



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光学特性可変光学素子を備え、オートフォーカスとズームとを同時に行なうことを特徴とする光学装置。

**【請求項 2】**

光学特性可変光学素子を備え、オートフォーカスを行ないつつ音声入り撮影を行なうことを特徴とする光学装置。

**【請求項 3】**

光学特性可変光学素子を備え、表示装置に画像を表示しているときにはオートフォーカスを行なうことを特徴とする光学装置。

10

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光学特性可変光学素子を備えた光学装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

例えばデジタルカメラ、ビデオカメラ、顕微鏡、電子内視鏡などの光学装置には、オートフォーカス機能を備えたものがある。そして、通常の場合、そのフォーカシングは、モータによって、レンズを光軸に沿って移動させて行なうようにしている。他方、特開 2000-267010 号公報には、これまでのような硝子製やプラスチック製の光学部品とは異なり、特殊な構成をしていて、電気的な制御によって光学特性の変化する、可変ミラー、可変焦点レンズ、可変プリズムなどの光学特性可変光学素子が開示されている。本発明は、このような光学特性可変光学素子を備えた光学装置に関するものである。

20

**【0003】****【発明が解決しようとする課題】**

デジタルカメラなどの光学装置においてオートフォーカスを行なう場合、これまでは、上記のようにモータを駆動源とし、機械的な駆動機構を介してレンズを移動させるようにしていた。そして、このようなオートフォーカス機構は、モータや駆動機構が騒音を発生させたり、消費電力が大きかったり、機構全体の寸法や重量が大きいなどの欠点を有していた。このため、騒音を出したり消費電力が大きいことから、フォーカシングを行なっている最中には、光学装置に要求されている他の機能を並行して働かせることができなかつたり、それを可能にするためには特別な対策が必要になるという問題点があった。また、フォーカシング用レンズを移動させるためにモータや駆動機構が必要であることから、必然的に光学装置が大型化してしまうという問題点があった。

30

**【0004】**

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、例えば上記の可変ミラー、可変焦点レンズなどの光学特性可変光学素子を備えていて、オートフォーカスと並行して他の機能を好適に働かせることを可能にした、消費電力が少なく且つ小型・軽量の光学装置を提供することである。

**【0005】****【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成するために、本発明の光学装置は、光学特性可変光学素子を備え、オートフォーカスとズームとを同時に行なうことを特徴とする。また、本発明の光学装置は、光学特性可変光学素子を備え、オートフォーカスを行ないつつ音声入り撮影を行なうことを特徴とする。更に、本発明の光学装置は、光学特性可変光学素子を備え、表示装置に画像を表示しているときにはオートフォーカスを行なうことを特徴とする。

40

**【0006】****【発明の実施の形態】**

本発明の実施の形態を、複数の実施例によって説明する。また、図 1～図 9 は、それらの実施例の説明に用いるためのものである。そのうち、図 1 及び図 2 は、基本的には実施例

50

1を説明するためのものであるが、そこには、他の実施例に共通する構成が示されており、しかも、図1には、他の実施例に関する固有な事項も示されている。従って、図1は、実施例1以外の実施例にも適用される。

【0007】

[実施例1]

図1に示されている電子撮像装置301は、光学装置の一例として示したものであって、反射面の形状を電氣的制御で変形させフォーカシングをすることのできる可変ミラー409を備えている。このような、電子撮像装置301は、たとえばTVカメラ、デジタルカメラ、カムコーダ、監視用カメラ、ロボットの眼、等に用いることが可能であり、いずれの場合にも、電源としては電池を用いたものにすることが要求されている。

10

【0008】

可変ミラー409の構成は、特願2001-37454号の明細書で図1を用いて説明されている可変形状鏡と実質的に同じである。即ち、3層の膜は、例えばポリイミドなどで製作された薄い基板409jと、その一方の面に例えばアルミコーティングなどで形成された薄い反射膜409aと、他方の面に薄く形成された電極409kとからなっており、電極409kと対向する面領域に配置されている複数の固定電極409bに対して、可変ミラー駆動回路310が異なる電圧を印加すると、静電気力によって、その印加電圧の分布状態に対応した形状に変形させられ、反射面の形状が変えられるようになっている。

【0009】

この可変ミラー409を取り付けている枠体には、撮影対象となる物体320に向けられた凹レンズ315と、凸レンズ316と、絞り321が取り付けられている。また、固体撮像素子408の取り付けられている枠体には、可動のプラスチックレンズ枠303、304が配置され、それらに変倍レンズ306、プラスチックレンズ302が取り付けられており、変倍レンズ306は、凸レンズ317、非球面凸レンズ318、凹レンズ319で構成されている。

20

【0010】

ズーム機構は、プラスチックレンズ枠303に設けられたカムピン307Cと、プラスチックレンズ枠304に設けられたカムピン307Bと、それらのカムピン307B、307Cを挿入するカム溝を設けたカム板307Aと、カム板307Aを回転させるズームモータ307Dと、ズームモータ駆動回路307Eとで構成され、変倍レンズ306の移動により変倍を行ない、プラスチックレンズ302の動きによりピント移動を補償するようになっている。尚、ズームモータ307Dは、ステッピングモータである。

30

【0011】

この電子撮像装置301は、コントラスト方式のオートフォーカス機能を備えており、可変ミラー409は次のように駆動される。マイクロコンピュータ311は、ルックアップテーブル300を参照しつつ、可変ミラー駆動回路310を介して可変ミラー409の電極409bに異なる電圧を加えて反射膜409aを変形させ、予め何枚かの画像を撮像する。そして、固体撮像素子408から電子回路312を介して入力されたそれらの画像情報の中から高周波成分を取り出し、ルックアップテーブル300の参照あるいはルックアップテーブル300の中の数値の補間あるいは外挿によって、高周波成分が最大になる駆動電圧を算出する。そして、その算出された駆動電圧を可変ミラー409に印加して撮像が行なわれる。尚、マイクロコンピュータ311には、温度センサー415と湿度センサー416が接続されている。

40

【0012】

このとき、参照するルックアップテーブル300の一例が図2に示されている。このように、ルックアップテーブル300は、縦軸、横軸の一方を物体距離、他方をズーム状態としたものであればよい。また、ズーム状態は、例えばズームモータ307Dに送られるパルス数によって検出され、ズーム状態に対応した部分、即ち物体距離を変えた数値によって、可変ミラー409に加わる電圧を変えればよい。このほか、ズーム状態は、変倍レンズ306の位置を検出するエンコーダで検出するようにしてもよい。

50

## 【0013】

このようにして、固体撮像素子408で撮像した画像は、電子回路312で処理され、記憶装置313に記憶される。また、表示装置314に表示させることもできる。その場合、表示装置314としては、CRTディスプレイであっても差し支えないが、通常の液晶ディスプレイ、反射・透過兼用のディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等の方が、消費電力が少ないので好ましい。

## 【0014】

このような本実施例において、可変ミラー409と可変ミラー駆動回路310で消費される電力は、通常にフォーカシング用レンズをモータで駆動する場合(0.3~5W程度)に比べて、数分の1~数十分の1(数十mW~200mW)と小さい。従って、ズームモータ駆動時(このとき、ズームモータ307D、ズームモータ駆動回路307Eで0.3~5Wの電力を消費する)でも、可変ミラー409によってオートフォーカスを行なうことが可能になり、ビデオカメラあるいはデジタルカメラ等での動画撮影時に、ズーミングをしているときでも常にピントの合った動画が撮影できることになる。

## 【0015】

また、このメリットは、ビデオカメラやデジタルカメラの場合には勿論であるが、図1に示した光学系を、テレビカメラや映画用フィルムカメラ等に用いた場合にも得られる。但し、映画用フィルムカメラに用いる場合は、図1における固体撮像素子408が、フィルムに置き換わることになる。

## 【0016】

本実施例におけるズームの制御についてのフローチャートを図3(a)に示し、オートフォーカスの制御についてのフローチャートを図3(b)に示した。また、本実施例は、動画撮影に限らず、静止画撮影をする場合でも、オートフォーカスを行ないつつズーミングを行なって、良いフレーミングになったときにシャッターを押せば、オートフォーカスのタイムラグがなく、ピントの合った画像が得られる。

## 【0017】

## [実施例2]

図1には、本実施例の構成に必要な音声集録用のマイクロフォン325と、マイクロフォン制御回路325Bが示されている。そして、このように構成すると、動画、静止画の撮影中に音声の集録ができ、記憶装置313に記録することが可能になる。即ち、従来のように、フォーカシング用レンズをモータで駆動する場合には、ズルズルという騒音やジューツという騒音が出るため、オートフォーカスを行ないつつ録音することはできなかったが、本実施例の場合には、可変ミラー409の動作時に騒音を発生しないため、オートフォーカスを行ないつつ録音することが可能になる。図4に、動画撮影時のフローチャートを示した。

## 【0018】

## [実施例3]

図1において、表示装置314がオンになっているときには、表示装置314には、固体撮像素子408で撮像された画像が表示されている。そのため、例えば、静止画像を撮影するときのファインダーのように、撮影時以外でも動画を表示し続けているようにすることができる。ところが、従来は、このような表示装置314の使い方をしたとき、オートフォーカスを常時行なっているようにすることができなかった。なぜなら、オートフォーカス用のモータの消費電力が大きく、電池の消耗が激しかったからである。

## 【0019】

ところが、図1に示した電子撮像装置301の場合は、可変ミラー409の消費電力が少ないため、表示装置314を使用しているときにも、常時、オートフォーカスを行なうことが可能となる。そのため、被写界中の物体距離が変わっても、表示装置314には、常にピントの合った画像が表示されることになる。また、上記した特願2001-37454号の図1に示された実施例には、光学式ファインダーが設けられているが、表示装置314に、常にピントの合った画像が表示されることによって、そのような光学式ファイン

10

20

30

40

50

ダーを設ける必要がなくなるとともに、撮像装置が小型・軽量になるというメリットもある。図5には、そのように構成した場合のフローチャートを示してある。

#### 【0020】

尚、さらに消費電力を減らすためには、表示装置314の使用時に常にオートフォーカスを行なわせず、可変ミラー409に対して、常に遠方の距離（例えば70cm、あるいは1m以上）にピントが合うように、電圧を印加しておくようにすればよい。そうすれば、殆どの使用状態では表示装置314にボケのない画像が表示でき便利である。また、可変ミラー409に印加する電圧をオフにしても差し支えない。その場合には、撮影系のピントは、又はその近傍に合うようになるので、殆どの使用状態では表示装置314にボケの少ない画像が表示され、実用に供せるものとなる。また、消費電力を減らすために、表示装置314がオフにされ、かつオートフォーカスを行っていない場合には、可変ミラーへの通電を行なわないようにすると良い。

10

#### 【0021】

##### [実施例4]

また、実施例1と実施例3で説明したように、可変ミラー409を用いると、消費電力が減るので、予備の電池を持ち歩かなくてもよくなるというメリットがある。そこで、本実施例の場合は、図1に示されているように、電源回路340用の電源に、充電式電池330を用いる。そして、その電池330を電子撮像装置301のボディー内に埋め込み、接点331だけをボディーの外に出すことによって、充電器332で随時充電して使うようにしている。このようにしたことによって、電池交換のための機械的部材（電池のフタ、ケース等）が不要になり、電子撮像装置301の小型・軽量化が可能になる。また、接点331をボディー外面に設けず、電磁誘導により充電器と非接触で電池330を充電できるようにしてもよく、そのようにすると、接点331がなくなるので、一層好適なものになる。

20

#### 【0022】

##### [実施例5]

本実施例は、図1に示されている可変ミラー駆動回路310を工夫することによって、特殊な機能が得られるようにしたものである。図6は、可変ミラー409を、時間的に変化する電気で駆動するようにした例を示したものである。そのため、図1に示された可変ミラー駆動回路310に代わって可変ミラー駆動回路333が用いられる。この可変ミラー駆動回路333は、AC駆動回路333AとDC駆動回路333Bとを内蔵しており、これまで説明したような撮影時におけるオートフォーカス用には、DC駆動回路333Bが用いられる。

30

#### 【0023】

他方、AC駆動回路333Aを用いて可変ミラー409を駆動する場合、周波数 $f$ が可聴周波数（20～20kHz）内であって、例えば、 $f = 880\text{Hz}$ 、 $440\text{Hz}$ 、 $2\text{kHz}$ などにすると、3層の変形膜（409a、409j、409k）は振動し、音を発生する。そこで、本実施例の場合には、このスピーカー機能を有効に活用することにする。例えば、電子撮像装置301がデジタルカメラの場合には、デジタルカメラの各種警告音の発生源として使うことができる。また、電子撮像装置301が携帯電話に内蔵された撮像装置の場合には、受話器のスピーカとして使え、電話の音声伝達、着メロの発生などに使うことができる。

40

#### 【0024】

また、図7に示したように、可変ミラー駆動回路333として、周波数 $f_p$ のパルス幅変調（PWM）方式の駆動回路333cを用いると、周波数 $f_p$ を可聴帯域内に選ぶことによって、可変ミラー409をスピーカとして使用することができる。また、周波数 $f_p$ を可変ミラー409の変形膜の共振周波数 $f_e$ 以上の高周波（好ましくは $f_p = 10f_e$ ）に選べば、変形膜は殆ど振動しないので、可変ミラー409を撮影時のオートフォーカスに用いることが可能になる。図8は、パルス幅変調方式の駆動回路333cから出力される電圧の時間変化を示したもので、 $V_c$ の値は一定であり、電圧が0の時と $V_c$ のときと

50

の時間比率を変えることで、実効的に可変ミラー 409 に加わる電圧を変化させるようにする。周期  $= 1 / f_p$  の関係がある。尚、本実施例の場合、可変ミラー 409 の近傍であって光学系の光路外にホーン 334 を設けておけば、可変ミラー 409 の発する音が増幅されて好適になる。

【0025】

[ 実施例 6 ]

本実施例は、図 9 に示されているように、可変ミラー 409 を、音の集録用のマイクロフォンとしても使用した例である。可変ミラー 409 の二つの電極 409 k , 409 b 間には直流電圧が加えられており、音波によって、3 層の変形膜 ( 409 a , 409 j , 409 k ) が振動すると、可変ミラー 409 の静電容量が変化するので、電流が流れ、抵抗 335 の両端に電位差  $V$  が生ずる。この電圧を増幅すれば、スピーカから音を出せるわけで、可変ミラー 409 は、マイクロフォンとして動作することになる。尚、可変ミラー 409 の電極間には、可聴帯域より高い周波数の交流電圧を加えてもよい。更に、集音用のホーン 336 を、可変ミラー 409 の近傍であって光学系の光路外に設ければ、マイクロフォンの能率を上げることが可能となる。

【0026】

[ 実施例 7 ]

本実施例は、撮影時に、物体までの距離に応じて、光学系のモード切り替えをしないようにしたものである。図 1 に示された電子撮像装置 301 によれば、それが可能である。なぜならば、従来のように、モータを駆動源としたコントラスト方式のオートフォーカスを行なう場合には、レンズの移動量が大きいため、全ての距離に対して迅速にオートフォーカスを行なうことができず、例えば物体距離を、 から 70 cm まで ( 通常 ) と、70 cm から 20 cm まで ( マクロ ) との二つに分けて、使用者がどちらの距離に物体があるかを判断した上で、オートフォーカスのモードを選択し撮影していたが、可変ミラー 409 を用いれば、3 層の変形膜の変形速度は数 ms 以下と速いので、全ての物体距離についてオートフォーカスが行なえるからである。従って、使用者によるマクロモードへの切り替えが不要になる。

【0027】

以上の実施例 1 ~ 7 においては、光学特性可変光学素子として、面形状可変光学素子 ( 面形状の変化するミラー、レンズ、プリズム等 ) の一つである可変ミラー 409 を用いていたが、本発明は、これに限るものではない。実施例 1 , 2 , 4 , 7 の場合には、可変ミラー 409 の代わりに、図 10 ~ 図 20 に示す可変焦点レンズや、図 21 に示す可変焦点ミラー等を用いても同等の効果を得ることができる。そこで、それらの可変焦点レンズや可変焦点ミラー等を、以下に説明する。

【0028】

図 10 は可変焦点レンズの原理的構成を示す図である。この可変焦点レンズ 511 は、第 1 , 第 2 の面としてのレンズ面 508 a , 508 b を有する第 1 のレンズ 512 a と、第 3 , 第 4 の面としてのレンズ面 509 a , 509 b を有する第 2 のレンズ 512 b と、これらレンズ間に透明電極 513 a , 513 b を介して設けた高分子分散液晶層 514 とを有し、入射光を第 1 , 第 2 のレンズ 512 a , 512 b を経て収束させるものである。透明電極 513 a , 513 b は、スイッチ 515 を介して交流電源 516 に接続して、高分子分散液晶層 514 に交流電界を選択的に印加するようにする。尚、高分子分散液晶層 514 は、それぞれ液晶分子 517 を含む球状、多面体等の任意の形状の多数の微小な高分子セル 518 を有して構成し、その体積は、高分子セル 518 を構成する高分子及び液晶分子 517 がそれぞれ占める体積の和に一致させる。

【0029】

ここで、高分子セル 518 の大きさは、例えば球状とする場合、使用する光の波長を としたとき、その平均の直径  $D$  を、例えば、

$$2 \text{ nm} \leq D \leq 5 \text{ nm} \quad \cdots (1)$$

とする。即ち、液晶分子 517 の大きさは、2 nm 程度以上であるので、平均の直径  $D$  の

下限値は、2 nm以上とする。また、Dの上限値は、可変焦点レンズ511の光軸方向における高分子分散液晶層514の厚さtにも依存するが、に比べて大きいと、高分子の屈折率と液晶分子517の屈折率との差により、高分子セル518の境界面で光が散乱して高分子分散液晶層514が不透明になってしまうため、好ましくは $\lambda/5$ 以下とする。可変焦点レンズが用いられる光学製品によっては高精度を要求しない場合もあり、そのときにはDは以下でも良い。尚、高分子分散液晶層514の透明度は、厚さtが厚いほど悪くなる。

#### 【0030】

ここで、図10に示すように、スイッチ515をオフ、即ち高分子分散液晶514に電界を印加しない状態では、液晶分子517が様々な方向を向いているので、入射光に対する高分子分散液晶層514の屈折率は高く、屈折力の強いレンズとなる。これに対し、図11に示すように、スイッチ515をオンとして高分子分散液晶層514に交流電界を印加すると、液晶分子517は、屈折率楕円体の長軸方向が可変焦点レンズ511の光軸と平行となるように配向するので、屈折率が低くなり、屈折力の弱いレンズとなる。

#### 【0031】

図12は可変焦点回折光学素子の一例の構成を示す図である。この可変焦点回折光学素子531は、平行な第1、第2の面532a、532bを有する第1の透明基板532と、光の波長オーダーの溝深さを有する断面鋸歯状のリング状回折格子を形成した第3の面533a及び平坦な第4の面533bを有する第2の透明基板533とを有し、入射光を第1、第2の透明基板532、533を経て出射させるものである。第1、第2の透明基板532、533間には、透明電極513a、513bを介して高分子分散液晶層514を設け、透明電極513a、513bをスイッチ515を経て交流電源516に接続して、高分子分散液晶層514に交流電界を印加するようにする。

#### 【0032】

図13及び図14は、可変焦点眼鏡550の構成を示すものであり、可変焦点レンズ551は、レンズ552及び553と、これらレンズの内面上にそれぞれ透明電極513a、513bを介して設けた配向膜539a、539bと、これらは以降膜間に設けたツイストネマティック液晶層554とを有して構成し、その透明電極513a、513bを可変抵抗器519を経て交流電源516に接続して、ツイストネマティック液晶層554に交流電界を印加するようにする。かかる構成において、ツイストネマティック液晶層554に印加する電圧を高くすると、液晶分子555は、図14に示すようにホメオトロピック配向となり、図13に示す印加電圧が低いツイストネマティック状態の場合に比べて、ツイストネマティック液晶層554の屈折率は小さくなり、焦点距離が長くなる。

#### 【0033】

図15は、可変焦点レンズ140を用いた撮像ユニット141の概略構成図である。撮像ユニット141は本発明の撮像系として用いることができる。本例では、レンズ102と可変焦点レンズ140とで、撮像レンズを構成している。そして、この撮像レンズと固体撮像素子408とで撮像ユニット141を構成している。可変焦点レンズ140は、透明部材142と圧電性のある合成樹脂等の柔らかい透明物質143とで、光を透過する流体あるいはゼリー状物質144を挟んで構成されている。

#### 【0034】

流体あるいはゼリー状物質144としては、シリコンオイル、弾性ゴム、ゼリー、水等を用いることができる。透明物質143の両面には透明電極145が設けられており、回路103を介して電圧を加えることで、透明物質143の圧電効果により透明物質143が変形し、可変焦点レンズ140の焦点距離が変わるようになっている。従って、本例によれば、物体距離が変わった場合でも光学系をモータ等で動かすことなくフォーカスができる、小型、軽量、消費電力が少ない点で優れている。

#### 【0035】

図16は圧電材料200を用いた可変焦点レンズ201の概略構成図である。圧電材料200には透明物質143と同様の材料が用いられており、圧電材料200は、透明で柔ら

10

20

30

40

50

かい基板 202 の上に設けられている。尚、基板 202 には、合成樹脂、有機材料を用いるのが望ましい。このような本例においては、2つの透明電極 59 を介して電圧を圧電材料 200 に加えることで圧電材料 200 は変形し、図 16 において凸レンズとしての作用を持っている。

【0036】

尚、基板 202 の形をあらかじめ凸状に形成しておき、かつ、2つの透明電極 59 のうち、少なくとも一方の電極の大きさを基板 202 と異ならせておく、例えば、一方の透明電極 59 を基板 202 より小さくしておくと、電圧を切ったときに、図 17 に示すように、2つの透明電極 59 が対向する所定部分だけが凹状に変形して凹レンズの作用を持つようになり、可変焦点レンズとして動作する。このとき、基板 202 は、流体 161 の体積が変化しないように変化するので、液溜 168 が不要になるというメリットがある。 10

【0037】

図 18 は圧電材料からなる 2 枚の薄板 200A, 200B を用いた可変焦点レンズの概略構成図である。本例の可変焦点レンズは、薄板 200A と 200B の材料の方向性を反転させることで、変形量を大きくし、大きな可変焦点範囲が得られるというメリットがある。尚、図 18 中、204 はレンズ形状の透明基板である。

【0038】

図 19 は可変焦点レンズの例を示す概略構成図である。本例の可変焦点レンズ 207 は、例えばシリコンゴムやアクリルエラストマー等の電歪材料 206 を用いて構成されている。本例の構成によれば、電圧が低いときには、図 19 に示すように、凸レンズとして作用し、電圧を上げると、図 20 に示すように、電歪材料 206 が上下方向に伸びて左右方向に縮むので、焦点距離が伸びる。従って、可変焦点レンズとして動作する。このような本例の可変焦点レンズによれば、大電源を必要としないので、消費電力が小さくて済むというメリットがある。 20

【0039】

図 21 は可変焦点レンズを用いた可変焦点ミラーを示すものである。この可変焦点ミラー 565 は、第 1, 第 2 の面 566a, 566b を有する第 1 の透明基板 566 と、第 3, 第 4 の面 567a, 567b を有する第 2 の透明基板 567 とを有する。第 1 の透明基板 566 は、平板状又はレンズ状に形成して、内面(第 2 の面) 566b に透明電極 513a を設け、第 2 の透明基板 567 は、内面(第 3 の面) 567a を凹面状に形成して、該凹面上に反射膜 568 を施し、さらにこの反射膜 568 上に透明電極 513b を設ける。透明電極 513a, 513b 間には、高分子分散液晶層 514 を設け、これら透明電極 513a, 513b をスイッチ 515 及び可変抵抗器 519 を経て交流電源 516 に接続して、高分子分散液晶層 514 に交流電界を印加するようにする。尚、図 21 では、液晶分子の図示を省略してある。 30

【0040】

かかる構成によれば、透明基板 566 側から入射する光線は、反射膜 568 により高分子分散液晶層 514 を折り返す光路となるので、高分子分散液晶層 514 の作用を 2 回もたせることができると共に、高分子分散液晶層 514 への印加電圧を変えることにより、反射光の焦点位置を変えることができる。尚、透明基板 566 又は 567 の内面を、図 12 に示したように回折格子状にして、高分子分散液晶層 514 の厚さを薄くすることもできる。このようにすれば、散乱光をより少なくできる利点がある。 40

【0041】

また、上記の実施例 1, 2, 3, 4, 7 は、図 22 ~ 図 24 に示す光学装置に適用しても、その効果を発揮することができる。そこで、それらの光学装置を以下に説明する。

【0042】

図 22 は、光学特性可変ミラーを用いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの概略構成図である。本例の構成は、もちろん、銀塩フィルムカメラにも使うことができる。物体からの光は、対物レンズ 902 及びプリズム 404 の各入射面と射出面で屈折され、可変形状鏡 409 で反射され、プリズム 404 を透過して、二等辺直角プリズム 405 でさ 50



らに反射され（図 2 2 中、光路中の + 印は、紙面の裏側へ向かって光線が進むことを示している。）、ミラー 4 0 6 で反射され、接眼レンズ 9 0 1 を介して眼に入射するようになっている。このように、レンズ 9 0 1 , 9 0 2、プリズム 4 0 4 , 4 0 5、及び、可変形状鏡 4 0 9 によって、本例の光学装置の観察光学系を構成しており、これらの各光学素子の面形状と肉厚を最適化することにより、物体面の収差を最小にすることができるようになっている。

#### 【 0 0 4 3 】

即ち、反射面としての薄膜 4 0 9 a の形状は、結像性能が最適になるように演算装置 4 1 4 からの信号により各可変抵抗器 4 1 1 の抵抗値を変化させることにより制御される。即ち、演算装置 4 1 4 へ、温度センサー 4 1 5、湿度センサー 4 1 6 及び距離センサー 4 1 7 から、周囲温度及び湿度並びに物体までの距離に応じた大きさの信号が入力され、演算装置 4 1 4 は、これらの入力信号に基づき周囲の温度及び湿度条件と物体までの距離による結像性能の低下を補償すべく、薄膜 4 0 9 a の形状が決定されるような電圧を電極 4 0 9 b に印加するように、可変抵抗器 4 1 1 の抵抗値を決定するための信号を出力する。このように、薄膜 4 0 9 a は電極 4 0 9 b に印加される電圧すなわち静電気力で変形させられるため、その形状は状況により非球面を含む様々な形状をとり、印加される電圧の極性を変えれば凸面とすることもできる。尚、距離センサー 4 1 7 はなくてもよく、その場合、固体撮像素子 4 0 8 からの像の信号の高周波成分が略最大になるように、デジタルカメラの撮像レンズ 4 0 3 を動かし、その位置から逆に物体距離を算出し、可変形状鏡を変形させて観察者の眼にピントが合うようにすればよい。

10

20

#### 【 0 0 4 4 】

図 2 3 は、可変形状鏡 4 0 9 を用いた撮像系、例えば携帯電話のデジタルカメラ、カプセル内視鏡、電子内視鏡、パソコン用デジタルカメラ、PDA 用デジタルカメラ等に用いられる撮像系の概略構成図である。本例の撮像系は、可変形状鏡 4 0 9 と、レンズ 9 0 2 と、固体撮像素子 4 0 8 と、制御系 1 0 3 とで一つの撮像ユニット 1 0 4 を構成している。本例の撮像ユニット 1 0 4 では、レンズ 1 0 2 を通った物体からの光は可変形状鏡 4 0 9 で集光され、固体撮像素子 4 0 8 の上に結像する。可変形状鏡 4 0 9 は、光学特性可変光学素子の一種であり、可変焦点ミラーとも呼ばれている。

#### 【 0 0 4 5 】

本例によれば、物体距離が変わっても可変形状鏡 4 0 9 を変形させることでピント合わせをすることができ、レンズをモータ等で駆動する必要がなく、小型化、軽量化、低消費電力化の点で優れている。また、可変形状鏡 4 0 9 を複数用いることでズーム、変倍の撮像系、光学系を作ることができる。尚、図 2 3 では、制御系 1 0 3 にコイルを用いたトランスの昇圧回路を含む制御系の構成例を示している。特に積層型圧電トランスを用いると、小型化できてよい。昇圧回路は、特に静電気力、圧電効果を用いる場合の可変形状鏡、可変焦点レンズに有用である。

30

#### 【 0 0 4 6 】

図 2 4 は、デジタルカメラ用の撮像光学系の構成を示すものである。この撮像光学系においては、物体（図示せず）の像を、絞り 5 2 1、可変焦点レンズ 5 1 1 及びレンズ 5 2 2 を介して、例えば CCD よりなる固体撮像素子 5 2 3 上に結像させる。尚、図 2 4 では、液晶分子の図示を省略してある。かかる撮像光学系によれば、可変抵抗器 5 1 9 により可変焦点レンズ 5 1 1 の高分子分散液晶層 5 1 4 に印加する交流電圧を調整して、可変焦点レンズ 5 1 1 の焦点距離を変えることにより、可変焦点レンズ 5 1 1 及びレンズ 5 2 2 を光軸方向に移動させることなく、例えば、無限遠から 6 0 0 m m までの物体距離に対して、連続的に合焦させることが可能となる。

40

#### 【 0 0 4 7 】

また、上記の実施例 1 , 2 , 3 , 4 , 7 における可変ミラーとしては、図 2 7 に示すような、圧電効果を有する材料等で駆動するもの、あるいは図 2 8 に示す電磁力で駆動するものを用いてもよい。そこで、それらについて説明する。

#### 【 0 0 4 8 】

50

先ず、図 27 は、圧電効果を有する材料で駆動する可変形状鏡 409 の例を示す概略構成図である。本例の可変形状鏡は、薄膜 409a と電極 409b との間に圧電素子 409c が介装されていて、これらが支持台 423 上に設けられている。そして、圧電素子 409c に加わる電圧を各電極 409b 毎に変えることにより、圧電素子 409c に部分的に異なる伸縮を生じさせて、薄膜 409a の形状を変えることができるようになっている。電極 409b の形は、同心分割であってもよいし、矩形分割であってもよく、その他、適宜の形のものを選択することができる。

#### 【0049】

図 27 中、符号 424 は演算装置 414 に接続された振れ（ブレ）センサーであって、例えばデジタルカメラの振れを検知し、振れによる像の乱れを補償するように薄膜 409a を変形させるべく、演算装置 414 及び可変抵抗器 411 を介して電極 409b に印加される電圧を変化させる。このとき、温度センサー 415、湿度センサー 416 及び距離センサー 417 からの信号も同時に考慮され、ピント合わせ、温・湿度補償等が行なわれる。この場合、薄膜 409a には圧電素子 409c の変形に伴う応力が加わるので、薄膜 409a の厚さはある程度厚めに作られて相応の強度を持たせるようにするのがよい。

10

#### 【0050】

次に、図 28 は、電磁力で駆動する可変形状鏡 409 の例を示す概略構成図である。本例の可変形状鏡は、電磁気力を利用して反射面の形状を変化させ得るようにしたもので、支持台 423 の内部底面上には永久磁石 426 が、頂面上には窒化シリコン又はポリイミド等からなる基板 409e の周縁部が載置固定されており、基板 409e の表面にはアルミニウム等の金属コートで作られた薄膜 409a が付設されていて、可変形状鏡 409 を構成している。基板 409e の下面には複数のコイル 427 が配設されており、これらのコイル 427 はそれぞれ駆動回路 428 を介して演算装置 414 に接続されている。

20

#### 【0051】

従って、各センサー 415、416、417、424 からの信号によって演算装置 414 において求められている光学系の変化に対応した演算装置 414 からの出力信号により、各駆動回路 428 から各コイル 427 にそれぞれ適当な電流が供給されると、永久磁石との間に働く電磁気力で各コイル 427 は反発又は吸着され、基板 409e 及び薄膜 409a を変形させる。この場合、各コイル 427 はそれぞれ異なる量の電流を流すようにすることもできる。また、コイル 427 は 1 個でもよいし、永久磁石 426 を基板 409e に付設しコイル 427 を支持台 423 の内部底面側に設けるようにしてもよい。また、コイル 427 はリソグラフィー等の手法で作るとよく、さらに、コイル 427 には強磁性体よりなる鉄心を入れるようにしてもよい。

30

#### 【0052】

また、上記の実施例 5、6 の場合に、可変ミラー 409 の代わりに用いることのできる光学特性可変光学素子は、上記の面形状可変光学素子である必要がある。そして、その面形状可変光学素子としては、図 15～図 20 に示されたもののほかに、図 25、図 26 に示す可変焦点レンズ等があり、それらを可変ミラー 409 の代わりに用いても、実施例 5、6 の場合と同様な効果を得ることができる。そこで、それらの可変焦点レンズについて説明する。

40

#### 【0053】

図 25 は、図 15 の例において、シリンダー 146 を設ける代わりに、支援部材 147 を設けてシリンダー 146 を省略した構造にした例である。支援部材 147 は、間に透明電極 145 を挟んで、透明物質 143 の一部の周辺部分を固定している。本例によれば、透明物質 143 に電圧をかけることによって、透明物質 143 が変形しても、可変焦点レンズ 140 全体の体積が変わらないように変形するため、シリンダー 146 が不要になる。尚、図 25 中、符号 148 は変形可能な部材で、弾性体、アコーディオン状の合成樹脂または金属等でできている。

#### 【0054】

また、図 26 は、マイクロポンプ 160 で流体 161 を出し入れし、レンズ面を変形させ

50

る可変焦点レンズ 162 の概略構成図である。マイクロポンプ 160 は、例えば、マイクロマシンの技術で作られた小型のポンプで、電力で動くように構成されている。流体 161 は、透明基板 163 と、弾性体 164 との間に挟まれている。図 26 中、符号 165 は弾性体 164 を保護するための透明基板であるが、設けなくてもよい。マイクロマシンの技術で作られたポンプの例としては、熱変形を利用したもの、圧電材料を用いたもの、静電気力を用いたものなどがある。

【0055】

尚、上記の実施例の光学装置では、電源として、充電式電池を用いた場合で説明したが、使い捨ての乾電池を用いてもよい。また、電池と商用電源（AC 100V, 200V 等）とを併用できるようにしてもよい。

10

【0056】

以上説明したように、本発明は、特許請求の範囲に記載した特徴のほかに下記の特徴を有している。

【0057】

(1) 動画撮影時にオートフォーカスとズームとを同時に行なうことを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

(2) オートフォーカスとズームとを同時に行ないつつ静止画を撮影することができることを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

【0058】

(3) 光学特性可変光学素子を備え、オートフォーカスを行ないつつ音声入り動画撮影を行なうことを特徴とする光学装置。

20

(4) 光学特性可変光学素子を備え、オートフォーカスを行ないつつ音声入り静止画撮影を行なうことを特徴とする光学装置。

【0059】

(5) 光学ファインダーを備えないことを特徴とする請求項 3 に記載の光学装置。

(6) 光学特性可変光学素子を備えており、表示装置に画像を表示しているときにオートフォーカスを行なわない場合には、無限遠あるいは遠方（たとえば 1 m 以上）にピントが合うように前記光学特性可変光学素子が構成されていることを特徴とする光学装置。

【0060】

(7) 充電式電池を備えており、前記充電式電池が光学装置のボディーと一体化されていることを特徴とする光学特性可変光学素子を備えた光学装置。

30

(8) 充電式電池を備えており、前記充電式電池が光学装置のボディと一体化されていて、充電用の接点をボディ外面に有することを特徴とする光学装置。

【0061】

(9) 充電式電池を備えており、前記充電式電池が光学装置のボディと一体化されているが、充電用の接点をボディ外面に有しないことを特徴とする光学装置。

(10) 電磁誘導によって前記充電式電池を充電することを特徴とする上記(9)に記載の光学装置。

【0062】

(11) 充電式電池を備えており、前記充電式電池の交換がユーザにはできないことを特徴とする光学特性可変光学素子を備えた光学装置。

40

(12) 形状可変光学素子を時間的に変化する電気で駆動し、前記光学素子面を振動させることで、音を出すことを特徴とする、形状可変光学素子とその駆動回路。

【0063】

(13) 光学系の邪魔にならない位置にホーンを設けたことを特徴とする上記(12)に記載の形状可変光学素子とその駆動回路。

(14) 形状可変光学素子を周波数  $f$  の時間的に変化する電気で駆動し、かつ  $f > f_e$  であり、前記光学素子面を振動させることで、音を出すことを特徴とする、形状可変光学素子とその駆動回路。

但し、 $f_e$  は形状可変光学素子の変形する部材の共振周波数である。

50

## 【0064】

(15) 前記形状可変光学素子をPWM駆動回路で駆動することを特徴とする上記(12)~(14)の何れかに記載の、形状可変光学素子とその駆動回路。

(16) ホーンを備えたことを特徴とする上記(12)、(14)、(15)の何れかに記載の形状可変光学素子とその駆動回路。

## 【0065】

(17) 変形可能な電極を備えた形状可変光学素子において、電極間に電圧を加え、前記変形可能な電極が音波で振動する際の静電容量の変化を電氣的に検出することでマイクロフォンの機能を持たせたことを特徴とする形状可変光学素子。

(18) 変形可能な電極を備えた形状可変光学素子において、電極間に直流電流を加え、前記変形可能な電極が音波で振動する際の静電容量の変化を電氣的に検出することでマイクロフォンの機能を持たせたことを特徴とする形状可変光学素子。 10

## 【0066】

(19) 変形可能な電極を備えた形状可変光学素子において、電極間に交流電流を加え、前記変形可能な電極が音波で振動する際の静電容量の変化を電氣的に検出することでマイクロフォンの機能を持たせたことを特徴とする形状可変光学素子。

(20) ホーンを備えたことを特徴とする上記(17)~(19)の何れかに記載の形状可変光学素子。

## 【0067】

(21) 光学特性可変光学素子を備え、被写体の距離によってマクロモード切り替えを行なわずに撮影ができることを特徴とする光学装置。 20

(22) 光学特性可変光学素子が可変ミラーであることを特徴とする請求項1、2、3、上記(1)~(21)の何れかに記載の光学装置。

## 【0068】

(23) 光学特性可変光学素子が可変焦点レンズであることを特徴とする請求項1、2、3、上記(1)~(21)の何れかに記載の光学装置。

(24) 電源が電池であることを特徴とする請求項1、2、3、上記(1)~(21)の何れかに記載の光学装置。

## 【0069】

(25) 電源が充電式の電池であることを特徴とする請求項1、2、3、上記(1)~(21)の何れかに記載の光学装置。 30

(26) 形状可変光学素子が、可変ミラーであることを特徴とする上記(12)~(21)の何れかに記載の光学装置。

## 【0070】

(27) 形状可変光学素子が、可変焦点レンズであることを特徴とする上記(12)~(21)の何れかに記載の光学装置。

(28) 周期的に変化する電圧または電流で、光学特性可変光学素子または形状可変光学素子を駆動することを特徴とする請求項1、2、3、上記(12)~(26)の何れかに記載の光学装置。

## 【0071】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、消費電力が少ない、小型で軽量の光学装置が得られる。 40

## 【図面の簡単な説明】

【図1】一部他の実施例の構成も含めた実施例1の構成説明図である。

【図2】図1に示されているルックアップテーブルの具体的な一例を示した図である。

【図3】図3(a)は実施例1におけるズームの制御についてのフローチャートであり、図3(b)は実施例1におけるオートフォーカスの制御についてのフローチャートである。

【図4】実施例2の動画撮影時における制御例を示したフローチャートである。 50

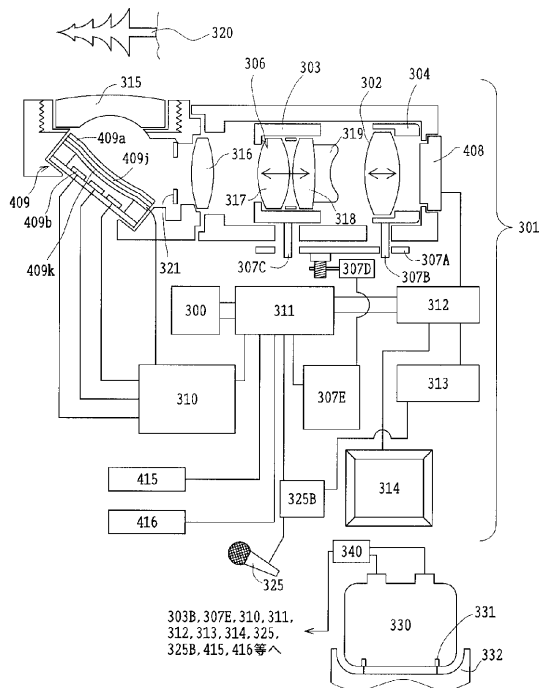
- 【図 5】実施例 3 の制御例を示したフローチャートである。
- 【図 6】実施例 5 の構成を説明するための図である。
- 【図 7】実施例 5 の変形例の構成を説明するための図である。
- 【図 8】図 7 に示した変形例の電氣的駆動方式を説明するための図である。
- 【図 9】実施例 6 の構成を説明するための図である。
- 【図 10】可変焦点レンズの原理的構成を示す図である。
- 【図 11】図 10 に示す高分子分散液晶層に電界を印加した状態を示す図である。
- 【図 12】可変焦点回折光学素子の一例の構成を示す図である。
- 【図 13】ツイストネマティック液晶を用いる可変焦点レンズを有する可変焦点眼鏡の構成を示す図である。 10
- 【図 14】図 13 に示すツイストネマティック液晶層への印加電圧を高くしたときの液晶分子の配向状態を示す図である。
- 【図 15】可変焦点レンズ 140 を用いた撮像ユニット 141 の概略構成図である。
- 【図 16】圧電材料 200 を用いた可変焦点レンズ 201 の概略構成図である。
- 【図 17】図 16 の変形例に係る可変焦点レンズの状態説明図である。
- 【図 18】圧電材料からなる 2 枚の薄板 200 A , 200 B を用いた可変焦点レンズの概略構成図である。
- 【図 19】可変焦点レンズの例を示す概略構成図である。
- 【図 20】図 19 の例に係る可変焦点レンズの状態説明図である。 20
- 【図 21】可変焦点レンズとしての可変焦点ミラーの一例の構成を示す図である。
- 【図 22】光学装置の一例に係る光学特性ミラーを用いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの概略構成図である。
- 【図 23】可変形状鏡 409 を用いた撮像系、例えば携帯電話のデジタルカメラ、カプセル内視鏡、電子内視鏡、パソコン用デジタルカメラ、PDA 用デジタルカメラ等に用いられる撮像系の概略構成図である。
- 【図 24】可変焦点レンズを用いたデジタルカメラ用の撮像光学系の一例の構成を示す図である。
- 【図 25】図 15 の例における可変焦点レンズの変形例を示す説明図である。
- 【図 26】マイクロポンプ 160 で流体 161 を出し入れし、レンズ面を変形させる可変焦点レンズ 162 の概略構成図である。 30
- 【図 27】圧電効果を有する材料で駆動する可変形状鏡 409 の例を示す概略構成図である。
- 【図 28】電磁力で駆動する可変形状鏡 409 の例を示す概略構成図である。
- 【符号の説明】
- |               |            |    |
|---------------|------------|----|
| 300           | ルックアップテーブル |    |
| 301           | 電子撮像装置     |    |
| 302           | プラスチックレンズ  |    |
| 303 , 304     | プラスチックレンズ枠 |    |
| 306           | 変倍レンズ      |    |
| 307 A         | カム板        | 40 |
| 307 B , 307 C | カムピン       |    |
| 307 D         | ズームモータ     |    |
| 307 E         | ズームモータ駆動回路 |    |
| 310 , 333     | 可変ミラー駆動回路  |    |
| 311           | マイクロコンピュータ |    |
| 312           | 電子回路       |    |
| 313           | 記憶装置       |    |
| 314           | 表示装置       |    |
| 315 , 319     | 凹レンズ       |    |
| 316 , 317     | 凸レンズ       | 50 |

3 1 8	非球面レンズ
3 2 0	物体
3 2 1	絞り
3 2 5	マイクロフォン
3 2 5 B	マイクロフォン制御回路
3 3 0	充電式電池
3 3 1	接点
3 3 2	充電器
3 3 3 A	A C 駆動回路
3 3 3 B	D C 駆動回路
3 3 3 C	パルス幅変調方式の駆動回路
3 3 4 , 3 3 6	ホーン
3 3 5	抵抗
3 4 0	電源回路
4 0 8	固体撮像素子
4 0 9	可変ミラー
4 0 9 a	反射膜
4 0 9 b , 4 0 9 k	電極
4 0 9 j	基板
4 1 5	温度センサ
4 1 6	湿度センサ

10

20

【図 1】



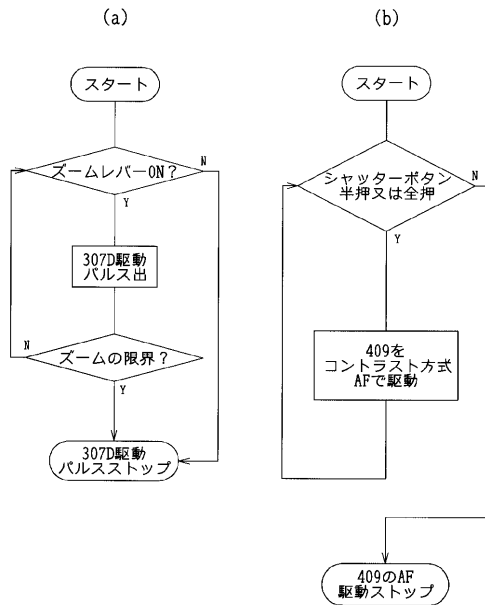
【図 2】

電圧の単位：ボルト(V)

		ズーム状態					
		広角			標準		
		1°	5°	7°	1.5	5.5	7.5
物体距離	遠点余裕	2	6	8	2.5	6.5	8.5
	∞	3	7	9	3.5	7.5	9.5
	2m	4	8	10	4.5	8.5	10.5
	0.5m	...	...	...	...	...	...
近点余裕		...	...	...	...	...	...

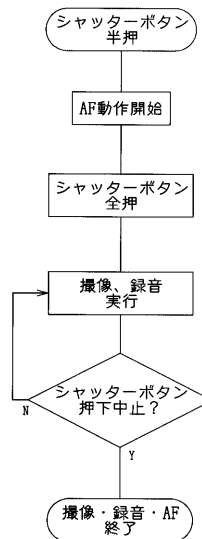
\*1：電極 1 の電圧  
\*2：電極 2 の電圧  
\*3：電極 3 の電圧

【図 3】

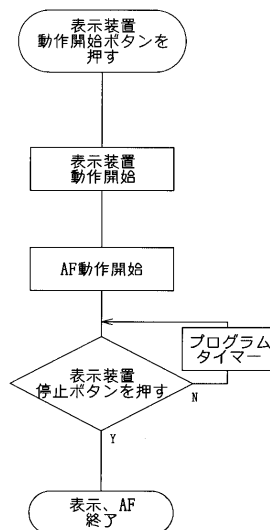


AF：オートフォーカスの略。  
 半押：撮影はしないがAFは行う。  
 全押：撮影もAFも行う。

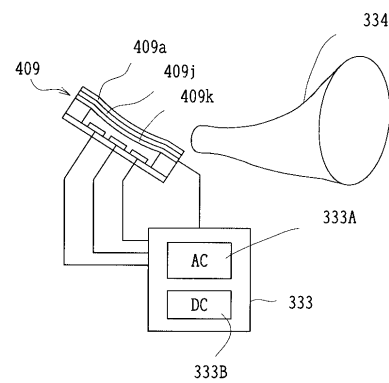
【図 4】



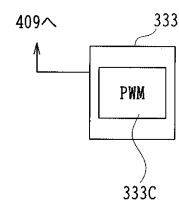
【図 5】



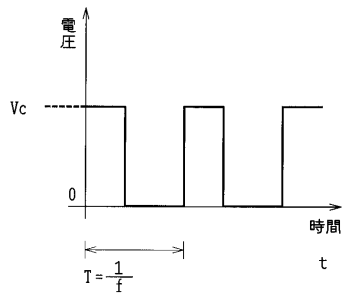
【図 6】



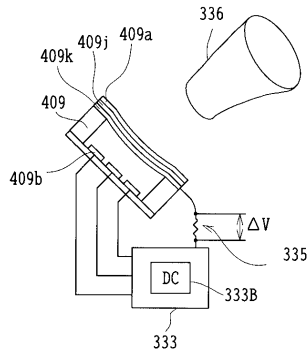
【図 7】



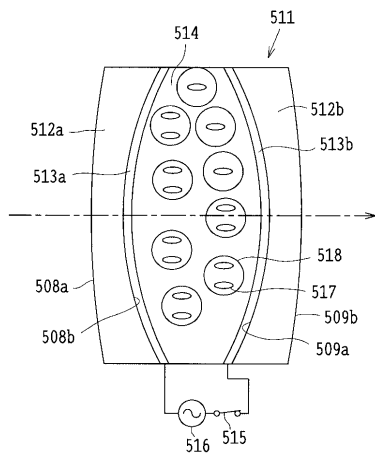
【図 8】



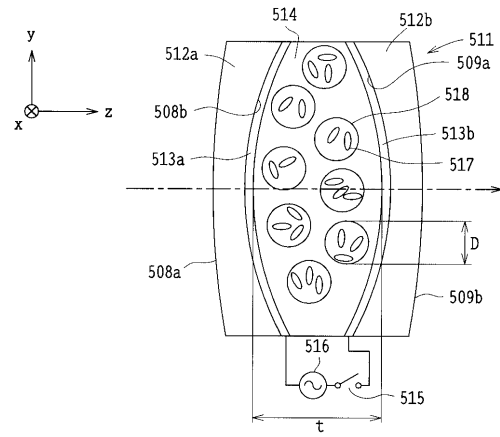
【図 9】



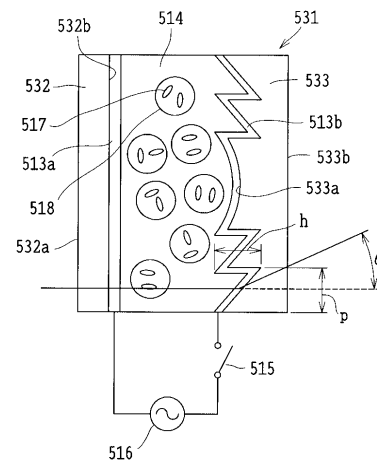
【図 11】



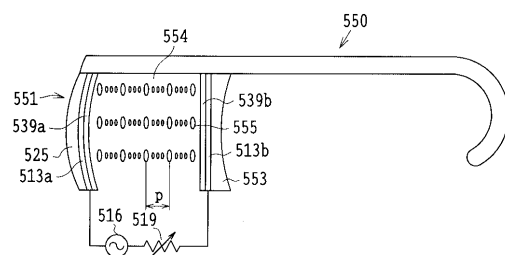
【図 10】



【図 12】

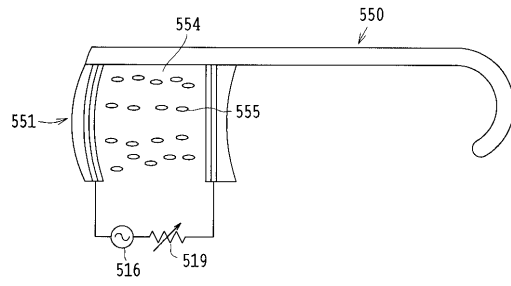


【図 13】

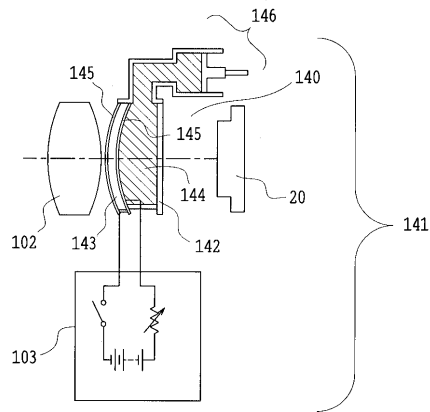




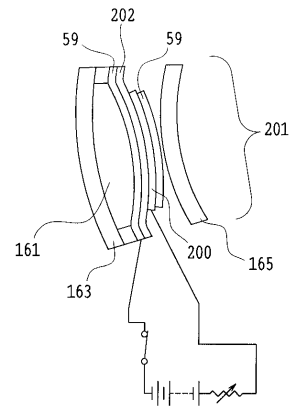
【図 14】



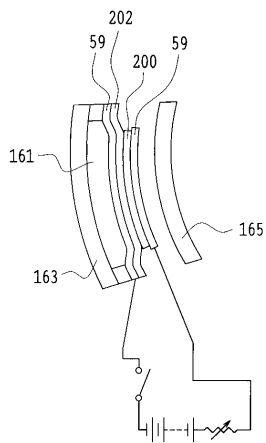
【図 15】



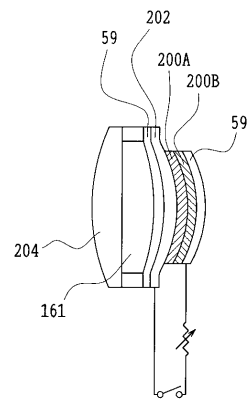
【図 16】



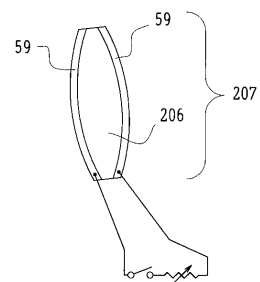
【図 17】



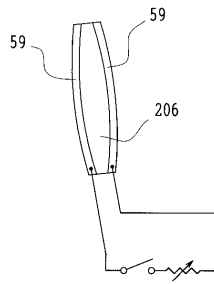
【図 18】



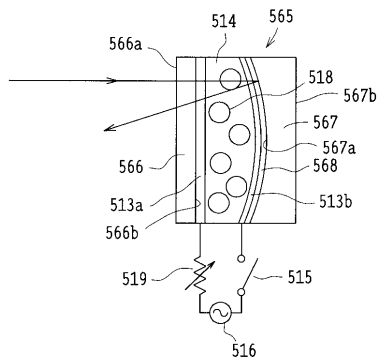
【図 19】



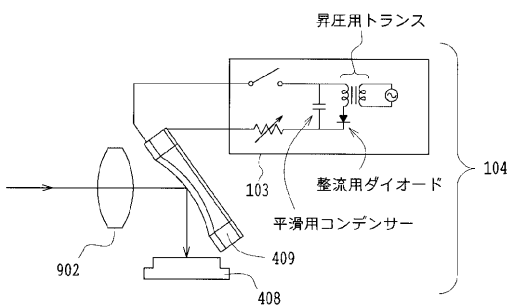
【図 20】



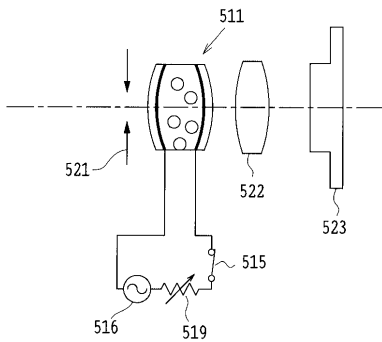
【図 21】



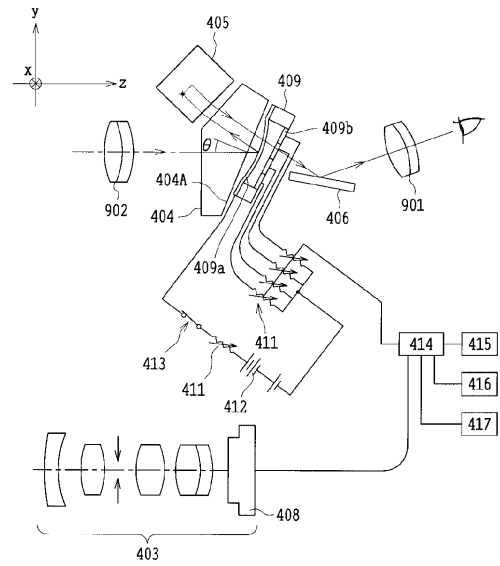
【図 23】



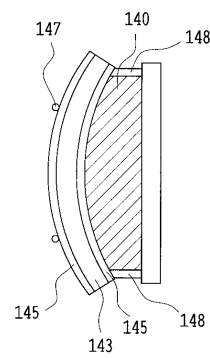
【図 24】



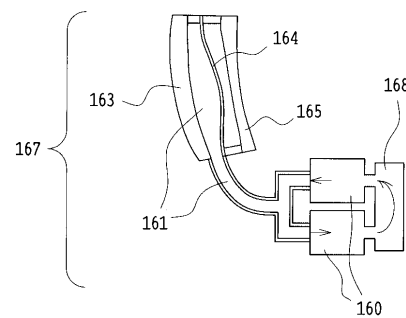
【図 22】



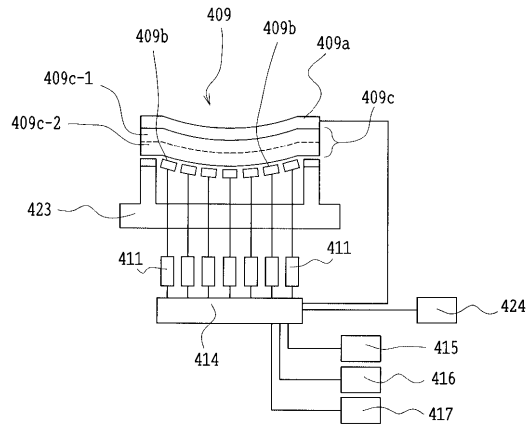
【図 25】



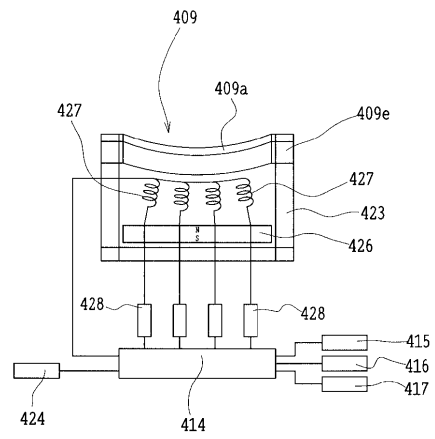
【図 26】



【図 27】



【図 28】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I		テーマコード(参考)
G 0 2 B 5/10	G 0 2 B 5/10	B	2 H 0 5 1
G 0 2 B 5/18	G 0 2 B 5/18		2 H 1 0 1
G 0 2 B 7/04	G 0 2 B 7/08	A	5 C 0 2 2
G 0 2 B 7/08	G 0 2 B 7/08	B	5 C 0 2 4
G 0 2 B 7/182	G 0 2 C 7/02		
G 0 2 B 7/28	H 0 4 N 5/225	D	
G 0 2 B 7/36	H 0 4 N 5/335	V	
G 0 2 C 7/02	G 0 2 B 7/18	Z	
G 0 3 B 13/36	G 0 2 B 7/04	A	
H 0 4 N 5/225	G 0 2 B 7/04	E	
H 0 4 N 5/335	G 0 2 B 7/11	D	
// G 0 3 B 17/17	G 0 3 B 3/00	A	
H 0 4 N 101:00	G 0 2 B 7/11	N	
	G 0 3 B 17/17		
	H 0 4 N 101:00		

F ターム(参考) 2H043 CA10 CD04 CE00  
 2H044 BE01 BF01 DA01 DA02  
 2H049 AA04 AA18 AA43 AA68  
 2H051 BA45 CB22 EA28  
 2H101 FF00  
 5C022 AA13 AB29 AB66 AB67 AC03 AC42 AC54 AC69 AC72 AC74  
 5C024 BX01 CY17 CY42 DX04 EX41 EX56