

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4236345号  
(P4236345)

(45) 発行日 平成21年3月11日(2009.3.11)

(24) 登録日 平成20年12月26日(2008.12.26)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 B 21/22 (2006.01)

G 0 2 B 21/22

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平11-238121	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成11年8月25日(1999.8.25)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2001-66513(P2001-66513A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成13年3月16日(2001.3.16)	(74) 代理人	100065824
審査請求日	平成17年10月18日(2005.10.18)		弁理士 篠原 泰司
		(74) 代理人	100104983
			弁理士 藤中 雅之
		(72) 発明者	榛澤 豊治
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
			リンパス光学 工業
			株式会社内
		審査官	瀬川 勝久
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 実体顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

左右の視差のある画像を撮影する撮影光学系と、その画像を画像表示手段に表示して左右の眼で観察する接眼光学系からなる実体顕微鏡において、観察者の目を光軸に垂直な面内で動かす事により、物体側で観察する方向を変えた同一倍率の画像を観察できるようにした事を特徴とする実体顕微鏡。

【請求項 2】

前記撮影光学系が三つ以上の結像光学系から成っていて各結像光学系の光軸が物体付近で同一平面上にあり、接眼光学系の各画像の光軸が観察者の覗く位置でも同一平面であり、前記撮影光学系の観察方向と接眼光学系の覗く位置が対応するように構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 3】

前記撮影光学系が四つの撮影光学系から成り、各撮影光学系の光軸を結ぶ形状が長方形になり、その撮影画像の間の視差の画像を作って、観察者が目を動かした時の像と同方向の画像が見られるように表示することを特徴とする請求項 1 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 4】

撮影光学系が少なくとも一対の結像光学系を含み、接眼光学系は観察者の目の位置を検出する手段を有して、観察者の目の位置に対応して前記一対の結像光学系を動かして観察方向を変えることが出来るようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 5】

10

20

撮影光学系が三つ以上の互いに分離された撮影光束を含む一つの対物レンズを含み、前記各光束中に連動して変倍を行い得る変倍系を夫々設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 6】

撮影光学系が、物体からの光束をアフォーカル光束にする一つの対物レンズと、該対物レンズと同軸の一つのアフォーカル変倍光学系と、該アフォーカル変倍系の光軸を含む面に光軸のある三つの結像光学系とを備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 7】

撮影光学系の撮影画像と同数の画像表示手段を有し、該画像表示手段に表示された各画像を接眼光学系の入射瞳位置に一致させ、該接眼光学系の射出瞳位置に前記各画像の投影光学系の瞳が横に並び且つ物体を見る方向と一致するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 8】

接眼光学系に、マイクロレンズの焦点位置に画像表示素子が二次元的に配置された画像表示装置を用いたことを特徴とする請求項 3 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 9】

接眼光学系に、目の位置を検出してその位置情報から左右の像を作りその像を左右の目で観察できるようにする手段を設けたことを特徴とする請求項 3 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 10】

撮影光学系が、対物レンズと該対物レンズと同軸の一つのアフォーカル変倍系とを更に含み、一对の結像光学系の光軸間隔が変えられるようになっていることを特徴とする請求項 4 に記載の実体顕微鏡。

【請求項 11】

接眼光学系が左右一对の接眼レンズを含み、該一对の接眼レンズの射出瞳径が夫々 15 mm 以上であることを特徴とする請求項 4 に記載の実体顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、物体の像を拡大して立体的に観察できる実体顕微鏡や立体内視鏡などの光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

実体顕微鏡は、小さい物を拡大して立体的に見る装置である。これを利用して、精密な作業、特に、手術に利用して手術の成功率を上げることに貢献している。精密な作業をするために倍率が高く、物体を様々な方向から見る事が要求される。見る方向を大きく変えるときは実体顕微鏡を動かせば良く、例えば、図 8（特開昭 63 - 296746 号公報）に示されているように、一点を固定して見る方向を変えるスタンドが考案されている。これにより、観察物の前に障害物（例えば、作業装置や術部に関係ない血管など）により十分に観察物体を見ることが出来ない場合に、見る方向を変えることが出来るようになった。しかし、この例では、少し方向を変えて見るにも、足を使って鏡体を動かすフットスイッチを操作することになり、作業者の負担が増えて疲労を軽減することにはならないと言う問題があった。また、図 9（特開平 5 - 107481 号公報）に示されているように、実体顕微鏡の光学系を一本にして眼幅より大きい射出瞳径を作って対応する方法が考えられた。しかし、この光学系では、倍率を高くすると射出瞳径が小さくなるため、五倍程度しか倍率が上がらず、作業者が要求する五倍以上の倍率を実現するのは難しい。また、特開平 8 - 304707 号公報に開示されているように、焦点面に拡散板を入れる方法や、視差のある二つの画像を撮影してモニターに表示し拡大観察する方法も考えられているが、射出瞳径を大きくして覗き易くするだけで、物体側での観察方向を変えるものではない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

また、実体顕微鏡は、両眼の視差による像を与えて観察物体を立体的に把握するが、この両眼視差による画像から立体把握できない人がある。これらの人は、左右の目の視力が大きく違い殆ど片目で見ている場合や、両眼視差による立体把握を習得していない人である。このような人の場合、物体を見る方向を多少変えて観察することにより、立体的な把握をしている場合が多い。これらの人は、頭を動かして、物体側の見る方向が変わる実体顕微鏡が望まれている。

## 【 0 0 0 4 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は、上記の如き従来の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、観察者の頭の動きにより物体側の観察方向が変わる実体顕微鏡を提供するものである。

## 【 0 0 0 5 】

## 【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するために、本発明による実体顕微鏡は、左右の視差のある画像を撮影する撮影光学系と、その画像を画像表示手段に表示して左右の眼で観察する接眼光学系からなる実体顕微鏡において、観察者の目を光軸に垂直な面内で動かす事により、物体側で観察する方向を変えた同一倍率の画像を観察できるようにした事を特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、前記撮影光学系が三つ以上の結像光学系から成っていて各結像光学系の光軸が物体付近で同一平面上にあり、接眼光学系の各画像の光軸が観察者の覗く位置でも同一平面であり、前記撮影光学系の観察方向と接眼光学系の覗く位置が対応するように構成したことを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、前記撮影光学系が四つの撮影光学系から成り、各撮影光学系の光軸を結ぶ形状が長方形になり、その撮影画像の間の視差の画像を作って、観察者が目を動かした時の像と同方向の画像が見られるように表示することを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、撮影光学系が少なくとも一对の結像光学系を含み、接眼光学系は観察者の目の位置を検出する手段を有していて、観察者の目の位置に対応して前記一对の結像光学系を動かして観察方向を変えることが出来るようにしたことを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、撮影光学系が三つ以上の互いに分離された撮影光束を含む一つの対物レンズを含み、前記各光束中に連動して変倍を行い得る変倍系を夫々設けたことを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、撮影光学系が、物体からの光束をアフォーカル光束にする一つの対物レンズと、該対物レンズと同軸の一つのアフォーカル変倍光学系と、該アフォーカル変倍系の光軸を含む面内に光軸のある三つの結像光学系とを備えていることを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、撮影光学系の撮影画像と同数の画像表示手段を有し、該画像表示手段に表示された各画像を接眼光学系の入射瞳位置に一致させ、該接眼光学系の射出瞳位置に前記各画像の投影光学系の瞳が横に並び且つ物体を見る方向と一致するようにしたことを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、接眼光学系に、マイクロレンズの焦点位置に画像表示素子が二次元的に配置された画像表示装置を用いたことを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、接眼光学系に、目の位置を検出してその位置情報から左右の像を作りその像を左右の目で観察できるようにする手段を設けたことを特徴としている。

又、本発明による実体顕微鏡は、撮影光学系が、対物レンズと該対物レンズと同軸の一つのアフォーカル変倍系とを更に含み、一对の結像光学系の光軸間隔が変えられるようになっていることを特徴としている。

更に、本発明による実体顕微鏡は、接眼光学系が左右一对の接眼レンズを含み、該一对

10

20

30

40

50

の接眼レンズの射出瞳径が夫々 15 mm 以上であることを特徴としている。

【0006】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示した実施例に基づき説明する。

実施例 1

図 1 は本発明による実体顕微鏡の第 1 実施例の全体構成を示す図である。図中、0 は物体、1 は物体 0 からの光束をアフォーカル光束にする対物レンズ、2 は各光軸が同一面内にあるように配置された三組のアフォーカル変倍レンズ、3 は各アフォーカル変倍レンズ 2 の光軸上に配置された結像レンズで、これら三組の光学系は、対物レンズ 1 を射出した光束を左側光束と中央光束と右側光束とに分ける役割を果たして、各倍率は略等しくなるように設計されている。4 L, 4 M, 4 R は左側光束, 中央光束, 右側光束の各結像面に設置された撮像素子、5 L, 5 M, 5 R は左側撮像素子 4 L, 中央撮像素子 4 M, 右側撮像素子 4 R に夫々接続された撮像データ処理回路、6 L, 6 M, 6 R は各撮像データ処理回路 5 L, 5 M, 5 R に夫々接続された画像表示装置、7 L, 7 M, 7 R は各画像表示装置 6 L, 6 M, 6 R に対応するように配置されたコリメータレンズ、8 L, 8 R は左側コリメータレンズ 7 L と右側コリメータレンズ 7 R に夫々対応して配置され各射出面が開口絞り（瞳と共役の位置）になるように設計された合成プリズム、9 は表示光学系結像レンズ、10 は結像点、11 は左右共通の接眼レンズ、12 L, 12 R は観察者の左右の目である。

【0007】

第 1 実施例は上記のように構成されているから、物体 0 から発した光束は、対物レンズ 1 によりアフォーカルな光束にされ、三組のアフォーカルレンズ 2 と結像レンズ 3 により左側光束と中央光束と右側光束とに分割されて、左側撮像素子 4 L と中央撮像素子 4 M と右側撮像素子 4 R 上に夫々結像される。各撮像素子 4 L, 4 M, 4 R からの撮像データは、各撮像データ処理回路 5 L, 5 M, 5 R に送られ、ホワイトバランス等必要な画像処理を施された後に各画像表示装置 6 L, 6 M, 6 R に送られ、夫々の像を表示する。かくして表示された各像は、コリメータレンズ 7 R, 7 M, 7 L により夫々アフォーカル光束にされ、合成プリズム 8 R, 8 L により合成されて、表示光学系結像レンズ 9 により結像点 10 に結像され、この像は接眼レンズ 11 により拡大観察される。この場合、目を紙面内で中央光束の光軸に垂直な方向（矢印方向）に動かすことにより、三方向の像を観察することが出来る。この三方向の像の内二つを左右それぞれの目で見れば、立体観察が可能である。

【0008】

この実施例によれば、各結像光学系の光軸が物体付近で同一平面内にあり、接眼光学系の各画像の対応する光軸が観察者の覗く位置でも同一平面内であり、撮影光学系の観察方向と接眼光学系の覗く位置とが対応するように構成されているから、一般的な実体顕微鏡のように眼幅調整の必要がなく、従って目の位置の制限が減り、より自由な姿勢で観察することが出来る。また、融像による立体視が出来ない人でも、覗く位置を変えることで観察方向が変えられることを利用して、立体的な把握の手助けが出来る。また、観察方向を変更することが出来るので、障害物を避けて目的の対象物を観察できると云う利点もある。また、撮影光学系の鏡体と表示光学系の鏡筒とは電氣的に連結されているだけであるから、作業者の覗き易い位置に配置することができると云う利点もある。更に、物体面への作業が遠隔操作で出来る場合、観察者も対象物から離れて作業できると云う利点がある。

【0009】

実施例 2

図 2 は本発明による実体顕微鏡の第 2 実施例の全体構成を示す図である。図中 13 は可変作動距離対物レンズ（この対物レンズは、作動距離を変えるためにレンズ系の一部を動かすことができ、これにより鏡体全体を動かさずに焦点合わせが出来るので作業位置が前後に変わる対象物には有利に使用することができ、以下可変 WD 対物レンズと云う）。14 は可変 WD 対物レンズ 13 と同軸のアフォーカル変倍系、15 a, 15 b, 15 c, 15

d, 15 e は分割された光束の同一の平面内にある五本の光軸上に夫々配置された結像レンズ、16 a, 16 b, 16 c, 16 d, 16 e は結像レンズ 15 a, 15 b, 15 c, 15 d, 15 e の各結像点に配置された撮像素子、17 は各撮像素子 16 a, 16 b, 16 c, 16 d, 16 e で得られた画像データを処理する電気処理回路、18 は表示画素の近くにレンチキュラーレンズ 19 が設置されていて曲面がある方向に目を動かすと見える像が変わるように構成されたレンチキュラー表示素子、20 a, 20 b, 20 c, 20 d, 20 e はレンチキュラーレンズ 19 の一つの曲面に対応してその曲面の焦点位置に結像するように配置された表示画素、21 はレンチキュラー表示素子 18 を観察するための接眼レンズである。結像レンズ 15 a, 15 b, 15 c, 15 d, 15 e は、各レンズの開口が瞳位置で光束を分割し、各光束は物体面で一致せしめられるようになっている。なお、表示画素 20 a, 20 b, 20 c, 20 d, 20 e は、観察者が左に見る位置を変えると物体側で左の画像が見えるように配置されている。

10

#### 【0010】

第2実施例は上記のように構成されているから、物体 0 から発した光束は、可変WD対物レンズ 13 とアフォーカル変倍系 14 を透過してアフォーカル光束にされ、結像レンズ 15 a, 15 b, 15 c, 15 d, 15 e により五つの光束に分割されて、対応する撮像素子 16 a, 16 b, 16 c, 16 d, 16 e 上に夫々結像せしめられる。かくして得られた五つの撮像データは電気処理回路 17 で処理され、この処理データはレンチキュラー表示素子 18 へ送られて画像として表示され、その画像は接眼レンズ 21 により拡大観察される。

20

#### 【0011】

この実施例では、観察者の目 12 L, 12 R をレンチキュラー 19 の曲面のある方向に動かした場合、左目 12 L が表示画面 20 b を、右眼 12 R が表示画素 20 d を見るようにすると使用感が良い。人が接眼レンズ 21 のように一つのレンズを覗く場合中央に頭を置くので、表示画素 20 b が作る瞳の範囲と表示画素 20 d が作る瞳の範囲に、眼幅の大きい人も眼幅の小さい人も入る。従って、表示画素の一つの瞳位置で占める範囲が最小眼幅の人よりも小さく、表示画素三つ分の瞳位置で占める範囲が最大眼幅の人より大きいことが必要条件である。表示画素のレンチキュラーレンズ 19 の曲面の方向の間隔を  $D$ 、レンチキュラーレンズ 19 の曲面の焦点距離を  $f_r$ 、接眼レンズ 21 の焦点距離を  $f$  としたとき、 $25 \leq D \times (f / f_r) \leq 55$  なる条件を満足すると良い。しかし、この場合、眼幅最大の人や最小の人は少し頭を動かすだけで観察像が変わるので疲れ易くなる。これを避けるため、片側で 5 mm の余裕をとれば良いので、 $35 \leq D \times (f / f_r) \leq 45$  なる条件を満足するようにすると、より良い観察が可能となる。

30

#### 【0012】

また、この実施例では、アフォーカル変倍系 14 で変倍すると観察範囲が倍率に比例して大きくなるが、視差が小さくて画像が立体的に見えなくなったり、視差が大きくなり過ぎて融像ができなくなったりしない範囲で変倍するのが良い。この実施例は、第1実施例に比べて、変倍部の変更が少なく、倍率による観察像の差が発生しにくく、而も観察し易い実体顕微鏡を作り易いと云う利点がある。また、像をより自然に見せるため光束の分割数を増やすことも可能である。また、本実施例によれば、覗く位置を変えることで観察方向が変えられることを利用して立体的な把握の手助けができ、障害物を避けて目的の対象物を観察できる効果が第1実施例の場合よりも大きい。

40

#### 【0013】

この実施例においても、第1実施例と同様、撮影光学系が三つ以上の結像光学系から成っていて、各結像光学系の光軸が物体付近で同一平面内にあり、接眼光学系の各画像の対応する光軸も観察者の覗く位置において同一平面内にあって、撮影光学系の観察方向と接眼光学系の覗く位置とが対応するように構成されている。この撮影光学系は、焦点合わせと、変倍と、撮影面に結像させる機能とを持っている。そして左右の焦点合わせは、各撮影光学系の光束を総て透過させる対物レンズ 13 を設けて、この対物レンズ全体または構成レンズの一部を動かすことにより行うようになっているため、撮影光学系を支持するスタ

50

ンドに微動機構を設ける必要がなくなり、架台を軽量化することが出来る。また、変倍レンズも各像に共通の一つの変倍系を用いているので、変倍時の像の左右差を減らすことが出来る。また、画像表示手段としてレンチキュラー表示素子を用いたので、表示装置を小型に構成することが出来る。

【 0 0 1 4 】

### 実施例 3

図 3 は本発明による実体顕微鏡の第 3 実施例の全体構成を示す図である。図中、22 は物体 0 からの光束をアフォーカル光束で射出することができ、構成レンズの一部を動かすか又は構成レンズの交換、挿脱、変形などにより物体 0 までの距離や倍率を変えることが出来る対物光学系、23 a, 23 c, 23 g, 23 i は各開口絞りの中心を通る光軸を結ぶ形状が長方形になるように各開口に合わせて配置された結像レンズ、23 b, 23 d, 23 e, 23 f, 23 h は結像レンズ 23 a, 23 c, 23 g, 23 i の各中間位置に配置された結像レンズ、24 a, 24 b, 24 c, 24 d, 24 e, 24 f, 24 g, 24 h, 24 i は結像レンズ 23 a, 23 b, 23 c, 23 d, 23 e, 23 f, 23 g, 23 h, 23 i の結像点に夫々配置された撮像素子、25 は撮像素子 24 a, 24 b, 24 c, 24 d, 24 e, 24 f, 24 g, 24 h, 24 i で撮影された各画像データを受けてホワイトバランスなどの画像処理を加える電気処理回路、26 は一つの絵素（表示画素）が一つのマイクロレンズ 27 と九つの表示画素 28 a, 28 b, 28 c, 28 d, 28 e, 28 f, 28 g, 28 h, 28 i とから成り一つのマイクロレンズ 27 で九つの表示画素 28 a, 28 b, 28 c, 28 d, 28 e, 28 f, 28 g, 28 h, 28 i の光束を各方向へ射出し得るマイクロレンズ表示装置、29 は接眼レンズである。なお、マイクロレンズ表示装置 26 により表示される画像は接眼レンズ 29 を介して観察者が覗く位置を変えると、同じ方向から見た物体 0 の画像が見られるように配置されている。

【 0 0 1 5 】

第 3 実施例は上記のように構成されているから、物体 0 から発した光束は、対物レンズ系 22 でアフォーカルな光束にされ、各結像レンズ 23 a, 23 b, 23 c, 23 d, 23 e, 23 f, 23 g, 23 h, 23 i を介して各撮像素子 24 a, 24 b, 24 c, 24 d, 24 e, 24 f, 24 g, 24 h, 24 i 上に結像される。今、図 3 に示すように四つの結像レンズ 23 a, 23 c, 23 g, 23 i と、対応する四つの撮像素子 24 a, 24 c, 24 g, 24 i が使用されているものとする、電気処理回路 25 ではホワイトバランスなどの画像処理に加えて撮像素子 24 a, 24 c, 24 g, 24 i で撮影された中間の視差の画像が作られる。この場合、二つの画像が多少視差の違う像であれば二つの画像の対応点は取り易く、その対応点の中間にその点が来ると云う方法で中間像が作られる。これを図 4 を参照して説明する。撮影された左目用画像 60 L と右目用画像 60 R を重ねると、合成画像 61 のようになる。この合成画像 61 の内一点鎖線図示のものが左目の画像であり、破線図示のものが右目画像であるが、これらの画像の中間点をとると、実線図示の画像となる。この実線図示の画像が中間画像 62 となる。かくして得られる中間画像 62 は、結像レンズ 23 a, 23 c, 23 g, 23 i の各中間位置に結像レンズ 23 b, 23 d, 23 e, 23 f, 23 h（破線図示）を配置し、これに対応して撮像素子 24 a, 24 c, 24 g, 24 i の各中間位置に配置される撮像素子 24 b, 24 d, 24 e, 24 f, 24 h（破線図示）により夫々撮影されて得られる画像と同じである。電気処理回路 25 において、このようにして得られた画像データは、マイクロレンズ表示装置 26 により表示されるべきデータに変換され、マイクロレンズ表示装置 26 へ転送される。マイクロレンズ表示装置 26 により表示された画像は接眼レンズ 29 により拡大して観察される。

【 0 0 1 6 】

この実施例によれば、上記説明から明らかなように、中間像を作って分割数を増やすことにより、比較的少数の撮像光学系を用いても、接眼レンズを介して実際に観察物体を見ているような状態に近付けることが出来る。また、第 1 実施例及び第 2 実施例では目を動かして像の変わる方向が一次元であったのに対して、本実施例では、目を二次元的に動かし

10

20

30

40

50

ても像が変わると云う特徴を有する。従って、障害物を避けて観察するのには有効であり、また、直角方向から観察しても立体的に像を見ることができる。また、複数の観察者による観察にも対応することが出来る。

【 0 0 1 7 】

#### 実施例 4

図 5 は本発明による実体顕微鏡の第 4 実施例の全体構成を示す図である。図中 3 0 は物体 0 からの光束をアフォーカル光束にする対物レンズ、3 1 は対物レンズ 3 0 と同軸のアフォーカル変倍系、3 2 はアフォーカル変倍系 3 1 の射出光軸に対し垂直な平面内で動くことができ左右一体の結像レンズ 3 3 L , 3 3 R と該結像レンズ 3 3 L , 3 3 R の各結像点に配置された CCD などの撮像素子 3 4 L , 3 4 R とを内蔵した撮影鏡筒、3 5 は撮像素子 3 4 L , 3 4 R に接続された電気処理回路、3 6 は電気処理回路 3 5 の出力端に接続されていて交互に並べられた複数の右目用表示素子 3 8 R 及び左目用表示素子 3 8 L と、隣接する一対の右目用表示素子 3 8 R と左目用表示素子 3 8 L 上に焦点が来るように配置されたレンチキラーレンズ 3 7 とを含む表示素子、3 9 は表示装置 3 6 上に表示された像を拡大観察するための接眼レンズ、4 0 は接眼レンズ 3 9 に隣接配置された光源、4 1 は接眼レンズ 3 9 に隣接して配置されていて観察者の目 1 2 L , 1 2 R による光源 4 0 からの反射光を集光する集光レンズ 4 2 と集光された前記反射光を受光する位置センサー 4 3 とを含む目位置検出系、4 4 は位置センサー 4 3 の出力による目の動きに従って撮影鏡筒 3 2 の移動を制御する制御回路である。なお、レンチキラーレンズ 3 7 の隣接する曲面間の間隔は、右目用表示素子 3 8 R と左目用表示素子 3 8 L とを合わせた長さと同程度となるように設計されている。

【 0 0 1 8 】

本実施例は上記のように構成されているから、物体 0 から発した光束は対物レンズ 3 0 及びアフォーカル変倍系 3 1 を透過して撮影鏡筒 3 2 より撮影され、この撮影された像は電気処理回路 3 5 において表示装置 3 6 で観察できるように処理されて、表示装置 3 6 へ送られる。かくして表示装置 3 6 により表示された画像は接眼レンズ 3 9 により拡大して観察される。この場合、撮影鏡筒 3 2 は、目位置検出系 4 1 と制御回路 4 4 を介し目の動きに従って動かされる。

【 0 0 1 9 】

本実施例では、観察者の目の位置の検出を二次元的に行うことにより、第 1 実施例や第 2 実施例とは異なり、左右の目を結ぶ方向（左右方向）だけでなく、この方向に対し垂直の方向にも撮影鏡筒 3 2 を動かすことが出来る。また、既述の実施例では、目の動きに対する物体側の方向の変化は一定であるのに対して、本実施例では制御回路 4 4 に目の動きに対する撮影鏡筒 3 2 の動きの比を適宜設定することにより、観察者の使い勝手の良いようにすることが出来る。また、アフォーカル変倍系 3 1 の倍率に比例して観察者の目の動きに対する物体側の観察方向の動きは大きくなるが、制御回路 4 4 により、物体側の倍率変化に対する観察方向の変化を小さくするように処理することが出来る。アフォーカル変倍系 3 1 の倍率が 1 から 2 に変化したとき、目の移動量に対する撮影鏡筒 3 2 の移動量の比が  $K_1$  から  $K_2$  に変化したとすると、 $K_2 = K_1 \times (1/2)$  なる関係がある。

【 0 0 2 0 】

この場合、立体感も同様に変わるので、立体感を一定に保つために、左右の光軸間隔を変えるようにすれば良く、こうすることにより倍率範囲を広げることが出来る。即ち、上記式において  $K_1$  ,  $K_2$  を光軸間隔とし、それに連動して倍率を変化させるようにすれば良い。しかし、これは、物体側の立体角（左右の光軸のなす角）が 1 度から 15 度の間であれば多くの人の場合問題ない。立体角が小さいと立体感が小さくて立体的に見えず、大き過ぎると融像できないためである。この立体角の範囲での変倍であれば、撮影鏡筒 3 2 の光軸の間隔を変えなくても問題はない。また、特に自然に見るためには立体角は 2 度から 10 度の間であると良い。

【 0 0 2 1 】

また、アフォーカル変倍系 3 1 と撮影鏡筒 3 2 の間にビームスプリッターを入れることに

より光学像を観察することが出来るような鏡筒を用いれば、同一倍率の光学像を簡単に得ることができ、電気系の故障時に対応させることが出来る。また、第1及び第2実施例を左右方向の像作成に用い、上下方向の像作成にのみ本実施を用いるようにすることにより、左右の像の視差以外のズレを小さくすることができ且つ調整の簡単な光学系を得ることが出来る。また、表示光学系は左右方向に5mm移動することができるようになれば、目を左右に振ることにより像の観察方向が変わる効果が出て来る。眼幅は75mmあれば殆どの人をカバーできるので、表示幅で80mm以上あれば良い。

#### 【0022】

##### 実施例5

図6は本発明による実体顕微鏡の第5実施例の全体構成を示す図である。図中45は物体0からの光束をアフォーカル光束にする可変WD対物レンズ、46は可変WD対物レンズ45の光軸に対し垂直な面内で移動可能に構成されていて、左右一対のアフォーカル変倍系47L, 47Rと一対の結像レンズ48L, 48Rと一対の撮影系49L, 49Rを内蔵した撮影鏡筒、50L, 50Rは撮影系49L, 49Rに夫々接続されていて撮影鏡筒46で撮影したデータを処理する左右の電気処理回路、51L, 51Rは電気処理回路50L, 50Rの各出力端に接続された左右の画像表示装置、52L, 52Rは画像表示装置51L, 51Rに表示された画像を拡大観察するための左右一対の接眼レンズ、53は接眼レンズ52Lと52Rの間に配置された光源、54L, 54Rは接眼レンズ52L, 52Rに夫々隣接配置されている光源53から出射して観察者の左右の目12L, 12Rで夫々反射した光を集光するための集光レンズ、55L, 55Rは集光レンズ54L, 54Rで集光された光を夫々受光する位置センサー、56は位置センサー55L, 55Rの各出力端に接続されていて位置センサー55L, 55Rからの出力に応じて撮影鏡筒46の位置を制御することの出来る制御回路である。

#### 【0023】

本実施例は上記のように構成されているから、物体0から発した光束は、可変WD対物レンズ45によりアフォーカルな光束にされ、撮影鏡筒46により左右の目で観察されるべき像が撮影される。撮影鏡筒46で撮影された像データは電気処理回路50L, 50Rにより夫々処理され、左右の画像表示装置51L, 51R上に画像として表示される。これらの画像は左右一対の接眼レンズ52L, 52Rを介して観察者により拡大観察される。この場合、光源53から発した光は、観察者の左右の目12L, 12Rにより反射され、夫々集光レンズ54L, 54Rを介して位置センサー55L, 55Rに達する。かくして各位置センサー55L, 55Rからの出力は制御回路56で処理されて撮影鏡筒46の駆動装置へ出力され、その結果、撮影鏡筒46は観察者の目12L, 12Rの位置に連動して同じ方向に動かされる。

#### 【0024】

この実施例では、アフォーカル変倍系47L, 47Rと結像レンズ48L, 48Rは分離しなくても良いが、撮影系49L, 49RとしてCCDなど種々の撮像面積を有する撮影素子があるので、それに対応するのに結像レンズのみの変更で済むようにするため実施例のような構成にするのが良い。また、光源53としては、作業に気にならないように目に見えない赤外光を使用すると云う意味で、赤外ランプを用いるのが良い。また、本実施例の場合、目の移動に対する物体の観察方向の変化は、第4実施例とは異なり倍率によらず一定である。また、接眼レンズ52L, 52Rの射出瞳は、左右の瞳間隔を65mmにして、直径10mm以上であると眼幅調整が不要になり、目の移動による効果が感じられるのは瞳径が15mm以上の場合である。瞳径が20mm以上になると、目の移動による物体側の変化を細かく調整できるようになり使い易くなる。

#### 【0025】

##### 実施例6

図7は本発明による実体顕微鏡の第6実施例の全体構成を示す図である。図中、63は物体0からの光束をアフォーカル光束で射出することができ構成レンズの一部を動かすか又は構成レンズの交換、挿脱、変更などにより物体0までの距離や倍率を変えることが出来



る対物光学系、64a, 64b, 64c, 64dは対物光学系63の後に各開口絞りの中心を通る光軸を結ぶ形状が長方形になるように各開口に合わせて配置された結像レンズ、65a, 65b, 65c, 65dは結像レンズ64a, 64b, 64c, 64dの結像点に夫々配置された撮像素子、66L, 66Rは結像レンズ64a, 64b, 64c, 64dと同様に構成配置された左右の仮想結像レンズ、67L, 67Rは仮想結像レンズ66L, 66Rの結像点に夫々配置された仮想撮像素子、68は撮像素子65a, 65b, 65c, 65dで撮影された各画像データを受けてホワイトバランスなどの画像処理を加えて各撮像素子65a, 65b, 65c, 65dで撮影した中間の視差のある二つの画像を作る電気処理回路、69L, 69Rは電気処理回路68の出力端に接続されていてここで作られた画像を表示するための左右の画像表示装置、70L, 70Rは画像表示装置69L, 69Rに表示された画像を拡大観察するための左右の接眼レンズ、71は接眼レンズ70L, 70Rの中間に配置された好ましくは赤外ランプ等の光源、72L, 72Rは接眼レンズ70L, 70Rに夫々隣接配置されていて光源71から出射して観察者の左右の目12L, 12Rで夫々反射した光を集光するための集光レンズ、73L, 73R是集光レンズ72L, 72Rで集光された光を夫々受光する位置センサー、74は位置センサー73L, 73Rの各出力端に接続されていて位置センサー73L, 73Rからの出力を電気処理回路68へ入力させる検出回路、75は左右の仮想結像レンズ66L, 66Rと仮想撮像素子67L, 67Rとを含む仮想鏡筒(破線図示)である。

10

#### 【0026】

本実施例は上記のように構成されているから、物体0から発した光束は対物光学系63でアフォーカルな光束にされ、各結像レンズ64a, 64b, 64c, 64dを介して各撮像素子65a, 65b, 65c, 65d上に結像される。電気処理回路68は各撮像素子65a, 65b, 65c, 65dから入力した各画像信号に基づき視差のある二つの画像信号を作成し、これを出力して画像表示手段69L, 69Rに夫々左右視差のある画像を表示させる。この画像は接眼レンズ70L, 70Rを介して拡大観察される。この場合の画像は、仮想鏡筒75を介して得られる画像と同じであり、この画像を作る位置は観察者の覗いている位置に対応するようにされる。観察中、光源71を発した光は観察者の左右の目12L, 12Rで夫々反射され、各反射光は集光レンズ72L, 72Rを介して位置センサー73L, 73Rにより感知され、検出回路74で処理される。かくして得られた位置情報は電気処理回路68に入力され、ここで、目の位置に連動して同じ方向に仮想鏡筒75を動かしたのと同じ画像信号が作成される。これにより、接眼レンズ70L, 70Rを覗く位置を変えると、物体を見る方向が変えられる。なお、撮像素子65a, 65b, 65c, 65dで撮影した中間の視差のある二つの画像を作る場合、得られた四つの画像が多少視差の違う像であれば各画像の対応点は取り易く、その対応点の特定の比でその点を取ると云う方法で中間像を作れば良い。

20

30

#### 【0027】

この実施例は、動く部分が少ないので故障しにくいと云う特徴を有し、また、中間像を作る場合目の動きと物体の撮影方向の比を設定することにより、頭の移動に対する像の方向変化を観察者の好みに合わせることが出来ると云う利点がある。また、画像の立体感は仮想結像レンズ66L, 66Rの光軸間隔で決まるので、画像を作成する場合この光軸間隔を変えることにより立体感を調整することが出来る。

40

#### 【0028】

以上実施例では何れも実体顕微鏡を対象に説明したが、本発明は、立体内視鏡装置や双眼鏡装置など撮影系と撮影した画像を表示する接眼光学系を備えた各種の立体観察装置に適用することが出来る。

#### 【0029】

以上説明したように、本発明による実体顕微鏡は、特許請求の範囲に記載した特徴のほか下記の特徴も有する。

#### 【0030】

(1) 前記撮影光学系が三つ以上の結像光学系から成っていて各結像光学系の光軸が物体

50

付近で同一平面上にあり、接眼光学系の各画像の光軸が観察者の覗く位置でも同一平面であり、前記撮影光学系の観察方向と接眼光学系の覗く位置が対応するように構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 1 】

( 2 ) 前記撮影光学系が四つの撮影光学系から成り、各撮影光学系の光軸を結ぶ形状が長方形になり、その撮影画像の間の視差の画像を作って、観察者が目を動かした時の像と同方向の画像が見られるように表示することを特徴とする請求項 1 に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 2 】

( 3 ) 撮影光学系が少なくとも一对の結像光学系を含み、接眼光学系は観察者の目の位置を検出する手段を有していて、観察者の目の位置に対応して前記一对の結像光学系を動かして観察方向を変えることが出来るようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の実体顕微鏡。

10

【 0 0 3 3 】

( 4 ) 撮影光学系が三つ以上の互いに分離された撮影光束を含む一つの対物レンズを含み、前記各光束中に連動して変倍を行い得る変倍系を夫々設けたことを特徴とする上記 ( 1 ) に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 4 】

( 5 ) 撮影光学系が、物体からの光束をアフォーカル光束にする一つの対物レンズと、該対物レンズと同軸の一つのアフォーカル変倍光学系と、該アフォーカル変倍系の光軸を含む面内に光軸のある三つの結像光学系とを備えていることを特徴とする上記 ( 1 ) に記載の実体顕微鏡。

20

【 0 0 3 5 】

( 6 ) 撮影光学系の撮影画像と同数の画像表示手段を有し、該画像表示手段に表示された各画像を接眼光学系の入射瞳位置に一致させ、該接眼光学系の射出瞳位置に前記各画像の投影光学系の瞳が横に並び且つ物体を見る方向と一致するようにしたことを特徴とする上記 ( 1 ) に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 6 】

( 7 ) 接眼光学系に、マイクロレンズの焦点位置に画像表示素子が二次元的に配置された画像表示装置を用いたことを特徴とする上記 ( 2 ) に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 7 】

30

( 8 ) 接眼光学系に、目の位置を検出してその位置情報から左右の像を作りその像を左右の目で観察できるようにする手段を設けたことを特徴とする上記 ( 2 ) に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 8 】

( 9 ) 撮影光学系が、対物レンズと該対物レンズと同軸の一つのアフォーカル変倍系とを更に含み、一对の結像光学系の光軸間隔が変えられるようになっていることを特徴とする上記 ( 3 ) に記載の実体顕微鏡。

【 0 0 3 9 】

( 1 0 ) 接眼光学系が左右一对の接眼レンズを含み、該一对の接眼レンズの射出瞳径が夫々 1 5 mm 以上であることを特徴とする上記 ( 3 ) に記載の実体顕微鏡。

40

【 0 0 4 0 】

【 発明の効果 】

上述の如く本発明によれば、観察者が顕微鏡を動かすことなしに観察方向を変えることができ、その結果障害物により見えない部分を顕微鏡を動かすことなしに見えるようにすることが出来る、便利な実体顕微鏡を提供することが出来る。また、本発明によれば、目の動きに従って像が動くので、両眼視差に加えて運動視差が得られ、観察物体の三次元的な把握が容易な実体顕微鏡を提供することが出来る。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施例の全体構成を示す図である。

【 図 2 】 本発明の第 2 実施例の全体構成を示す図である。

50

【図 3】本発明の第 3 実施例の全体構成を示す図である。

【図 4】第 3 実施例において中間画像を作る方法を示す図である。

【図 5】本発明の第 4 実施例の全体構成を示す図である。

【図 6】本発明の第 5 実施例の全体構成を示す図である。

【図 7】本発明の第 6 実施例の全体構成を示す図である。

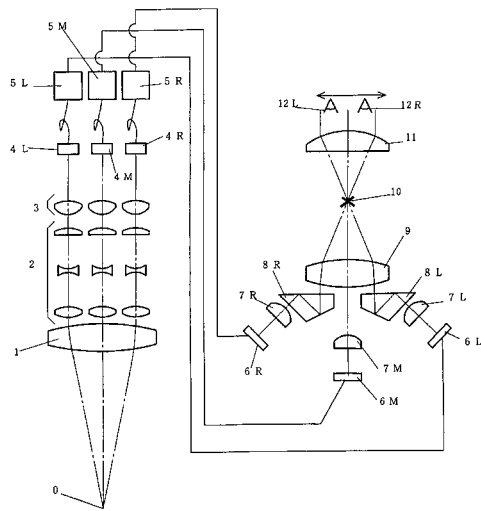
【図 8】実体顕微鏡の従来例の斜視図である。

【図 9】従来の実体顕微鏡に用いられている光学系の全体構成の一例を示す図である。

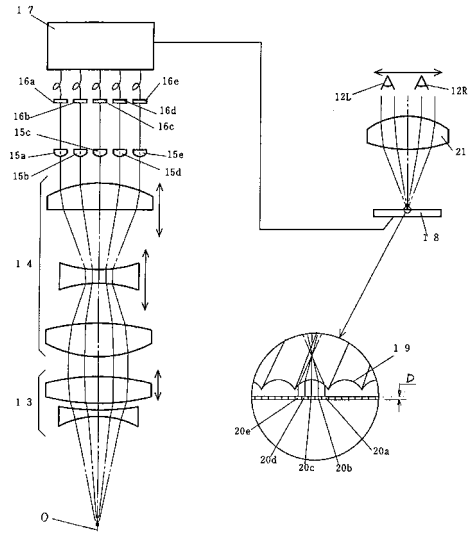
【符号の説明】

0	物体	
1, 13, 30, 45	対物レンズ	10
2	アフォーカル変倍レンズ	
3, 15a ~ 15d, 23a ~ 23i, 33L, 33R, 48L, 48R, 64a ~ 64d, 66L, 66R	結像レンズ	
4L, 4R, 4M, 16a ~ 16e, 24a, 24i, 34L, 34R, 65a ~ 65d, 67L, 67R	撮像素子	
5L, 5M, 5R	撮像データ処理回路	
17, 25, 35, 50L, 50R, 68	電気処理回路	
6L, 6M, 6R, 51L, 51R, 69L, 69R	画像表示装置	
7L, 7M, 7R	コリメータレンズ	
8L, 8R	合成プリズム	20
9	表示光学系結像レンズ	
10	結像点	
11, 21, 29, 39, 52L, 52R, 70L, 70R	接眼レンズ	
12L, 12R	観察者の目	
14, 31, 47L, 47R	アフォーカル変倍系	
18	レンチキュラー表示素子	
19	レンチキュラーレンズ	
20a ~ 20e, 28a ~ 28i	表示画素	
22, 63	対物光学系	
26	マイクロレンズ表示装置	30
27	マイクロレンズ	
32, 46, 75	撮影鏡筒	
37	レンチキュラーレンズ	
38L, 38R	表示素子	
40, 53, 71	光源	
41	目位置検出系	
42, 54L, 54R, 72L, 72R	集光レンズ	
43, 55L, 55R, 73L, 73R	位置センサー	
44, 56	制御回路	
49L, 49R	撮影系	40
74	検出回路	
75	仮想鏡筒	

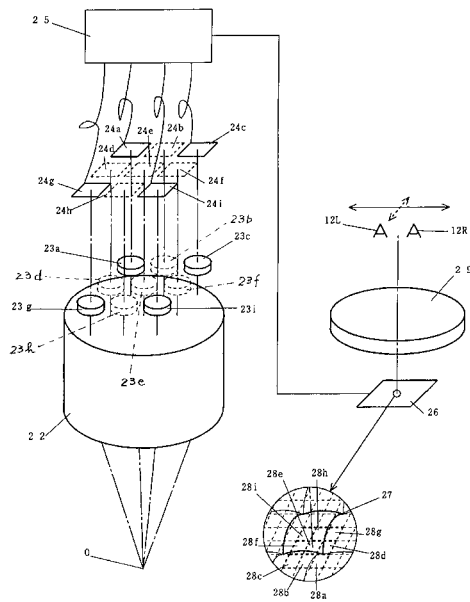
【図 1】



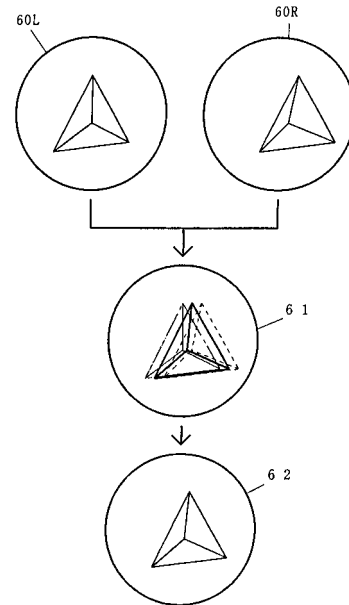
【図 2】



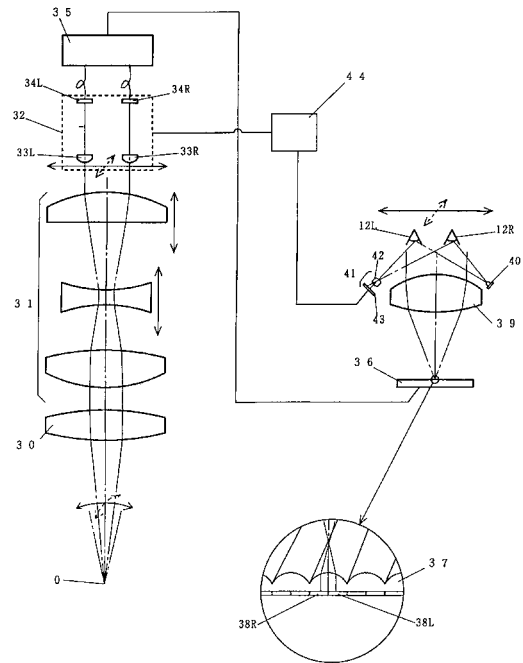
【図 3】



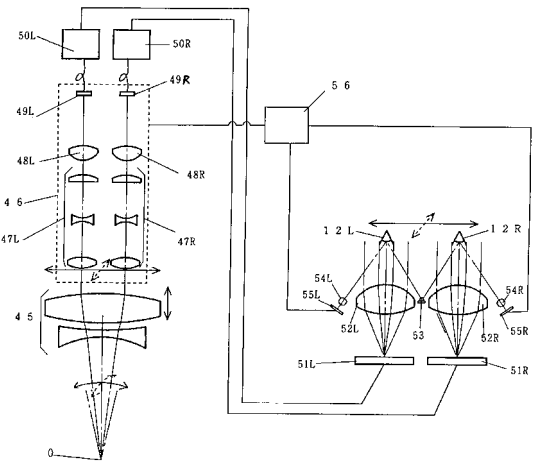
【図 4】



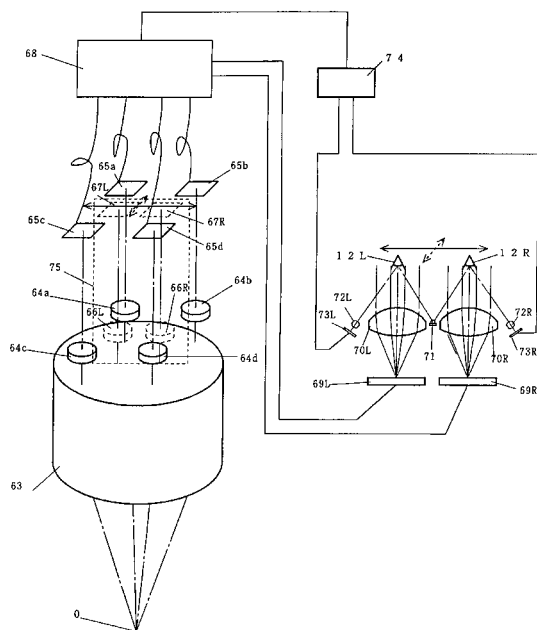
【図 5】



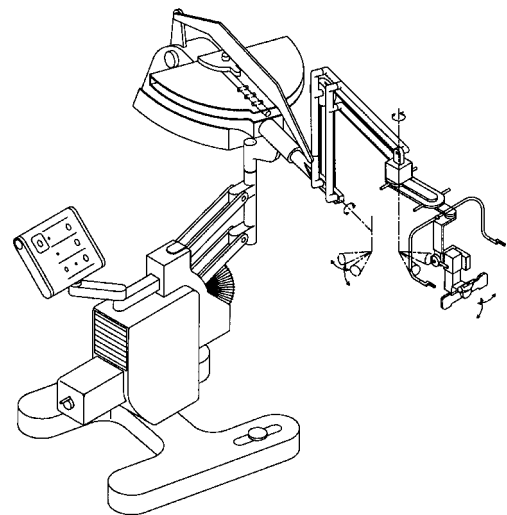
【図 6】



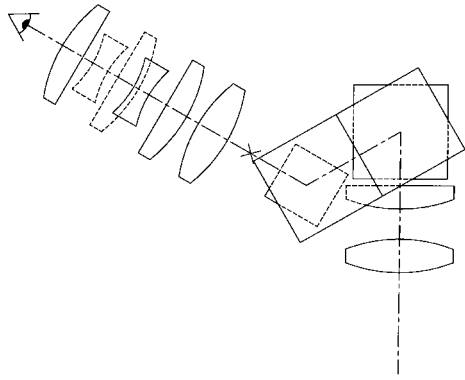
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 8 - 2 1 9 5 8 ( J P , A )  
特開平 6 - 2 1 4 1 6 7 ( J P , A )  
特開平 9 - 5 4 3 7 6 ( J P , A )  
特開平 8 - 3 1 4 0 3 4 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 7 0 8 6 6 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 8 5 0 8 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 21/00

G02B 21/06-21/36