

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-280112

(P2004-280112A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 27/02

G02B 26/08

F I

G02B 27/02

G02B 26/08

Z

E

テーマコード (参考)

2H041

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-72466 (P2004-72466)
 (22) 出願日 平成16年3月15日 (2004.3.15)
 (31) 優先権主張番号 10311306.1
 (32) 優先日 平成15年3月14日 (2003.3.14)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 500152315
 カール・ツァイス・スチフトゥング ト
 レーディング アズ カール ツァイス
 Carl-Zeiss-Stiftung
 trading as Carl Ze
 iss
 ドイツ連邦共和国 D-89518 ハイ
 デンハイム
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 マルティン、エーデルマン
 ドイツ連邦共和国 D-73431 アー
 レン ランゲルトシュトラッセ 48
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】

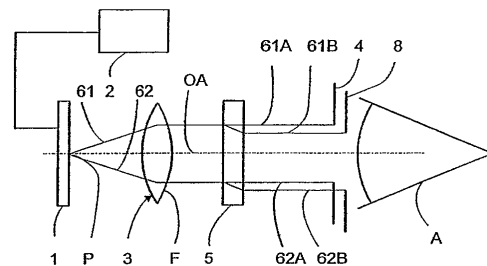
画像化の光学素子が簡略化できて、観察者の眼の位置とは無関係に、常に画像を感知できる構造の画像表示装置を提供することである。

【解決手段】

射出ひとみ(4)を有する画像化光学素子(3)と射出ひとみ光学素子(5)とからなる画像表示装置を提供する。その画像化光学素子(3)は、観察者によって感知される画像を投影する。その射出ひとみ光学素子(5)は、画像化光学素子(3)の射出ひとみ(4)を空間的に複数にし、及び/又は、射出ひとみ(4)を動かす。

。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

射出ひとみ(4)を有する画像光学素子(3)であって、同画像光学素子(3)は観察者によって感知され得る画像を投影し、かつ、画像光学素子(3)の射出ひとみ(4)を空間的に複数にする及び/又は射出ひとみ(4)を動かす、ひとみ光学素子(5)を含む、画像表示装置。

【請求項 2】

ひとみ光学素子(5)は、画像光学素子(3)の最後の光束形成面の後に配置されている請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

ひとみ光学素子(5)は、画像光学素子(3)の光軸(OA)を横断して拡がる面内で、射出ひとみ(4)を動かす請求項 1 又は 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

射出ひとみ(4)は、観察者の眼のひとみの動きを追跡するように動く請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 5】

眼の位置検知ユニット(16)と制御ユニット(2)とを備え、眼の位置検知ユニット(16)は観察者の眼の位置を検知して、検知した位置を示す信号を放射することと、制御ユニット(2)は該信号の関数としてひとみ光学素子(5)制御して、射出ひとみ(4)に観察者の眼の動きを追跡させること、からなる請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 6】

ひとみ光学素子(5)は少なくとも 1 つのアクチュエータ・ユニット、特に、偏向ガルバノメータ・ミラーからなる請求項 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

射出ひとみ(4)を空間的に複数にするためのひとみ光学素子(5)は、少なくとも 1 つの回折部品、好ましくは透過型部品からなる請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 8】

射出ひとみ(4)を空間的に複数にするためのひとみ光学素子(5)は、少なくとも 1 つの複屈折部品からなる請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 9】

射出ひとみ(4)を動かす部品は、画像光学素子(3)の光軸(OA)の周囲を動く、好ましくは回転する請求項 7 又は 8 に記載の画像表示装置。

【請求項 10】

射出ひとみ(4)を動かすひとみ光学素子(5)は、回転、光束調節部品(12)からなる請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 11】

ひとみ光学素子(5)は、空間的に複数の射出ひとみ(4)を、個々の射出ひとみ(4)からの光が互いに平行になるようにする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 12】

ひとみ光学素子(5)は、空間的に複数の射出ひとみ(4)を、個々の射出ひとみ(4)が連続領域をカバーする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 13】

HMD 装置として提供され、制御可能な画像作成モジュールからなる請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は射出ひとみ (exit pupil) を有する画像光学素子からなる画像表示装置に関し、本画像光学素子は、観察者が感知し得る画像を投射する。

【背景技術】

【0002】

このような画像表示装置は、例えば、いわゆるHMD装置 (Head Mounted Display device) であって、観察者がその頭上に画像表示装置を装着する。HMD装置を設計する際に、調整が容易で、観察者の眼の動きを許容するためには、大きな射出ひとみが望ましい。なぜならば、それによって、光の少なくとも一部は常に、観察者の眼の横方向に入射される。小さな射出ひとみにすると、光学設計は非常に簡単になるが、調整が複雑になり、観察者が画像を感知し得る眼の動き幅が小さくなるので、問題である。 10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従って、本発明の目的は、画像化の光学素子が簡略化できて、観察者の眼の位置とは可能な限り無関係に、常に画像を感知できる構造の画像表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、射出ひとみを有する画像光学素子であって、同画像光学素子(3)は観察者によって感知され得る画像を投影し、かつ、画像光学素子(3)の射出ひとみ(4)を空間的に複数にする及び/又は射出ひとみ(4)を動かす、ひとみ光学素子(5)を含むこと、からなることを要旨とする。 20

【0005】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の画像表示装置において、ひとみ光学素子は、画像光学素子の最後の光束形成面の後に配置されていることを要旨とする。

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の画像表示装置において、ひとみ光学素子は、画像光学素子の光軸を横断して拡がる面内で、射出ひとみを動かすことを要旨とする。

【0006】

請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の画像表示装置において、射出ひとみは、観察者の眼のひとみの動きを追跡するように動くことを要旨とする。 30

請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の画像表示装置において、眼の位置検知ユニットと制御ユニットとを備え、眼の位置検知ユニットは観察者の眼の位置を検知して、検知した位置を示す信号を放射すること、及び制御ユニットは該信号の関数としてひとみ光学素子制御して、射出ひとみに観察者の眼の位置を追跡させること、からなることを要旨とする。

【0007】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の画像表示装置において、ひとみ光学素子は少なくとも1つのアクチュエータ・ユニット、特に、偏向ガルバノメータ・ミラーからなることを要旨とする。 40

【0008】

請求項7に記載の発明は、請求項1乃至6のいずれかに記載の画像表示装置において、射出ひとみを空間的に複数にするためのひとみ光学素子は、少なくとも1つの回折部品、好ましくは透過型部品からなることを要旨とする。

【0009】

請求項8に記載の発明は、請求項1乃至7のいずれかに記載の画像表示装置において、射出ひとみを空間的に複数にするためのひとみ光学素子は、少なくとも1つの複屈折部品からなることを要旨とする。

【0010】

請求項9に記載の発明は、請求項7又は8に記載の画像表示装置において、射出ひとみ 50

を動かす部品は、画像光学素子の光軸の周囲を動く、好ましくは回転することを要旨とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の画像表示装置において、射出ひとみを動かすひとみ光学素子は、回転、光束調節部品からなることを要旨とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 1 乃至 1 0 のいずれかに記載の画像表示装置において、ひとみ光学素子は、空間的に複数の射出ひとみを、個々の射出ひとみからの光が互いに平行になるようにすることを要旨とする。

10

【 0 0 1 3 】

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 乃至 1 1 のいずれかに記載の画像表示装置において、ひとみ光学素子は、空間的に複数の射出ひとみを、個々の射出ひとみが連続領域をカバーすることを要旨とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の画像表示装置において、HMD装置として提供され、制御可能な画像作成モジュールからなることを要旨とする。

【 0 0 1 5 】

本発明によると、この目的は、射出ひとみを有する画像光学素子からなる画像表示装置によって達成された。その画像光学素子は、観察者が感知し得る画像を投射し、その射出ひとみは、画像光学素子の射出ひとみを空間的に増やし、及び／又は、その射出ひとみを動かす。

20

【 0 0 1 6 】

射出ひとみを空間的に増やし、及び／又は、その射出ひとみを動かすことによって、射出ひとみが小型でも、観察者は常に画像を感知し得る。特に、射出ひとみは、観察者の眼のひとみよりも少しだけ大きい、小さくてもよい。画像光学素子の射出ひとみが小さいと、画像光学素子の光学設計が簡単になり、画像光学素子の体積や重量も削減し得る。更に、小型の射出ひとみを選択し得れば、画像の品質も向上し得る。

【 0 0 1 7 】

本発明による画像表示装置の好ましい実施例によると、射出ひとみは、画像光学素子の最後のビーム形成表面の後に配置される。これによって、画像光学素子の小型化が保証される。射出ひとみの空間的増加及び／又は移動がなされるのは単に端部、即ち、画像光学素子と観察者の眼との間においてであり、従ってこの領域だけに、より大きな光学素子が必要になる。それに対して、画像光学素子自体は、小型の射出ひとみのために最適化され、それによって、画像光学素子の体積と重量とが削減される。

30

【 0 0 1 8 】

特に、射出ひとみの光学素子は、画像光学素子の光軸の横断面で、射出ひとみの移動や増加が可能である。これによって、射出ひとみによって広範囲をカバーでき、従って、観察者の眼の動きが補償される。

40

【 0 0 1 9 】

本発明による画像表示装置の優れた実施例では、射出ひとみが、射出ひとみの光学素子によって動かされ、従って、射出ひとみが観察者の眼のひとみの動きを追跡する。これは有利な効果を有する。殆どすべての光が観察者によって感知され、射出ひとみが追跡によって眼のひとみを常にカバーするので、輝度損失が無い。

【 0 0 2 0 】

特に、画像表示装置は、眼の位置感知ユニットと制御ユニットとからなり、眼の位置感知ユニットは、（好ましくは連続的に）眼の位置を感知し、感知された位置を示す信号を放射する。制御ユニットは、射出ひとみが観察者の眼のひとみの動きを常に追跡すべく、その信号の関数として射出ひとみを制御する。従って、閉ループが得られ、それによって

50

、追跡が非常に有効になる。

【0021】

射出ひとみ光学素子は、1つ以上の偏向ガルバノ・ミラー等の、少なくとも1つのアクチュエータを含むことが望ましい。従って、特に優れた簡単な追跡が実現される。2つのミラーでは非常に良好な追跡が可能である。

【0022】

更に、本発明による画像表示装置では、射出ひとみを空間的に増やすための射出ひとみ光学素子は、少なくとも1つの回折部品を含み、その回折部品は透過型部品が望ましい。それは例えば、回折格子、特に、透過型回折格子でもよい。それによって、空間的に多数の射出ひとみが多様な回折次数を形成する。2つの回折部品（例えば、2つの透過型回折格子）が直列に配置された場合、第1の回折格子は回折の次数に分離するために使用され、第2の回折格子は個々の次数を平行にする役割をする。それによって、個々の、空間的に複数の射出ひとみに関連する各光線は、相互に平行になるという優れた効果を有するので、二重画像は感知されない。個々の光線が平行にならなくて、互いに傾斜している場合もある。更に、2つの回折格子を使用すると、回折効率が、全スペクトル範囲で一定に保たれる。

10

【0023】

更に、本発明による画像表示装置では、空間的に複数の射出ひとみのための射出ひとみ光学素子は、少なくとも1つの複屈折部品を含んでもよい。幾つかの複屈折部品を直列に配置してもよい。射出ひとみの数は、各複屈折部品に対して複数でもよい。複屈折部品を使用する場合、正常光と異常光とが互いに平行になるように、簡単に配向され得るのは大きな特長である。

20

【0024】

更に、射出ひとみを動かすために、屈折部品及び／又は複屈折部品を回転させることも可能である。この回転は、画像光学素子の光軸の周囲での回転が望ましい。従って、空間的に複数の射出ひとみによって、より広範囲をカバーし得るので、観察者の眼が大きく動いても画像を見ることができる。特に、画像光学素子の射出ひとみを、空間的に複数にし、或いは動かすことによってより広範囲をカバーできるので、観察者の眼のひとみのサイズよりもより小さいサイズを選択してもよい。

【0025】

又、本発明による画像表示装置では、射出ひとみを動かすための射出ひとみ光学素子は、例えば、1つ以上の傾斜面・平行面等の、回転、ビーム設定部品を含んでもよい。この光学部品は、射出ひとみの動きを特に容易にする。

30

【0026】

本発明による好ましい画像表示装置では、各射出ひとみからの対応する光線が互いに平行になるような方法で、射出ひとみ光学素子の射出ひとみを空間的に複数にする。これは、各光線が互いに傾斜している場合に起こる、観察者が二重画像を見ること、を防ぐのに有効な特長である。

【0027】

更に、本発明による好ましい画像表示装置では、射出ひとみ光学素子は、各射出ひとみが連続領域をカバーするように、射出ひとみを空間的に複数にするのに有効である。これは、観察者が常に画像を感知し得るという利点になる。

40

【0028】

特に、射出ひとみ光学素子は、射出ひとみが空間的に複数ある及び／又は動くことによって、（時間平均で）表面の輝度分布が均一になる。従って、例えば、全直径によって補正されたひとみにおいて、補正ひとみは、補正されていないひとみと接続され得る。これに関しては、新しい、広がったひとみの中で、観察者にとって均一な輝度になるように、保持時間が制御される。

【0029】

例えば、射出ひとみ光学素子は、走査パターンを使用して、新しい、事実上より大きな

50

、射出ひとみを再現することによって、射出ひとみを複数にする及び／又は移動させる、1つ以上の偏向ミラーを含む。これは、例えば、螺旋状走査（又は偏向）、或いはセル（cell）又は線状走査に有効である。

【0030】

偏向ミラーは、圧電駆動からなってもよいし、ガルバノ・ミラーや静電偏向ミラーでもよい。

本発明による画像表示装置では、HMD装置、顕微鏡、双眼鏡、望遠鏡等の個人使用の場合に特に有利である。

【0031】

特に、本画像表示装置は、HMD装置、顕微鏡、双眼鏡、望遠鏡用に使用され得る。HMD装置用に使用する場合に特に、（好ましくは電氣的に）制御可能な画像作成モジュールを含む。その画像作成モジュールは、いわゆる（空間）光バルブであり、例えば、テキサス・インスツルメント社によって製造販売されている、複数の傾斜ミラーが線と柱で配列されていて、それぞれが個々に制御可能な、傾斜ミラーマトリクスである。

【0032】

HMD装置は、一人の観察者が、作成・投射された画像を見るのみ、或いは、環境（いわゆる複合現実感）上に積み重ねられた画像を感知するようになっている。

本発明を、図を参照して例を用いて詳細に説明する。

【発明の効果】

【0033】

射出ひとみを空間的に増やし、及び／又は、その射出ひとみを動かすことによって、射出ひとみが小型でも、観察者は常に画像を感知し得る。画像光学素子の射出ひとみが小さいと、画像光学素子の光学設計が簡単になり、画像光学素子の体積や重量も削減し得る。更に、小型の射出ひとみを選択し得れば、画像の品質も向上し得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

図1に示す一実施例において、本発明による画像表示装置は画像作成モジュール1（例えば透過型や反射型のLCDモジュール）からなり、画像作成のための制御ユニット2によって制御され得る。更に、画像光学素子3が形成されており（図1では1個のレンズのみを概略的に示したが、画像光学素子3は通常は、屈折効果、反射効果、及び／又は回折効果を有する、数個の光学部品からなる）、画像作成モジュール1によって作成された画像を画像化する。従って、観察者（概略的に示した眼Aで表している）は無限に画像を見ることができる。換言すれば、1つの画素（図1では画素Pで示す）から来た光線は、平行線束として画像光学素子3の射出ひとみ4を通る。

【0035】

画像表示装置は更に、具体的には図1の例中の複屈折部品（例えば石灰石や石英）である、射出ひとみ光学部品5を含む。複屈折部品5は、観察者の眼Aと画像光学素子3との間にあり、従って、画像光学素子3の最後の光線形成面Fの後に配置される。複屈折部品5の配向は、1つの画素から来る光線61、62がそれぞれ、平行な正常光61A、62Aと、異常光61B、62Bに分離されるように選択される。図1中で、画像化されるべき画像の画素Pを用いて概略的に示す。

【0036】

上述の平行化は、画像光学素子3の空間的位置が調整され、更に、最初の射出ひとみ4に加えて、射出ひとみ8による。空間的に位置調整された射出ひとみ8は、表現し易いように、最初の射出ひとみ4の近傍に示されているが、実際は、射出ひとみ4、8は共に同一面Eにあって、画像光学素子3の光軸OAに垂直に拡がっている。

【0037】

図2は、平面E内の射出ひとみ4、8の位置を示す。この表現から明らかなように、観察者によって感知される射出ひとみは、個々の射出ひとみ4、8よりも大きく、一方、画像光学素子3は、小さな射出ひとみ4に適応し易く、それによって、光学設計は簡単にな

10

20

30

40

50

り、画像光学素子 3 の重量や体積は削減される。しかしながら観察者にとっては、画像表示装置は、より大きな射出ひとみ、即ち、射出ひとみ 4、8 の組合せ、になる。

【0038】

複屈折部品 5 を、画像光学素子 3 の光軸 O A の周囲を回転させることによって、観察者によって感知される射出ひとみを更に増大できる。図 3 の矢 B で示されるように、これは、第 2 の射出ひとみ 8 が面内を円運動することによって、第 1 の射出ひとみ 4 の周囲を回転する。複屈折部品 5 の回転が十分に速く行われるならば、観察者は、射出ひとみ 8 のこのような動きを感知できず、従って、より大きな、見かけの射出ひとみが形成される。

【0039】

複屈折部品 5 の回転を有効にするためには、例えば、複屈折部品 5 は可回転部品（不図示）に保持され、その部品は複屈折部品 5 を回転させるべく駆動される。駆動は制御ユニット 2 の制御下で行われる。

【0040】

図 1 の実施例の更なる設計は、更なる複屈折部品（不図示）が複屈折部品 5 の後に配置され、それによって、画像光学素子 3 は、図 4 に示すように、全部で 4 つの射出ひとみ 4、8、10、11 からなる。

【0041】

図 5 は画像表示装置の更なる実施例を示す。図 5 の実施例は、図 1 とは、面平行の平面 12 が異なるだけである。この平面は複屈折部品 5 の代替で、光軸 O A の周囲を回転可能で、光軸に対して傾斜している。この面平行の平面 12 は、90°ではない角度で光軸に対して傾斜しており、図 5 に概略的に示すような、光束を調節する。面平行の平面 12 の回転によって、射出ひとみ面 E 内で射出ひとみ 4 が回転運動（図 6 中の矢印 C で示す）をする。面平行の平面 12 の回転が十分に速ければ、観察者は射出ひとみ 4 の動きを感知し得ない。従って、観察者は実質的により大きな射出ひとみ 13 があると錯覚する。

【0042】

図 7 は、図 1 の実施例と同様に、画像作成のために制御ユニット 2 によって制御される画像作成モジュール、画像化光学素子、および射出ひとみ 5、からなる本発明による画像表示装置の更なる実施例を示す。前述の実施例と異なって、射出ひとみ光学素子 5 は 2 つの偏向ガルバノメータ・ミラー 14、15 からなり、そのミラー面は互いに平行で、回転位置は制御ユニット 2 によって決められる。

【0043】

更に、その画像表示装置は、常に観察者の眼のひとみの位置を検知しているセンサ・ユニット 16 を含む。このようなセンサ・ユニット 16 は、例えば、HMD 装置中のいわゆる眼追跡器である。

【0044】

センサ・ユニット 16 は常に観察者の眼のひとみの位置を検知して、対応する信号を制御ユニット 2 に送信する。制御ユニット 2 は、センサ・ユニット 16 から受信した信号の関数として、偏向ガルバノメータ・ミラー 14、15 を制御する。そのようにして、画像光学素子 3 の射出ひとみ 4 が観察者の眼 A を追跡する。従って、画像光学素子 3 の射出ひとみ 4 が眼のひとみに従って動く。従って、その画像表示装置は閉ループからなり、画像光学素子 3 の射出ひとみ 4 が観察者の眼 A を常に追跡する。射出ひとみ光学素子 5 は、画像光学素子 3 の最後の光束形成面 F の後に配置されるので、射出ひとみ光学素子 5 は、射出ひとみ 4 のひとみの位置に影響を与えるが、画像作成モジュール 1 によって作成される画像の位置には影響を与えない。

【0045】

この実施例の特別な利点は、輝度の損失が殆どないことである。なぜならば、画像光学素子 3 の射出ひとみ 4 が眼 A のひとみよりも少々大きく選択される必要があるので、射出画像の殆どすべての光が観察者に感知される。

【0046】

上述の実施例において、その画像表示装置を意図された目的に使用する際には、画像光

10

20

30

40

50

学素子 3 の射出ひとみ 4 , 8 , 10 , 11 は、観察者の眼のひとみ内或いは近傍に置かれることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】本発明による画像表示装置の実施例の概略図。

【図 2】図 1 の画像光学素子の射出ひとみ面内の射出ひとみの位置を示す図。

【図 3】更なる実施例の射出ひとみの位置を示す図。

【図 4】本発明による画像表示装置の更なる実施例の射出ひとみの位置を示す概略図。

【図 5】本発明による画像表示装置の更なる実施例の概略図。

【図 6】図 5 の画像光学素子の射出ひとみ面内の射出ひとみの位置を示す概念図。

10

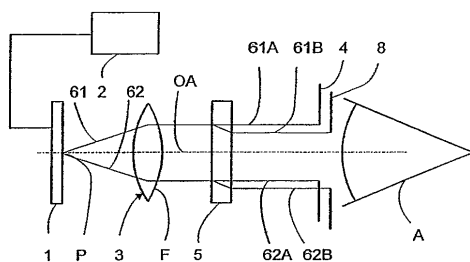
【図 7】本発明による画像表示装置の更なる実施例の概略図。

【符号の説明】

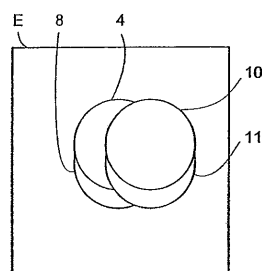
【0048】

2・・・制御ユニット。3・・・画像光学素子。4・・・射出ひとみ。5・・・ひとみ光学素子。12・・・光束調節部品。16・・・眼の位置検知ユニット。

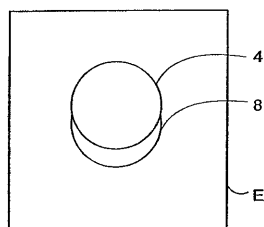
【図 1】



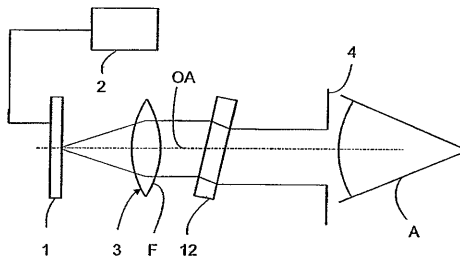
【図 4】



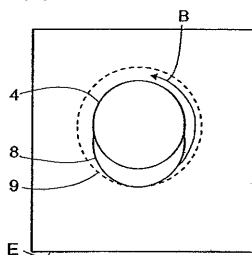
【図 2】



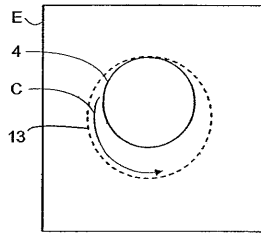
【図 5】



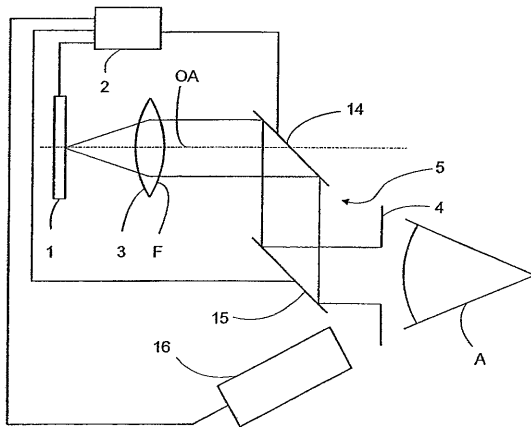
【図 3】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ベルント、シュブラック
ドイツ連邦共和国 D - 7 3 5 6 3 メーグリンゲン レーラー - リップ - シュトラーセ 9
- (72)発明者 マルクス、ゼーセルベルク
ドイツ連邦共和国 D - 7 3 4 3 1 アーレン ドロステ - ヒュルショフ - ヴェーク 1 1
- (72)発明者 ベルトラム、アハトナー
ドイツ連邦共和国 D - 7 3 5 2 5 シュヴァービッシ グミュント ホーバーヴェーク 4 5
- (72)発明者 フランク、ヘラー
ドイツ連邦共和国 D - 7 3 4 3 4 アーレン ミーランヴェーク 2 5
- F ターム(参考) 2H041 AA12 AB14 AC06 AC08 AZ05