

(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
2015年5月21日(21.05.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/072427 A1

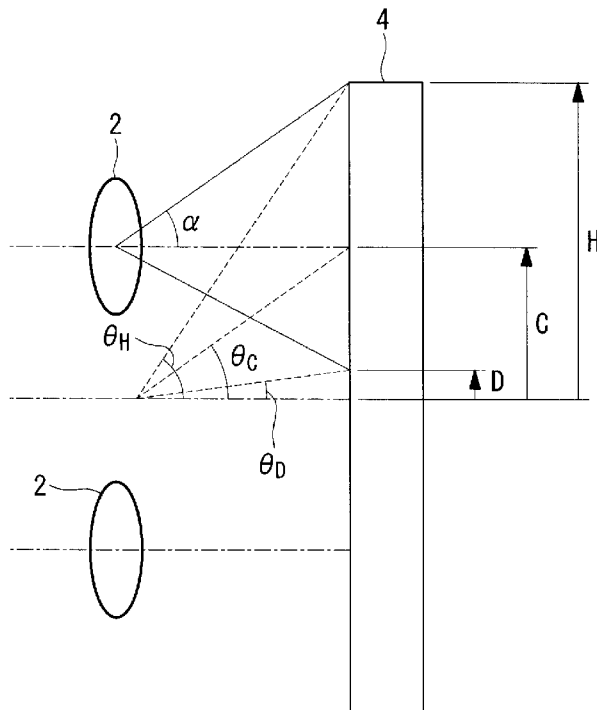
- (51) 国際特許分類:
G02B 23/26 (2006.01) *G02B 13/00* (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01) *G03B 15/00* (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) *G03B 35/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/079736
- (22) 国際出願日: 2014年11月10日(10.11.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-235948 2013年11月14日(14.11.2013) JP
- (71) 出願人: オリンパスメディカルシステムズ株式会社 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.)
[JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4
3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 浪井 泰志(NAMII, Yasushi); 〒1510072 東京
都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパ
スメディカルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP).
長岡 英之(NAGAOKA, Hideyuki); 〒1510072 東京

都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス
メディカルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 上田 邦生, 外(UEDA, Kunio et al.); 〒
2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2ー
2ー1 横浜ランドマークタワー37F
Kanagawa (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, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

- (54) Title: ENDOSCOPE IMAGING DEVICE
- (54) 発明の名称: 内視鏡用撮像装置



(57) Abstract: The present invention effects increased compactness of a device by acquiring a plurality of images in parallel without shifting microlenses (ML) of an imaging element, and suppresses crosstalk and shading. This endoscope imaging device is provided with an objective optical system (2) that forms two subject images in parallel, and an imaging element (4) that has a plurality of MLs arrayed at the entrance side from the objective optical system and in which a pixel is allocated to each ML, the centers of the respective photosensitive sections of the pixels are displaced in a manner so as to become gradually larger at the peripheral section from the center of the imaging element with respect to the ML optical axis, the exit pupil position of the objective optical system is at the object side of the image formation position of the objective optical system, and the endoscope imaging device satisfies conditional formula (1): $0.5 \leq (\theta_H - \theta_D)/\alpha \leq 3$ (1) (where α is the angle formed by the optical axis of the primary light beam at the height of the greatest image in the horizontal direction, θ_H is the primary light beam correction amount (angle) of the ML corresponding to the position of the greatest height (H) in the horizontal direction from the center of the imaging element, and θ_D is the primary light beam correction amount (angle) of the ML on the distance (D) from the center of the imaging element. The distance (D) is the distance to the center of the imaging element of the point of intersection of the imaging element and a line drawn from the exit pupil position of the objective optical system and the center of the α degree portion of the imaging element).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/072427 A1



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

シェーディングやクロストークを抑制し撮像素子のマイクロレンズ (ML) をシフトさせずに複数の画像を並列的に取得して装置の小型化を図る。並列的に 2 つの被写体像を結像させる対物光学系 (2) と、対物光学系からの入射側に配列された複数の ML を有し ML 毎に画素を割り当てた撮像素子 (4) とを備え、各画素の感光部中心が ML の光軸に対して撮像素子中央部から周辺部に従って徐々に大きくなるように変位し、対物光学系の射出瞳位置が対物光学系の結像位置よりも物体側であり、条件式 (1) を満たす内視鏡用撮像装置。 $0.5 \leq (\theta_H - \theta_D) / \alpha \leq 3$ (1) 但し、 α は水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θ_H は撮像素子中心部から水平方向最大像高 (H) の位置に対応する ML の主光線補正量 (角度) であり、 θ_D は、撮像素子中心部からの距離 D 上の ML の主光線補正量 (角度) である。距離 D とは、撮像素子中心部に対する、対物光学系の射出瞳位置から α 度分撮像素子中心部へ引いた線と撮像素子との交点との距離である。

明 細 書

発明の名称：内視鏡用撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置に係り、特に、被検体を立体的に観察可能な内視鏡に適用される内視鏡用撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 立体視が可能な内視鏡に適用される撮像装置においては、被検体を立体的に撮像するために2つの対物光学系に対して1つの撮像素子により画像を取得するため、撮像素子には被写体から光が斜入射することとなる。

対物光学系の斜入射によるシェーディングの対策方法について、例えば、特許文献1には、対物光学系の斜入射特性に合わせて、撮像素子上のマイクロレンズの位置を撮像素子の中心部より外周部に向かって感光部に対してシフトさせることが開示されている。

[0003] 特許文献2では、イメージセンサーの画素間で生じるクロストークによって、混色による色再現性の低下及び解像力の低下が指摘され、特に斜入射角度をもった光線によるクロストークを抑えるため、特許文献1と同様にマイクロレンズをフォトダイオードの中心位置よりも、シフトさせることが開示されている。

[0004] 特許文献3では、各対物光学系の中心部からの斜入射特性に合わせてマイクロレンズの位置をシフトすることによって、シェーディングを低減させており、同時にクロストークも抑えることができることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平5－346556号公報

特許文献2：特開2010－56345号公報

特許文献3：特許第4054094号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献3における撮像素子は、2つの対物光学系を備えた撮像装置を想定してマイクロレンズの位置を決定しているため、1つの対物光学系を備えた撮像装置に適用することができない。言い換えると、1つの対物光学系を備えた撮像装置用に適合された撮像素子を、そのまま2つの対物光学系を備えた撮像装置に適用することができない。このため、各撮像装置に応じた撮像素子を製造する必要がある、撮像素子の製造コストが嵩むこととなる。

ところで、テレセントリック光学系に合わせてマイクロレンズと撮像素子の感光部とのシフトを無くした撮像素子に、テレセントリックな対物光学系を用いて並列的に並べた2つの像を結像させれば、シェーディングは発生しない。しかしながら、このようなテレセントリック光学系を適用する場合には、対物光学系が大きくなり、対物光学系を並列的に並べることが困難となる。

[0007] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、シェーディングやクロストークを抑制しつつ、複数の画像を並列的に並べて取得することができ、各撮像装置に応じた撮像素子を製造する必要がなく、小型化が可能な内視鏡用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

[0008] 上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の一態様は、被写体からの光を集光し、並列的に2つの像を結像させる対物光学系と、該対物光学系からの光の入射側に配列された複数のマイクロレンズを有し、該マイクロレンズ毎に画素が割り当てられた撮像素子と、を備え、該撮像素子における各画素の感光部の中心が、前記マイクロレンズの光軸に対して前記撮像素子の中央部から周辺部になるに従って徐々に周辺方向に大きくなるように変位しており、前記対物光学系の射出瞳位置が、前記対物光学系の結像位置よりも物体側にあり、以下の条件式を満足する内視鏡用撮像装置を提供する。

$$0.5 \leq (\theta H - \theta D) / \alpha \leq 3 \cdots (1)$$

ただし、 α は水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θH は撮像素子中心部から水平方向最大像高（H）のマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、 θD は、撮像素子中心部から水平方向像高（D）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（D）の位置は対物光学系の光軸を対称軸として α 度分撮像素子の中心部へ引いた線と撮像素子との交点である。

[0009] 本態様によれば、撮像素子における各画素の感光部の中心が、マイクロレンズの光軸に対して撮像素子の中央部から周辺部になるに従って徐々に周辺方向に大きくなるように変位し、対物光学系の射出瞳位置が、対物光学系の結像位置よりも物体側にあり、上記条件式（1）を満たすように構成されている。撮像範囲全体に一つの像を形成する撮像装置用に適合された撮像素子を、並列的に並べた2つの像を形成する撮像装置にそのまま適用しても、シェーディングやクロストークを抑制しつつ、小型化の撮像装置が可能となる。そのため、各撮像装置に応じた撮像素子を製造する必要がなく、撮像素子の製造コストが嵩むことがなくなる。

[0010] 上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0 < K \times \tan(\theta c) \leq P / 2 \cdots (2)$$

ただし、 θc は水平方向の像高（C）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（C）の位置は前記対物光学系の光軸と撮像素子との交点である。Pは撮像素子の画素ピッチであり、Kは撮像素子のマイクロレンズの面頂から画素（感光素子）までの距離である。

[0011] このようにすることで、対物光学系の主光線が目的とする画素以外の画素に入射することによる色シェーディングの発生を抑制することができる。

[0012] 上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$P / 2 \geq K \times (\tan(\theta H) - \tan(\alpha)) \cdots (3)$$

$$P / 2 \geq K \times (\tan(\alpha) - \tan(\theta D)) \cdots (4)$$

ただし、 α は水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θH は

撮像素子中心部から水平方向最大像高（H）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、 θD は撮像素子中心部から水平方向像高（D）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（D）の位置は対物光学系の光軸を対称軸として α 度分撮像素子の中心部へ引いた線と撮像素子との交点であり、Pは撮像素子の画素ピッチであり、Kは撮像素子のマイクロレンズの面頂から画素（感光素子）までの距離である。

[0013] このようにすることで、シェーディング及びクロストークを抑制しながら、さらに混色を抑制することができる。

[0014] 上記態様において、前記対物光学系が、並列に配列され、被写体の光学像を前記撮像素子に結像させる二つの対物レンズと、該対物レンズと前記撮像素子との間に配置され、前記対物光学系の光軸を変位させるための反射部材と、を有することが好ましい。

[0015] このようにすることで、光学系も斜入射することができ、プリズムの光束径も小さくなり、撮像装置を小型化することができる。シェーディングを抑制した2つの光学系の像を同時観察することが可能となり、2つの像を左右像として、3Dモニターに表示することにより立体観察が可能となる。

[0016] 上記態様において、前記対物光学系が、光路分割手段を備え、該光路分割手段によって分割した被写体の光学像を、夫々ピント位置を変えた光学像として前記撮像素子に結像させることが好ましい。

[0017] このようにすることで、小型化が可能であり、かつピント位置が異なる像を同時に撮影することが可能となる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、シェーディングやクロストークを抑制しつつ、撮像素子のマイクロレンズをシフトさせることなく複数の画像を並列的に並べて取得することができ、撮像装置の小型化が可能となるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施形態に係る撮像装置の概略構成を示す説明図である。

[図2]本発明の実施形態に係る撮像装置に適用される撮像素子の概略構成を示す説明図である。

[図3]本発明の実施形態に係る撮像装置の概略構成を示す説明図である。

[図4]本発明の実施形態に係る撮像装置の概略構成を示す説明図である。

[図5A]マイクロレンズの主光線補正角度及び光学系の斜入射光線角度の関係を示すグラフである。

[図5B]マイクロレンズの主光線補正角度及び光学系の斜入射光線角度の関係を示すグラフである。

[図6]マイクロレンズの主光線補正角度及び光学系の斜入射光線角度の関係を示すグラフである。

[図7]本発明の実施例1に係る撮像装置の全体構成を示す断面図である。

[図8]本発明の実施例1に係る撮像装置に適用される撮像素子の説明図である。

[図9A]本発明の実施例2に係る撮像システムの全体構成を示す断面図である。

[図9B]本発明の実施例2に係る撮像システムの第1及び第2の領域に夫々結像する画像における被写体の向きを示す図である。

[図10]本発明の実施例2に係る撮像システムにおいて撮像素子の撮像領域に結像する画像の説明図である。

[図11A]本発明の実施例2に係る撮像システムにおける画像処理部の構成を示すブロック図である。

[図11B]本発明の実施例2に係る撮像システムにおける画像処理部の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下に、本発明の実施例に係る内視鏡用撮像装置について図面を参照して説明する。

図1に示すように、内視鏡用撮像装置は、2つの対物光学系2及び撮像素子4を備えている。

[0021] 2つの対物光学系2は、並列に配置され、それぞれ被写体からの光を集光し、撮像素子の受光面に集光した光を入射させる。図2に示すように、撮像素子4は、対物光学系2からの光を受光する感光部12を有すると共に、感光部12の入射側に配列された複数のマイクロレンズ10及び色フィルタ11を有し、マイクロレンズ10毎に画素が割り当てられている。

[0022] 撮像素子4における各画素の感光部12の中心は、マイクロレンズ10の光軸に対して撮像素子4の中央部から周辺部になるに従って徐々に周辺方向に大きくなるように変位しており、対物光学系2の射出瞳位置が、対物光学系2の結像位置よりも物体側に位置するようになっている。

[0023] ところで、光学系の像側のテレセントリックに合わせた撮像素子、すなわち、マイクロレンズの中心位置と感光部との中心の変位量が無い撮像素子（以下、この変位量を「マイクロレンズの補正量」とする）を並列的に並べ、かつ射出瞳からの主光線角度 α で出射される左右立体撮像用光学系を用いて撮像した場合、対物光学系の主光線角度とマイクロレンズの補正量との差は、水平方向で α 、 $-\alpha$ であり、水平方向の差としては 2α となり、差異が大きくなる（図6参照）。

[0024] 一方、図1及び図2に示すように、対物光学系の水平方向最大像高H時の出射角度 α とし、その位置での撮像素子のマイクロレンズの補正量 θH とすると、補正量と出射角度との差は

$$\alpha - \theta H$$

で表すことができる。

[0025] 対物光学系の水平方向最大像高Hとは対物光軸に対して反対方向上でのマイクロレンズの補正量 θD と対物光学系の主光線出射角度 α との差異は、

$$-\alpha - \theta D$$

で表すことができる。

[0026] ここで、マイクロレンズの主光線補正量と対物光学系の主光線出射角度の差が、夫々の撮像範囲で、不均一だと隣の画素に移り込み等の量の変化し、シェーディングが発生する。言い換えると、マイクロレンズの補正量と対物

光学系の射出瞳から主光線角度の差が、夫々の撮像範囲で均一であればシェーディングは発生しない。

よって、シェーディングを抑制することができるマイクロレンズの補正量と対物光学系の射出瞳から主光線角度の差は、

$$(\alpha - \theta H) - (-\alpha - \theta D) = 2\alpha - (\theta H - \theta D) \cdots (A)$$

となる。

[0027] ここで、図1に示すように、 $\theta H > \theta D$ であるため、シェーディングを抑制することができるマイクロレンズの補正量と対物光学系の射出瞳から主光線角度の差は、 2α より小さくなり上記(A)式よりもより良い条件といえることができ、シェーディングを抑制することが可能となる。よって、 θH が有限であること、すなわち、マイクロレンズの補正量が有限であることが望ましい。

[0028] そして、 $\alpha - \theta H = -\alpha - \theta D$ であるとき、夫々のマイクロレンズの補正量と対物レンズの主光線角度の差が均一であり、シェーディングが発生しないといえることができる。

よって、 $(\theta H - \theta D) / \alpha = 2$ がシェーディング発生しない望ましい条件である。

[0029] 一方、画面中心の色再現低下、解像力低下は画質に大きな影響を与えると考えられるため、クロストークは全体的に抑えつつ、画面中心ではより抑える構成にするのが望ましい。

[0030] 以下に、クロストークは全体的に抑えつつ、画面中心ではより抑えるための条件を考察する。

図4に示すように、マイクロレンズの主光線補正角度、及び光学系の斜入射光線角度の符号を撮像素子中心軸から水平方向最大像高の方向を負と設定する。

この場合、マイクロレンズの主光線補正角度及び光学系の斜入射光線角度は図5A及び図5Bに示すグラフのように負の方向に大きくなっていく。

[0031] 緑色の線は上記二つの角度の差（斜入射角－主光線補正量）である。主光

線補正角（青色グラフ）をパラメータとし、画面全体で差が均等になるようにバランスをとったものが左である。

[0032] 以上のことから、本実施形態に係る内視鏡用撮像装置は、以下の条件式を満足するように構成することが好ましい。以下の条件式の上限を超える、又は下限を下回るとシェーディングが大きくなる。

$$[0033] \quad 0.5 \leq (\theta H - \theta D) / \alpha \leq 3 \cdots (1)$$

ただし、 α は水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θH は撮像素子中心部から水平方向最大像高（H）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、 θD は撮像素子中心部から水平方向像高（D）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（D）の位置は対物光学系の光軸を対称軸として α 度分撮像素子の中心部へ引いた線と撮像素子との交点である。

[0034] 内視鏡用撮像装置が、以下の条件式を満足するように構成されていることが好ましい。

$$0 < K \times \tan(\theta c) \leq P / 2 \cdots (2)$$

ただし、 θc は水平方向の像高（C）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（C）の位置は前記対物光学系の光軸と撮像素子との交点である。Pは撮像素子の画素ピッチであり、Kは撮像素子のマイクロレンズの面頂から画素（感光素子）までの距離である。

[0035] $K \times \tan(\theta c)$ が負になると図3のように、マイクロレンズの補正量が図1とは光軸を対称軸として反対の方向から入射する光線を補正することになる。このようなマイクロレンズの補正量の θc が負になる光学系は、射出瞳位置が像面より物体側とは反対側にあることになる。そのような光学系は、光学系自体が大きくなり、撮像装置自体が大きくなってしまう。

[0036] $K \times \tan(\theta c)$ が0になると、対物光学系の主光線角度とマイクロレンズの補正量との差は、水平方向で α 、 $-\alpha$ であり、水平方向の差としては 2α となり、図6に示すように差異が大きくなる。よって、 $k \tan(\theta c)$ は 0° より大きくすることが望ましい。 $K \tan(\theta c)$ が、 $P/2$ を超

えてしまうと、主光線が隣の画素に入り、色シェーディングが発生してしまう。

[0037] さらに、以下の条件式を満足するように構成することで、混色を抑えることが可能となる。

$$P/2 \geq K \times (\tan(\theta H) - \tan(\alpha)) \cdots (3)$$

$$P/2 \geq K \times (\tan(\alpha) - \tan(\theta D)) \cdots (4)$$

ただし、 α は水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θH は撮像素子中心部から水平方向最大像高（H）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、 θD は撮像素子中心部から水平方向像高（D）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（D）の位置は対物光学系の光軸を対称軸として α 度分撮像素子の中心部へ引いた線と撮像素子との交点であり、Pは撮像素子の画素ピッチであり、Kは撮像素子のマイクロレンズの面頂から画素（感光素子）までの距離である。K $\times$ $\tan(\theta H) - K \times \tan(\alpha)$ がP/2を超えてしまうと、対物光学系2から角度 α で出射した主光線が、隣の画素に入り、色シェーディングが発生してしまう。また、K $\times$ $\tan(\alpha) - K \times \tan(\theta D)$ がP/2を超えてしまうと、対物光学系2から角度 $-\alpha$ で出射した主光線が、隣の画素に入り、色シェーディングが発生してしまう。

実施例

[0038] （実施例1）

以下に、本発明の実施例1に係る内視鏡用撮像装置について図面を参照して説明する。

図7は、本実施例に係る内視鏡用撮像装置の全体構成を示す断面図を示している。図7に示すように、内視鏡用撮像装置は、間隔をあけて並列に配列される2つの対物光学系2と、該対物光学系2の後段に配置される2つの平行四辺形プリズム3と、平行四辺形プリズム3の後段に配置される1つの撮像素子4と、絞り部5a、5bとを備えている。

[0039] 2つの対物光学系2は、夫々物体側から順に、負の屈折力を有する第1群

6と、正の屈折力を有する第2群7とを備えている。対物光学系2により集光された光束は、第1群6によって細径にされた後に拡がり、第2群7によって再度集光されてその焦点位置に結像されるようになっている。第2群7の焦点位置は、後述する撮像素子4の撮像面4aに一致させられている。対物光学系2の射出瞳位置は、撮像素子4よりも物体側となるように設計されている。対物光学系2の水平像高方向Hの最大の主光線出射角度は8度である（図5A参照）。

[0040] 平行四辺形プリズム3は、第1面3a、第2面3b、第3面3c、及び第4面3dを備えている。第1面3aは、対物光学系2の第2群7から出射された光を入射させるように対物光学系2の光軸（入射光軸）Aに直交して配置され、第2面3bは、第1面3aから内部に入射した光を偏向させるように対物光学系2の光軸Aに対して45°の角度をなして配置されている。第3面3cは、第2面3bに平行に配置され、第4面3dは、第1面3aと平行に配置されている。

[0041] 入射光軸Aに沿って第1面3aから平行四辺形プリズム3の内部に入射した光は、第2面3bと第3面3cにおいて2回偏向された後、入射光軸Aに平行な出射光軸Bに沿って第4面3dから後段の撮像素子4に向けて出射されるようになっている。

[0042] このとき、2つの平行四辺形プリズム3を入射光軸Aの間隔よりも出射光軸Bの間隔が狭くなるように配置することにより、2つの対物光学系2により集光されて撮像素子4の撮像面4aに結像される光学像を相互に近接させることができ、2つの光学像を同時に取得する撮像素子4の撮像面4aの大きさを小さくすることができる。

[0043] 撮像素子4は、例えば、CCDであって、図8に示すように、撮像面4a上の2箇所の有効受光領域に、各対物光学系2により集光された2つの光学像が並んで結像されるようになっている。

図2に示すように、撮像素子4の感光部（例えば、光電変換素子）12の物体側にマイクロレンズ10及び色フィルタ11が画素毎に配置されている

。

[0044] マイクロレンズ 10 の中心位置と感光部 12 の中心との変位量は、撮像素子 4 の中心位置 Q を中心に周辺方向になるにつれて、増えていく。変位量は、マイクロレンズ 10 の中心位置と感光部 12 の中心を結んだ線と対物光学系 2 の光軸とのなす角度（以下、「マイクロレンズの補正量」という）で表すと水平方向最大像高位置で 20 度となっている。

[0045] このとき、マイクロレンズの補正量と対物光学系 2 の主光線出射角度との差異をとると図 5 A のようになる。このようにすることで、マイクロレンズの補正量と対物光学系 2 の主光線出射角度との差異が、撮像面 4 b, 4 c では均一的になり、輝度・色シェーディングが発生しない。よって、一つの撮像素子でありながら、左右の視差のある像を結像することで立体観察ができ、かつシェーディングも発生せずに良好な画質で観察が可能となる。

[0046] 更に、この撮像素子 4 のマイクロレンズの補正量に対して、対物光学系 1 の射出瞳位置を合わせると（図 2 のような撮像装置の場合）、シェーディングが発生することはない。よって、図 2 のような撮像素子 4 の全て画素を一つの像で形成するような撮像装置でも、本撮像素子をそのまま適用することが可能である。かつ、本実施例のような並列的に二つの像を形成する撮像装置にも適用できるため、各撮像装置に応じてマイクロレンズの補正量を変更させた撮像素子を製造する必要がなくなり、撮像素子の製造コストが嵩むことがなくなる。

[0047] 対物光学系 2 の射出瞳位置が、撮像素子 4 よりも物体側に設計しているため、プリズム 3 が小さく可能であり、小さい撮像装置でありながら立体観察も可能となる。

[0048] （実施例 2）

図 9 A および図 9 B は本発明の実施例 2 にかかる撮像装置システムの構成を示す説明図で、図 9 A は全体構成を模式的に示す図、図 9 B は撮像素子の第 1 及び第 2 の領域に夫々結像する画像における被写体の向きを示す図である。

[0049] 本実施例に係る撮像装置システムは、対物レンズ 2 1、偏光解消板 2 2、撮像素子 2 3、偏光ビームスプリッタ 2 4、波長板 2 5、第 1 反射部材 2 6、第 2 反射部材 2 7 及び画像処理部 2 8 を有している。撮像装置システムは、画像表示装置 2 0 に接続され、撮像装置システムにより取得された画像を画像表示装置 2 0 に表示することができるようになっている。

[0050] 対物レンズ 2 1 は、物体からの光束を結像させる機能を有し、射出瞳位置は撮像素子 2 3 よりも物体側になるように構成されている。

偏光解消板 2 2 は、対物レンズ 1 と偏光ビームスプリッタ 2 4 との間に配置されている。撮像素子 2 3 は、ローリングシャッタ方式の CMOS センサで構成され、対物レンズ 2 1 の結像位置近傍に配置されている。撮像素子 2 3 は、撮像素子 2 3 におけるマイクロレンズ（図示せず）の光軸に対する各画素の感光部の中心が、撮像素子 2 3 の中央部から周辺部になるに従って徐々に周辺方向に大きく変位するようになっている。さらに、撮像素子 2 3 よりも物体側に、対物レンズ 2 1 の射出瞳位置が位置するように設定する。

[0051] 偏光ビームスプリッタ 2 4 は、対物レンズ 2 1 と撮像素子 2 3 との間の光路上であって撮像素子 3 における第 1 領域 2 3 a の上方に配置され、偏光ビームスプリッタ面 2 4 a で対物レンズ 1 からの光束を反射光束と透過光束の 2 つの光束に分割する。ここでは、偏光ビームスプリッタ 2 4 は、S 偏光成分の直線偏光を反射し、P 偏光成分の直線偏光を透過するものとする。

[0052] 波長板 2 5 は、 $\lambda/4$ 板からなり、光軸を中心に回転可能に構成されている。

第 1 反射部材 2 6 は、ミラーで構成されており、偏光ビームスプリッタ面 2 4 a で反射し、波長板 2 5 を透過した光束を折り返して反射させる。

第 2 反射部材 2 7 は、プリズムで構成されており、全反射面 2 7 a で偏光ビームスプリッタ 4 を透過した光を反射させる。プリズムは、全反射面 2 7 a にミラーコートを施して反射面を構成してもよい。

[0053] そして、本実施例に係る撮像装置システムは、波長板 2 5 及び偏光ビームスプリッタ 2 4 を介して第 1 反射部材 2 6 で反射した光束を撮像素子 2 3 に

おける第1領域23aに結像させ、他方、第2反射部材27で反射した光束を撮像素子23における第1領域23aとは異なる第2領域23bに結像させる。

[0054] 画像処理部28は、撮像素子23に接続し、図示省略した中央処理演算装置に設けられていて、第1画像処理部28a1と、第2画像処理部28a2と、第3画像処理部28a3と、第4画像処理部28a4と、第5画像処理部28a5を有している。

第1画像処理部28aは、第1領域3aの画像と第2領域23bの画像の向き（回転）を補正するように構成されている。

[0055] 第1領域23a、第2領域23bに結像する画像の向きは、例えば、図10に示すような”F”の文字を観察する場合、夫々図9Bに示すような向きになる。即ち、第1領域23aに結像する画像は、第1領域23aの中心点を中心として時計回りに90度回転するとともに、第1領域23aの中心点を通る図9Bにおける縦方向の軸を中心として180度回転した向きとなっている。第2領域23bに結像する画像は、第2領域3bの中心点を中心として時計回りに90度回転した向きとなっている。

[0056] そこで、第1領域23a、第2領域23bの夫々に結像する画像を画像表示装置20に表示させる場合には、第1画像処理部28aを介して、第1領域23a、第2領域23bの夫々に結像する画像を夫々の領域の中心点を中心として反時計回りに90度回転させ、更に第1領域23aの画像に対しては第1領域3aの中心点を通る図9Bにおける縦方向の軸を中心として180度回転させて鏡像を補正する。

[0057] 第3画像処理部28cは、第1領域23aの画像と第2領域23bの画像の夫々のホワイトバランスを調整可能に構成されている。

第4画像処理部28dは、第1領域23aの画像と第2領域23bの画像の夫々の中心位置の移動（選択）可能に構成されている。

第5画像処理部28eは、第1領域23aの画像と第2領域23bの画像の夫々の表示範囲（倍率）を調整可能に構成されている。

[0058] 第2画像処理部28bは、本発明の画像選択部に相当し、第1領域23aの画像と第2領域23bの画像とを比較し、焦点が合った領域の画像を表示用画像として選択するように構成されている。

詳しくは、第2画像処理部28bは、例えば、図11Aに示すように、夫々の領域23a、23bに接続する高域通過フィルタ28b1a、28b1bと、高域通過フィルタ28b1a、28b1bに接続する比較器28b2と、比較器28b2及び夫々の領域23a、23bに接続する切替器28b3を有し、第1領域23a、第2領域23bの画像を、高域通過フィルタ28b1a、28b1bで高域成分を抽出し、抽出した高域成分を比較器28b2で比較し、高域成分の多い領域の画像を切替器28b3で選択するように構成される。

[0059] 例えば、図11Bに示すように、一方の領域23aのみに接続するデフォーカスフィルタ28b4と、デフォーカスフィルタ28b4に接続するとともに他方の領域3bに接続する比較器28b2と、一方の領域23a及び比較器28b2に接続する切替器8b3を有し、デフォーカスフィルタ28b4によりデフォーカスされた一方の領域23aの画像信号とでフォーカスされていない他方の領域3bの画像信号を比較器8b2で比較し、一致した部分は他の領域23bの画像、一致しない部分は領域23aの画像、を切替器28b3で選択するように構成してもよい。

[0060] 画像表示装置20は、第2画像処理部28bが選択した画像を表示する表示領域を有している。画像表示装置20は、第1及び第2の領域23a、23bの夫々に結像する画像を表示する表示領域を有していてもよい。

[0061] このように構成された撮像装置システムでは、対物レンズ21からの光束は、偏光解消板22を通り、偏光方向の偏りが解消された状態で、偏光ビームスプリッタ24に入射する。偏光ビームスプリッタ24に入射した光は、偏光ビームスプリッタ面24aで直線偏光のS偏光成分とP偏光成分とに分離される。

[0062] 偏光ビームスプリッタ面24aで反射したS偏光成分の直線偏光の光束は

、 $\lambda/4$ 板25を通り偏光状態が円偏光に変換され、ミラー26で反射する。ミラー26で反射した光束は、再び $\lambda/4$ 板25を通り、偏光状態が円偏光からP偏光成分の直線偏光に変換され、再び偏光ビームスプリッタ24に入射し、偏光ビームスプリッタ面24aを透過して、CMOSセンサ23の第1領域23aに結像する。

[0063] 対物レンズ1、偏光解消板22を経て、偏光ビームスプリッタ24に入射したときに偏光ビームスプリッタ面4aを透過したS偏光成分の直線偏光の光束は、プリズム27の全反射面27aで反射され、CMOSセンサ23の第2領域23bに結像する。

CMOSセンサ3は、上述したようにローリングシャッタ方式で構成されており、図9Bに矢印で示す方向に1ラインずつ画像を読み出す。

[0064] 第2画像処理部28bは、1ラインずつ読み出された、第1領域23a、第2領域23bの夫々に結像する画像を比較し、焦点が合った画像を表示用画像として選択する。

第2画像処理部28bが選択した1ラインずつの画像は、合成されて画像表示装置20に表示される。

[0065] 本実施例に係る撮像素子システムによれば、分割素子として偏光ビームスプリッタ24を用いるとともに、波長板25を用いたので、波長板25を介して偏光ビームスプリッタ24を反射した光束の偏光方向を90度変換することにより、第1領域23a及び第2領域23bに結像する2つの画像の明るさを略同じに保つことができる。そして、波長板として $\lambda/4$ 板25を用いたので、偏光ビームスプリッタ24を反射した光束を第1の反射部材25で折り返すことにより光束の偏光方向が90度変換され、光束の明るさを殆どロスすることなく、効率的に撮像素子23に結像させることが可能となる。

[0066] 第1領域23a及び第2領域23bに夫々結像する2つの画像の明るさを考慮しなくてよい場合には、分割素子24としてハーフミラーを用いてもよい。

本実施例に係る撮像装置システムによれば、画像選択部としての第2画像処理部28bが、第1領域23aと第2領域23bとに結像した夫々の画像を比較し、焦点が合った領域の画像を表示用画像として選択するので、連続した範囲で焦点深度が深い画像が得られ、画像表示装置20を介して、連続した広い範囲で被写界深度の深い被観察像を観察することができる。

[0067] 本実施例に係る撮像装置システムによれば、第1画像処理部28aを有し、第1領域23a及び第2領域23bに結像した2つの画像の向き（回転）を調整可能であるため、2つの画像を同じ向きにして表示することができる。第1画像処理部28aにより、プリズム等の製造誤差を原因とする2つの画像の回転量も補正可能であるため、像の向きを補正するための機械的なプリズムの調整機構等を備える必要がなくて済む。このため、撮像装置全体の大きさを小型化することができ、また、製造コストを低減できる。

第3画像処理部28cを有しているので、光学系のコーティング製造誤差を原因として、第1領域23a及び第2領域23bに結像した2つの画像に色の差が生じる場合、2つの画像の夫々のホワイトバランスを調整することができる。

[0068] さらに、第4画像処理部28d、第5画像処理部28eを有しているので、プリズム27や偏光ビームスプリッタ24の組立誤差や製造誤差等を原因として、第1領域23a及び第2領域23bに結像した2つの画像の中心位置や倍率が合わなくなる場合、中心位置や表示範囲を調整することで、2つの画像の位置ずれ・倍率ずれを補正することができる。

[0069] 第1領域23a及び第2領域23bに結像した夫々の画像に対する電子シャッタの速度を調整可能な撮像処理部（図示省略）を備えるとより好ましい。このようにすることで、電子シャッタの速度を調整することで、第1領域23a及び第2領域23bに結像する2つの画像の明るさを調整することができる。

[0070] $\lambda/4$ 板25を、光軸を中心として回転可能に構成したので、 $\lambda/4$ 板25を回転することで光束の偏光状態を調整し、偏光ビームスプリッタ24を

透過して第1領域23aに入射する光量を調整することができる。このため、光学系の製造誤差等を原因とする第1領域23a及び第2領域23bに結像した2つの画像の明るさの差を簡単に調整することができる。

[0071] 対物レンズ21の射出瞳位置を撮像素子よりも物体側に設定したため対物レンズ21が小さくなり、更にプリズムに入射する光線高も小さくなるため、プリズム27、偏光ビームスプリッタ24が小さくなり小型で、ピント位置が異なる撮像装置が可能となる。

[0072] 対物レンズ21の射出瞳位置を撮像素子よりも物体側に設定し、CMOSセンサ23が、マイクロレンズの光軸に対する各画素の感光部の中心の変位がCMOSセンサの中央部から周辺部になるに従って徐々に周辺方向に大きくなるようにしている。このためシェーディングが少なく、かつ深度が広い撮像装置が可能となる。

[0073] 被写体20から対物レンズ21を通った光束が、偏光方向の偏った偏光成分（例えば、P偏光成分のみ）を有している場合、偏光解消板22を備えていないと偏光ビームスプリッタ24で反射する光束の光量と透過する光束の光量とが大きく異なってしまう。その結果、画像選択部28a2により第1領域23a及び第2領域23bに結像した2つの画像を比較してピントの合った画像を1ラインごとに選択し、選択した1ラインごとの画像を用いて全体画像を合成したときに、合成した全体画像の明るさがラインごとに異なり、観察に支障をきたす可能性がある。

[0074] このように、本実施例に係る撮像装置システムによれば、偏光解消板22を備えたので、対物レンズ21を通った光束が偏光方向の偏った偏光成分を有していても、偏光解消板22を通過させることで光束の偏光方向をランダムにすることができ、第1領域23a及び第2領域23bに結像する2つの画像の明るさを略同じにすることができる。その結果、画像選択部28a2により第1領域3a及び第2領域23bに結像した2つの画像を比較してピントの合った画像を1ラインごとに選択し、選択した1ラインごとの画像を用いて全体画像を合成したときに、各ラインで一様の明るさの全体画像が得

られる。

符号の説明

- [0075] 2 対物レンズ
 4 撮像素子
 1 0 マイクロレンズ
 1 1 色フィルタ
 1 2 感光部

請求の範囲

[請求項1] 被写体からの光を集光し、並列的に2つの像を形成する対物光学系と

該対物光学系からの光の入射側に配列された複数のマイクロレンズを有し、該マイクロレンズ毎に画素が割り当てられた撮像素子と、を備え、

前記撮像素子における各画素の感光部の中心が、前記マイクロレンズの光軸に対して前記撮像素子の中央部から周辺部になるに従って徐々に周辺方向に大きくなるように変位しており、

前記対物光学系の射出瞳位置が、前記対物光学系の結像位置よりも物体側にあり、

以下の条件式を満足する内視鏡用撮像装置。

$$0.5 \leq (\theta H - \theta D) / \alpha \leq 3 \cdots (1)$$

ただし、 α は対水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θH は撮像素子中心部から水平方向最大像高(H)のマイクロレンズの主光線補正量(角度)であり、 θD は、撮像素子中心部からの距離D上のマイクロレンズの主光線補正量(角度)であり、像高(D)の位置は対物光学系の光軸を対称軸として α 度分撮像素子の中心部へ引いた線と撮像素子との交点である。

[請求項2] 以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡用撮像装置。

$$0 < K \times \tan(\theta c) \leq P / 2 \cdots (2)$$

ただし、 θc は水平方向の像高(C)の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量(角度)であり、像高(C)の位置は前記対物光学系の光軸と撮像素子との交点である。Pは撮像素子の画素ピッチであり、Kは撮像素子のマイクロレンズの面頂から画素(感光素子)までの距離である。

[請求項3] 以下の条件式を満足する請求項2記載の内視鏡用撮像装置。

$$P / 2 \geq K \times (\tan(\theta H) - \tan(\alpha)) \cdots (3)$$

$$P/2 \geq K \times (\tan(\alpha) - \tan(\theta D)) \cdots (4)$$

α は水平方向最大像高の主光線と光軸とのなす角であり、 θH は撮像素子中心部から水平方向最大像高（H）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、 θD は撮像素子中心部から水平方向像高（D）の位置に対応するマイクロレンズの主光線補正量（角度）であり、像高（D）の位置は対物光学系の光軸を対称軸として α 度分撮像素子の中心部へ引いた線と撮像素子との交点であり、Pは撮像素子の画素ピッチであり、Kは撮像素子のマイクロレンズの面頂から画素（感光素子）までの距離である。

[請求項4]

前記対物光学系が、

並列に配列され、被写体の光学像を前記撮像素子に結像させる二つの対物レンズと、

該対物レンズと前記撮像素子との間に配置され、前記対物光学系の光軸を変位させるための反射部材と、

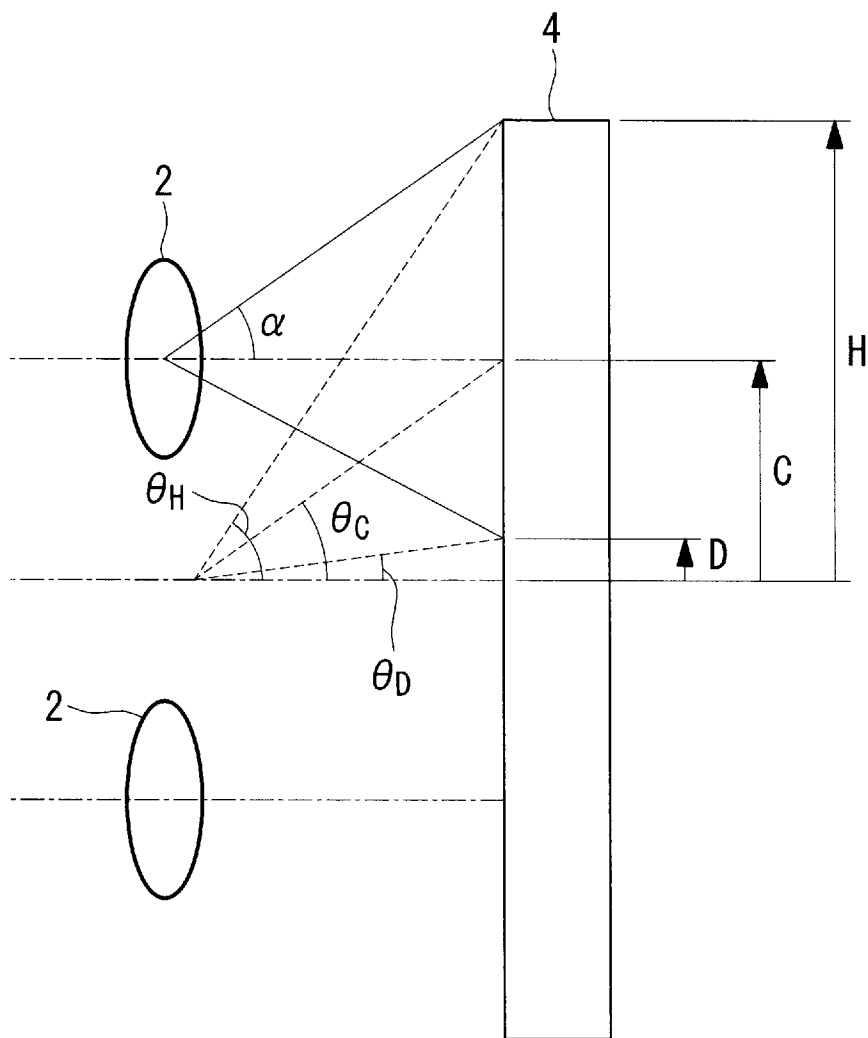
を有する請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の内視鏡用撮像装置。

[請求項5]

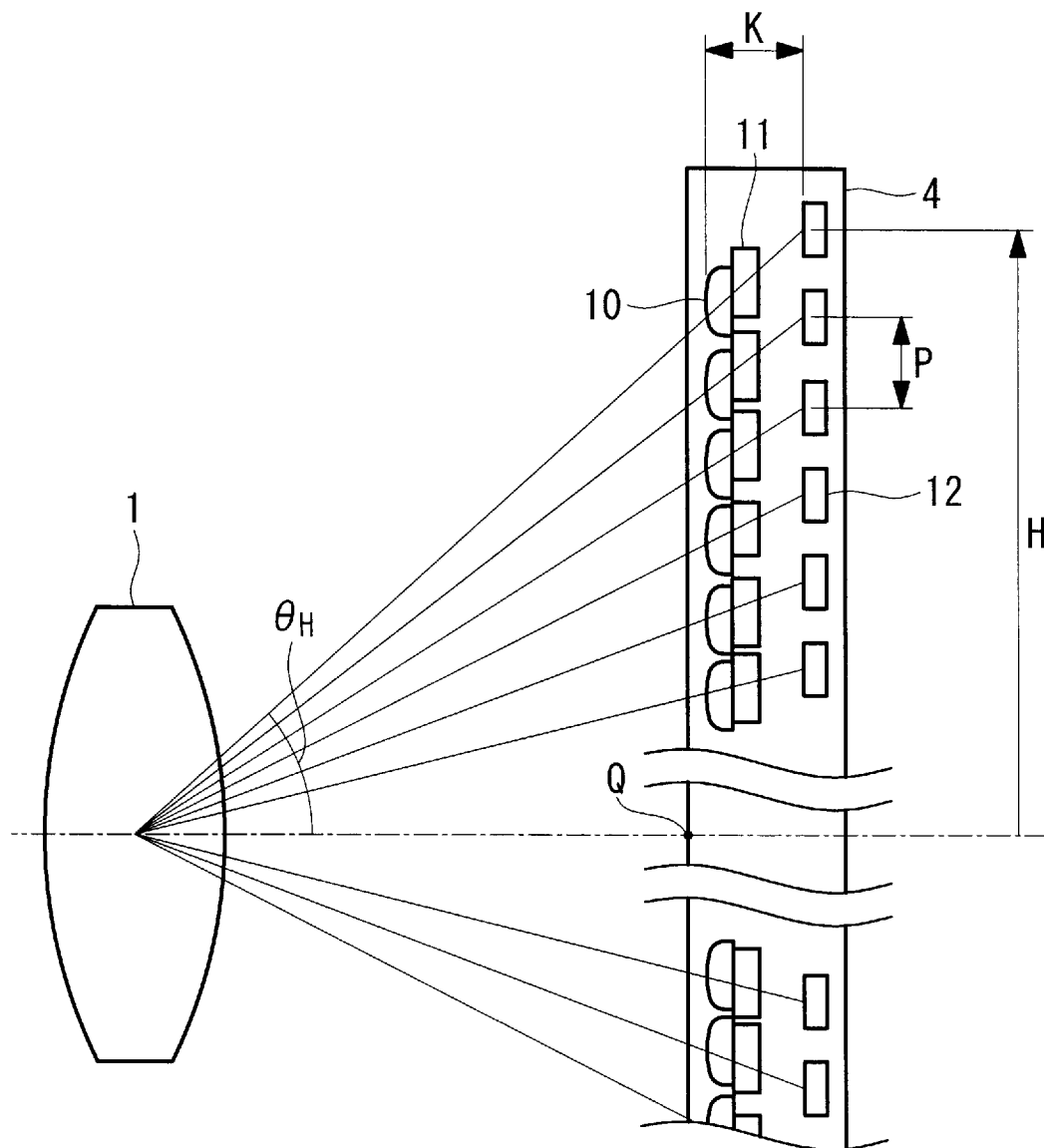
前記対物光学系が、光路分割手段を備え、

該光路分割手段によって分割した被写体の光学像を、夫々ピント位置を変えた光学像として前記撮像素子に結像させる請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の内視鏡用撮像装置。

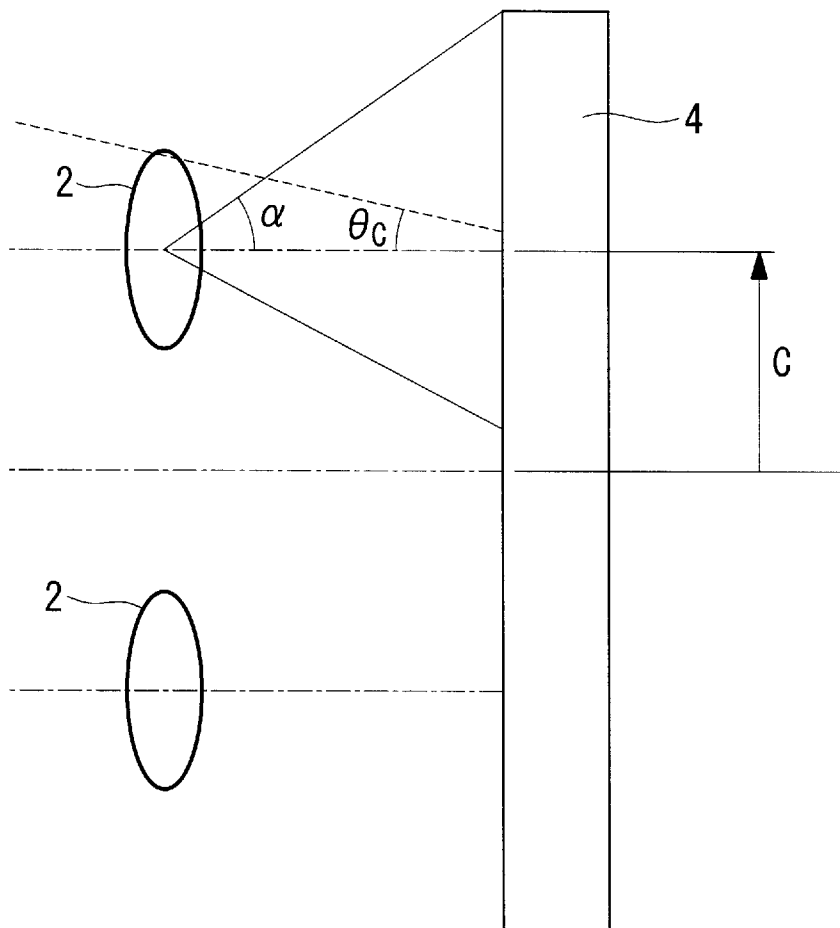
[図1]



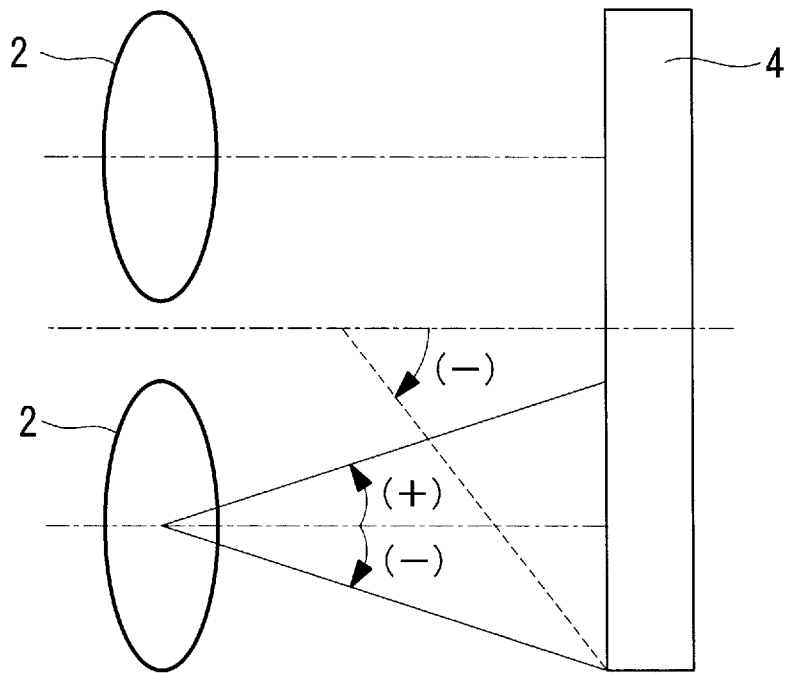
[図2]



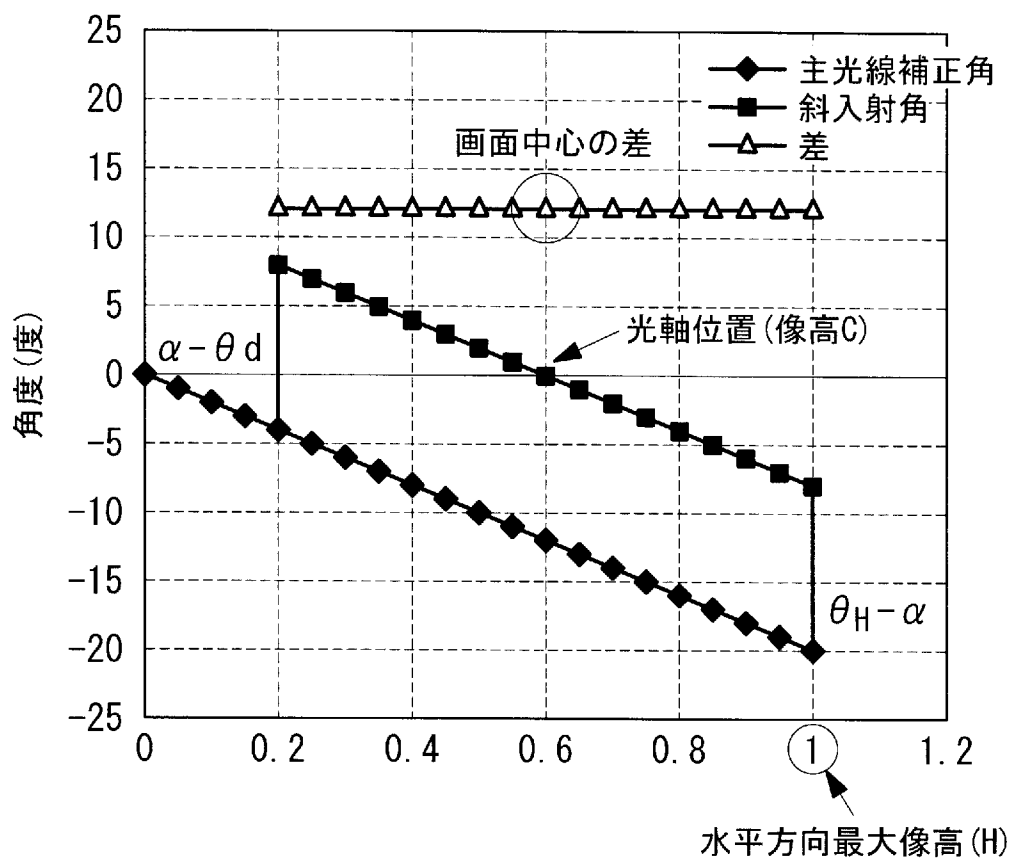
[図3]



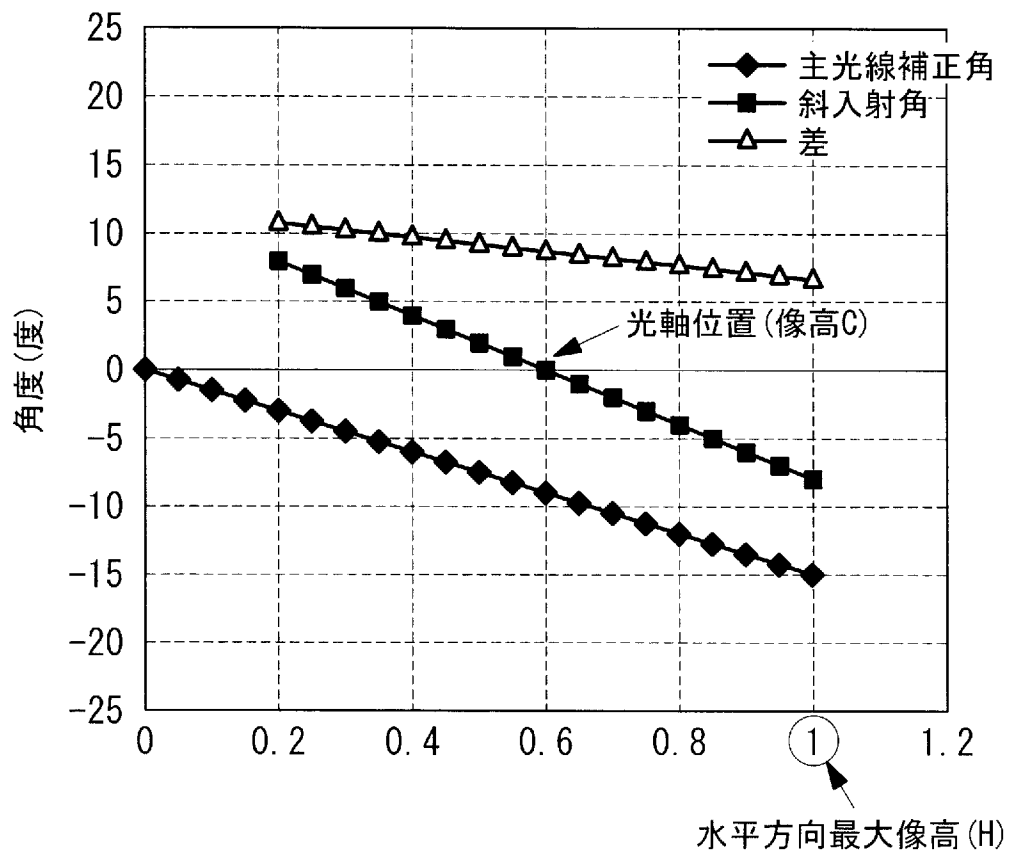
[図4]



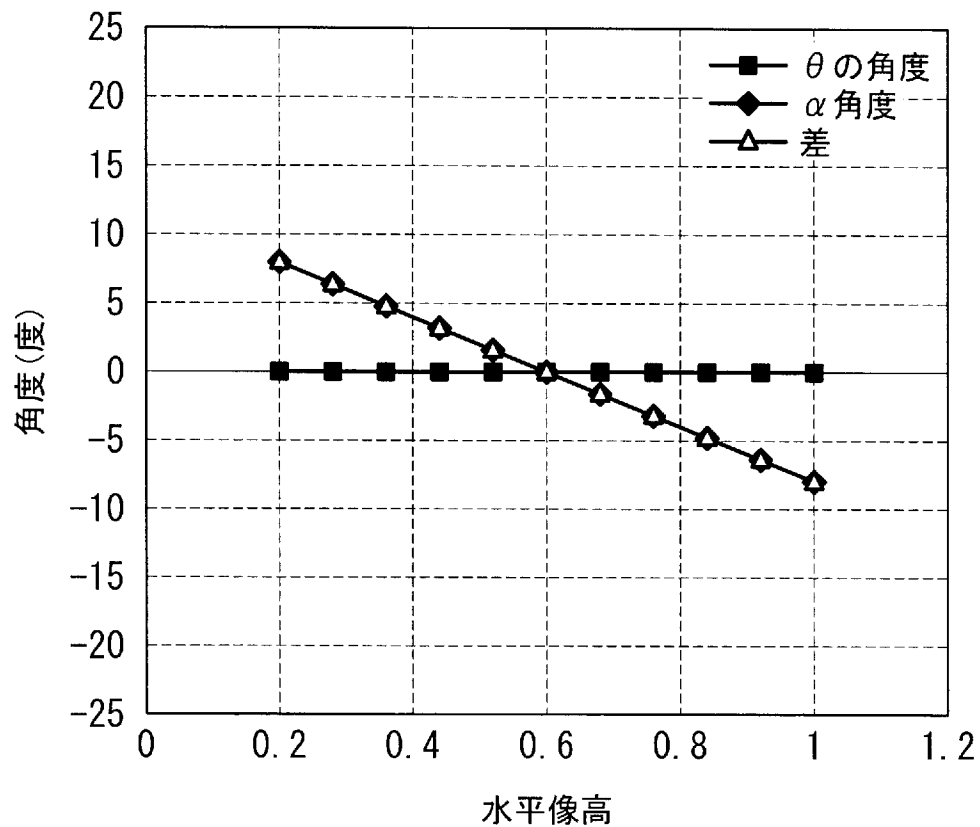
[図5A]



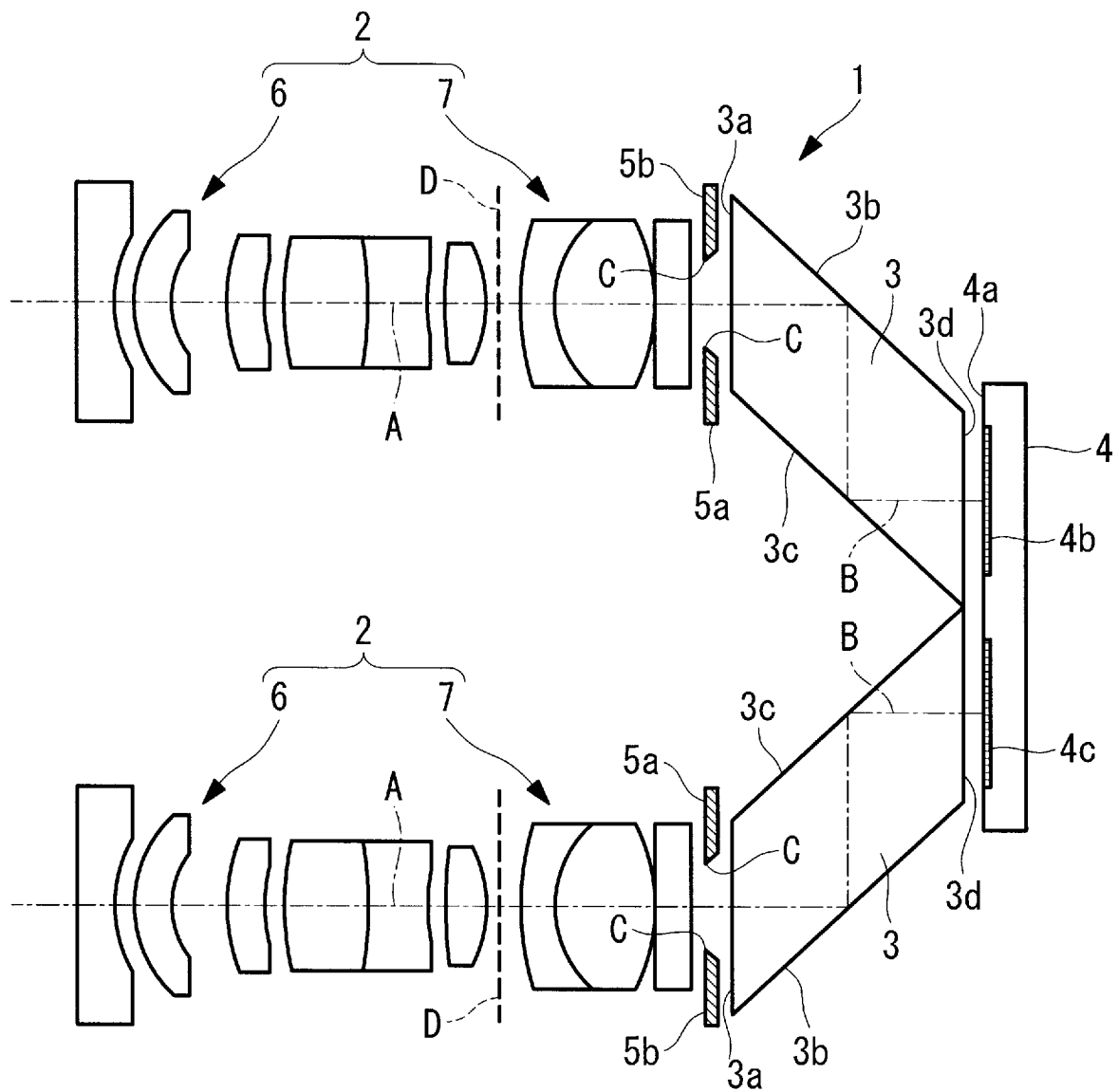
[図5B]



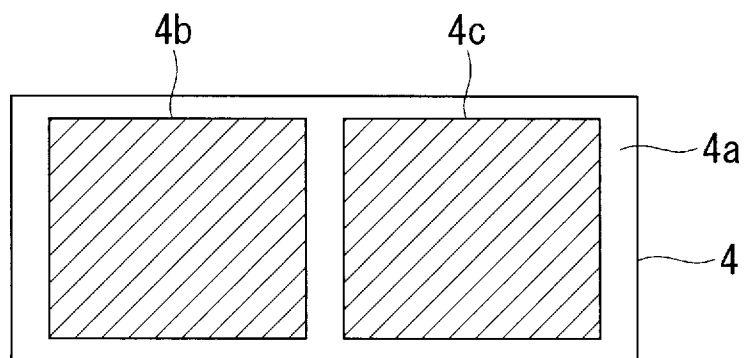
[図6]



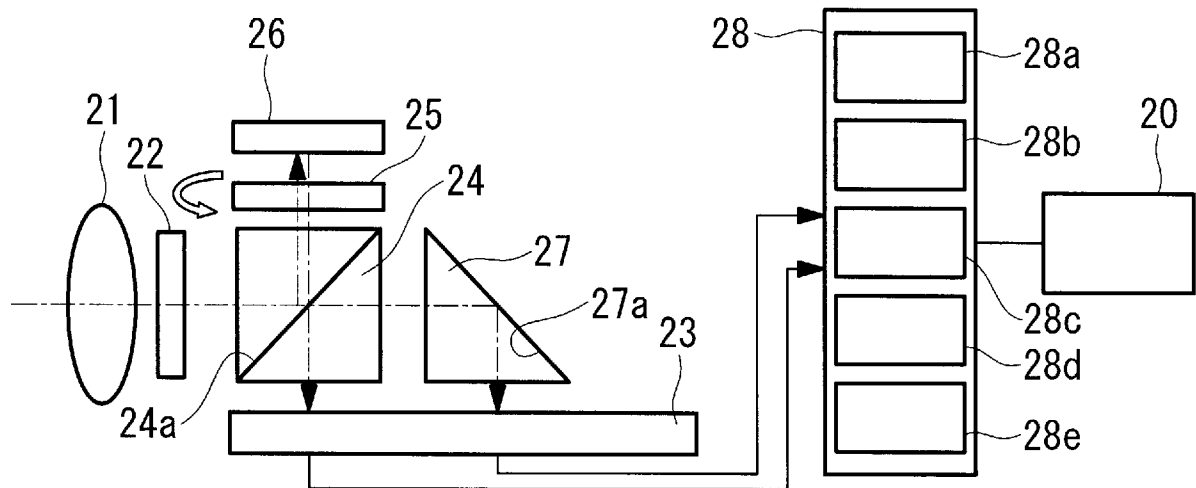
[図7]



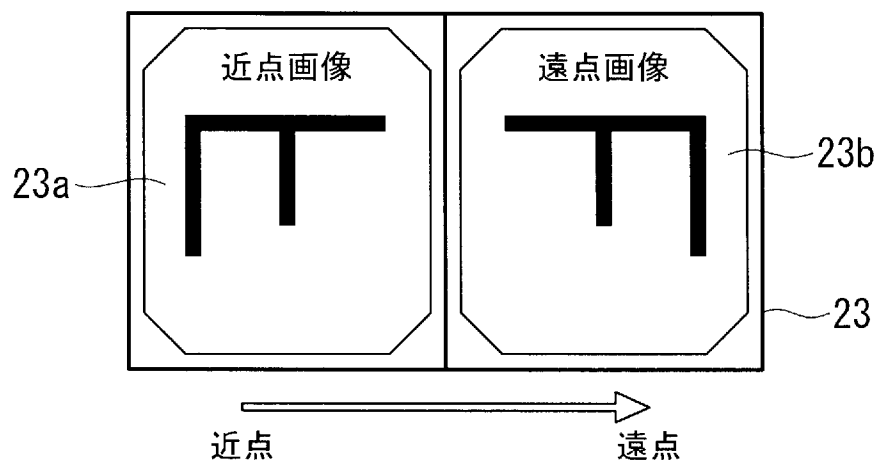
[図8]



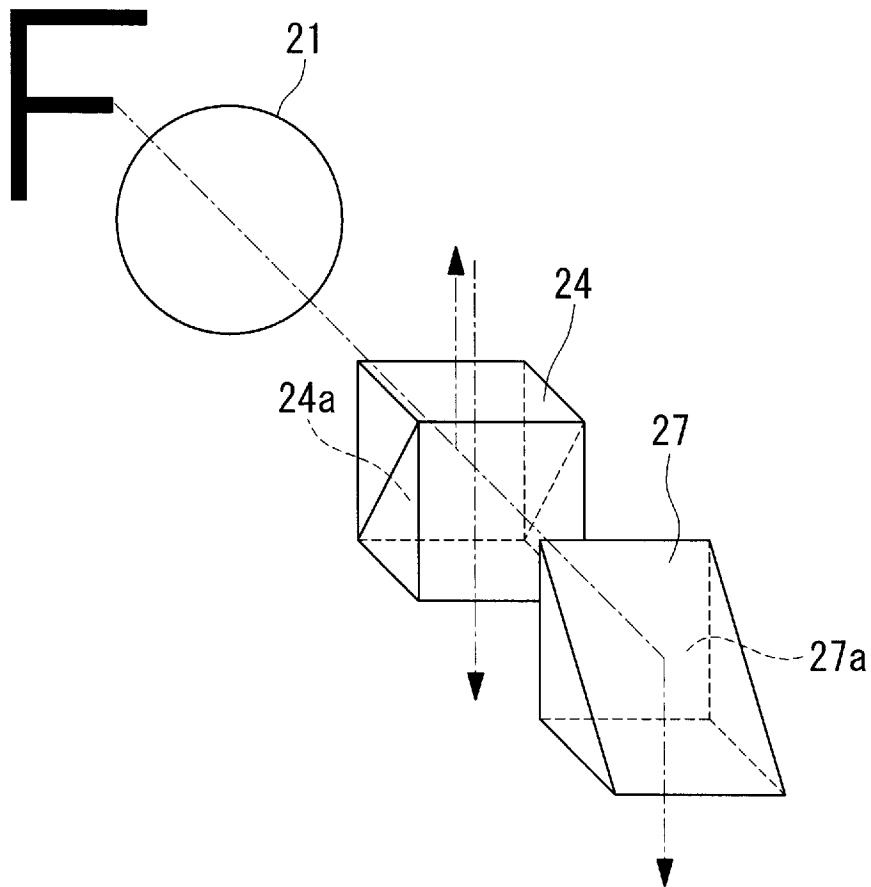
[図9A]



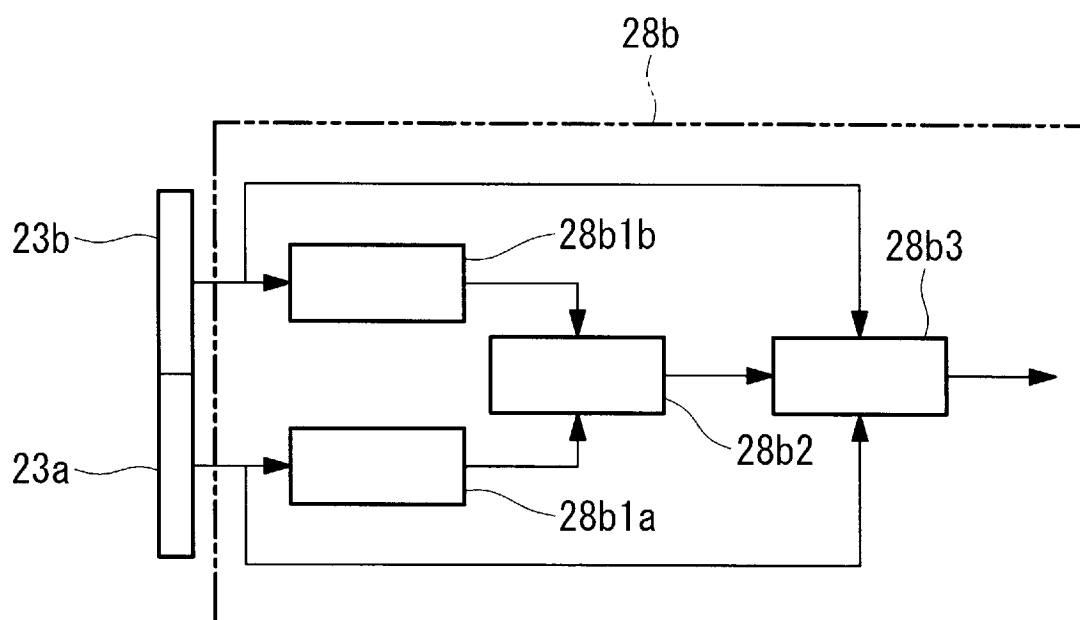
[図9B]



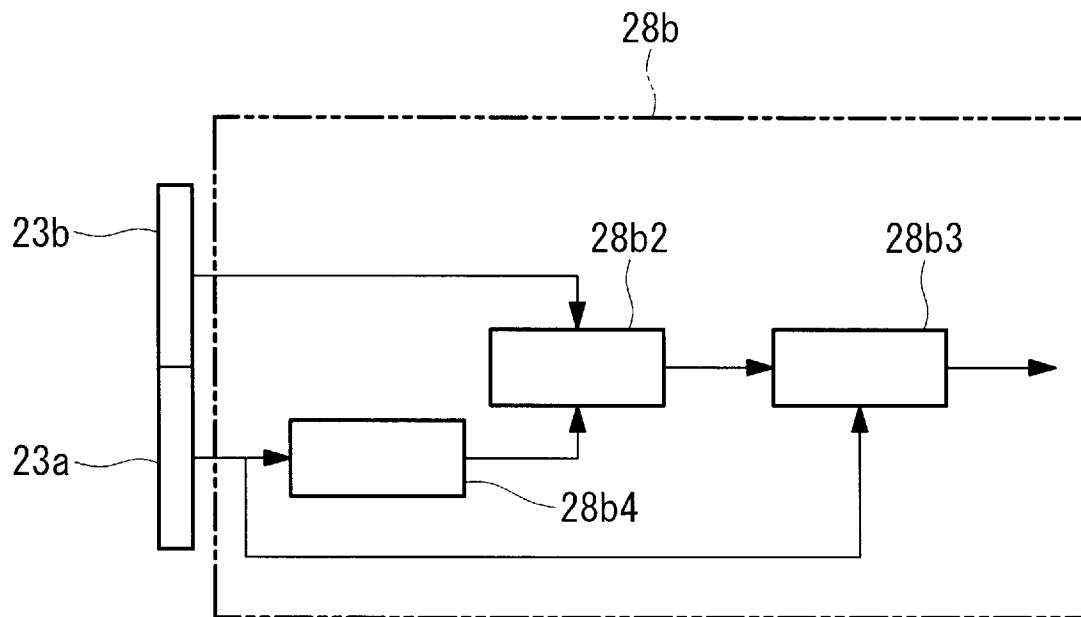
[図10]



[図11A]



[図11B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/079736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B23/26(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B35/08(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)

G02B23/26, A61B1/00, G02B3/00, G02B13/00, G03B15/00, G03B35/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 10-239594 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 11 September 1998 (11.09.1998), entire text (particularly, example 6; fig. 12) & US 6476851 B1	1-5
A	JP 2010-56345 A (Brookman Technology, Inc.), 11 March 2010 (11.03.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 5-346556 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 27 December 1993 (27.12.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ 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
04 February 2015 (04.02.15)

Date of mailing of the international search report
17 February 2015 (17.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B23/26(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i,
G03B15/00(2006.01)i, G03B35/08(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（I P C））

Int.Cl. G02B23/26, A61B1/00, G02B3/00, G02B13/00, G03B15/00, G03B35/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 請求項の番号
A	JP 10-239594 A（オリンパス光学工業株式会社）1998.09.11, 全文 （特に実施例6、図12参照） & US 6476851 B1	1-5
A	JP 2010-56345 A（株式会社ブルックマンテクノロジー）2010.03.11, 全文、全図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 5-346556 A（日本ビクター株式会社）1993.12.27, 全文、全図（フ ァミリーなし）	1-5

☐ 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

0 4 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
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）

原田 英信

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

3 7 0 2