する条件を示している。

【0061】

焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ の撮影範囲に、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ の撮影範囲をどの程度含めるか、を規定する。例えば、 $1 \leq A \leq 2$ の場合、光学系 $L f_{m-1}$ の撮影範囲に、光学系 $L f_m$ の撮影範囲の中心まで含ませることができる。また、 $A > 2$ の場合、光学系 $L f_{m-1}$ の撮影範囲に、光学系 $L f_m$ の撮影範囲を全て含ませ
40

10

20

30

40

50

ることができる。

【0062】

また、本実施形態では、 $2 > A > 1$ において、

ズーム倍率 $m > 1$ の場合の焦点距離 f_m を有する光学系の撮影範囲は、少なくとも他の光学系の撮影範囲に含まれており、

画像生成部103は、表示範囲の中心が変化した際の表示範囲において、選択されている光学系による撮影範囲外の画像を、選択されていない他の光学系による撮影範囲内の画像を用いて補完することが好ましい。

【0063】

図12に示すように、焦点距離 f_2 を有する光学系 L_{f2} でズームを行いながら、焦点距離 f_3 を有する光学系 L_{f3} による撮影範囲（点線で示す）の中心方向へ画像の中心を変化するとき、シフト途中の表示範囲（一点鎖線で示す）に対して、光学系 L_{f3} による撮影範囲（点線で示す）の斜線Yで示す部分は撮影範囲外になる。

このとき、光学系 L_{f1} による撮影範囲 A_{f1} 内の斜線Yと同じ範囲の画像情報Yを使用して斜線Yの画像を生成する。周辺部における補完であるため、画像全体に対して、画質の劣化の影響を抑えつつ補完可能である。

【0064】

また、画像生成部103は、焦点距離 f_m を有する光学系 L_{fm} の撮影画像と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 L_{fm-1} の撮影画像とを用いて表示画像を生成することがこのましい。

これにより、解像度を向上し、より自然な画像を生成することができる。

【0065】

また、画像表示部104は、表示画像中心の移動方向を表示することが好ましい。

図11に示すように、ズーム動作に応じて、表示範囲は変化する。この際、表示範囲の中心の移動方向を表示することで、使用者が被写体を見失うことを防止できる。これにより、さらに撮影が容易になる。

【0066】

また、制御部105は、複数の光学系の切り替え時に、撮像画像のボケの変化が少ないFナンバーを有する光学系へ切り替えを行い、

以下の条件式(5)、(6)を満足することが好ましい。

$$FNO_{m-1} = FNO_m / ((f_m / f_{m-1})^2) \quad (5)$$

$$f_m > f_{m-1} \quad (6)$$

ここで、

FNO_{m-1} は、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 L_{fm-1} のFナンバー、

FNO_m は、焦点距離 f_m を有する光学系 L_{fm} のFナンバー、

である。

【0067】

光学系を切り替えることで、図13に示すように焦点距離に応じて被写界深度が変化する。条件式(5)、(6)を満足することで、光学系の切り替え時のボケ量の変化を低減できる。なお、ボケ量は、点光源を撮影したときの、撮像素子上での点光源の像の拡がりに基づいて判断する。

【0068】

また、制御部105は、焦点距離に応じて各光学系に対する撮像面のサイズを変える（広角は大きくし、望遠は小さくする）ことが好ましい。

これにより、効率的な撮影が可能となる。また、図14(a)、(b)に示すように、光学系同士の光軸を近づけることで小型化も可能となる。

例えば、制御部105は、各光学系の焦点距離が広角側のときに比較して望遠側のときは、撮像面のサイズを小さくすることが好ましい。なお、撮像素子は光学系1つに対して1つ、もしくは全光学系に対して1つでもよい。

【0069】

10

20

30

40

50

また、本実施形態において、少なくとも1つの光学系は、1枚以上の屈折力可変レンズを有する（フォーカス調整用）ことが好ましい。

屈折力可変レンズを用いることで、光学ズームによるレンズ駆動がないため、効果的に薄型化かつフォーカシングが可能となる。

【0070】

また、複数の光学系のうち、少なくとも最も焦点距離の長い光学系において、被写体からの光が光学系を構成するレンズ内で1回以上反射し、かつ、少なくとも最も焦点距離の長い光学系の被写体側のレンズ面から撮像素子までの距離と、その他の光学系の被写体側のレンズ面から撮像素子までの距離と略同じように構成することが好ましい。

【0071】

図14(c)の4つのレンズL1、L2、L3、L4のうちの、レンズL4は、被写体からの光が光学系を構成するレンズ内で1回以上反射し、かつ撮像素子Iまでの距離は他のレンズL1、L2、L3と同じである。

これにより、図14(c)に示すように、さらなる撮像装置の小型化を達成できる。

【0072】

また、画像生成部103は、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ の画像と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ の画像とから視差量を変化させた画像を生成することが望ましい。そして画像表示部104は、生成した画像を表示する。

【0073】

これにより、視点位置もシフトした画像を生成することができる。

焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ の画像と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ の画像との2枚の視差画像から、中間の視差を持った画像を生成することができる。例えば、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ の画像と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ の画像との視差が1の場合、視差量0.5の画像を生成できる。換言すると、右目で光学系 $L f_m$ の画像を観察し、左目で焦点距離 f_{m-1} を観察するとき、両眼では、画像を半分ずつ0.5の割合で観察する。

【0074】

この結果、光学系を切り替えた時の視差のずれを低減できる。

【0075】

また、画像生成部103は、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ と、焦点距離 f_{m-1} を有する光学系 $L f_{m-1}$ とでズームする時、焦点距離 f_m を有する光学系 $L f_m$ の光軸（光学中心）からの表示画像の中心の水平方向変化量 $x_{m,m-1}$ 、垂直方向変化量 $y_{m,m-1}$ の少なくともどちらかの量に応じた視差量の画像を生成することが好ましい。

【0076】

この結果、生成する画像の視差量は、表示画像の中心の変化量で変わる。このため、少なくとも水平方向変化量、垂直方向変化量のどちらかの量に応じた視差量の画像を生成することにより、光学系を切り替えた時の視差のずれを低減できる。

【0077】

以上説明したように、本実施形態では、ズーム倍率の変化に合わせて表示画像の中心を変化させることで、光学系切り替えによる撮影範囲のシフト量を抑制し、不自然な印象を緩和することができる。また、撮影範囲の大きなシフトによって、使用者が被写体を見失しづらことを防ぐことができる。

さらに、ボケや被写界深度の急激な変化を防ぐことで、光学系切り替えによる不自然な印象を緩和できる。

【産業上の利用可能性】

【0078】

以上のように、本発明にかかる撮像装置は、複数の光学系を有し、ズームを行う撮像装置に有用である。

【符号の説明】

【0079】

10

20

30

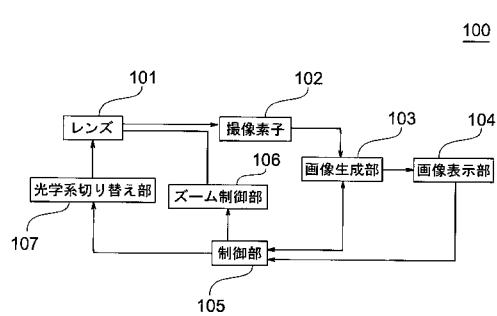
40

50

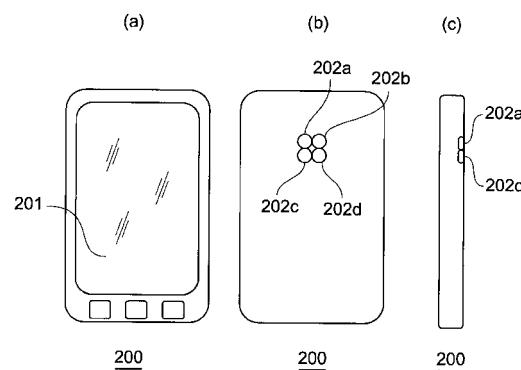
1 0 0 撮像装置
 1 0 1 レンズ
 1 0 2 撮像素子
 1 0 3 画像生成部
 1 0 4 画像表示部
 1 0 5 制御部
 1 0 6 ズーム制御部
 1 0 7 光学系切り替え部
 2 0 0 携帯電話
 2 0 1 表示部
 2 0 2 a、2 0 2 b、2 0 2 c、2 0 2 d 光学系
 L f 1、L f 2、L f 3、L f 4 光学系
 A f 1、A f 2、A f 3、A f 4 撮影範囲
 A X 光軸
 E N P 入射瞳
 O B J 被写体

10

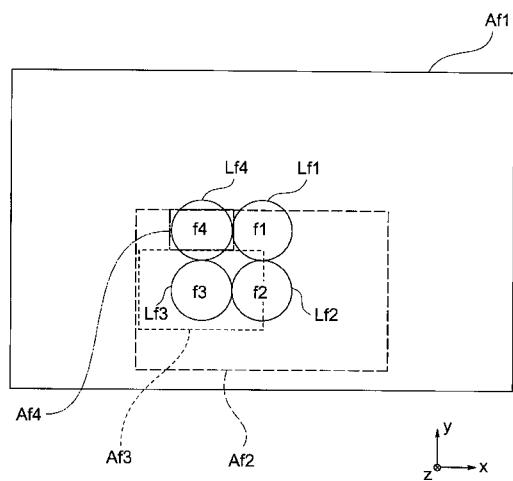
【図1】



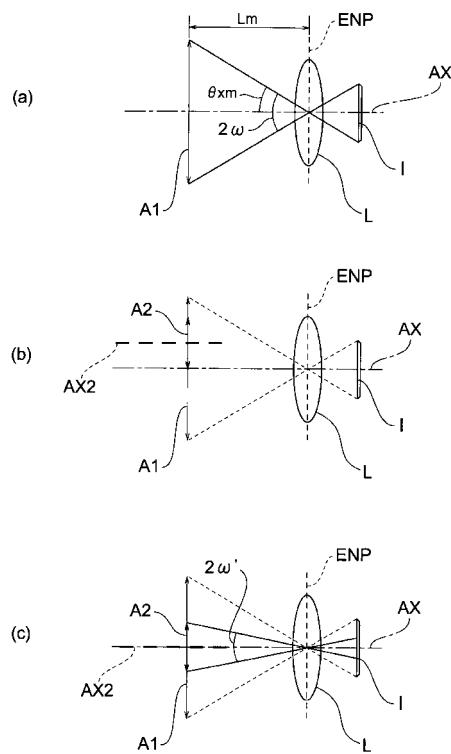
【図2】



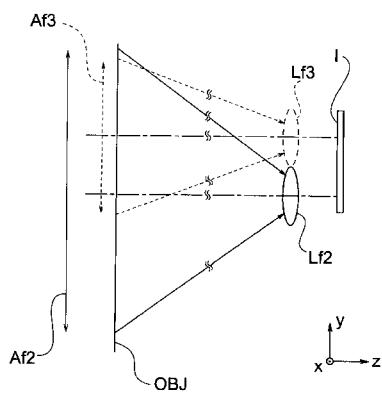
【図3】



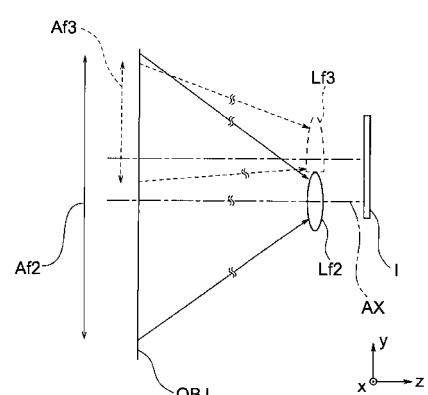
【図4】



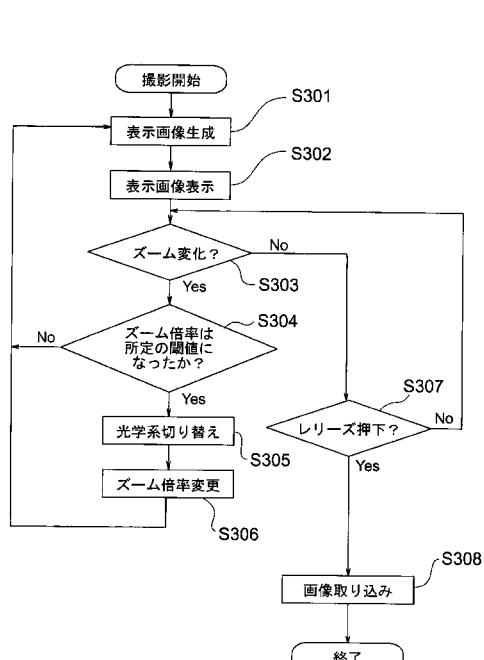
【図5】



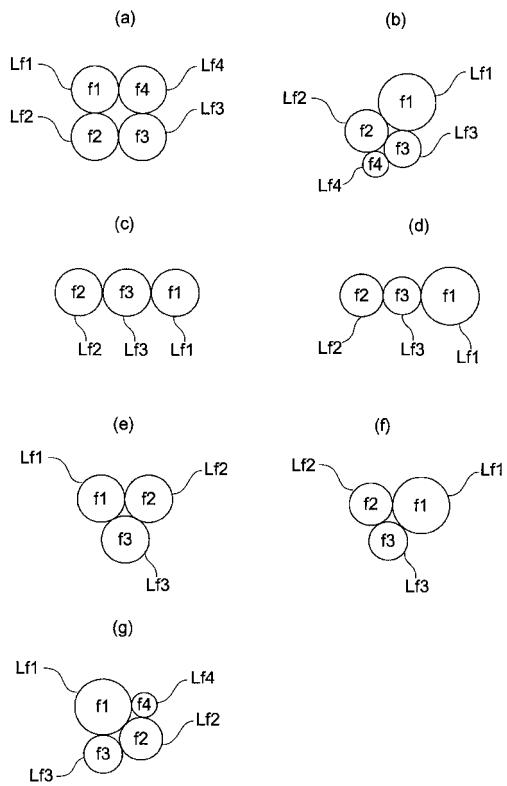
【図6】



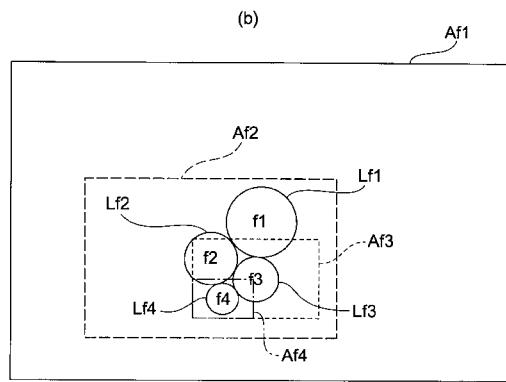
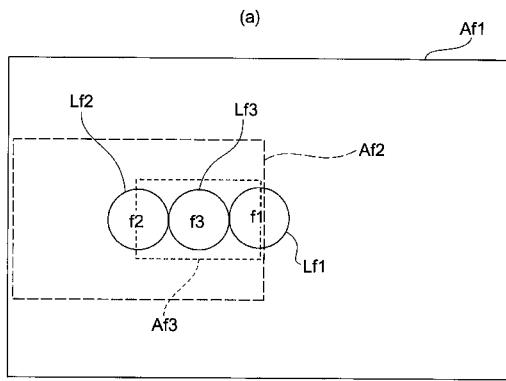
【図7】



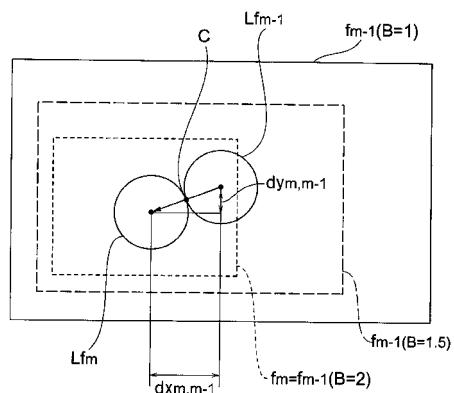
【図8】



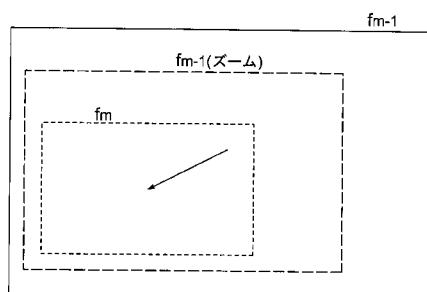
【図9】



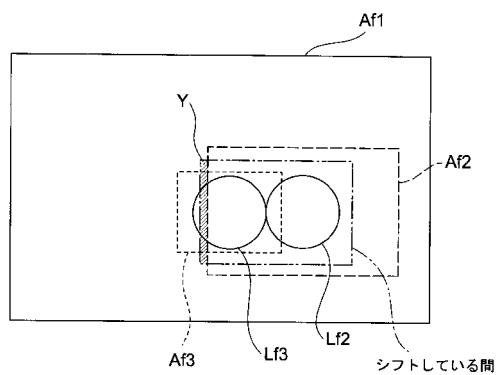
【図10】



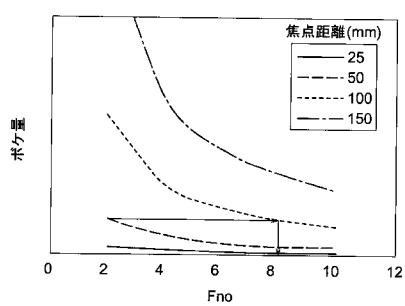
【図 1 1】



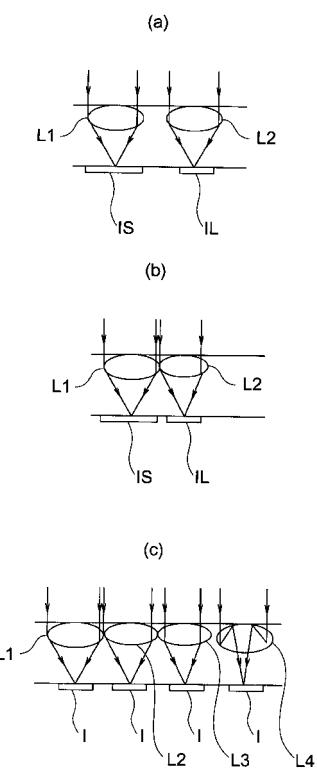
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】

