(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
2008 年2 月7 日 (07.02.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/016035 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 35/08 (2006.01) *G02B 27/22* (2006.01)
G02B 3/12 (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
G02B 26/00 (2006.01) *H04N 13/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/064953

(22) 国際出願日: 2007 年7 月31 日 (31.07.2007)

(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2006-209680 2006 年8 月1 日 (01.08.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６ Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 難波 孝彰 (NAMBA, Takaaki). 三村 雅一 (MIMURA, Masakazu).

(74) 代理人: 小笠原 史朗 (OGASAWARA, Shiro); 〒5640063 大阪府吹田市江坂町１丁目２３番１０１号 大同生命江坂ビル１３階 Osaka (JP).

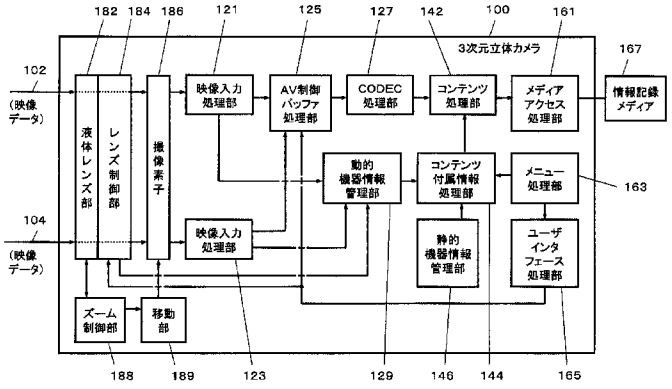
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) **Title:** CAMERA DEVICE, LIQUID LENS AND IMAGE PICKUP METHOD

(54) 発明の名称: カメラ装置、液体レンズ及び撮像方法



102 (VIDEO IMAGE DATA)
104 (VIDEO IMAGE DATA)
100 THREE-DIMENSIONAL CAMERA
182 LIQUID LENS
184 LENS CONTROL UNIT
186 IMAGE PICKUP ELEMENT
121 VIDEO IMAGE INPUT PROCESSING UNIT
125 AV CONTROL BUFFER PROCESSING UNIT
127 CODEC PROCESSING UNIT
142 CONTENTS PROCESSING UNIT
161 MEDIA ACCESS PROCESSING UNIT
129 DYNAMIC EQUIPMENT INFORMATION MANAGEMENT UNIT
144 CONTENTS ATTACHED INFORMATION PROCESSING UNIT
163 MENU PROCESSING UNIT
123 VIDEO IMAGE INPUT PROCESSING UNIT
146 STATIC EQUIPMENT INFORMATION PROCESSING UNIT
165 USER INTERFACE PROCESSING UNIT
188 ZOOM CONTROL UNIT
189 MOVING UNIT
167 INFORMATION RECORDING MEDIA

(57) **Abstract:** It is an object to provide, without necessity for mounting a plurality of lenses in advance, a camera device on which a liquid lens unit and a control unit are only mounted to have a ventral eye structure and which can pick up a three-dimensional video image. Further, it is not necessary to prepare a movable mechanism but only electronic control makes it possible to switch an image picking-up operation from a two-dimensional video image to the three-dimensional video image and to achieve reduction of power consumption and improvement in reliability, so that a compact and light weight three-dimensional camera device can be provided. The camera device is comprised of a liquid lens (182) that can switch a single eye lens to a ventral eye lens, and a switching unit (182) for switching the liquid lens (182) to the single eye lens to pick up a plane image or to the ventral eye lens to pick up a three-dimensional image.

[続葉有]

WO 2008/016035 A1

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 複数のレンズを予め実装する必要がなく、液体レンズ部と制御部を実装するだけで、複眼構造を有し、３次元立体映像を撮影することができるカメラ装置を提供する。さらに、２次元平面画像の撮影と３次元立体画像の撮影の切り換えも、可動機構を必要とせず、電子的制御だけで可能で、消費電力の削減や信頼性の向上を実現でき、小型で軽量な３次元立体カメラ装置を提供する。カメラ装置であって、単眼レンズと複眼レンズに切り換え可能な液体レンズ（１８２）と、平面画像を撮影するために、液体レンズ（１８２）を単眼レンズに切り換え、立体画像を撮影するために、液体レンズ（１８２）を複眼レンズに切り換える切り換え部とを備える。

明 細 書

カメラ装置、液体レンズ及び撮像方法

技術分野

[0001] 本発明は、レンズによる像を撮像素子上に結び、その像の情報を電子的に取得して記録するカメラ装置に関し、より特定的には、平面的な画像情報、及び立体的な画像情報の両方を取得することができると共に、静止画像、及び動画像のどちらか一方、或いは両方を取得し、記録することができるカメラ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の、平面的な画像情報と立体的な画像情報との両方を取得することのできるカメラ装置の一例には、例えば下記特許文献1に記載された3Dカメラがあった。

[0003] 図10に、2つのカメラヘッドである、固定ヘッド915と移動ヘッド916を備えた、従来の3Dカメラ910の外観図を示し、図11に、この3Dカメラ910の主要部のブロック構成図を示す。

[0004] 固定ヘッド915は、3Dカメラ910の本体に対して固定しているが、移動ヘッド916は、移動ボタン912を操作することでスライドさせて移動することができる。図10では、この移動可能な範囲の最も外側まで移動させた状態を、移動ヘッド916として示している。一方、図11では、この移動可能な範囲の最も外側まで移動させた状態を移動ヘッド916として示し、移動可能な範囲の最も内側まで移動させた状態を移動ヘッド916'として示している。

[0005] 固定ヘッド915と移動ヘッド916とは、それぞれ固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918を有している。この固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918とは、それぞれ後述するズームモータ926とズームモータ929によってズーム可能である。

[0006] また、固定ヘッド915と移動ヘッド916とは、その間隔とは無関係に、互いに平行な光軸937と光軸938とを有している。さらに、固定ヘッド915と移動ヘッド916とはそれぞれ、撮像素子である電荷結合素子(CCD)センサを有している。固定ヘッド915と移動ヘッド916とは互いに実質的に同一のもので、光軸937と光軸938とに対して垂直な共通平面内に位置している。

[0007] 移動ヘッド916は、光軸937と光軸938が互いに平行状態を維持し、かつ、2つの光軸に垂直な共通平面内に固定ヘッド915と共に位置しながら、スライドして移動可能であるように構成されている。

[0008] 固定ヘッド915と移動ヘッド916の間隔はユーザによって制御可能である。例えば、移動ヘッド916は、移動ヘッド916の上部に設置された移動ボタン912をユーザが指で押すことにより、スライドしながら機械的に移動させてもよい。或いは、移動ヘッド916に対してウォームギヤ接続されたダイヤル913をユーザが回転させることにより、固定ヘッド915と移動ヘッド916の間隔を調整してもよい。或いはまた、他の例においては、右移動ボタンと左移動ボタンのような電子制御式のボタンスイッチ等によってモータを回転させ、移動ヘッド916を移動させてもよい。

[0009] 移動ヘッド916の位置は位置エンコーダ925によって計測され、固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918の視野及び焦点距離を決定するための回路である視覚フィードバック部932に入力される。位置エンコーダ925は、移動ヘッド916の位置を検出するためリニアポテンショメータを有している。或いは、他の例では、移動ヘッド916がステッパモータによって移動され、モータのステップ数をカウントすることでその位置を計測してもよい。

[0010] 視覚フィードバック部932は、固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918の焦点距離を調整するためにズーム制御部924を制御し、ズーム制御部924はズームモータ926とズームモータ929を制御する。この時、焦点距離は互いに同じ値を維持するように制御される。

[0011] 視覚フィードバック部932はまた、キャプチャされた像が表示される表示部933に関する詳細情報を表示部構成決定部930から受け取る。この情報は、例えば表示部933のスクリーンサイズや予定観察距離を示すプリセット値である。或いはこれらの情報は、ユーザが適切なデータを入力してもよい。

[0012] 視覚フィードバック部932はさらに、被写体深度決定部931から被写体深度情報を受け取る。最も単純な構成としては、被写体深度決定部931は単に、遠点を無限遠に設定し、近点をカメラの最小焦点距離に設定してもよい。より高度な例では、例えばカメラがオートフォーカスタイプであるならば、オートフォーカスセンサによって1つ

以上の深度範囲限界値が計測されてもよい。フレキシビリティを最大にするには、オートフォーカスセンサをキャプチャする画像中の最近点及び最遠点に向けることにより、正確に測定された距離データを視覚フィードバック部932に供給する。

[0013] ズーム制御部924は、ズームモータ926とズームモータ929を制御して固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918の焦点距離を調整するのに加えて、固定ヘッド915と移動ヘッド916のカメラが、それぞれ許容条件内で動作しているか否かを示す情報を視覚的フィードバック部932に供給する。例えば、最大視差条件を越えてしまった時には、現在のカメラ設定でキャプチャされるであろう画像は不適切であることを視覚フィードバック部932に通知し、視覚フィードバック部932はこのことを表示部933に表示する情報によってユーザに通知する。同様に、キャプチャされた画像の深度が小さすぎる時には、良好に3D知覚されないことを示す表示を行ってもよい。

[0014] 固定ヘッド915と移動ヘッド916の撮像素子によってキャプチャされた画像は、画像処理部934に送られ、画像処理部934は、ズーム制御部924や視覚フィードバック部932から送られたデータに基づいてキャプチャされた画像を処理し、表示部933に表示する。

[0015] 或いは、固定式または着脱式のメモリ935に処理済みまたは処理前の画像を記憶し、着脱式のメモリ935の場合にはそのメモリ935を他の機器に移して画像を他の機器、例えばコンピュータや3次元プロジェクタに移動し、他の処理を行ったり立体表示することができる。

[0016] 或いはまた、この3Dカメラ910が通信部(図示しない)を有している場合には、この通信部を使って画像を他の機器、例えばコンピュータや3次元プロジェクタに移動し、他の処理を行ったり立体表示することができる。

[0017] 視覚フィードバック部932は、位置エンコーダ925から移動ヘッド916の位置及び固定ヘッド915と移動ヘッド916間の間隔を示す情報を受け取る。また、視覚フィードバック部932は、ズーム制御部924から固定ヘッド915と移動ヘッド916のレンズの焦点距離を示す情報を受け取り、固定ヘッド915と移動ヘッド916間の間隔情報と合わせてカメラの視野を決定する。例えば、固定ヘッド915と移動ヘッド916が最大の間隔を有するならば、固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918は最も広い視野

を有するようにその焦点距離が制御される。逆に、固定ヘッド915と移動ヘッド916間の間隔が最小に設定されるならば、固定ヘッドレンズ917と移動ヘッドレンズ918は利用可能な範囲内で最も狭い視野を有するように制御される。

[0018] また、従来の、液体をレンズ材料として使用し、電子的な制御によって焦点距離を変更することの可能な液体レンズには、下記特許文献2に記載された液体マイクロレンズがあった。

[0019] 図12に、この従来の液体マイクロレンズ960の断面図を示す。

[0020] 液体マイクロレンズ960は、透明液体からなる小滴962を有し、その直径は、数ミクロンから数ミリメートルである。小滴962は、透明基板964の上に配置されている。透明基板964は、疎水性であるか、或いは疎水性のコーティング層を有している。従って、小滴962の透明基板964に対する界面張力は非常に強く、放置すれば小滴962は透明基板964上で「はじかれて」球形になろうとする。しかしながら、後述する電子濡れ性現象によって、小滴962と透明基板964との間に所定の電圧をかける電磁的な制御を行うことで、透明基板964に対する小滴962の界面張力を弱くし、小滴962の端部が透明基板964に対してなす角度が θ であるレンズを構成することができる。

[0021] 小滴962を構成する透明液体と透明基板964とは、波長が可視光線を含むある範囲の光に対して透明である。

[0022] この液体マイクロレンズ960に入射した透明基板964に対して垂直でかつ互いに平行な光966は、液体マイクロレンズ960を通過して、小滴962と透明基板964の接触面から距離fの焦点968に集光される。

[0023] 小滴962と透明基板964との接触角「 θ 」は、次に示す界面張力「Y」(通常メートルあたりミリニュートン(mN／m)で測定される)によって決定される。

[0024] この液体マイクロレンズ960において、Y_{S-V} を透明基板964と透明基板964を包囲する空気(ガスまたは他の流体であってもよい)との間の界面張力とし、Y_{L-V} を小滴962と小滴962を包囲する空気(ガスまたは他の流体であってもよい)との間の界面張力とし、Y_{S-L} を透明基板964と小滴962との間の界面張力とすると、角度 θ は、数式1で表される。

[数1]

$$\cos(\theta) = \frac{Y_{S-V} - Y_{S-L}}{Y_{L-V}}$$

[0025] また、小滴962の体積をVとすると、小滴962の湾曲表面の曲率半径「R」は、数式2で表される。

[数2]

$$R^3 = \frac{3 \cdot V}{\pi (1 - \cos\theta)(2 - \cos^2\theta - \cos\theta)}$$

[0026] 液体マイクロレンズ960の焦点距離fは、半径Rと屈折率「n」の関数である。

[0027] そこで、n_Lを小滴962の屈折率とし、n_Vを小滴962を包囲する空気（ガスまたは他の流体であってもよい）の屈折率とすると、焦点距離fは数式3で表される。

[数3]

$$f = \frac{R}{n_L - n_V}$$

[0028] 透明基板964の表面と裏面とは平行しているのでその屈折率は問題にならず、小滴962の体積V、小滴962の屈折率n_L、小滴962を包囲する空気の屈折率n_Vを一定と仮定すると（通常、これらのV、n_L、n_Vは一定であると考えられる）、液体マイクロレンズ960の焦点距離は接触角θだけの関数になる。

[0029] 図13は、電子濡れ性現象を示す概略図である。この電子濡れ性現象によって、導電性流体である小滴972と、誘電率「ε_γ」、厚さ「d」である誘電体製絶縁層974との間の接触角θ_1～θ_2を、可逆的に変更することができ、従って、焦点距離を可逆的に変更可能な液体マイクロレンズを提供することができる。

[0030] 図13に示すとおり、金属製電極976が誘電体製絶縁層974の下に配置され、誘電体製絶縁層974によって導電性流体の小滴972から絶縁されている。小滴972は、例えば小水滴であり、誘電体製絶縁層974は、例えばTeflon（登録商標）／Parleneを素材として形成された薄膜もしくは薄板である。

[0031] 小滴972と金属製電極976との間に電圧差が存在しなければ、小滴972は、小滴972の体積と接触角θ_1によって規定される形状を維持する。ここで、接触角θ_1は界面張力によって決定される。これは上で説明したとおりである。

[0032] 上記のとおり、誘電体製絶縁層974は疎水性を有するので、小滴972は誘電体製絶縁層974上で「はじかれて」球形になろうとする。

[0033] 破線で表す小滴978の形状は、電圧Vが金属製電極976と小滴972との間に加えられることによって、電子濡れ性現象を生じて、小滴972と誘電体製絶縁層974との疎水性が弱められ(親水性が強くなり)、小滴972が誘電体製絶縁層974に対して均等に拡散した状態を示している。この時の電圧Vは、数ボルトから数百ボルトの範囲であり、極性は関係しない。金属製電極976と小滴972との間にこの電圧Vが加えられることによって、接触角はθ_1からθ_2に低下する。θ_1とθ_2の差によって決定される拡散量は、電圧Vの関数であり、接触角θ_2は数式4で表される。

[数4]

$$\cos\theta(V) = \cos\theta(V=0) + \frac{\varepsilon_0\varepsilon_\gamma}{2dY_{L-V}}V^2$$

[0034] 数式4において、θ(V=0)は、電圧が小滴972と金属製電極976との間にかけられていない時の、誘電体製絶縁層974と小滴972との間の接触角であり、Y_{L-V}は、小滴972と小滴972を包囲する空気(ガスまたは他の流体であってもよい)との間の界面張力であり、ε_γは絶縁層の誘電率であり、ε_0は真空の透磁率、8.85×10^{-12} F/mである。

[0035] このような電子濡れ性の現象を利用して、焦点距離を可逆的に変更可能な液体マイクロレンズを作ることができる。

特許文献1:特開2001－142166号公報

特許文献2:特開2003－050303号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0036] しかしながら、このような従来の平面的な像と立体的な像の両方を取得することので

きるカメラ装置では、1眼で平面的な像を取得するためと、複眼で立体的な像を取得するための、それぞれに個別のレンズが必要であったり、2つの視点間の間隔を変更するにはレンズを移動させる機構や部品の実装が必要であった。

[0037] そのために、メーカーは多くの部品を必要としたり、組み立て工数が増えたり、信頼性が低下したり、コストがかさむ等の課題があった。

[0038] ユーザにとっても、大きさや重量が増したり、使い勝手が悪くなったりするため、このようなカメラ普及の阻害要因になっていた。

[0039] また、上記のような液体マイクロレンズによって、レンズの焦点距離を電磁的な制御で可逆的に変化させることができるが、それだけでは必ずしも平面的な像と立体的な像とを取得することはできなかった。

課題を解決するための手段

[0040] 本発明の第1の局面は、カメラ装置に向けられている。本発明は、単眼レンズと複眼レンズに切り換え可能な液体レンズと、平面画像を撮影するために、液体レンズを単眼レンズに切り換え、立体画像を撮影するために、液体レンズを複眼レンズに切り換える切り換え部とを備える。

[0041] これにより、複数のレンズを予め実装しなくても複眼構造を実現し、動画像や静止画像を撮影することができる3次元立体カメラ装置を提供することが可能になる。また、2次元平面画像の撮影と3次元立体画像の撮影の切り換えも、可動機構を必要としないため、消費電力の削減や信頼性の向上を実現できる。更に、小型で軽量な3次元立体カメラ装置を提供することが可能になる。

[0042] また、切り換え部は、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時にはその光軸数と光軸配置を変更することが好ましい。

[0043] これにより、1つの液体レンズによって複数視点から見た像を撮影することが可能になると共に、その視点数や視点位置を変更することもでき、平面画像だけでなく種々の立体画像をも撮影することが可能になる。

[0044] また、液体レンズの光軸方向を変更する光軸制御部を更に備え、光軸制御部は、当該液体レンズを単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時、及び当該液体レンズを複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時のそれぞれに応じて、当該液

体レンズの光軸方向を変更することが好ましい。

[0045] これにより、液体レンズを単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時と、液体レンズを複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時に、液体レンズで撮影した像を正確に撮像素子上の適切な位置に結像させることが可能になる。

[0046] また、切り換え部は、液体レンズを単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時、及び当該液体レンズを複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時に、当該液体レンズを透過して撮像素子に照射される光量を制御することが好ましい。

[0047] これにより、明るい周囲環境であっても暗い周囲環境であっても、最適に受光する光量を制御して最適な静止画像または動画像を撮影することが可能になる。

[0048] また、撮像素子と液体レンズとの間隔を変化させる移動部を更に備え、移動部は、撮像素子と液体レンズとの間隔を制御することが好ましい。

[0049] これにより、液体レンズの焦点距離に対応させて液体レンズと撮像素子との間隔を最適に制御することができ、拡大縮小を含むズーム倍率を自由に変更して、最適な静止画像または動画像を撮影することが可能になる。

[0050] また、記録部を更に備え、記録部は、液体レンズによって撮影された動画像または静止画像の何れか或いは両方を記録することが好ましい。

[0051] これにより、平面画像または立体画像からなる静止画像及び動画像を撮影すると同時に、撮影したこれらの画像を記録し保存することが可能になり、記録保存した画像を後刻に読み出して再生したり利用したり、他の機器に移動して再生したり利用することも可能になる。

[0052] また、切り換え部は、液体レンズを構成する液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによって単眼レンズと複眼レンズとを切り換えることが好ましい。

[0053] これにより、液体レンズを構成する液体を無駄なく効率的に移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを構成することが可能になる。

[0054] また、複眼レンズは複数のマイクロレンズで構成され、切り換え部は、液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによってマイクロレンズの数を切り換えることが好ましい。

[0055] これにより、液体レンズを構成する液体を無駄なく効率的に移動させると同時に利

用して任意の数のマイクロレンズを構成し、任意の数の視点から撮影した像を撮影して様々な立体映像を生成することが可能になる。

[0056] また、液体は、電磁的な制御によって移動することが好ましい。

[0057] これにより、機構的な可動部分を必要とせず、低いエネルギー消費で液体レンズを構成する液体を無駄なく効率的に移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを切り換えることが可能になる。

[0058] また、液体は、液体レンズを回転させることで生じる遠心力と電磁的な制御とによって移動することが好ましい。

[0059] これにより、より高速、かつ効率的に液体レンズを構成する液体を移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを切り換えることが可能になる。

[0060] また、電圧と磁場の少なくとも一方のオンオフ或いは昇降を径方向に連続的に繰り返して電磁的な制御を行い、当該電磁的な制御によって液体に波動を起こさせることで当該液体を移動させる電磁制御部を更に備えることが好ましい。

[0061] これにより、例えば、電磁ウェーブによって、機構的な可動部分を必要とせず、低いエネルギー消費で液体レンズを構成する液体を無駄なくより高速、かつ効率的に移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを切り換えることが可能になる。

[0062] また、液体レンズの外周部は、集光に使用されないことが好ましい。

[0063] これにより、液体レンズを構成する液体で集光や結像に使用しないものを外周部に配置し、より自由かつ柔軟に液体レンズの焦点距離やマイクロレンズの数を切り換えたり、設定することが可能になる。

[0064] また、切り換え部は、液体レンズを構成する液体を内周部と外周部とで液体量分布を変えるように移動させることで、当該液体レンズの集光率を変化させて、感度の制御を行うことが好ましい。

[0065] これにより、周囲環境の明暗の変化や撮影シーンの範囲や視野角等の変化に追随して、最適に液体レンズの集光率や感度を切り換えたり、設定することが可能になる。

[0066] また、切り換え部は、外周部の液体量を下げることで液体レンズの外周部の集光率を下げて感度を下げることが好ましい。

[0067] これにより、例えばトンネルへの出入のような光量の変化が大きい時にも最適に適

応して、最適な映像を撮影することが可能になる。

[0068] また、切り換え部は、液体レンズの外周部を薄くすることで、外周部の液体量を下げることが好ましい。

[0069] これにより、効率的かつ高速に液体レンズの外周部の集光率を下げるように制御することが可能になる。

[0070] また、切り換え部は、外周部の液体量を上げることで液体レンズの外周部の集光率を上げて感度を上げることが好ましい。

[0071] これにより、例えばワイド画像を撮影するような時にも、画面の端等の隅々まで歪みなく鮮明な映像を撮影することが可能になる。

[0072] また、切り換え部は、液体レンズの外周部を厚くすることで、外周部の液体量を上げることが好ましい。

[0073] これにより、効率的かつ高速に液体レンズの外周部の集光率を上げるように制御することが可能になる。

[0074] また、液体量分布は、液体レンズの内周部と外周部とに加える電圧を変化させて液体レンズの形状が変わることで変化することが好ましい。

[0075] これにより、更に効率的かつ高速に液体レンズの集光率や感度を切り換えたり、設定することが可能になる。

[0076] また、切り換え部は、液体レンズにおいて集光のために使用しない液体を当該液体レンズの集光に使用する領域の外側に移動させることが好ましい。

[0077] これにより、液体レンズを構成する液体の量の制約を受けることなく、より自由かつ柔軟に液体レンズの焦点距離やマイクロレンズの数を切り換えたり、設定することが可能になる。

[0078] また、切り換え部は、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが重なることなく撮像素子領域に内接するようにすることが好ましい。

[0079] これにより、小口径ではあるが各レンズ面全体の有効利用が可能となる。

[0080] また、映像入力処理部を更に備え、切り換え部は、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが部分的に重ねて撮像素子領域に内接するようにし、映像入力処理部は、当該重なり部分からの入力映像に対しては演算処理を行うことに

より、各レンズ分の映像を補正することが好ましい。

[0081] これにより、大口径で解像度を高く設定することが可能となる。

[0082] また、切り換え部は、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが重なることなく、撮像素子領域に外接するようにすることが好ましい。

[0083] これにより、大口径で解像度を高く設定することが可能となる。

[0084] また、映像入力処理部を更に備え、切り換え部は、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが部分的に重ねて撮像素子領域に外接するようにし、映像入力処理部は、重なり部分からの入力映像に対しては演算処理を行うことにより、各レンズ分の映像を補正することが好ましい。

[0085] これにより、大口径で解像度を高く設定することが可能となる。

[0086] また、液体レンズの外側は、当該液体レンズよりも比重の小さい液体、ゲル状物質、又は気体で構成されることが好ましい。

[0087] これにより、分離境界面を形成することができる。

[0088] また、液体レンズを切り換え時のみ液体として存在させ、切り換え時以外は固体として存在させる相転移制御部を更に備えることが好ましい。

[0089] これにより、相転移後は、重力による影響を固定にすることができる。

[0090] また、液体レンズを切り換え時のみ気体として存在させ、切り換え時以外は液体、又は固体として存在させる相転移制御部を更に備えることが好ましい。

[0091] これにより、レンズ配置を高速に行うことができる。

[0092] また、液体レンズは、電源オフ時には単眼レンズであることが好ましい。

[0093] これにより、より省電力に維持できる。

[0094] また、液体レンズは、電源オフ時には、複眼レンズであることが好ましい。

[0095] これにより、より省電力に維持できる。

[0096] また、液体レンズは、電源オフ時には、平板形状であることが好ましい。

[0097] これにより、より省電力に維持できる。

[0098] また、液体レンズは、各レンズ中心に対して対称型のレンズ形状のみでなく、各レンズ中心に対して非対称なレンズ形状としても制御可能なことが好ましい。

[0099] これにより、レンズの形状変更による歪み補正や重力等の加速の影響を受けた場

合にも対応できる。

[0100] また、切り換え部は、平面画像及び立体画像を撮像するために、切り換え部の存在している撮像素子領域の一部が故障して、複眼を構成しているレンズ画像の一部が使用できない場合、使用可能な撮像素子領域のみに、液体レンズを配置することが好ましい。

[0101] これにより、撮像素子に故障部分が発生しても、取りこぼしなく映像を撮影することができる。

[0102] 本発明の第2の局面は、液体レンズに向けられている。本発明は、入射した光を屈折させる液体を備え、液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによって単眼レンズと複眼レンズとを切り換える。

[0103] これにより、複数のレンズを予め実装しなくても複眼構造を実現し、動画像や静止画像を撮影することができる。また、2次元平面画像の撮影と3次元立体画像の撮影の切り換えも、可動機構を必要としないため、消費電力の削減や信頼性の向上を実現できる。

[0104] また、複眼レンズは複数のマイクロレンズで構成され、液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによってマイクロレンズの数を切り換えることが好ましい。

[0105] これにより、液体レンズを構成する液体を無駄なく効率的に移動させると同時に利用して任意の数のマイクロレンズを構成し、任意の数の視点から撮影した像を撮影して様々な立体映像を生成することが可能になる。

[0106] また、液体は、電磁的な制御によって移動することが好ましい。

[0107] これにより、機構的な可動部分を必要とせず、低いエネルギー消費で液体レンズを構成する液体を無駄なく効率的に移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを切り換えることが可能になる。

[0108] また、液体は、液体レンズを回転させることで生じる遠心力と電磁的な制御とによって移動することが好ましい。

[0109] これにより、より高速、かつ効率的に液体レンズを構成する液体を移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを切り換えることが可能になる。

[0110] また、電圧と磁場の少なくとも一方のオンオフ或いは昇降を径方向に連続的に繰り返すことによって電磁的な制御を行い、当該電磁的な制御によって液体に波動を起こさせることで当該液体を移動させることが好ましい。

[0111] これにより、例えば、電磁ウェーブによって、機構的な可動部分を必要とせず、低いエネルギー消費で液体レンズを構成する液体を無駄なくより高速、かつ効率的に移動させると同時に利用して、単眼レンズと複眼レンズを切り換えることが可能になる。

[0112] 本発明の第3の局面は、液体レンズを使用する撮像方法に向けられている。本発明は、液体レンズを単眼レンズまたは複眼レンズに切り換え、液体レンズを単眼レンズに切り換えた状態で平面画像を撮影し、液体レンズを複眼レンズに切り換えた状態で立体画像を撮影する。

[0113] これにより、複数のレンズを予め実装しなくても複眼構造を実現し、動画像や静止画像を撮影することができる。また、2次元平面画像の撮影と3次元立体画像の撮影の切り換えも、可動機構を必要としないため、消費電力の削減や信頼性の向上を実現できる。

発明の効果

[0114] 本発明によると、複数のレンズや可動機構等を予め実装する必要がなく、電磁的な制御部を実装するだけで、複眼構造を有する3次元立体カメラ装置を提供することが可能になる。これによって、2次元平面画像の撮影と3次元立体画像の撮影の切り換えも、可動機構を必要としないため、消費電力の削減や信頼性の向上を実現できる。さらに、小型で軽量な3次元立体カメラ装置を提供することが可能になる。

[0115] また、単眼のレンズを使って2次元平面画像を撮影するにも、複眼のレンズを使って3次元立体画像を撮影するにも、それぞれのために専用のレンズを実装する必要がない。さらに、予め複眼のレンズを実装しておき、2次元平面画像を撮影する時には1つのレンズしか使用しない方式に比較して、単眼のレンズとして使用して2次元平面画像を撮影する時の画質を低下させることもない。

図面の簡単な説明

[0116] [図1]図1は、本発明の実施の形態である3次元立体カメラの主要部のブロック構成図である。

[図2]図2は、液体レンズ部を単眼用のレンズや複眼用のレンズとして使用する状態を示す概略図である。

[図3]図3は、液体レンズ部によって撮像素子上に作られる像の例を示す図である。

[図4]図4は、レンズ制御部の詳細を拡大して示す図である。

[図5]図5は、液体レンズ部を構成する小滴を移動させる方法の例を示す図である。

[図6]図6は、液体レンズ部を単眼用レンズと複眼用レンズとに切り換える例を示す図である。

[図7]図7は、液体レンズ部を構成する液体マイクロレンズの口径と数を切り換える例を示す図である。

[図8]図8は、液体レンズ部の集光率を変化させて感度の制御を行う例を示す図である。

[図9]図9は、液体レンズ部の内周部と外周部の感度を切り換える例を示す図である。

[図10]図10は、従来の3Dカメラの外観図である。

[図11]図11は、従来の3Dカメラの主要部のブロック構成図である。

[図12]図12は、従来の液体マイクロレンズの断面図である。

[図13]図13は、電子濡れ性現象を示す概略図である。

[図14]図14は、液体レンズ部を単眼用のレンズや複眼用のレンズとして使用する状態を示す概略図である。

[図15]図15は、液体レンズ部を単眼用のレンズや複眼用のレンズとして使用する状態を示す概略図である。

[図16]図16は、液体レンズ部を単眼用のレンズや複眼用のレンズとして使用する状態を示す概略図である。

[図17]図17は、液体レンズ部を単眼用のレンズや複眼用のレンズとして使用する状態を示す断面図である。

[図18]図18は、液体レンズ部を単眼用のレンズや複眼用のレンズとして使用する状態を示す概略図である。

符号の説明

[0117] 100 3次元立体カメラ

102, 104　映像データ

121, 123　映像入力処理部

125　AV制御バッファ処理部

127　CODEC処理部

129　動的機器情報管理部

142　コンテンツ処理部

144　コンテンツ付属情報処理部

146　静的機器情報管理部

161　メディアアクセス処理部

163　メニュー処理部

165　ユーザインタフェース処理部

167　情報記録メディア

182　液体レンズ部

184　レンズ制御部

186　撮像素子

188　ズーム制御部

189　移動部

301　被写体

351, 352, 353, 354, 355, 356, 960　液体マイクロレンズ

371, 372, 373, 374, 375, 376　像

472, 571, 572, 573, 962, 972　小滴

474, 574, 674, 774, 814, 874, 974　誘電体製絶縁層

476, 976　金属製電極

661　単眼用レンズ

662, 752, 762, 811, 812, 821, 822, 852, 862　複眼用レンズ

669, 759, 769, 819, 829, 859, 869　使用しない液体

910　3Dカメラ

912　移動ボタン

913　ダイヤル

915　固定ヘッド

916, 916'　移動ヘッド

917　固定ヘッドレンズ

918　移動ヘッドレンズ

924　ズーム制御部

925　位置エンコーダ

926, 929　ズームモータ

930　表示部構成決定部

931　被写体深度決定部

932　視覚フィードバック部

933　表示部

934　画像処理部

935　メモリ

937, 938　光軸

964　透明基板

966　光

968　焦点

発明を実施するための最良の形態

[0118]　本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明をする。

[0119]　(実施の形態1)

図1に、本発明の実施の形態である3次元立体カメラ100の主要部のブロック構成図を示す。この3次元立体カメラ100は、例えば産業用、民生用、監視用、ロボット用、医療用、分析用、計測測定用、エンターテインメント用、その他、様々な目的に使用されるビデオムービーカメラやデジタルカメラ(デジタルスチルカメラ)、静止画カメラや動画像撮影用のカメラとして使用することができる。

[0120]　この3次元立体カメラ100は、そのレンズ部として1つの液体レンズ部182を有している。後述するように、この液体レンズ部182は上で説明した電子濡れ性現象を利用

して、その焦点距離を可逆的に変更できると同時に、単眼のレンズ或いは複眼のレンズとして、切り換えて使用することができる。

[0121] 図2に、この液体レンズ部182を、上記電子濡れ性現象を利用して、単眼のレンズ或いは複眼のレンズとして使用する状態の概略図を示す。

[0122] 図2(a)は、液体レンズ部182を、上記電子濡れ性現象を利用して、単眼の1つの大きなレンズとして使用する状態を示している。撮像素子186は、様々な材料・構成のフォトトランジスターやフォトダイオードやその他の各種光電素子が、2次元平面形状に各種の構造、例えば格子マトリクス、千鳥格子、ハニカム構造等で並んだ、2次元の平面画像を撮影することのできる撮像素子186である。例えば、1つのCCDエリアイメージセンサ・チップや、CMOS－平面イメージセンサ等がこれに該当する。図2(a)～図2(c)の大きなひし形の四角形がこの撮像素子186であり、その中に多く並んだ小さなひし形の四角形が撮像素子186を構成するそれぞれのフォトトランジスターやフォトダイオードを表している。但し、この大きさや数は図示するための便宜上のもので、本発明がこのような大きさや数に限られるものではない。

[0123] この撮像素子186は、図1、図2(a)、図2(b)、図2(c)において同じものであり、図2に示す液体レンズ182(a)～液体レンズ182(c)と撮像素子186との間には、上記背景技術で説明した誘電体製絶縁層974や金属製電極976に相当するレンズ制御部184が存在するが、これについては後で詳細に説明をする。

[0124] 上記のとおり、この液体レンズ部182は、上記電子濡れ性現象を利用し、レンズ制御部184の制御によって、図2(a)、図2(b)、図2(c)に示すように、1つの大きなレンズからなる単眼(図2(a))、2つのレンズからなる複眼(図2(b))、4つのレンズからなる複眼(図2(c))のように切り換えて使用することができる。この切り換え制御方法に関しても、後で詳細に説明をする。

[0125] なお、図2(a)、図2(b)、図2(c)に示すレンズの構成や配置は一例に過ぎず、3つのレンズからなる複眼であっても構わないし、5つやそれ以上のレンズからなる複眼であっても構わない、また、2つのレンズからなる複眼の場合でも、必ずしも図2(b)に示すように横水平方向に並んだ複眼に限るものではなく、縦垂直方向に並んだ複眼であっても構わないし、斜め方向に並んだ複眼であっても構わない。3つ、4つ、5つ以

上のレンズからなる複眼の場合も同様である。

[0126] このように、液体レンズ部182を切り換えることによって、撮像素子186上に、1つまたは複数の被写体の像を作ることができる。

[0127] さらに、一例として図2(a)、図2(b)、図2(c)に示す液体レンズ部182(a)、液体レンズ部182(b)、液体レンズ部182(c)の各液体レンズ部182の形状からも分るとおり、各液体レンズ部182を構成する1つまたは複数の液体マイクロレンズの口径は異なり、それぞれのマイクロレンズによって撮像素子186上に集光される光の量も異なるので、液体レンズ部182を単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時と複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時に、液体レンズを透過して撮像素子186に照射される光量を制御することが可能である。

[0128] また、後で詳細に説明するような電磁的な制御によって、図2(a)のように液体レンズ部182(a)を1つのレンズとして使用する場合であってもそのレンズ径は自由に変更することができ、図2(b)のように液体レンズ部182(b)を2つのレンズとして使用する場合であってもそのレンズ径は自由に変更することができ、図2(c)のように液体レンズ部182(c)を4つのレンズとして使用する場合であってもそのレンズ径は自由に変更することができ、それぞれの場合に撮像素子186に照射される光量を自由に制御することが可能である。

[0129] また、これも後で詳細に説明するように、液体レンズ部182を、1つのレンズからなる液体レンズ部182(a)として使用する場合と、液体レンズ部182を、2つの液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182(b)として使用する場合と、液体レンズ部182を、4つの液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182(c)として使用する場合において、各液体マイクロレンズの焦点距離を変化させることも変化させないことも可能である。この焦点距離を変化させるならば、撮影する画像のズームを制御することが可能になる。

[0130] この場合には、液体レンズ部182と撮像素子186との間隔を、各液体マイクロレンズの焦点距離の変化と連動させて変更するように制御することが必要になる。この間隔の変更は、レンズ制御部184と連動したズーム制御部188の制御によって移動部189が実行し、移動部189における具体的な移動手段はモータやカム等によって実

現することができる。

[0131] また、各液体マイクロレンズの焦点距離を変化させない場合等では、液体レンズ部182と撮像素子186との間隔を固定式としても構わない。

[0132] 図3に、液体レンズ部182によって撮像素子186上に作られる像の例を示す。

[0133] 図3の例では、1つの液体レンズ部182を、レンズ制御部(図3には示さない)の制御によって、6つの液体マイクロレンズ(液体マイクロレンズ351～液体マイクロレンズ356)として使用している。これによって被写体301の像を、撮像素子186の上に6つ(像371～像376)作ることができる。なお、図3では、液体レンズ部182を縦方向に1列に並んだ6個の液体マイクロレンズとして使用しているが、これは図示する便宜上の一例であって、本発明がこのような使用に限るものでないことは、上記と同様である。また、図3では、1つの液体レンズ部182を使った液体マイクロレンズ351～液体マイクロレンズ356だけで像が形成されるとしているが、実際にはより多くの液体レンズ(図3では示さない)や固定焦点レンズ(凸レンズや凹レンズ、球面レンズや非球面レンズを含む)(図3では示さない)が使われることもある。

[0134] 後で詳細に説明するように、この像371～像376を処理して生成することができるのは、必ずしも静止画像だけに限るものではなく、動画像も可能であって、3次元立体画像や3次元立体映像、3次元立体動画像等を生成することが可能である。また、3次元立体画像や3次元立体映像、3次元立体動画像等を生成するには、最低2つの視点が異なる画像があれば充分ではあるが、より多くの異なる視点で撮影した画像を使用することで、より多様な3次元立体画像や3次元立体映像、3次元立体動画像等を生成することが可能になる。

[0135] 例えば、図2(b)に示すように、液体レンズ部182(b)が2つのレンズに分割されて使用されたとすると、撮像素子186には被写体の像が2つ作成され、この2つの像は、それぞれ映像入力処理部121と映像入力処理部123に入力される。

[0136] 上記のとおり、液体レンズ部182はより多くのレンズに分割されて使用されても構わないし、そのような時には、より多くの映像入力処理部を有していても構わない。

[0137] 但し、必ずしもこのようにレンズの数と同じ数の映像入力処理部が存在することは必須ではなく、より少ない映像入力処理部を兼用して、或いは時分割的に使用して、複

数の映像入力情報を処理しても構わない。

[0138] この実施の形態に示す例では、映像入力処理部121には映像データ102が入力され、映像入力処理部123には映像データ104が入力される。この映像データ102と映像データ104とは同じ被写体を異なる視点から、即ち、1つの液体レンズ部182を2つのレンズに分割して使用した時のそれぞれのレンズの位置から撮影した画像(静止画像または動画像)である。また、映像データ102と映像データ104とは必ずしも完全に同じ被写体であることは必要でなく、その一部だけが同じ被写体であっても構わない。この一部が同じ被写体であるとは、その撮影シーン(撮影領域)の一部が重複していることを意味している。

[0139] 映像入力処理部121と映像入力処理部123とで処理された映像データ102と映像データ104とは、AV制御バッファ処理部125へ送られ、そこで一旦蓄積され、ユーザインタフェース処理部165から送られてきたユーザの操作情報に基づいて、各種の処理が行われる。例えば、ユーザがユーザインタフェース処理部165を使って行う操作例には、MPEG2、H. 264等、コーデック方式の指定がある。ユーザがこのコーデック方式の指定を行った時には、指定されたコーデック方式を表す情報がユーザインタフェース処理部165からAV制御バッファ処理部125へ送られ、AV制御バッファ処理部125はその情報に基づいてコーデックを行うよう、CODEC処理部127に対して指示をする。

[0140] また、例えば、ユーザがユーザインタフェース処理部165を使って行った操作の内容が映像の3次元録画を行うものであったと仮定する。この時には、一旦AV制御バッファ処理部125へ送られて蓄積された映像データ102と映像データ104とがCODEC処理部127へ送られ、映像の3次元録画を行うために必要な所定の符号化処理が実行される。ここで実行される所定の符号化処理とは、例えば動画像データであったならばMPEG2やMPEG4、H. 264等を始めとする動画像圧縮符号化であり、例えば静止画像データであったならばJPEGやPNG、GIF、BMP等を始めとする静止画像圧縮符号化である。

[0141] この3次元立体カメラ100の液体レンズ部182を、単眼のレンズ或いは複眼のレンズとして切り換え、2次元平面画像を撮影したり3次元立体画像を撮影したり、3次元

動画像を撮影したり、或いは焦点距離を切り換えてズーム画像を撮影したりするための切り換えや、その指定も、このユーザインタフェース処理部165を使って行われる。ユーザがメニュー処理部163によって指定されたメニュー画面に従ってユーザインタフェース処理部165から入力した情報は、レンズ処理部184やAVバッファ処理部125へ送られて、液体レンズ部182を単眼のレンズ或いは複眼のレンズとして切り換えたり、或いは焦点距離を切り換える等の必要な処理が実行される。

[0142] CODEC処理部127で所定の符号化処理が行われた映像データ102と映像データ104とは、コンテンツ処理部142へ送られてストリーム化処理が実行される。ここでいうストリーム化処理とは、例えばパーシャル・トランスポート・ストリーム(以後、「パーシャルTS」という)化を行う処理等である。なお、ここでいうパーシャルTSには、符号化処理が行われた動画像や静止画像データだけでなく、音声データや各種属性データや管理データや、その他、3次元立体画像を生成復元するために使われる各種コンテンツ付属情報を含むものであっても構わない。

[0143] パーシャルTS化された映像データ102と映像データ104とは、メディアアクセス処理部161を経て、情報記録メディア167に記録される。情報記録メディア167とは、例えばSDメモリカードを始めとする不揮発半導体メモリを使用した着脱可能なカード型の記録手段や、電池でバックアップされた半導体メモリを使用した着脱可能な記録手段や、DVD(デジタル・バーサタイル・ディスク)を使った光学式で着脱可能な記録手段や、BD(ブルー・レイ・ディスク)を使った光学式で着脱可能な記録手段や、HDD(ハード・ディスク・ドライブ)を使った磁気式で着脱不可能(固定式)な記録手段等である。但し、これらの記録手段はあくまでも一例であって、その他どのような記録手段であっても構わない。

[0144] また、メディアアクセス処理部161とは、上記のような各種情報記録手段にアクセスするためのデバイスドライバと、これらの各種情報記録手段上にファイルシステムを構築し、それを制御し、利用するためのファイルシステム処理部等を含むものであっても構わない。

[0145] 一方、映像入力処理部121と映像入力処理部123からは、映像データ102と映像データ104とを入力した時のレンズ制御部184や液体レンズ部182の各種状態を表

す動的機器情報、例えば、映像データ102と映像データ104とを撮影した時の液体レンズ部182の分割方法、分割数、分割されたそれぞれのレンズの中心位置、視野方向角、焦点距離、その他の各種情報が、動的機器情報管理部129へ送られる。これらそれぞれの情報は地球の緯度経度を座標軸とする絶対的な座標軸で表現された値でも構わないし、その他の各種局所的な座標軸で表現された相対的な値であっても構わない。

[0146] レンズ制御部184の状態を示す情報、例えば、液体レンズ部182を単眼のレンズ或いは複眼のレンズとして切り換えて2次元平面画像を撮影したり3次元立体画像を撮影したり、3次元動画像を撮影したり、或いは焦点距離を切り換えてズーム画像を撮影した時のレンズ制御部184の状態を示す情報もまた、動的機器情報の一部として動的機器情報管理部146へ送られる。

[0147] そして、これらの動的機器情報は、動的機器情報管理部129で一旦記憶され、必要に応じて取捨選択が行われることもあり、必要とされたものがコンテンツ付属情報処理部144へ送られ、コンテンツ付属情報処理部144では、これらの動的機器情報を、例えば上記パーシャルTSに含めて情報記録メディア167に記録するのに必要な処理が実行される。また、これらの動的機器情報は、必ずしも上記パーシャルTSに含まれるのではなく、パーシャルTSとは別に情報記録メディア167に記録される実施の形態であっても構わない。

[0148] 静的機器情報管理部146では、3次元立体カメラ100において、1つ或いは複数の像を撮影するのに関係する各種静的パラメータ情報、例えば液体レンズ部182を構成する液体の屈折率、撮像素子186の画素数、画素ピッチ、その他の各種情報が記憶管理され、これらの情報もコンテンツ付属情報処理部144へ送られ、コンテンツ付属情報処理部144では、これらの静的機器情報を必要に応じて取捨選択を行うこともあり、必要とするものに対して、例えば上記パーシャルTSに含めて情報記録メディア167に記録するのに必要な処理が実行される。これらの静的機器情報も、必ずしも上記パーシャルTSに含まれるのではなく、パーシャルTSとは別に情報記録メディア167に記録される実施の形態であっても構わない。

[0149] また、この動的機器情報と静的機器情報とがパーシャルTSと別に記録される実施

の形態では、パーシャルTSと動的機器情報と静的機器情報とは、1つのファイルとして情報記録メディア167に記録される実施の形態であっても構わないし、これらの幾つかが、別のファイルとして情報記録メディア167に記録される実施の形態であっても構わないし、1つのディレクトリに記録される実施の形態であっても構わないし、別のディレクトリに記録される実施の形態であっても構わないし、1つの情報記録メディア167に記録される実施の形態であっても構わないし、別の情報記録メディア167に記録される実施の形態であっても構わない。また、この静的機器情報は、映像データ102と映像データ104とを撮影するのに関係する各種静的パラメータ情報であって、通常撮影時には変化しない情報であるので、必ずしもパーシャルTSや動的機器情報と同時或いは相前後して情報記録メディア167に記録されるのではなく、予め情報記録メディア167に記録しておく実施の形態であっても構わないし、後で情報記録メディア167に記録する実施の形態であっても構わない。

[0150] 上記動的パラメータ情報と静的パラメータ情報とは、映像コンテンツに含まれる映像ストリームとその映像ストリームを撮影した時の視点とを対応付ける情報でもある。

[0151] コンテンツ付属情報処理部144で処理された動的機器情報と静的機器情報とは、コンテンツ処理部142へ送られてパーシャルTSの中に組み込まれパーシャルTSの一部として、或いはパーシャルTSの中に組み込まれることはなく別のファイルとして、メディアアクセス処理部161へ送られ情報記録メディア167に記録される。

[0152] メニュー処理部163は、この3次元立体カメラ100のユーザがユーザインタフェース処理部165を使って操作を行う時に、その操作を助けるメニューやガイドの表示とそれに伴う処理を実行する。

[0153] また、例えば、図2(b)に示すように、液体レンズ部182(b)を2つのレンズに分割して使用し、この2つのレンズを使って映像データ102と映像データ104とを取得する時には、レンズの向き、即ち光軸を制御して焦点を合わせる必要がある。この制御はレンズ制御部184によって実行される。

[0154] レンズ制御部184の詳細を拡大して図4に示す。図4に示すように、レンズ制御部184を構成する金属製電極476は、複数の小電極に分割されている。

[0155] 図13に示す従来の電子濡れ性現象を利用する液体マイクロレンズでは、金属製電

極976は1つの電極であった。しかしながら、本発明の液体レンズ部182では、金属製電極476を多数の小電極に分割し、各小電極ごとにかける電圧を変えることで、光軸の制御やレンズの向き、焦点位置の制御等を実現することができる。

[0156] 例えば、図4に示すように、誘電体製絶縁層474の下に小さく分割された金属製電極476を13個配置し、これらの各金属製電極476と小滴472との間にかける電圧を、図4に示すようにしたと仮定する。即ち、一番右端の2つの金属製電極476には電圧をかけず(0V)、その左隣の2つの金属製電極476には2Vの電圧をかけ、その左隣の2つの金属製電極476には1Vの電圧をかけ、その左隣の2つの金属製電極476には電圧をかけず(0V)、その左隣の1つの金属製電極476には1Vの電圧をかけ、その左隣の1つの金属製電極476には2Vの電圧をかけ、その左隣の2つの金属製電極476には3Vの電圧をかけ、一番左端の1つの金属製電極476には電圧をかけなかった(0V)とする。

[0157] なお、図4では図示の便宜上、金属製電極476を13個だけ記載しているが、実際にはもっと小さな電極をもっと多く配置することができる。また、各金属製電極476にかける電圧も、図4に電池の印で示すような離散的な値でなく、もっと連続的な値、或いは離散的な値であってももっとそのピッチが小さな値にすることができる。

[0158] このような、各金属製電極476と小滴472との間の電圧の分布を、図4の下に「電極と液体間の電圧(分布図)」として示す。

[0159] 図4に示すように、小滴472の右側では比較的低い電圧をかけ、小滴472の左側では比較的高い電圧をかけることによって、小滴472の右の端面における誘電体製絶縁層474との接触角θ_3と、小滴472の左の端面における誘電体製絶縁層474との接触角θ_4とは、数式4で表され、θ_4の方をθ_3よりも小さくすることができる。

[0160] これによって、小滴472によって作られる液体レンズ部182の光軸を、図4の垂直方向から傾いた方向に動かし、焦点位置も同様に光軸の傾きとは逆の方向に動かすことができる。

[0161] (実施の形態2)

次に、レンズ制御部184の制御によって、液体レンズ部182を図2に示す液体レンズ部182(a)、液体レンズ部182(b)、液体レンズ部182(c)のように切り換える方法

を説明する。

[0162] 液体レンズ部182に対して、このように単眼或いは複眼、或いは複眼のレンズ数を切り換えるには、液体レンズ部182を構成する液体を内周と外周との間で移動させる制御や、液体レンズ部182を構成する液体をレンズとして使用する量とレンズとして使用しない量とに分ける制御や、レンズとして使用しない液体をレンズとして使用する領域の外周部に移動させる制御や、レンズとして使用する液体を所定のレンズの形状や配置に従って分布させる必要がある。

[0163] そこで最初に図5を参照して、誘電体製絶縁層574上の小滴571を、図5の右から左方向へ、順次小滴572、小滴573のように移動させる方法について説明をする。この小滴を移動させる方法によって、液体レンズ部182を構成する液体をレンズとして使用する量とレンズとして使用しない量とに分ける制御や、レンズとして使用しない液体をレンズとして使用する領域の外周部に移動させる制御を実行することができる。

[0164] 図5の小滴571は、図4の小滴472と同様に、小滴571の右側では比較的低い電圧をかけ、小滴571の左側では比較的高い電圧をかけることによって、小滴571の右の端面における誘電体製絶縁層574との接触角θ_5の方を、小滴571の左の端面における誘電体製絶縁層574との接触角θ_6よりも大きくした状態になっている。即ち、$\theta_5 > \theta_6$である。この時の、誘電体製絶縁層574の上方の液体と下方の電極との間の電圧分布の様子を、図5の下の「電極と液体間の電圧分布図」に「小滴571の時」として実線で示す。即ち、小滴571では、その左端で電極と液体間の電圧は最も高く、右端では左端の電圧よりも低く、中央部では両端部からなだらかに0Vまで低下した電圧がかけられている。

[0165] そして、次の状態では、電圧をかける範囲を僅かに左方向へシフトさせると共に、右側では比較的高い電圧をかけ、左側では比較的低い電圧をかけるように変化させる。この時の、誘電体製絶縁層574の上方の液体と下方の電極との間の電圧分布の様子を、図5の下の「電極と液体間の電圧分布図」に「小滴572の時」として破線で示す。

[0166] このように、誘電体製絶縁層574の上方の液体と下方の電極との間の電圧分布を変化させることによって、誘電体製絶縁層574の上方の液体の形状は、小滴571の

状態から小滴572として破線で示すように移動する。即ち、小滴572は、小滴571の状態から僅かに左方向へ移動すると共に、小滴572の右の端面における誘電体製絶縁層574との接触角θ_6の方が、小滴572の左の端面における誘電体製絶縁層574との接触角θ_5よりも小さい状態になる。即ち、前の状態では右の端面の接触角であったθ_5が次の状態では左の端面の接触角になり、前の状態では左の端面の接触角であったθ_6が次の状態では右の端面の接触角になる。

[0167] さらに、次の状態では、電圧をかける範囲をさらに左方向へシフトさせると共に、右側では比較的低い電圧をかけ、左側では比較的高い電圧をかけるように変化させる。即ち、電圧の分布は最初の状態がそのまま左方向にシフトした状態になる。この時の、誘電体製絶縁層574の上方の液体と下方の電極との間の電圧分布の様子を、図5の下の「電極と液体間の電圧分布図」に「小滴573の時」として実線で示す。

[0168] このように、誘電体製絶縁層574の上方の液体と下方の電極との間の電圧分布を変化させることによって、誘電体製絶縁層574の上方の液体の形状は、図5に小滴573として実線で示すようになる。即ち、小滴573は、小滴572の状態からさらに左方向へ移動すると共に、小滴573の右の端面における誘電体製絶縁層574との接触角θ_5の方が、小滴573の左の端面における誘電体製絶縁層574との接触角θ_6よりも大きい状態になる。即ち、小滴573の形状は、最初の小滴571の形状がそのまま左方向にシフトした状態になる。

[0169] このように、誘電体製絶縁層574の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を高速に切り換えることによって、誘電体製絶縁層574の上方の液体の形状を変化させると同時に波動を起こさせることができ、それによって、この液体を順次、小滴571、小滴572、小滴573・・・のように移動させることができる。

[0170] このような電磁的な制御によって、液体レンズ部182を構成する誘電体製絶縁層574の上方の液体を、例えば同心円状の内周部から外周部へ、或いは外周部から内周部へ移動させることができる。或いは、内周部から外周部への液体の移動に際しては、このような電磁的な制御だけでなく、液体レンズ部182そのものを回転させることで生じる遠心力を使用したり、この遠心力と電磁的な制御とを併用することも可能で

ある。このようにすることで、液体レンズ部182を構成する液体の移動をより高速化或いは高効率化することができる。

[0171] このようにして、液体レンズ部182を構成する液体をレンズとして使用する量とレンズとして使用しない量とに分ける制御や、レンズとして使用しない液体をレンズとして使用する領域の外周部に移動させる制御を実行することができる。

[0172] 次に、図6を参照して、液体レンズ部182を構成する液体を移動させると共に、その液体の分布、即ち小滴の形状を変化させて、単眼用レンズ661と複眼用レンズ662とを切り換える方法を説明する。

[0173] 図6(a)には、液体レンズ部182を構成する液体を全て使用し、誘電体製絶縁層674上に1つの大きな単眼用レンズ661を構成した状態を示す。この単眼用レンズ661は、図2(a)に示す液体レンズ部182(a)に相当する。

[0174] なお、この例では、液体レンズ部182を構成する液体を全て使用し、使用しない液体は存在しないと仮定しているが、一部、使用しない液体が存在する実施の形態であっても構わない。

[0175] この時、例えば、誘電体製絶縁層674の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を、図6(a)の下の「電極と液体間の電圧分布図」に示すようにすることで、単眼用レンズ661のような大口径の1つの液体レンズ部182を構成することができる。即ち、この単眼用レンズ661は左右対称形状であるので、電圧分布も左右対称になっている。そして、両端にかける電圧を高くすることで、上記電子濡れ性現象を利用し、液体と誘電体製絶縁層674との接触角が所定の角度である単眼用レンズ661を形成することができ、この電圧を変化させることで、この単眼用レンズ661の焦点距離等を変化させることができる。

[0176] 図6(b)には、液体レンズ部182を構成するために使用しない液体669を誘電体製絶縁層674の外周部に移動させ、それ以外の液体を使って、誘電体製絶縁層674上に多くの小さな複眼用レンズ662を構成した状態を示す。複眼用レンズ662は、図2(c)に示す複数のマイクロレンズから構成される液体レンズ部182(c)のレンズ数をより多くしたものに相当する。

[0177] なお、この例では、複眼用レンズとして小口径のレンズを9個だけ示しているが、こ

の小口径のレンズの大きさや数は図示の便宜上のものであって、必ずしもこのような大きさや数に限るものではない。

[0178] この時、例えば、誘電体製絶縁層674の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を、図6(b)の下の「電極と液体間の電圧分布図」に示すようにすることで、複眼用レンズ662のような小口径の多数の液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182を構成することができる。

[0179] この複眼用レンズ662を構成する1つ1つのマイクロレンズは左右対称形状であるので、電圧分布も1つ1つのマイクロレンズに対応して左右対称になっている。そして、1つ1つのマイクロレンズを構成する両端にかける電圧を高くすることで、上記電子濡れ性現象を利用し、液体と誘電体製絶縁層674との接触角が所定の角度である多数のマイクロレンズからなる複眼用レンズ662を形成することができ、この電圧を変化させることで、各複眼用レンズ662を構成するマイクロレンズの焦点距離等を変化させることができる。

[0180] 次に、図7を参照して、液体レンズ部182を構成する液体を移動させると共に、その液体の分布、即ち小滴の形状を変化させて、液体レンズ部182を構成する液体マイクロレンズの口径と数とを切り換える方法について説明をする。

[0181] 図7(a)には、液体レンズ部182を構成する液体を比較的少なく使用し、誘電体製絶縁層774上に小さな(小口径の)複眼用レンズ752を数多く形成した状態を示す。なお、図7(a)の例では、口径が小さな複眼用レンズ752を9個だけ示しているが、レンズの大きさや数は図示するための便宜上のものであって、必ずしもこのような大きさや数に限るものではない。

[0182] また、この複眼用レンズ752を形成するために使用しない液体は、誘電体製絶縁層774の外周部に移動させ、使用しない液体759としてプールする。図7(a)の例では、複眼用レンズ752を形成するために使用する液体は比較的少ないので、使用しない液体759は比較的多くなる。この液体を移動させる方法に関しては上記のとおりであるから、説明を省略する。

[0183] この時、例えば、誘電体製絶縁層774の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を、図7(a)の下の「電極と液体間の電

圧分布図」に示すようにすることで、複眼用レンズ752のような小口径の多数の液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182を構成することができる。この多数の液体マイクロレンズを形成する方法に関しては上記のとおりであるから、説明を省略する。

[0184] 図7(b)には、液体レンズ部182を構成する液体を比較的多く使用し、誘電体製絶縁層774上に比較的大きな(大口径の)複眼用レンズ762を比較的数少なく形成した状態を示す。なお、図7(b)の例では、口径が大きな複眼用レンズ762を6個だけ示しているが、レンズの大きさや数は図示するための便宜上のものであって、必ずしもこのような大きさや数に限るものではない。

[0185] また、この複眼用レンズ762を形成するために使用しない液体は、誘電体製絶縁層774の外周部に移動させ、使用しない液体769としてプールする。図7(b)の例では、複眼用レンズ762を形成するために使用する液体は比較的多いので、使用しない液体769は比較的少ない。この液体を移動させる方法に関しても上記のとおりであるから、説明を省略する。

[0186] この時、例えば、誘電体製絶縁層774の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を、図7(b)の下の「電極と液体間の電圧分布図」に示すようにすることで、複眼用レンズ762のような比較的大口径の比較的少数の液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182を構成することができる。この比較的少数の液体マイクロレンズを形成する方法に関しても上記のとおりであるから、説明を省略する。

[0187] 図7(a)と図7(b)に示すような液体マイクロレンズの大きさ(口径)と数だけでなく、使用する液体の量を調節し、誘電体製絶縁層774の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を変化させることによって、どのような大きさ(口径)の液体マイクロレンズであっても、どのような数であっても、どのような焦点距離の液体マイクロレンズであっても、誘電体製絶縁層774上に形成することが可能である。

[0188] (実施の形態3)

次に、図8を参照して、液体レンズ部182を構成する液体を内周と外周との間で液体量分布を変えるように移動させると共に、液体レンズ部182の集光率を変化させ、

感度の制御を行う方法について説明をする。

[0189] 上記のとおり、誘電体製絶縁層874の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を高速に切り換えるという電磁的な制御によって、液体の形状を変化させると同時に波動を起こさせることができ、それによって、液体レンズ部182を構成する液体を、例えば同心円状の内周部から外周部へ、或いは外周部から内周部へ移動させることができ、内周と外周との間で液体量分布を変えることができる。

[0190] 図8(a)は、このようにして、比較的多くの液体を内周部に集めた状態を表している。比較的多くの液体が内周部に集められているので、外周部に集められている使用しない液体859は比較的その量が少ない。

[0191] そして、誘電体製絶縁層874の上方の液体と下方の電極との間に電圧を、図8(a)の下方に示す「電極と液体間の電圧分布図」のようにかけることで、複眼用レンズ852に示すような比較的多くの液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182を形成することができる。なお、この液体マイクロレンズの大きさや数は図示の便宜上の一例であって、このような大きさや数に限るものではない。

[0192] 図8(a)に示すように、この複眼用レンズ852は、撮像素子186の比較的多くの部分(ほとんど全ての範囲)を覆っているので、この状態では比較的感度は高くなる。

[0193] また、図8(b)は、このようにして、比較的少ない液体を内周部に集めた状態を表している。比較的少ない液体が内周部に集められているので、外周部に集められている使用しない液体869は比較的その量が多い。

[0194] そして、誘電体製絶縁層874の上方の液体と下方の電極との間に電圧を、図8(b)の下方に示す「電極と液体間の電圧分布図」のようにかけることで、複眼用レンズ862に示すような比較的少ない数の液体マイクロレンズからなる液体レンズ部182を形成することができる。なお、この液体マイクロレンズの大きさや数は図示の便宜上の一例であって、このような大きさや数に限るものではない。

[0195] 図8(b)に示すように、この複眼用レンズ862は、撮像素子186の比較的狭い範囲だけを覆っているので、この状態では比較的感度は低くなる。

[0196] このようにレンズ制御部184が制御することによって、液体レンズ部182を構成する

液体を内周と外周との間で液体量分布を変えるように移動させると共に、液体レンズ部182の集光率を変化させ、感度の制御を行うことができる。

[0197] このようにして、液体レンズ部182を複眼用レンズとして使用する時であっても、単眼用レンズとして使用する時であっても、そのレンズが存在する撮像素子186の範囲を制御することができる。従って、液体レンズ部182を単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時においても、複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時においても、液体レンズ部182を透過して撮像素子186に照射される光量を制御することが可能になる。

[0198] 次に、図9を参照して、液体レンズ部182の内周を厚くすることで内周の液体量を上げ、液体レンズ部182の内周の集光率を上げて内周部の感度を上げる方法と、液体レンズ部182の外周を厚くすることで外周の液体量を上げ、液体レンズ部182の外周の集光率を上げて外周部の感度を上げる方法について説明をする。

[0199] 液体レンズ部182を構成する液体を、同心円状の内周部から外周部へ、或いは外周部から内周部へ移動させ、内周と外周との間で液体量分布を変える方法に関しては上記と同様である。即ち、誘電体製絶縁層814の上方の液体と下方の電極との間に電圧をかける範囲と、その電圧の強さ、即ち電圧分布を高速に切り換えるという電磁的な制御によって、液体の形状を変化させると同時に波動を起こさせることができ、それによって、液体レンズ部182を構成する液体を、例えば同心円状の内周部から外周部へ、或いは外周部から内周部へ移動させることができ、内周と外周との間で液体量分布を変えることができる。

[0200] 図9(a)は、このようにして、幾分多くの液体を使用しない液体819として撮像素子186が存在しない外周に集めた状態を示している。

[0201] 幾分多くの液体が使用しない液体819として外周部に集められているので、撮像素子186が存在する領域に集められている液体は幾分その量が少ない。

[0202] そして、誘電体製絶縁層814の上方の液体と下方の電極との間に電圧を、図9(a)の下方に示す「電極と液体間の電圧分布図」のようにかけることで、図9(a)に示すように、比較的口径が大きい複眼用レンズ811を液体レンズ部182の中心部に形成し、比較的口径が小さな複眼用レンズ812をその周囲で、使用しない液体819よりも内

周部の撮像素子186が存在する領域に形成することができる。なお、この液体マイクロレンズの大きさや数は図示の便宜上の一例であって、このような大きさや数に限るものではない。また、上記使用しない液体819の量や撮像素子186が存在する領域に集められる液体の量は、これらの複数のマイクロレンズの大きさや数に依存して決定されるもので、必ずしも図9(a)に示す例に限るものではない。

[0203] 図9(a)に示すように、この液体レンズ部182は中央部を厚くし、外周を薄くすることによって、中央部の液体量を上げて外周部の液体量を下げ、中央部の集光率を上げて感度を上げると同時に、外周部の集光率を下げて感度を下げることができる。

[0204] このように形成した液体レンズ部182によって、トンネルに出入した時のような光量の変化が大きな場合でも、鮮明な映像を撮影することが可能になる。

[0205] また、図9(b)は、このようにして、幾分少ない液体を使用しない液体829として撮像素子186が存在しない外周に集めた状態を示している。

[0206] 幾分少ない液体が使用しない液体829として外周部に集められているので、撮像素子186が存在する領域に集められている液体は比較的その量が多い。

[0207] そして、誘電体製絶縁層814の上方の液体と下方の電極との間に電圧を、図9(b)の下方に示す「電極と液体間の電圧分布図」のようにかけることで、図9(b)に示すように、比較的口径が小さい複眼用レンズ821を液体レンズ部182の中心部に形成し、比較的口径が大きな複眼用レンズ822をその周囲で、使用しない液体829よりも内周部の撮像素子186が存在する領域に形成することができる。なお、この液体マイクロレンズの大きさや数は図示の便宜上の一例であって、このような大きさや数に限るものではない。また、上記使用しない液体829の量や撮像素子186が存在する領域に集められる液体の量は、これらの複数のマイクロレンズの大きさや数に依存して決定されるもので、必ずしも図9(b)に示す例に限るものではない。

[0208] さらにまた、上記使用しない液体819と使用しない液体829の量や、上記図9(a)と図9(b)に示す例における撮像素子186が存在する領域に集められる液体の量の、どちらの方がどの程度多いかも、これらの複数のマイクロレンズの大きさや数に依存して決定されるもので、必ずしも上の例に上げるとおりに限るものではない。

[0209] 図9(b)に示すように、この液体レンズ部182は中央部を薄くし、外周を厚くすること

によって、中央部の液体量を下げて外周部の液体量を上げ、中央部の集光率を下げて感度を下げると同時に、外周部の集光率を上げて感度を上げることができる。

[0210] このように形成した液体レンズ部182によって、ワイド画像を撮影するような場合でも、撮像素子186の端や隅々まで、歪みのない映像を撮影することが可能になる。

[0211] (その他の実施の形態)

上記実施の形態では、液体レンズ部182を構成する材料としては「液体」であるとして説明したが、この材料は必ずしも液体に限るものではなく、例えばゲル状の素材であったり、粉体や固体等の素材であっても電磁的な制御や電磁的な制御と力学的な制御の組み合わせ等によって移動させることが可能なものであるならば、どのようなものであっても構わない。

[0212] また、電磁的な制御や電磁的な制御と力学的な制御の組み合わせ等が行われて移動が必要な時にのみ、移動可能な状態になるものであっても構わない。

[0213] さらにまた、これらの液体レンズ部182を構成する材料を移動させる方式は、上記のように電磁的な制御や電磁的な制御と力学的な制御の組み合わせの他、液体レンズ部182を含む周辺の環境を制御することによって間接的にレンズの形状を変化させる方式であっても構わない。

[0214] このような液体レンズ部182を含む周辺の環境を制御することによって間接的にレンズの形状を変化させる方式としては、例えば、液体レンズ部182の周辺の気圧や風圧を変化させたり、液体レンズ部182の周囲を他の液体で充填し、この周囲に充填された液体の圧力分布を変化させる方式等がある。

[0215] なお、図14に示すように、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが重なることなく撮像素子領域に内接するようにしてもよい。これにより、小口径ではあるが各レンズ面全体の有効利用が可能となる。更に、図15に示すように、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが部分的に重ねて撮像素子領域に内接するようにし、映像入力処理部121、及び映像入力処理部123は、当該重なり部分からの入力映像に対しては演算処理を行うことにより、各レンズ分の映像を補正してもよい。これにより、大口径で解像度を高く設定することが可能となる。

[0216] また、図16に示すように、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レン

ズが重なることなく、撮像素子領域に外接するようにしてもよい。これにより、大口径で解像度を高く設定することが可能となる。更に、液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが部分的に重ねて撮像素子領域に外接するようにし、映像入力処理部121、及び映像入力処理部123は、重なり部分からの入力映像に対しては演算処理を行うことにより、各レンズ分の映像を補正してもよい。これにより、大口径で解像度を高く設定することが可能となる。

[0217] また、図17に示すように、液体レンズを覆う当該液体レンズの外側のフタ部は、当該液体レンズよりも比重の小さい液体、ゲル状物質、又は気体で構成されていてもよい。例えば、VariOptics社製の液体レンズは、液体レンズが水からなり、液体レンズを覆うフタ部が油である。これにより、これにより、分離境界面を形成することができる また、液体レンズを切り換え時のみ液体として存在させ、切り換え時以外は固体として存在させる相転移制御部を更に備えることが好ましい。これにより、相転移後は、重力による影響を固定にすることができる。

[0218] また、液体レンズを切り換え時のみ気体として存在させ、切り換え時以外は液体、又は固体として存在させる相転移制御部を更に備えていてもよい。これにより、レンズ配置を高速に行うことができる。

[0219] また、液体レンズは、電源オフ時には単眼レンズであってもよい。これにより、より省電力に維持できる。

[0220] また、液体レンズは、電源オフ時には、複眼レンズであってもよい。これにより、より省電力に維持できる。

[0221] また、液体レンズは、電源オフ時には、平板形状であってもよい。これにより、より省電力に維持できる。

[0222] また、液体レンズは、各レンズ中心に対して対称型のレンズ形状のみでなく、各レンズ中心に対して非対称なレンズ形状としても制御可能であってもよい。これにより、レンズの形状変更による歪み補正や重力等の加速の影響を受けた場合にも対応できる。

[0223] また、液体レンズの単眼、或いは複眼への切り換えを行う切り換え部は、図18に示すように、平面画像及び立体画像を撮像するために、切り換え部の存在している撮

像素子領域の一部が故障して、複眼を構成しているレンズ画像の一部が使用できない場合、使用可能な撮像素子領域のみに、液体レンズを配置してもよい。これにより、撮像素子に故障部分が発生しても、取りこぼしなく映像を撮影することができる。

[0224] 上記実施の形態で説明した構成は、単に具体例を示すものであり、本願発明の技術的範囲を制限するものではない。本願の効果を奏する範囲において、任意の構成を採用することが可能である。

産業上の利用可能性

[0225] 本発明によると、単眼レンズと複眼レンズとに切り換え可能な液体レンズを有し、液体レンズを単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影し、液体レンズを複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影することによって、複数のレンズを予め実装することなく、電磁的な制御部を実装するだけで複眼構造を実現し、動画像や静止画像を撮影することができる3次元立体カメラ装置を提供することが可能になる。これによって、2次元平面画像の撮影と3次元立体画像の撮影の切り換えも、可動機構を必要としないため、消費電力の削減や信頼性の向上を実現できる。さらに、小型で軽量な3次元立体カメラ装置を提供することができるので、その産業上の利用可能性は極めて高い。

請求の範囲

[1] カメラ装置であって、

単眼レンズと複眼レンズに切り換え可能な液体レンズと、

平面画像を撮影するために、前記液体レンズを単眼レンズに切り換え、立体画像を撮影するために、前記液体レンズを複眼レンズに切り換える切り換え部とを備える、カメラ装置。

[2] 前記切り換え部は、前記液体レンズを複眼レンズに切り換えた時にはその光軸数と光軸配置を変更することを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[3] 前記液体レンズの光軸方向を変更する光軸制御部を更に備え、

前記光軸制御部は、当該液体レンズを単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時、及び当該液体レンズを複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時のそれぞれに応じて、当該液体レンズの光軸方向を変更することを特徴とする、請求項1又は2に記載のカメラ装置。

[4] 前記切り換え部は、前記液体レンズを単眼レンズに切り換えて平面画像を撮影する時、及び当該液体レンズを複眼レンズに切り換えて立体画像を撮影する時に、当該液体レンズを透過して撮像素子に照射される光量を制御することを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載のカメラ装置。

[5] 撮像素子と前記液体レンズとの間隔を変化させる移動部を更に備え、

前記移動部は、撮像素子と前記液体レンズとの間隔を制御することを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載のカメラ装置。

[6] 記録部を更に備え、

前記記録部は、前記液体レンズによって撮影された動画像または静止画像の何れか或いは両方を記録することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載のカメラ装置。

[7] 前記切り換え部は、前記液体レンズを構成する液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによって単眼レンズと複眼レンズとを切り換えることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載のカメラ装置。

[8] 前記複眼レンズは複数のマイクロレンズで構成され、

前記切り換え部は、前記液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによって前記マイクロレンズの数を切り換えることを特徴とする、請求項7に記載のカメラ装置。

[9] 前記液体は、電磁的な制御によって移動することを特徴とする、請求項7又は8に記載のカメラ装置。

[10] 前記液体は、前記液体レンズを回転させることで生じる遠心力と電磁的な制御とによって移動することを特徴とする、請求項7又は8に記載のカメラ装置。

[11] 電圧と磁場の少なくとも一方のオンオフ或いは昇降を径方向に連続的に繰り返して電磁的な制御を行い、当該電磁的な制御によって前記液体に波動を起こさせることで当該液体を移動させる電磁制御部を更に備えることを特徴とする、請求項9又は10に記載のカメラ装置。

[12] 前記液体レンズの外周部は、集光に使用されないことを特徴とする、請求項7～11のいずれかに記載のカメラ装置。

[13] 前記切り換え部は、前記液体レンズを構成する液体を内周部と外周部とで液体量分布を変えるように移動させることで、当該液体レンズの集光率を変化させて、感度の制御を行うことを特徴とする、請求項7又は8に記載のカメラ装置。

[14] 前記切り換え部は、前記外周部の液体量を下げることで前記液体レンズの外周部の集光率を下げて感度を下げることを特徴とする、請求項13に記載のカメラ装置。

[15] 前記切り換え部は、前記液体レンズの前記外周部を薄くすることで、前記外周部の液体量を下げることを特徴とする、請求項14に記載のカメラ装置。

[16] 前記切り換え部は、前記外周部の液体量を上げることで前記液体レンズの外周部の集光率を上げて感度を上げることを特徴とする、請求項13に記載のカメラ装置。

[17] 前記切り換え部は、前記液体レンズの前記外周部を厚くすることで、前記外周部の液体量を上げることを特徴とする、請求項16に記載のカメラ装置。

[18] 前記液体量分布は、前記液体レンズの内周部と外周部とに加える電圧を変化させて前記液体レンズの形状が変わることで変化することを特徴とする、請求項13～17のいずれかに記載のカメラ装置。

[19] 前記切り換え部は、前記液体レンズにおいて集光のために使用しない液体を当該

液体レンズの集光に使用する領域の外側に移動させることを特徴とする、請求項7～18のいずれかに記載のカメラ装置。

[20] 前記切り換え部は、前記液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが重なることなく撮像素子領域に内接するようにすることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[21] 映像入力処理部を更に備え、

前記切り換え部は、前記液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが部分的に重ねて撮像素子領域に内接するようにし、

前記映像入力処理部は、当該重なり部分からの入力映像に対しては演算処理を行うことにより、各レンズ分の映像を補正することを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[22] 前記切り換え部は、前記液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが重なることなく、撮像素子領域に外接するようにすることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[23] 映像入力処理部を更に備え、

前記切り換え部は、前記液体レンズを複眼レンズに切り換えた時、当該液体レンズが部分的に重ねて撮像素子領域に外接するようにし、

前記映像入力処理部は、前記重なり部分からの入力映像に対しては演算処理を行うことにより、各レンズ分の映像を補正することを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[24] 前記液体レンズの外側は、当該液体レンズよりも比重の小さい液体、ゲル状物質、又は気体で構成されることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[25] 前記液体レンズを切り換え時のみ液体として存在させ、切り換え時以外は固体として存在させる相転移制御部を更に備えることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[26] 前記液体レンズを切り換え時のみ気体として存在させ、切り換え時以外は液体、又は固体として存在させる相転移制御部を更に備えることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[27] 前記液体レンズは、電源オフ時には単眼レンズであることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[28] 前記液体レンズは、電源オフ時には、複眼レンズであることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[29] 前記液体レンズは、電源オフ時には、平板形状であることを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[30] 前記液体レンズは、各レンズ中心に対して対称型のレンズ形状のみでなく、各レンズ中心に対して非対称なレンズ形状としても制御可能なことを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[31] 前記切り換え部は、平面画像及び立体画像を撮像するために、切り換え部の存在している撮像素子領域の一部が故障して、複眼を構成しているレンズ画像の一部が使用できない場合、使用可能な撮像素子領域のみに、前記液体レンズを配置することを特徴とする、請求項1に記載のカメラ装置。

[32] 入射した光を屈折させる液体を備え、

前記液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによって単眼レンズと複眼レンズとを切り換える、液体レンズ。

[33] 前記複眼レンズは複数のマイクロレンズで構成され、

前記液体を同心円状に内周部と外周部との間で移動させることによって前記マイクロレンズの数を切り換えることを特徴とする、請求項20に記載の液体レンズ。

[34] 前記液体は、電磁的な制御によって移動することを特徴とする、請求項20又は21に記載の液体レンズ。

[35] 前記液体は、前記液体レンズを回転させることで生じる遠心力と電磁的な制御とによって移動することを特徴とする、請求項20又は21に記載の液体レンズ。

[36] 電圧と磁場の少なくとも一方のオンオフ或いは昇降を径方向に連続的に繰り返すことによって電磁的な制御を行い、当該電磁的な制御によって前記液体に波動を起こさせることで当該液体を移動させることを特徴する、請求項22又は23に記載の液体レンズ。

[37] 液体レンズを使用する撮像方法であって、

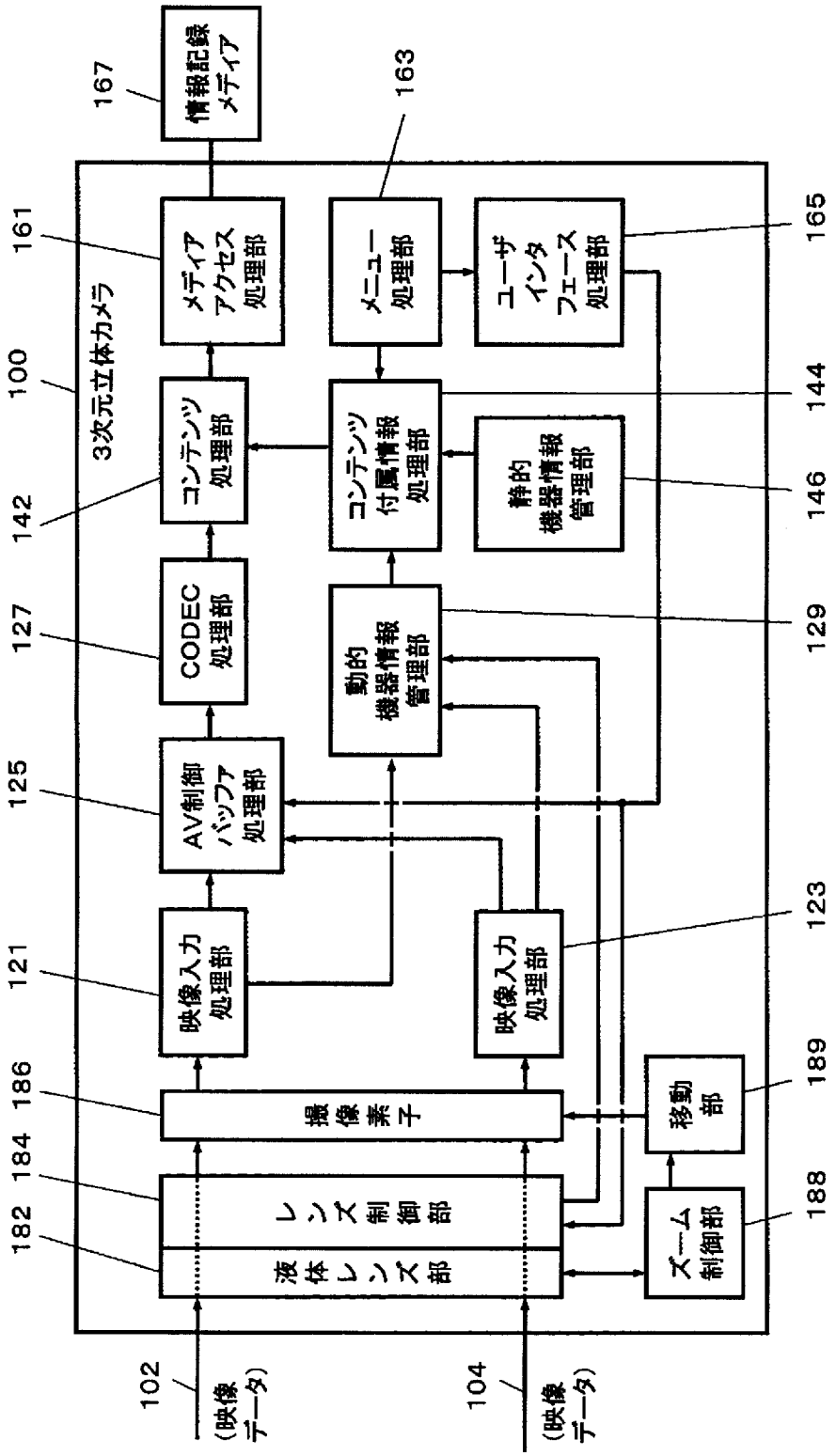
前記液体レンズを単眼レンズまたは複眼レンズに切り換え、

前記液体レンズを単眼レンズに切り換えた状態で平面画像を撮影し、

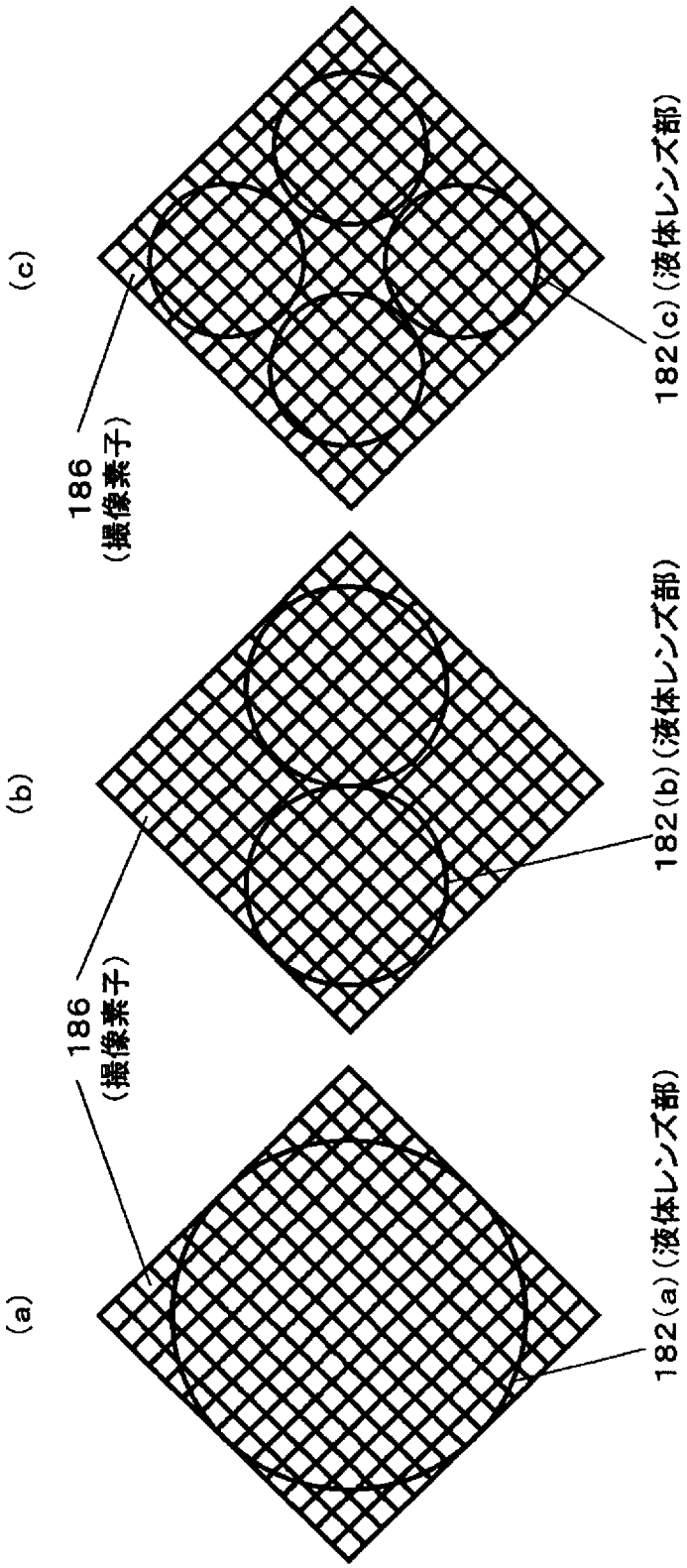
前記液体レンズを複眼レンズに切り換えた状態で立体画像を撮影する、撮像方法

。

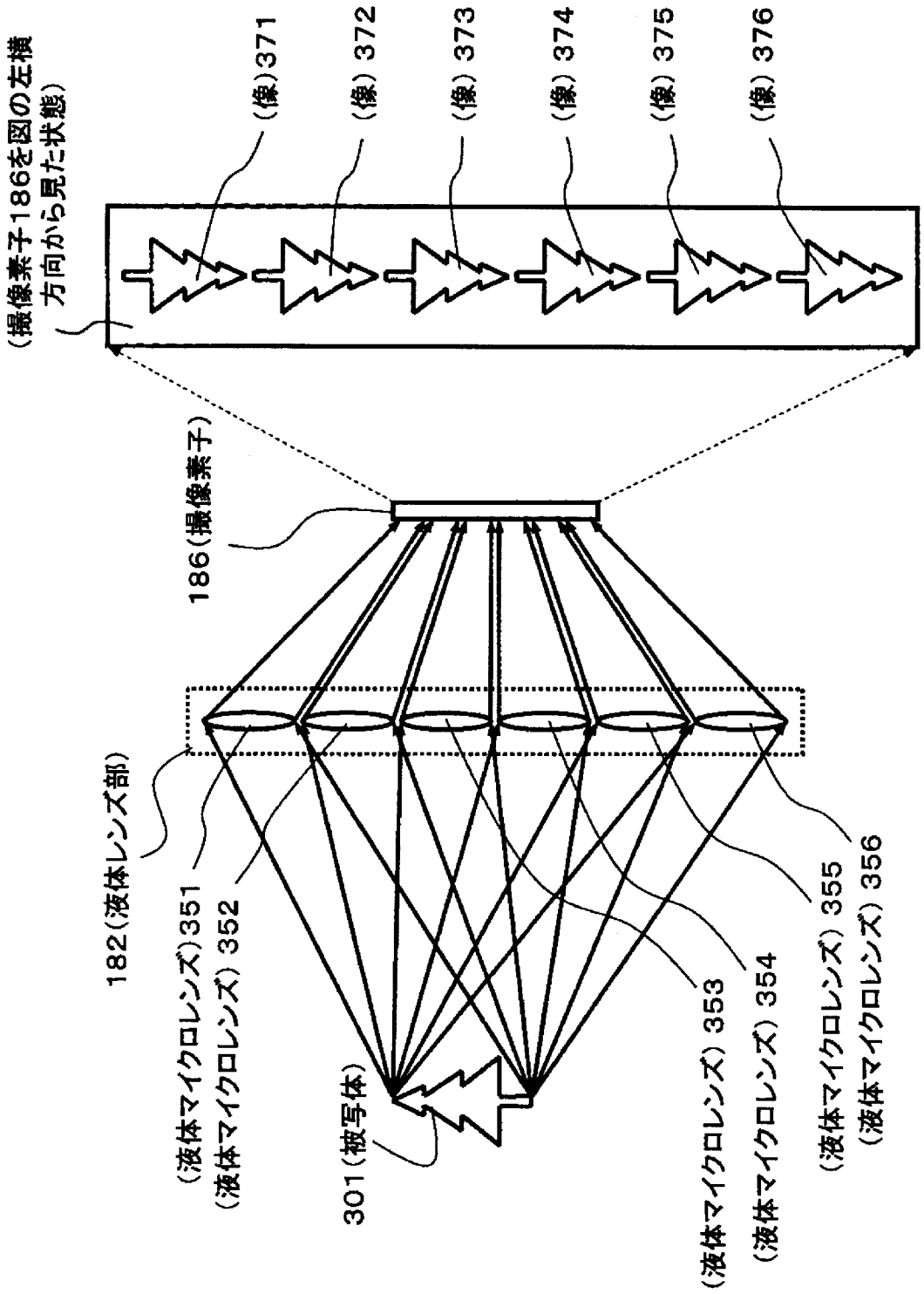
[図1]


3次元立体カメラ
100
情報記録メディア
167
メディアアクセス処理部
161
メニュー処理部
163
ユーザインタフェース処理部
165
コンテンツ処理部
142
コンテンツ付属情報処理部
144
静的機器情報管理部
146
CODEC処理部
127
動的機器情報管理部
129
AV制御バッファ処理部
125
映像入力処理部
121
映像入力処理部
123
撮像素子
186
移動部
189
レンズ制御部
184
液体レンズ部
182
ズーム制御部
188
102
(映像データ)
104
(映像データ)

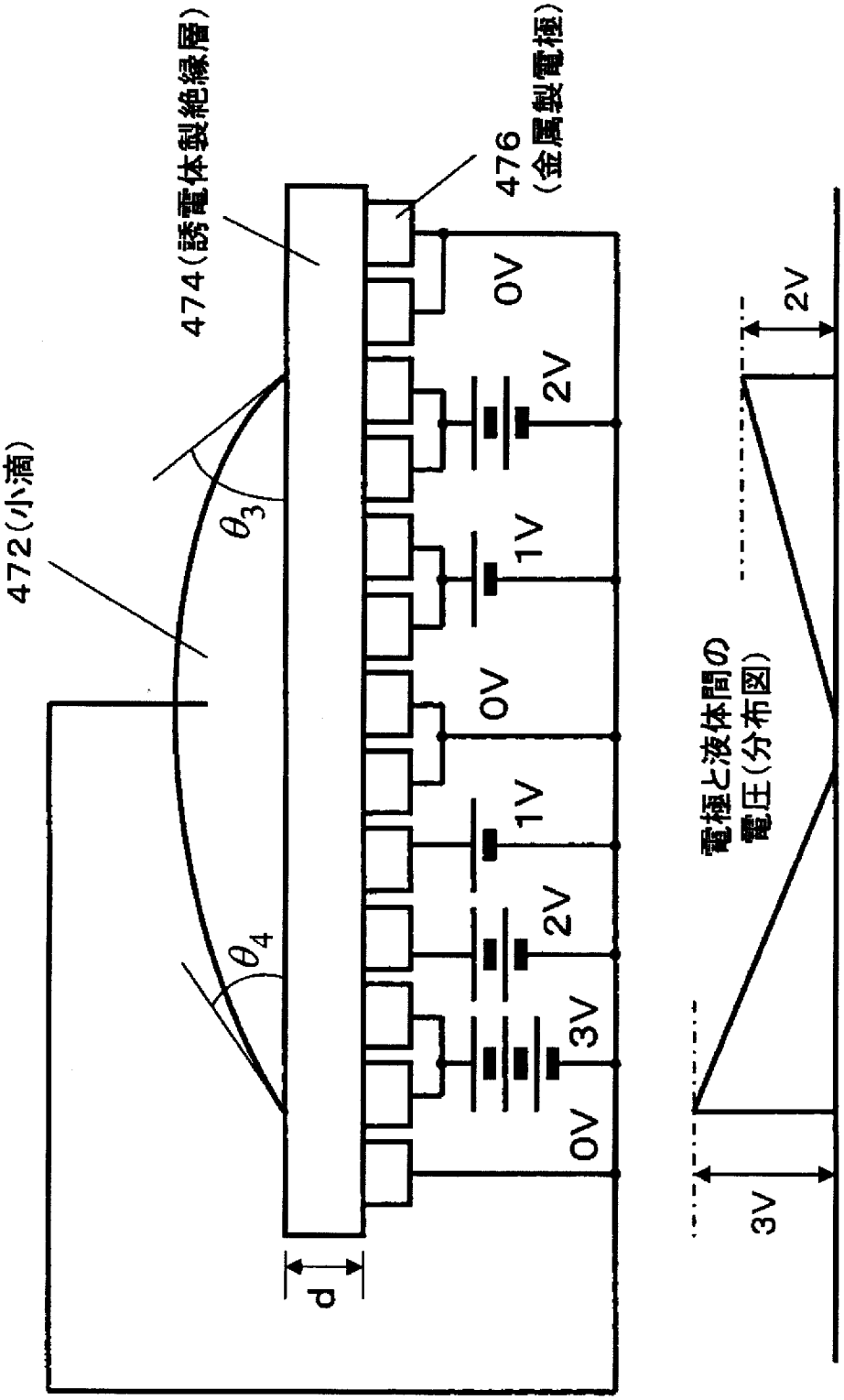
[図2]



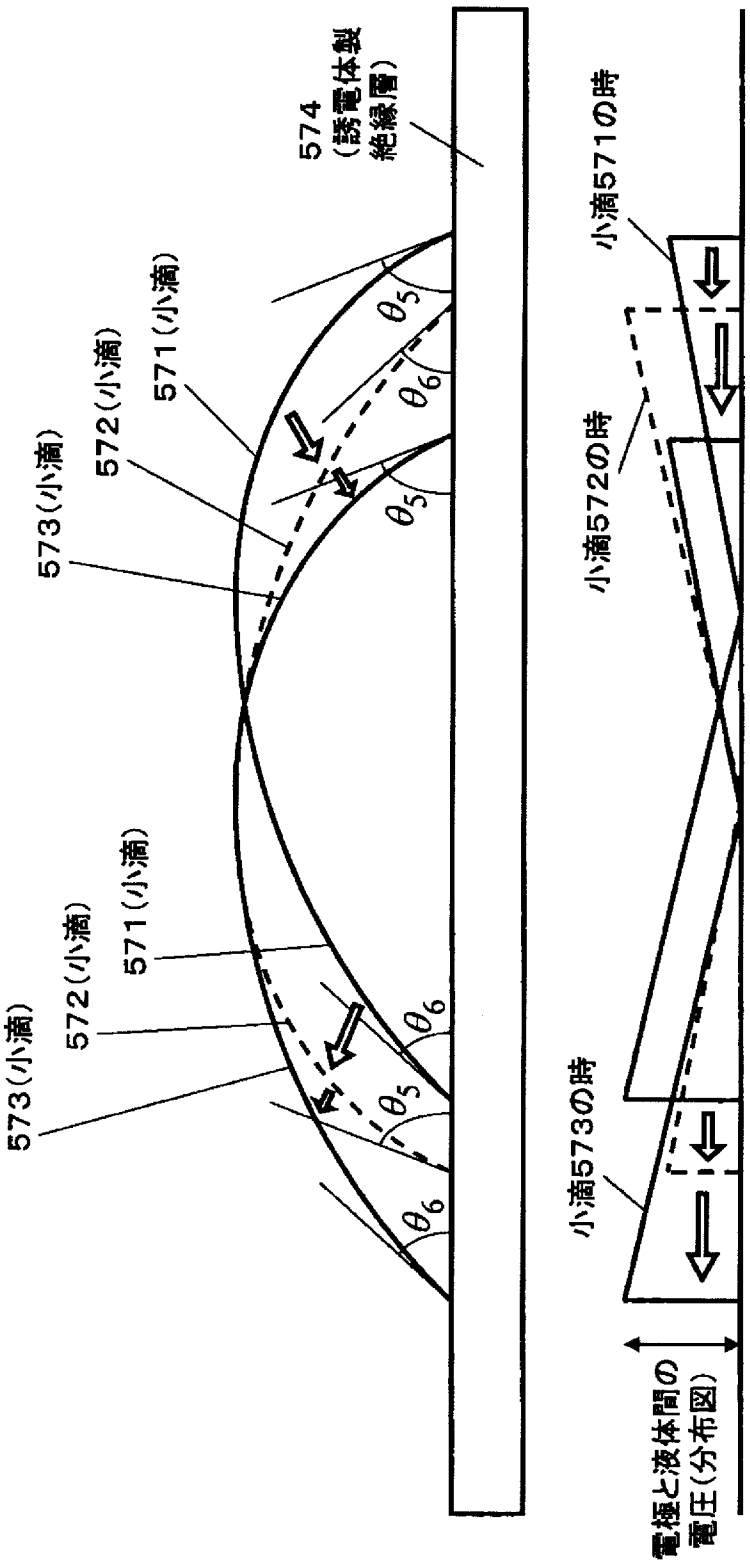
[図3]


(撮像素子186を図の左横
方向から見た状態)
(像)371
(像) 372
(像) 373
(像) 374
(像) 375
(像) 376
186(撮像素子)
182(液体レンズ部)
(液体マイクロレンズ)351
(液体マイクロレンズ) 352
301(被写体)
(液体マイクロレンズ) 353
(液体マイクロレンズ) 354
(液体マイクロレンズ) 355
(液体マイクロレンズ) 356

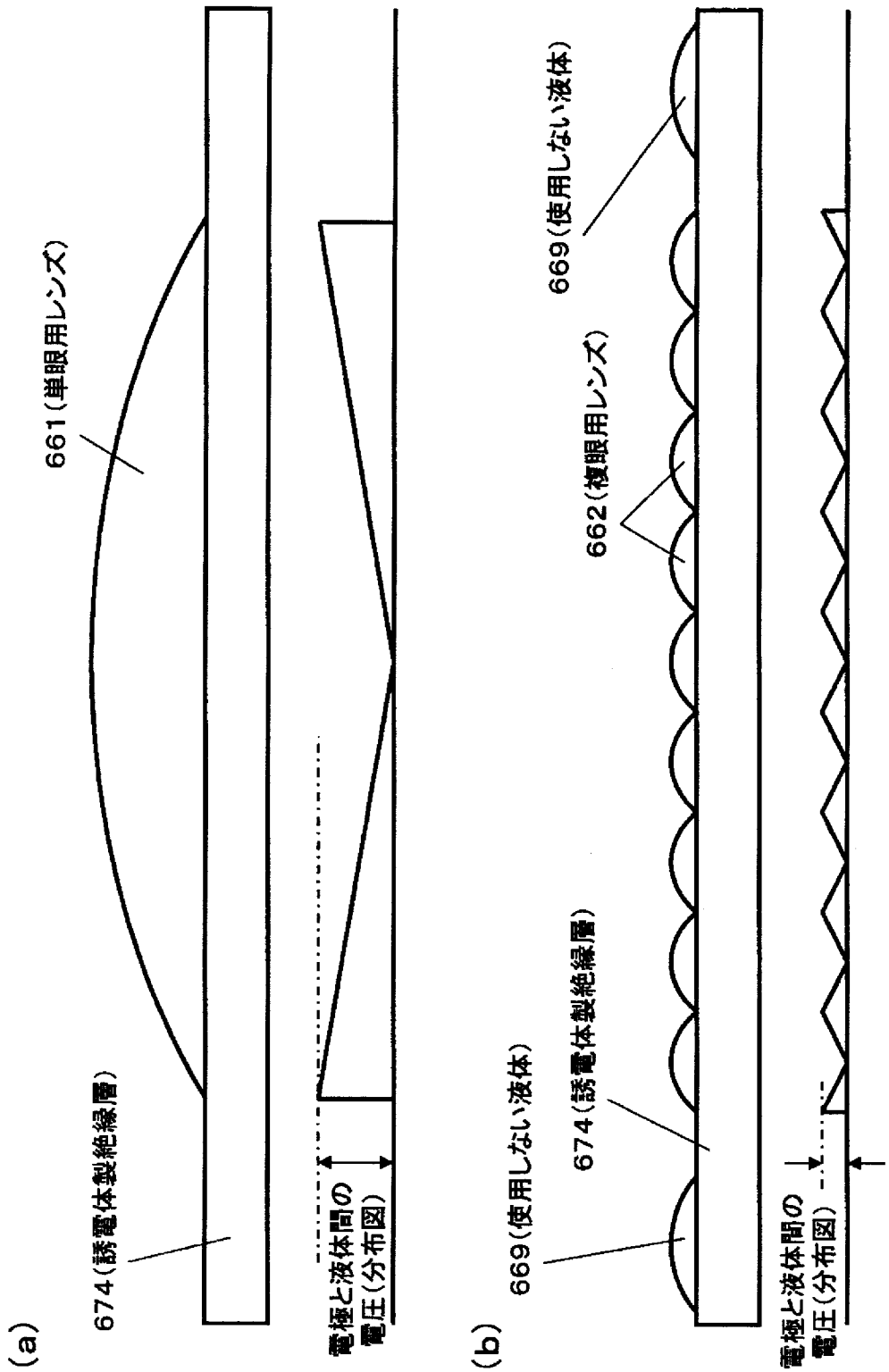
[図4]


474(誘電体製絶縁層)
476
(金属製電極)
472(小滴)
θ3
θ4
d
0V
2V
1V
0V
1V
2V
3V
0V
電極と液体間の
電圧(分布図)
2V
3V

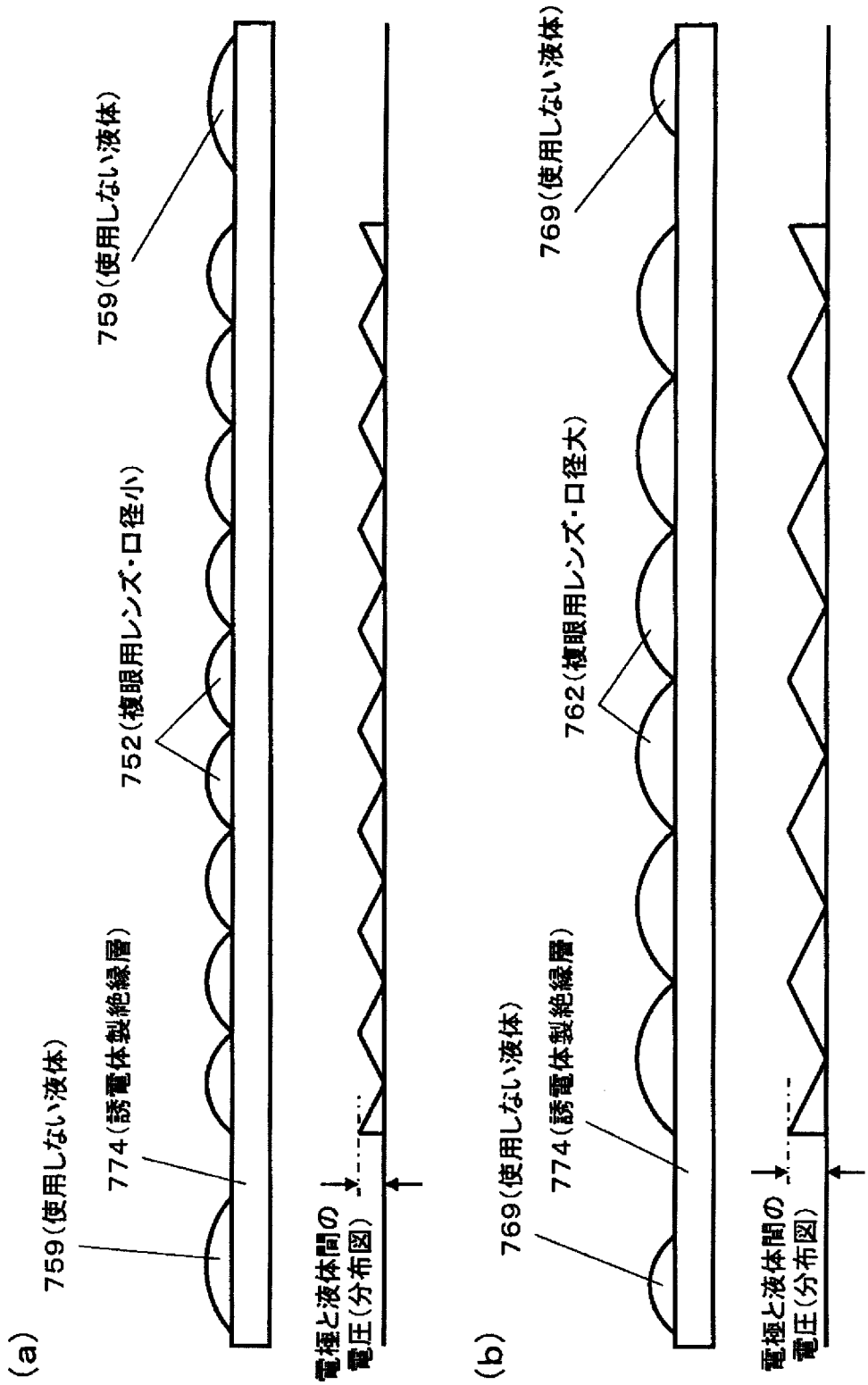
[図5]


574
(誘電体製
絶縁層)
571(小滴)
572(小滴)
573(小滴)
θ5
θ6
小滴571の時
小滴572の時
小滴573の時
電極と液体間の
電圧(分布図)

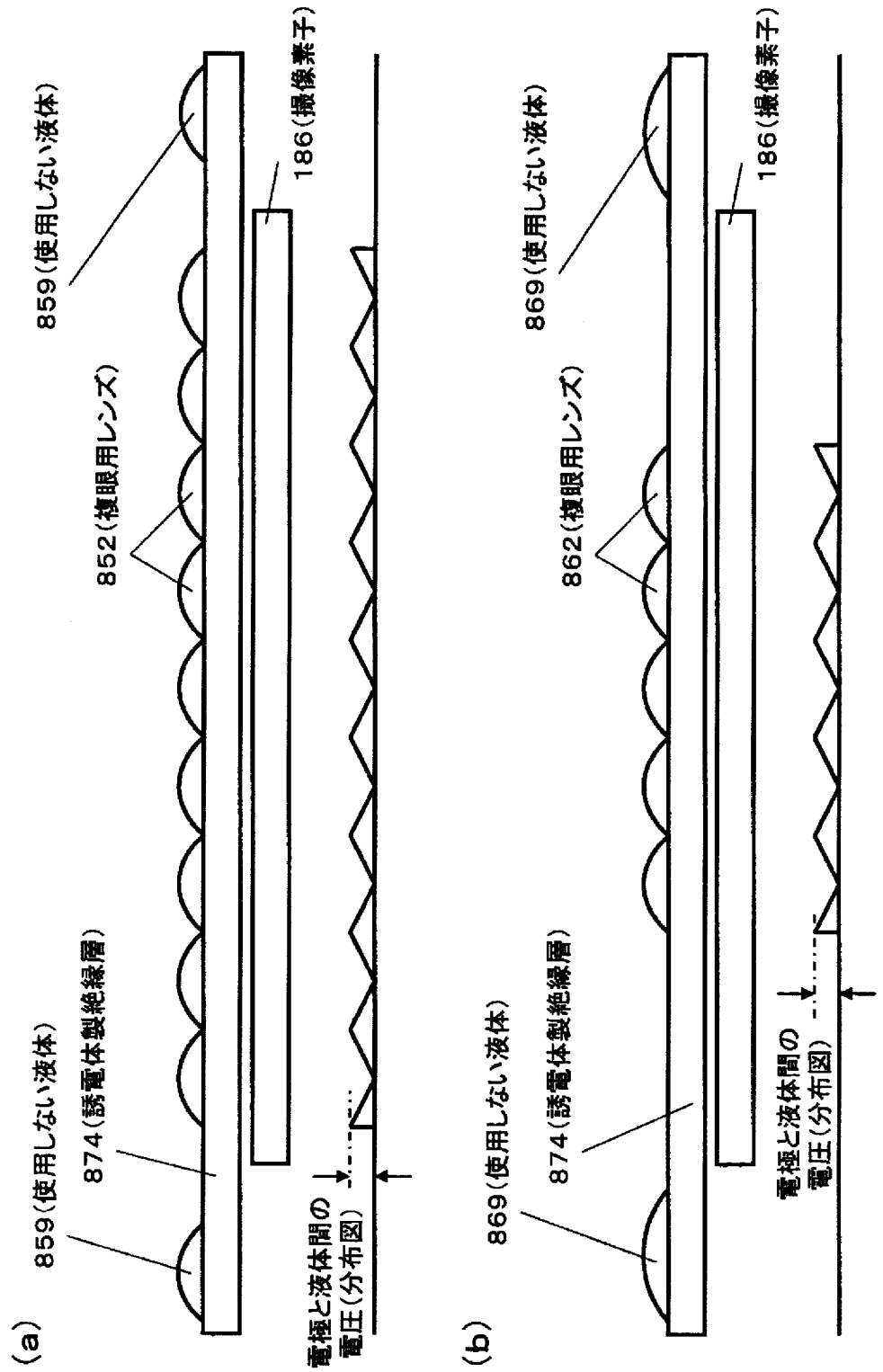
[図6]


(a)
661(単眼用レンズ)
674(誘電体製絶縁層)
電極と液体間の
電圧(分布図)
(b)
669(使用しない液体)
662(複眼用レンズ)
669(使用しない液体)
674(誘電体製絶縁層)
電極と液体間の
電圧(分布図)

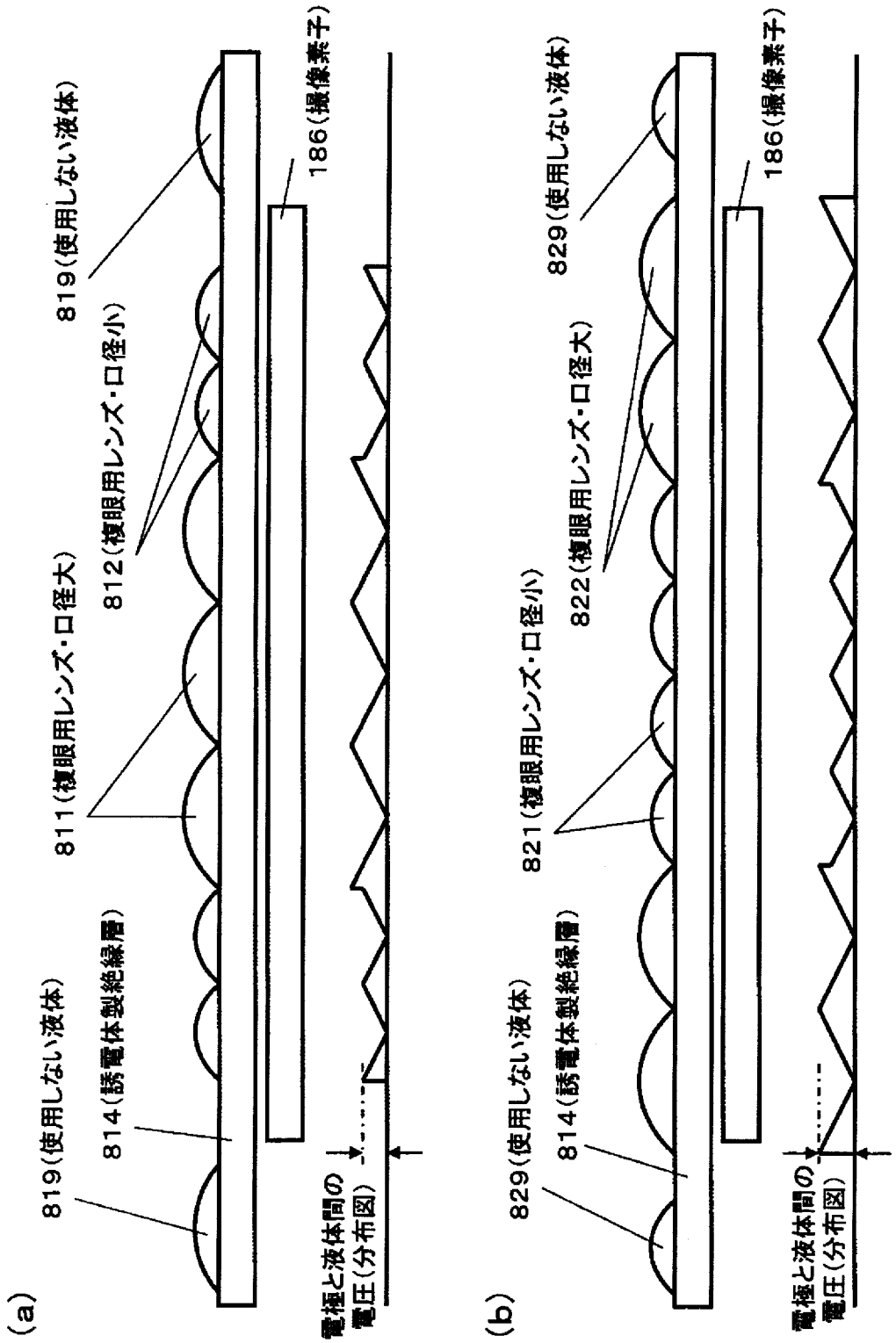
[図7]


(a)
759(使用しない液体)
774(誘電体製絶縁層)
752(複眼用レンズ・口径小)
759(使用しない液体)
電極と液体間の
電圧(分布図)
(b)
769(使用しない液体)
774(誘電体製絶縁層)
762(複眼用レンズ・口径大)
769(使用しない液体)
電極と液体間の
電圧(分布図)

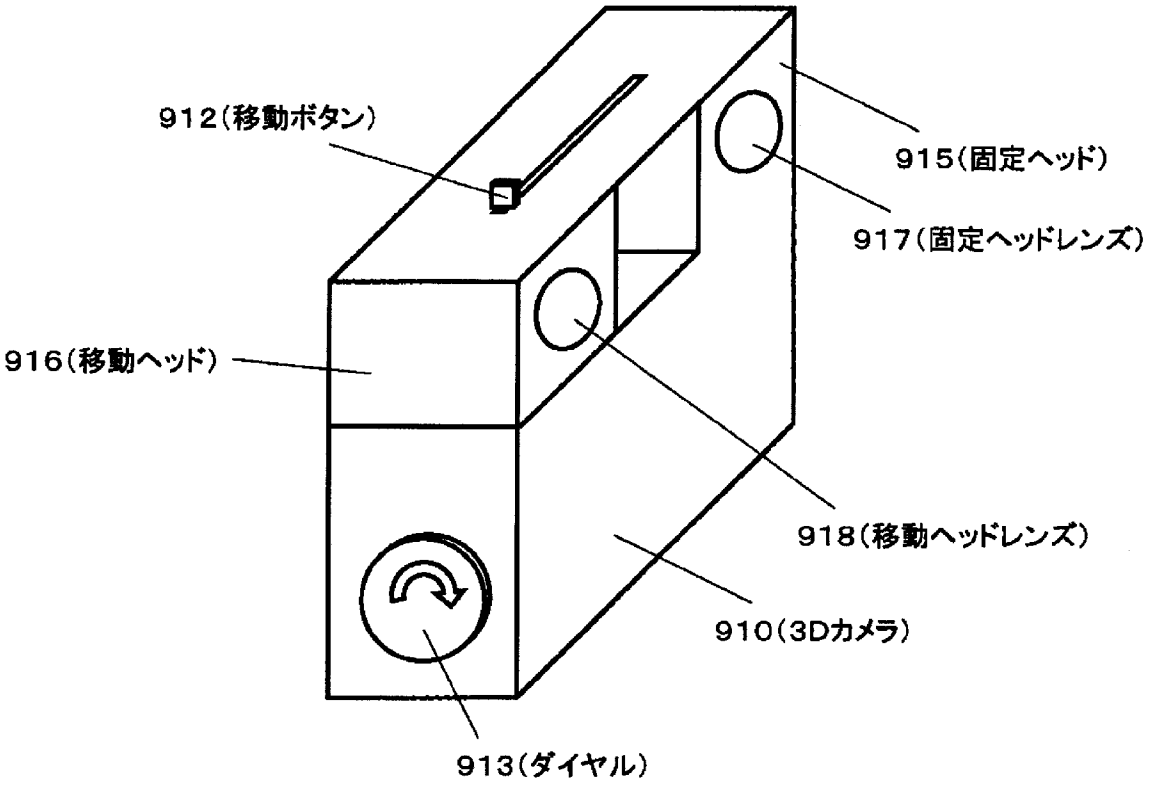
[図8]


(a)
859(使用しない液体)
874(誘電体製絶縁層)
859(使用しない液体)
852(複眼用レンズ)
186(撮像素子)
電極と液体間の
電圧(分布図)
(b)
869(使用しない液体)
874(誘電体製絶縁層)
869(使用しない液体)
862(複眼用レンズ)
186(撮像素子)
電極と液体間の
電圧(分布図)

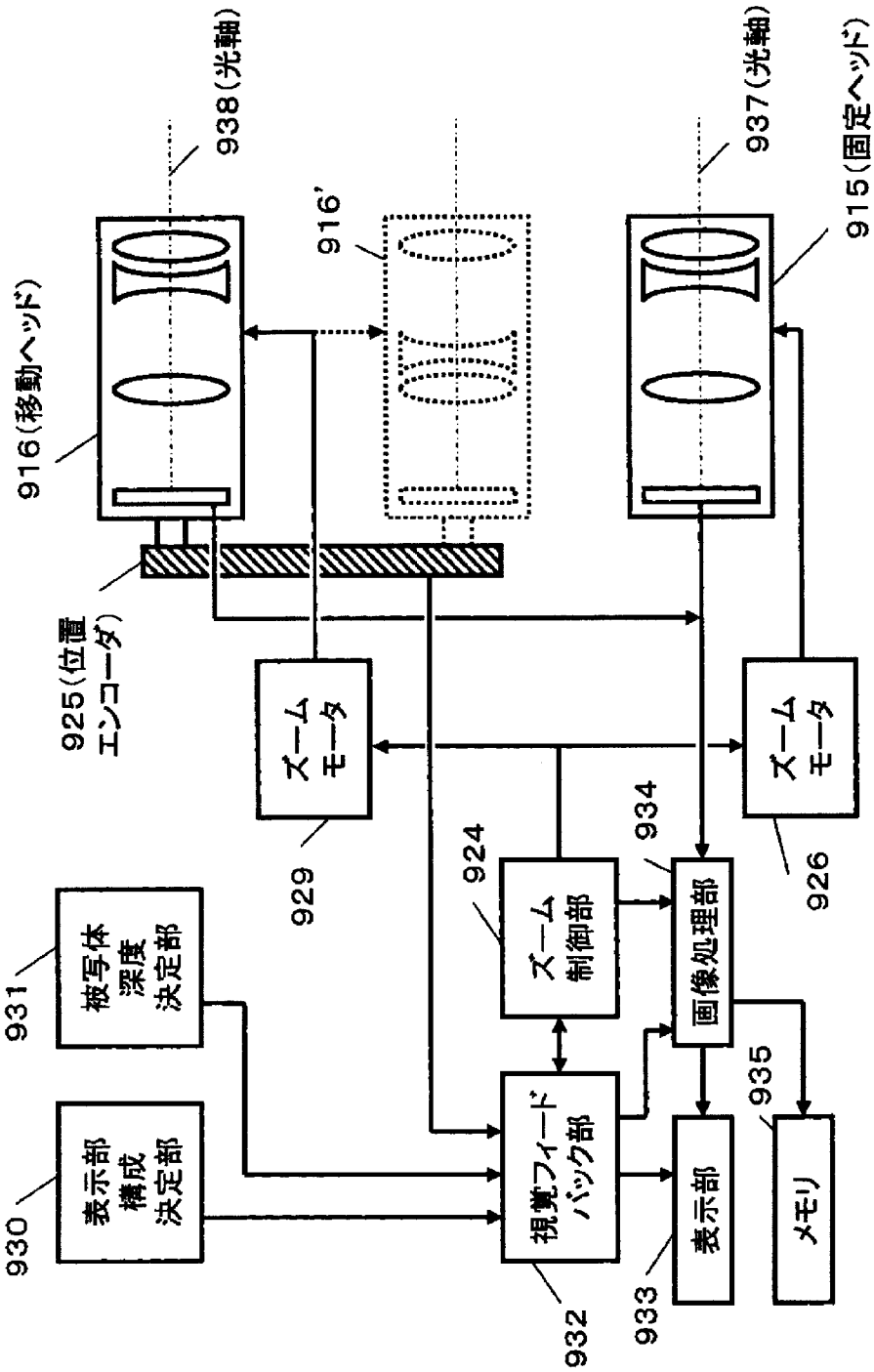
[図9]


(a)
819(使用しない液体)
814(誘電体製絶縁層)
819(使用しない液体)
811(複眼用レンズ・口径大)
812(複眼用レンズ・口径小)
186(撮像素子)
電極と液体間の
電圧(分布図)
(b)
829(使用しない液体)
814(誘電体製絶縁層)
821(複眼用レンズ・口径小)
829(使用しない液体)
822(複眼用レンズ・口径大)
186(撮像素子)
電極と液体間の
電圧(分布図)

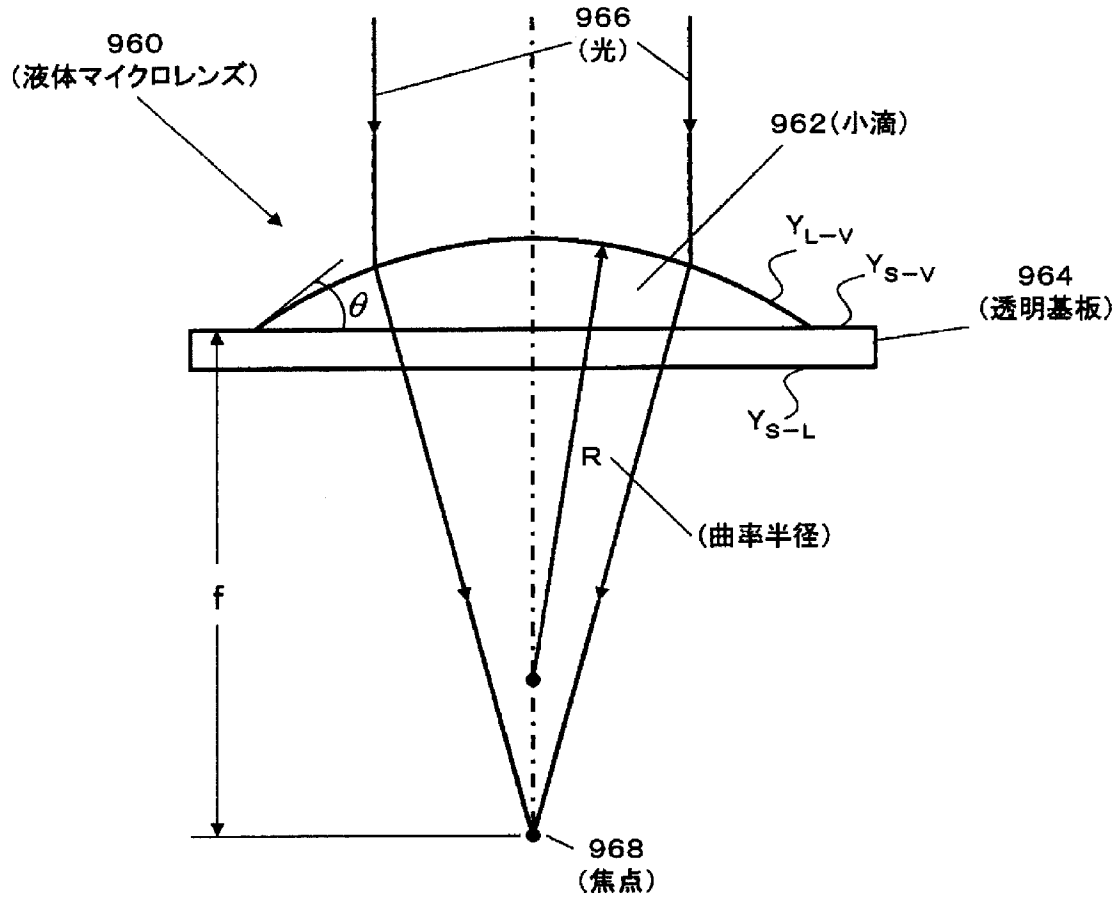
[図10]


912(移動ボタン)
915(固定ヘッド)
917(固定ヘッドレンズ)
916(移動ヘッド)
918(移動ヘッドレンズ)
910(3Dカメラ)
913(ダイヤル)

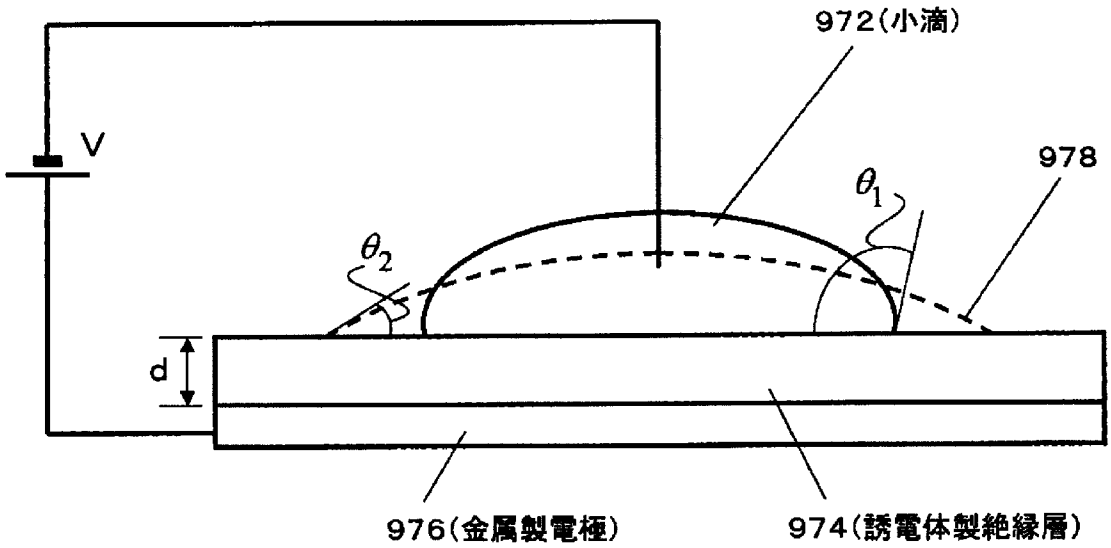
[図11]


938(光軸)
916'
937(光軸)
915(固定ヘッド)
916(移動ヘッド)
925(位置エンコーダ)
ズームモータ
ズームモータ
929
926
924
ズーム制御部
934
画像処理部
931
被写体深度決定部
935
930
表示部構成決定部
視覚フィードバック部
表示部
メモリ
932
933

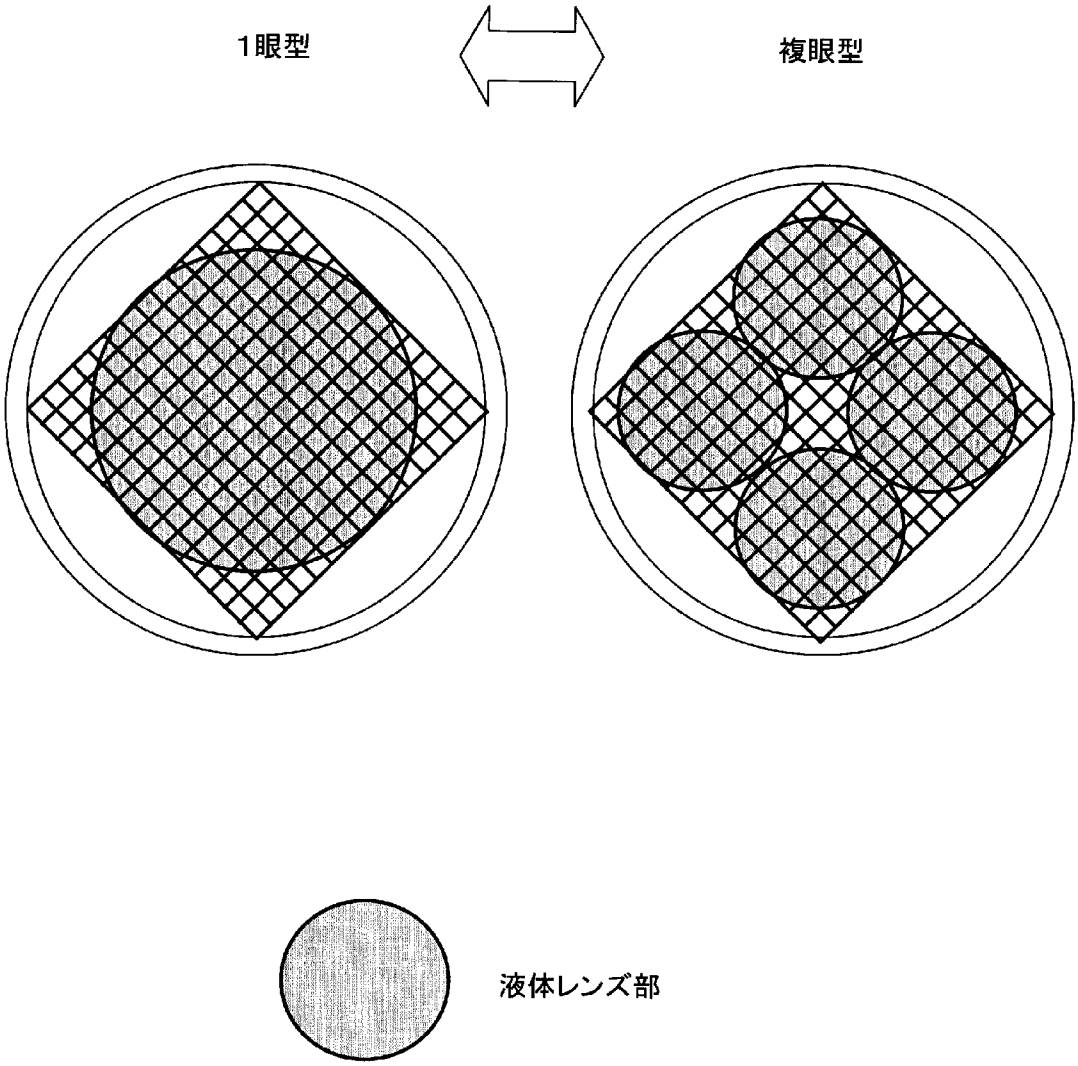
[図12]


960
(液体マイクロレンズ)
966
(光)
962(小滴)
Y_{L-V}
Y_{S-V}
964
(透明基板)
θ
Y_{S-L}
R
(曲率半径)
f
968
(焦点)

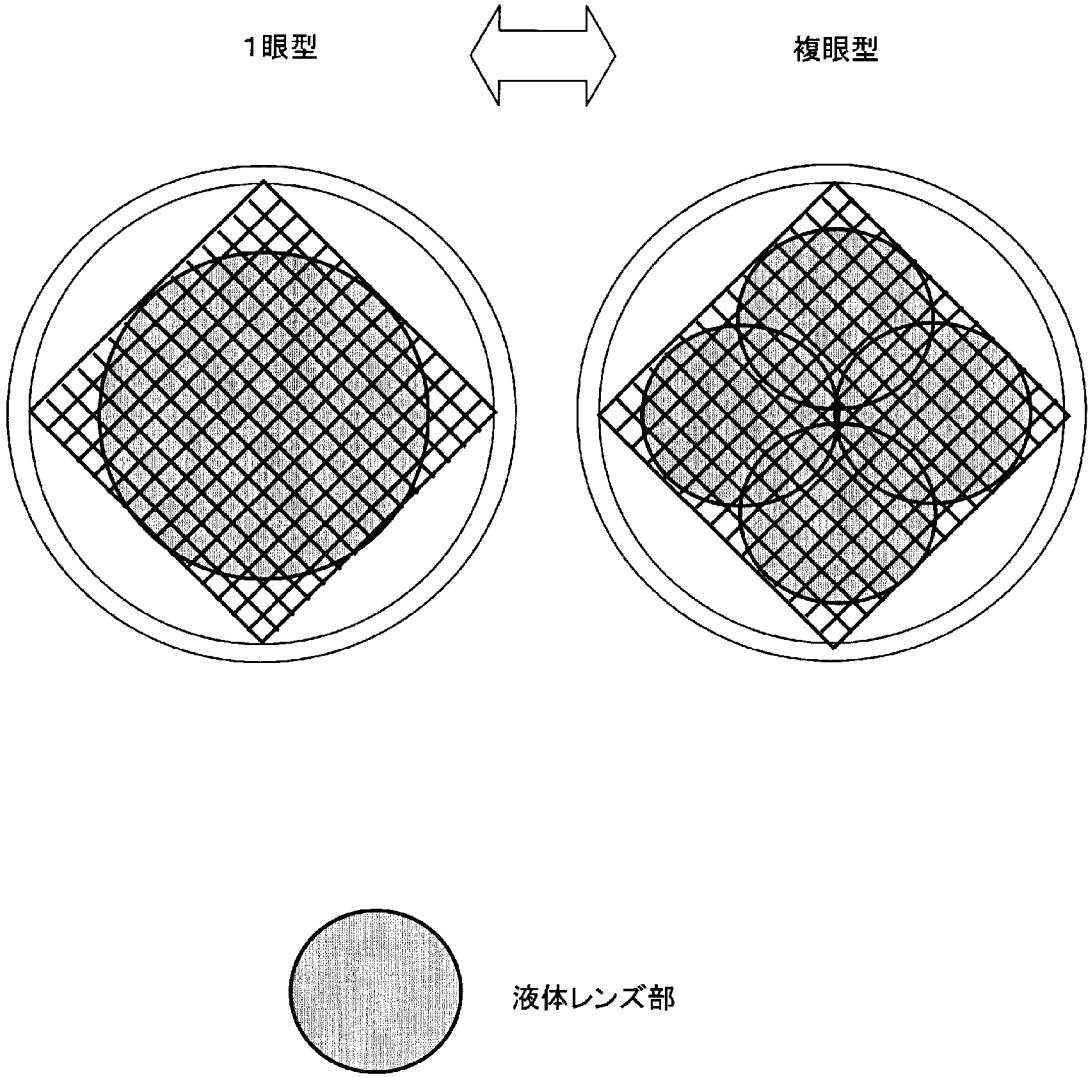
[図13]


972(小滴)
V
978
θ_1
θ_2
d
976(金属製電極)
974(誘電体製絶縁層)

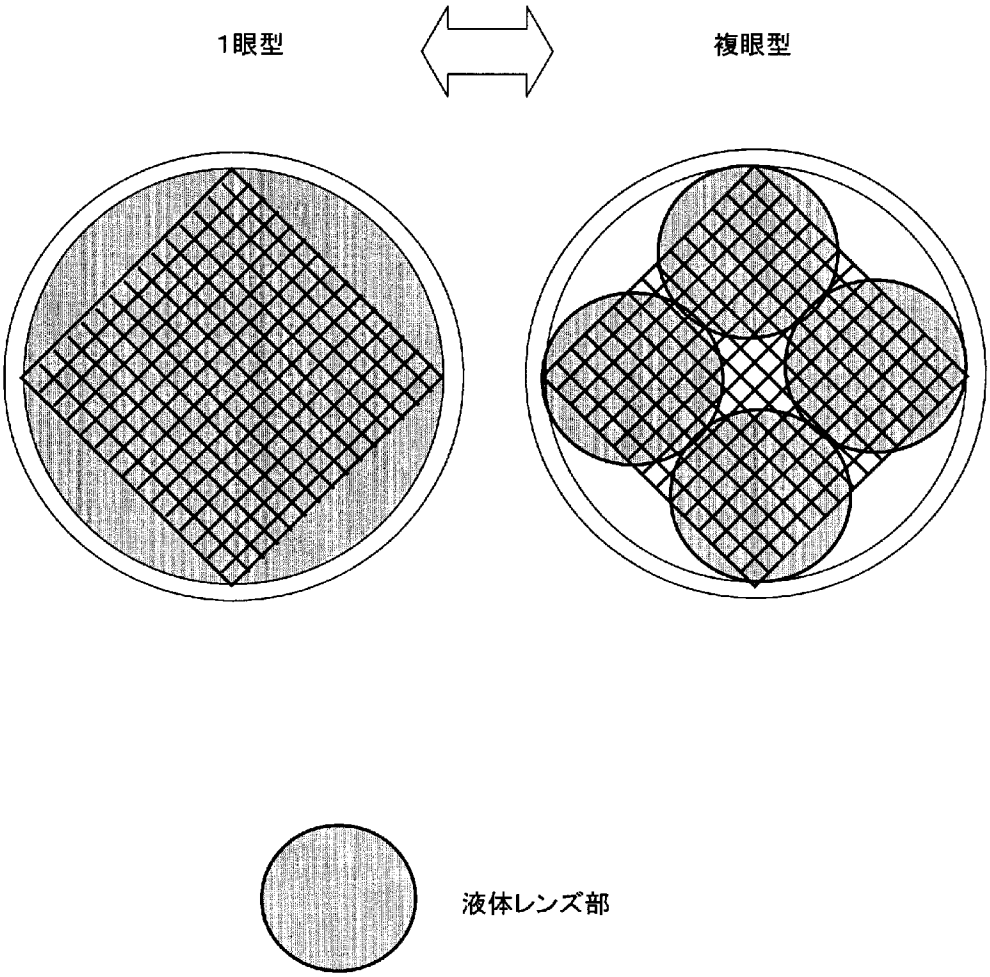
[図14]



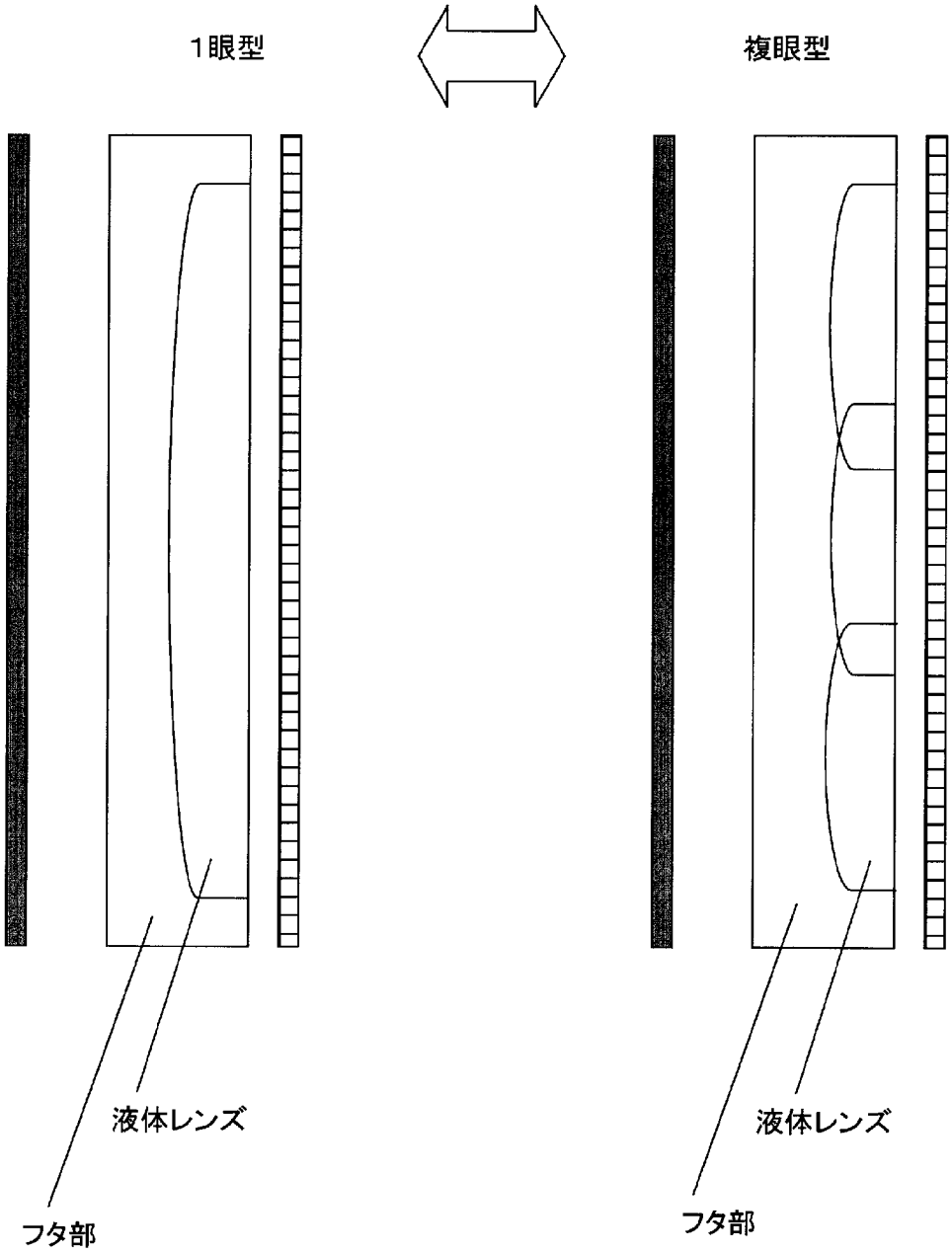
[図15]



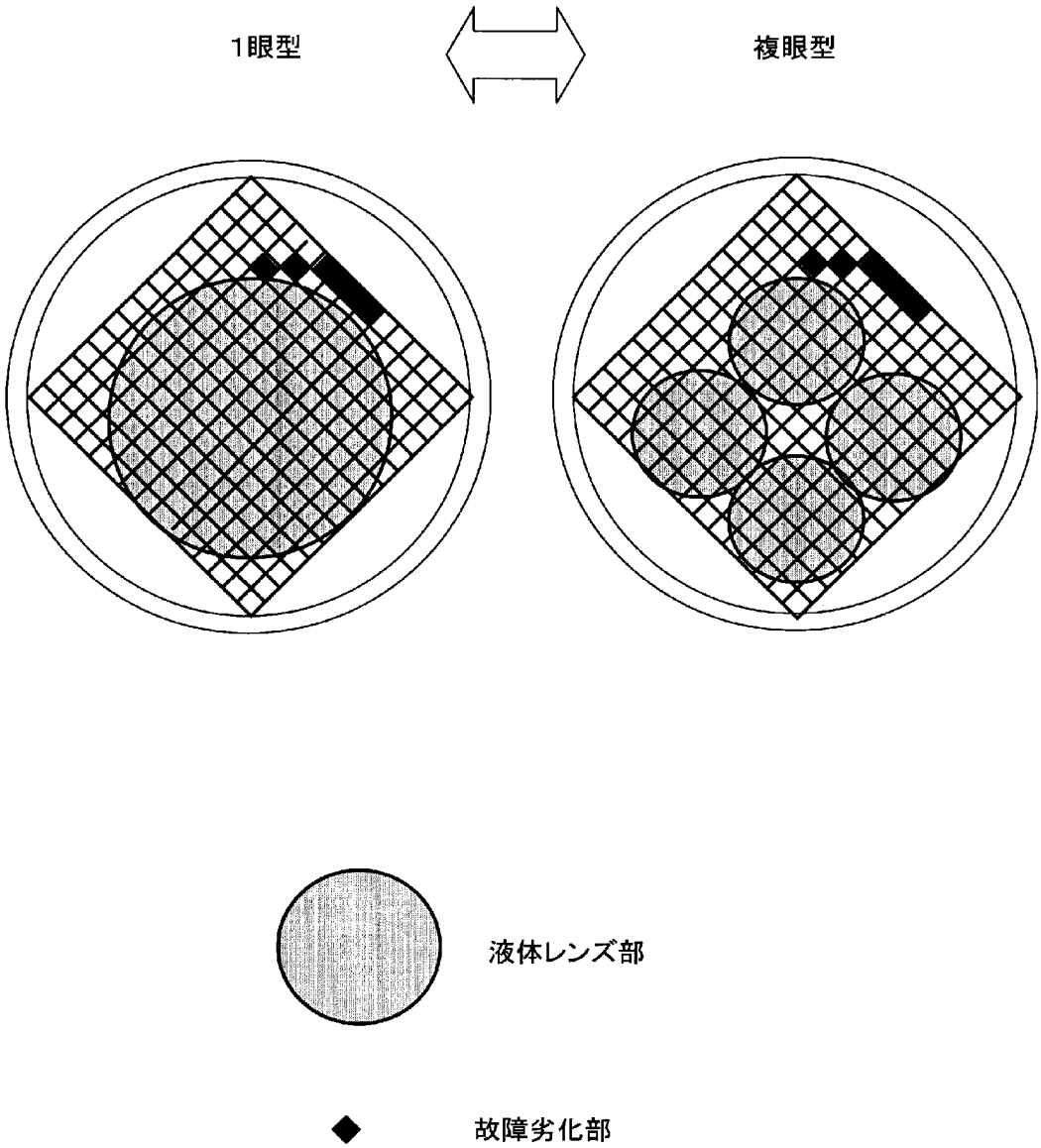
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/064953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03B35/08(2006.01)i, *G02B3/12*(2006.01)i, *G02B26/00*(2006.01)i, *G02B27/22*(2006.01)i, *H04N5/225*(2006.01)i, *H04N13/02*(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)
G03B35/08, G02B3/12, G02B26/00, G02B27/22, H04N5/225, H04N13/02

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 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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.
A	JP 2000-036968 A (Canon Inc.), 02 February, 2000 (02.02.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-37
A	JP 2004-311666 A (Kyocera Corp.), 04 November, 2004 (04.11.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-37
A	JP 2005-185090 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 July, 2005 (07.07.05), Full text; all drawings & US 2005/111842 A1	1-37

☒ 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	Date of mailing of the international search report
04 October, 2007 (04.10.07)	16 October, 2007 (16.10.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/064953

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-064946 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 09 March, 2006 (09.03.06), Full text; all drawings & US 2006/047039 A1	1-37
P,A	JP 2007-025601 A (Sony Corp.), 01 February, 2007 (01.02.07), Full text; all drawings & WO 2007/010782 A1	1-37
P,A	JP 2007-520166 A (Digital Optics Corp.), 19 July, 2007 (19.07.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-37

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０６４９５３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B35/08(2006.01)i, G02B3/12(2006.01)i, G02B26/00(2006.01)i, G02B27/22(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N13/02(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.　G03B35/08, G02B3/12, G02B26/00, G02B27/22, H04N5/225, H04N13/02

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	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＪＰ　２０００－０３６９６８　Ａ（キヤノン株式会社） ２０００．０２．０２，全文，全図（ファミリーなし）	１－３７
Ａ	ＪＰ　２００４－３１１６６６　Ａ（京セラ株式会社） ２００４．１１．０４，全文，全図（ファミリーなし）	１－３７
Ａ	ＪＰ　２００５－１８５０９０　Ａ（松下電器産業株式会社） ２００５．０７．０７，全文，全図 ＆ＵＳ　２００５／１１１８４２　Ａ１	１－３７

☑　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 ０４．１０．２００７	国際調査報告の発送日 １６．１０．２００７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｖ　２９１５ 菊岡　智代 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	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＪＰ　２００６－０６４９４６　Ａ（富士写真フイルム株式会社） ２００６．０３．０９，全文，全図 ＆ＵＳ　２００６／０４７０３９　Ａ１	１－３７
Ｐ，Ａ	ＪＰ　２００７－０２５６０１　Ａ（ソニー株式会社） ２００７．０２．０１，全文，全図 ＆ＷＯ　２００７／０１０７８２　Ａ１	１－３７
Ｐ，Ａ	ＪＰ　２００７－５２０１６６　Ａ （ディジタル・オプティックス・コーポレーション） ２００７．０７．１９，全文，全図（ファミリーなし）	１－３７