

(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2005-292308

(P2005-292308A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 27/02

G02B 17/08

F I

G02B 27/02

G02B 17/08

Z

A

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-104634 (P2004-104634)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三

(74) 代理人 100096965

弁理士 内尾 裕一

(72) 発明者 猪口 和隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 山本 亮

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内

最終頁に続く

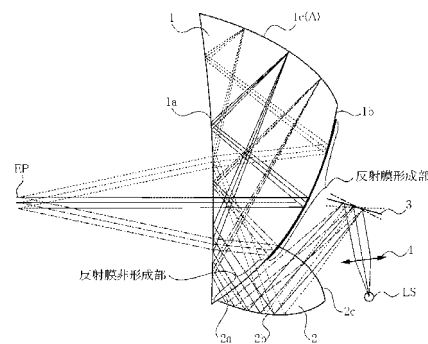
(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 走査部材により描画を行う画像表示装置において、大きい射出瞳が確保可能であって、小型で歪みが少なく光の利用効率の高い画像観察の可能な光学系を有する画像表示装置の実現を目的とする。

【解決手段】 変調した光束を発する光源と、該光源からの光束を該変調に同期して二次元的に操作する走査手段と、該光束に対して偏心した3面以上の光学面を有する第1のプリズム状光学素子を有して、該走査された光束を該光学素子に入射させて該光学素子内部の所定の被走査面上に中間像を生成し、該中間像からの光束を該プリズム状光学素子から射出させて観察者に提示する光学系を有する画像表示装置において、該走査手段により走査された光束が該光学素子に入射する入射光束有効領域が、該光学素子内において該中間像からの光束が該光学面で内部反射される反射光束有効領域と重なりを有しないことを特徴とする画像表示装置を提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

外部からの信号により変調した光束を発する光源と、
該光源からの光束を該変調に同期して二次元的に操作する走査手段と、
該光束に対して偏心した 3 面以上の光学面を同一媒質上に有する第 1 のプリズム状光学素子を有して、該走査手段により走査された光束を該光学素子に入射させて該光学素子内部の所定の被走査面上に結像して中間像を生成すると共に、該生成した中間像からの光束を該プリズム状光学素子から射出させて観察者に虚像として提示する光学系を有する画像表示装置において、

該走査手段により走査された光束が該光学素子に入射する入射光束有効領域が、該光学素子内において該中間像からの光束が該光学面で内部反射される際の反射光束有効領域と重なりを有しないことを特徴とする画像表示装置。 10

【請求項 2】

前記第 1 のプリズム状光学素子に入射した光束は該第 1 のプリズム状光学素子の光学面で少なくとも一回内部反射をされた後に前記中間像を結像し、且つ該中間像からの光束は少なくとも二回内部反射をされた後に該第 1 のプリズム状光学素子から射出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記中間像が形成される前記被走査面は前記第 1 のプリズム状光学素子上の光学面と略一致することを特徴とする請求項 1 乃至 2 に記載の画像表示装置。 20

【請求項 4】

前記被走査面と一致する前記第 1 のプリズム状光学素子上の光学面は曲面であることを特徴とする請求項 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記被走査面と一致する前記第 1 のプリズム状光学素子上の光学面は拡散反射面であることを特徴とする請求項 3 乃至 4 に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記光学系は更に第 2 のプリズム状光学素子を有し、前記走査手段により走査された光束は該第 2 のプリズム状光学素子を介して前記第 1 のプリズム状光学素子に入射することを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載の画像表示装置。 30

【請求項 7】

前記第 1 のプリズム状光学素子と第 2 のプリズム状光学素子は接合されていることを特徴とする請求項 6 に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、走査型手段を使用した画像情報を光学系を介して観察者に表示させる走査型の画像表示装置に関し、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）等に好適な画像表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

現在、HMD の表示素子としては、透過型液晶、反射型液晶、または EL 素子を使ったものが提案されている。しかしながらこれらの素子は、表示に必要な画素分を全て作り込まなければならないため、画素欠陥が発生し易く、素子自体の価格が非常に高くなる。

【0003】

これに対して、液晶や EL などの 2 次元画像表示素子を用いず、線状の光束を発生する光源とその光束を走査する走査型手段を使って画像を表示する表示装置が、開示・提案されている。米国特許 5,467,104 号は、RGB の光を水平方向と垂直方向に走査し、光学系を介して網膜上に直接画像を形成する技術を示している。

【0004】

10

20

30

40

50

しかしながら、上記米国特許 5, 467, 104 号にて開示の走査型画像表示装置では、非常に高速に光を走査することが要求されるため、光を走査するミラー等の走査部に非常に小型のデバイスが使われている。したがって、走査される光ビームがきわめて細いものとなり、観察者の瞳位置での光ビームが非常に径の小さなものとなるという問題がある。

【0005】

こうした小さな射出瞳径を拡大する方法として、米国特許 5, 701, 132 号に開示された技術がある。米国特許 5, 701, 132 号では、走査型手段によりレンズアレイや拡散板等の被走査面に変調したビームを走査して像を形成し、当該被走査面を透過して観察させる像を観察者に提示する構成が開示されている。

10

【0006】

また、特開平 11 - 84291 は、光源からの光をポリゴンミラー状の偏向器を介した後自由曲面プリズムを用いて中間像を形成し、該中間像を自由曲面プリズムを用いて観察者に導く構成を開示している。

【0007】

特開 2001 4955, 特開 2001 - 194617 には、偏心自由曲面光学系を用いて、光源からの光をやや太いビームにして、走査部材で反射させ眼球に導き、比較的小型の光学系を提案している。

【特許文献 1】米国特許 5, 467, 104 号

【特許文献 2】米国特許 5, 701, 132 号

【特許文献 3】特開平 11 - 84291

【特許文献 4】特開 2001 4955

【特許文献 5】特開 2001 - 194617

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、小径ビームを用いながら射出瞳を拡大するために米国特許 5, 701, 132 号に開示の構成を使用した場合、中間像透過型の被走査面を用いるため、光路が長くなり、装置が大型化してしまうという問題がある。一方、走査部材に入射するビーム径を太くして射出瞳を大きくすると、走査部材を介して被走査面上に形成する中間像の収差補正が困難になるため高い光学性能の実現が困難になり、光学系サイズが増大する。また、大型の走査部材が必要となるため、装置の大型化や、走査に要する電力が増大する等の課題を有している。

20

30

【0009】

本発明は、上記課題に鑑み、更なる光学系の小型化、特に長い光路長を必要とする光学系に対しても小型化の図れる構成を提案し、歪みの少ない画像観察の可能な光学系を提案し、小径ビーム即ち小型の走査部材を用いつつも大きい射出瞳が確保できる光学系を提案し、光量ロスがほとんどない明るく小型の光学系を提案することで、小型で高画質の映像提示が出来、電力消費の少ない画像表示装置の実現を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明に係る画像表示装置は、外部からの信号により変調した光束を発する光源と、該光源からの光束を該変調に同期して二次元的に操作する走査手段と、該光束に対して偏心した 3 面以上の光学面を同一媒質上に有する第 1 のプリズム状光学素子を有して、該走査手段により走査された光束を該光学素子に入射させて該光学素子内部の所定の被走査面上に結像して中間像を生成すると共に、該生成した中間像からの光束を該プリズム状光学素子から射出させて観察者に虚像として提示する光学系を有する画像表示装置において、該走査手段により走査された光束が該光学素子に入射する入射光束有効領域が、該光学素子内において該中間像からの光束が該光学面で内部反射される際の反射光束有効領域と重なりを有しないことを特徴とする。

40

50

【発明の効果】

【0011】

本発明の構成によれば、更なる光学系の小型化、特に長い光路長を必要とする光学系に対しても小型化の図れる構成が可能となる。また、歪みの少ない画像観察、小径ビーム即ち小型の走査部材を用いつつも大きい射出瞳の確保、光量ロスがほとんどない明るく小型の光学系が達成でき、低コストで小型で省電力の画像表示装置の提供が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の実施に係る各実施例について具体的に説明する。

【実施例1】

10

【0013】

図1は本発明の画像表示装置の第1の実施例である光学系の垂直断面における光路図である。図中、1は有効光束に対して偏心した曲率を有する複数の反射面を有し、前記複数の反射面を含む有効光束に対して偏心した3面以上の光学面を同一媒質上に有するプリズム状の第1の光学素子、2は有効光束に対して偏心した光学面を有するプリズム状の第2の光学素子、3は反射型の2次元走査手段、4は集束光学系、LSは光源、EPは走査手段3と略共役な光学系射出瞳である。以下、図1を用いて本実施例を説明する。

【0014】

図1中、光源LSは、不図示の表示画像の入力信号に基き、適宜変調された光束を放射する。光源LSから射出した光束は、集束光学系4により集束光束とされ、走査手段3に入射する。走査手段3により光束は2次元方向に偏向され、面2cより光学素子2に入射する。光学素子2に入射した光束は、反射面2bで反射された後、光学素子1の面1bと接合された透過面2aを通過して光学素子1に入射する。光学素子1に入射した光は、面1aで反射されて所定の被走査面上に中間像を形成する。このとき、被走査面は中間像が結像される位置を結んで構成される面であって、光学素子1の内部又は光学面と略一致して生成される。

20

【0015】

図1では、図の断面内（垂直方向）で走査手段3の振れる様子を示しており、走査手段3が基準状態の時を実線で、一方向に最大に振れた状態を点線で、逆方向に最大に振れた状態を一点鎖線で表している。同様に集束光学系を通過した光束が走査手段3が上述したそれぞれの状態の時に反射された光束をそれぞれ実線、点線、一点鎖線で表している。

30

【0016】

面1c(A)は該被走査面近傍に配置された反射面であり、光源から集束光学系4、光学素子2、光学素子1の反射面1aを介して反射面1c(A)に入射した光が再度光学素子1の反射面1aに入射するように、光線を逆向きに反射させる折り返し反射面となっている。反射面1c(A)で反射された光束は、面1aで再度反射され、次に反射面1bで反射された後、透過面1aを通過して走査手段3と略共役の射出瞳EPを形成する。観察者は射出瞳EP近傍に眼を置くことで、被走査面上に形成される画像を観察することができる。

40

【0017】

ここで、走査手段3を射出してから被走査面までの光路上にある光学素子2の透過面2c、反射面2b、光学素子2と光学素子1との接合面である透過面2a、光学素子1の反射面1aは走査光学系としての作用を持ち、集束光学系4と併せて、光源LSを発した光束を被走査面上に結像させる投射光学系として作用している。一方、被走査面から面1a、1b、1aの順で射出瞳EPを形成する光路上にある光学素子1による光学系は、被走査面上に形成された画像を観察者が拡大観察するための接眼光学系としての作用をもつ。

【0018】

図1においては、被走査面近傍の折り返し反射面1c(反射面A)により光路を折り返し、光学素子1に投射光学系、接眼光学系という2つの光学系の作用を持たせたことによって、少ない素子数で光学系を構成することを可能としている。また、投射光学系、接眼

50

光学系という2つの光学系の光路を光学素子1内に収めているので、全体の光路長に対して光学系をコンパクトにすることが出来る。

【0019】

特に、被走査面近傍の反射面1c(A)の前後で反射面1aを共用するように配置して走査光学系の光路(走査光路)と接眼光学系の光路(接眼光路)との大部分を光学素子1内に収める構成としているため、光学系コンパクト化の効果が大きい。即ち、走査手段3、光学素子2を経て光学素子1に入射した光を光学素子内の反射面1aにより反射させているため光学素子サイズに比して光学素子内の走査光路をより長くとり(走査光路をより長く小型の光学素子内に収める)ことが出来るし、また、接眼光路に対しては複数の偏心反射面1a, 1bを用いて光路を折り畳むよう構成して、接眼光路をより長く小型の光学素子内に収めると共に光学素子を一方向に薄型とすることが出来る。

10

【0020】

また、本発明は、投射光学系における光学素子1への入射面2aを光学素子1内での反射面1bと接合して面1bの一部として用いつつ、光学素子への入射面2aの光束有効領域と、接眼光学系における光学素子1内での反射面1a, 1bの光束有効領域とが重なりを持たないように構成している。

【0021】

そのため、光学素子1に投射光学系、接眼光学系という2つの光学系の作用を持たせたにも関わらず、光量損失の少ない、明るい光学系を提供することが可能となる。また、接合したことにより、光学素子1, 2より成る光学部材を強固にするとともに、光源、走査手段等と位置調整する部品点数を削減し、最終組み立て時の調整を容易にすることが出来る。

20

【0022】

また、本実施例においては、走査手段3として反射型の走査手段を用いている。走査手段3を反射型の走査手段とすることにより、走査手段の振れ角に対して光線の振れ角を2倍とすることが出来るため、少ない電力で走査手段を駆動することが可能となる。更に、本実施例においては、走査手段3を2次元走査手段としている。1次元光源アレイと1次元走査手段より成る構成に対しては光源数の削減が図れるし、1次元走査手段を2つ用いる構成に対しては走査手段数の削減とともに光学系構成の簡素化も図れるため、低コスト且つ小型の画像表示装置が提供出来る。

30

【0023】

このような2次元走査手段の一例として、図2に示すようなデバイスが使用可能である。図2は、半導体プロセス技術により作成された、MEMS偏向デバイス301を示している。偏向デバイス301は偏向面(反射面)を持つ微小ミラー302がトーションバー303及び304で支持された構造をもつ。微小ミラー302はトーションバー303がねじれることで軸305を略中心とした共振往復運動を、さらにトーションバー304がねじれることで軸306を略中心とした往復運動を行う。この往復運動により偏向面302の法線方向が2次元的に変化し、微小ミラー302に入射してくる光束を反射させ、2次元方向に走査することが可能となる。

【0024】

また、本実施例においては、被走査面と反射面A(反射面1c)を略一致させ、更に反射面Aを曲面とすることで、投射光学系により形成された中間像の結像にはほとんど寄与せず主光線のみを偏向させる能力を負わせることが出来、投射光学系と接眼光学系によるディストーションを打ち消し合うようにして、観察者に歪みのない画像を観察させることが可能となる。

40

【0025】

また、本発明は、投射光学系と接眼光学系の両者を有効光束を構成する任意の光線に対して偏心した構成とすることで、光学素子1に投射光学系、接眼光学系の両作用を兼用させ、且つ、光学素子1内に折り返し反射面A(1c)を用いて光路を重複させて光路長に対し小型の光学系で構成可能とするとともに、光学素子1への入射面2a(1bとの接合

50

面)と光学素子1の反射面1bとを切り分けて明るい光学系としている。

【0026】

即ち、図1で面1bの太線で示した箇所に反射膜を形成して接眼光学系の光束反射面として使い、反射膜非形成部である箇所より投射光学系としての光束を入射させる機能を負わせ、光量の損失を防止している。このように小型で明るい光学系を実現するために曲率を有する偏心面を用いたために、従来の共軸回転対称光学系では生じない非回転対称な収差(偏心収差)が発生する。この偏心収差を補正するために、光学系を構成する面を非回転対称な形状とすることが好ましい。接眼光学系として作用する面1a, 1bにおいては、中間結像面からの光束を集束させるパワーを反射面のみの作用をする面1bに主として負わせると、反射面では透過面に比べて同じ曲率でも大きいパワーが得られるため、光学素子1を観察者の視軸方向に薄型に出来る。そのため、反射面1bを最もパワーの強い面とすることが好ましい。パワーの大きい偏心反射曲面では偏心収差の発生も大きくなるため、面1bを非回転対称面として偏心収差の発生を抑制することが収差補正上好ましい。更に、面1aも非回転対称面として接眼光学系全体で偏心収差を補正すると、光学性能が向上する。一方、投射光学系の走査光学系部分に相当する面2c, 2b, 2a, 1aについても、偏心収差を補正するために、適宜非回転対称面とすることが好ましい。非回転対称面を増やせば、収差補正の自由度が向上するため、性能向上が見込めることは、走査光学系においても同様である。これら偏心光学面で構成された投射光学系と接眼光学系とでディストーションを打ち消しあうようにするため、折り返し反射面A(1c)も非回転対称面として非回転対称なディストーションを補正すれば、観察者に極めて歪みの少ない画像を提示できる。

【0027】

また、図1においては、反射面Aが拡散作用を持たないものとして説明したが、図3に示すように、反射面Aを拡散反射面とすることで、瞳径を拡大することが可能である。

【0028】

図3は、本実施例における被走査面近傍の折り返し反射面Aを拡散反射面とした際に、拡散反射面Aが有する反射拡散作用を説明する図である。光源LSを発し、走査手段により適宜偏向され、プリズム光学系に入射した光束は、反射面Aを被走査面として走査され、反射面A上に中間像を形成する。ここで、反射面Aに入射する光束は細い集束光束となっているが、反射面Aに拡散作用を持たせたことにより、射出する光束は太線で示した広がり大きな光束となる。光束の広がりが大きくなるため、射出瞳EPに到達する光束はその径が拡大される。従って、光学系射出瞳中心からの観察者瞳位置のマージンが増大するため、容易に画像観察をすることが可能となる。

【0029】

このように反射面Aを拡散反射面とする場合は、投射光学系により形成される中間像面(被走査面)と反射面Aとを略一致させる必要がある。そのために、投射光学系による最小錯乱円径が、被走査面上に形成する結像面のサイズと解像度から決まる画素ピッチの2倍以下になるようにすることが好ましい。この条件を満たすことで、拡散反射により射出瞳径を拡大しながら、極端な画質の低下を防ぐことが可能となる。更に望ましくは、投射光学系による最小錯乱円径が被走査面上に形成する結像面のサイズと解像度から決まる画素ピッチと等倍以下になるようにすると、実質的な画質の低下が生じず、より高画質での画像観察が可能となる。

【0030】

また、このような拡散反射面Aとして、反射面上に周期的な凹凸構造を有する反射型回折光学素子等が使用可能であるが、格子ピッチを画素ピッチ以下とすることで解像力の低下を防ぐことが好ましい。拡散反射面が周期的でないランダム凹凸構造の場合も、凹凸の最大ピッチが画素ピッチ以下となるようにすれば、同様の効果が得られる。

【0031】

また、図1、図3においては光源として1つの光源しか図示していないが、赤、緑、青の光を独立に発する光源からの光を色合成手段により組み合わせ、各色の光源を映像信号

10

20

30

40

50

にあわせて変調することで、カラー画像を観察者に提供することも可能である。

【0032】

また、本実施例においては、投射光学系の光路中で中間像を持つことなく、倒立像として集光させるため、各面のパワーを弱めて曲率を小さくすることができ、少ない光学面数で走査光学系の性能を良好にすることができる。

【0033】

また、本実施例においては、折り返し反射面Aを光学素子1の面1cとして堅固で組み立て調整の容易な構成としており、最終組み立てにおける工数を減らし、組み立て調整のコスト削減が図れる。

【0034】

また、本実施例においては、折り返し反射面Aを基準に考えると、折り返し反射面Aの前後で同一面1aで反射させて面1b乃至面2aへの光路を重複させており、少ない光学面数で光路重複度を高めて小型化を可能としている。即ち、反射面1aを投射光学系の反射面且つ接眼光学系の反射面として共有することで、2a(1bと同一面) 1a 1c(A) 1a 1bの面Aを折り返し地点とする往復光路をプリズム内に形成して両光学系の光路重複部分を増やしている。

【0035】

また、1aは上記2回の反射面としてだけでなく、接眼光学系における光学素子1からの光束射出面(透過面)としても作用させている。1aをハーフミラー面として反射、透過の両作用を負わせることも可能であるが、反射の際には有効光束が臨界角以上の角度で面1aに入射するようにして内部全反射させ、透過の際には有効光束が臨界角以下の角度で面1aに入射するようにして光学素子1から射出するように各面を配置すると、光利用効率格段に高められるため、非常に明るい画像表示を達成できる。

【0036】

以上、本発明の一実施例を用いて説明したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、数多のバリエーションが考えられる。以下、数値実施例を用いつつ、その他の例を挙げて説明を加える。

【実施例2】

【0037】

図4は本発明の画像表示装置の第2の実施例の光学系の垂直断面における光路図である。上述した第1の実施例と本実施例との大きな違いは、折り返し反射面Aを光学素子1とは別に設けたこと、光学素子1内に面1d, 1eを追加して光学素子2を省いたこと、反射面Aの前後の反射面である走査光学系の反射面1dと接眼光学系の反射面1aとを別面としたことである。以下、図4を用いて本実施例を説明する。

【0038】

図4中、光源LSは、不図示の表示画像の入力信号に基き、変調された光束を放射する。光源LSから射出した光束は、集束光学系4により集光され、走査手段3に入射する。走査手段3により光束は2次元方向に偏向され、入射面1eより光学素子1に入射する。光学素子1に入射した光束は、反射面1dで反射された後、透過面1cを通過して所定の被走査面上に中間像を形成する。Aは該被走査面近傍に配置された反射面であり、光源から集束光学系4、光学素子1を介して反射面Aに入射した光が再度光学素子1に入射するように反射させる折り返し反射面となっている。反射面Aで反射された光束は、透過面1cより再度光学素子1に入射し、面1aに臨界角以上の角度で入射して内部全反射し、反射面1bで反射した後、面1aに臨界角以下の角度で面1aに入射し光学素子1を射出して走査手段3と略共役の射出瞳EPを形成する。観察者は射出瞳EP近傍に眼を置くことで、被走査面上に形成される画像を観察することができる。

【0039】

ここで、集束光学系4並びに走査手段3を射出してから被走査面までの光路上にある面1e, 1d, 1cは、光源LSを発した光束を被走査面上に結像させる走査光学系としての作用を持ち、被走査面から面1c, 1a, 1b, 1aの順で射出瞳EPを形成する光路

10

20

30

40

50

上にある光学系は、被走査面上に形成された画像を観察者が拡大観察するための接眼光学系としての作用をもつ。

【0040】

本実施例では、被走査面近傍の反射面 A により光路を折り返し、光学素子 1 に走査光学系、接眼光学系という 2 つの光学系の作用を持たせたことによって、少ない素子数で光学系を構成することを可能としている。また、走査光学系、接眼光学系という 2 つの光学系の光路を光学素子内に収めているので、全体の光路長に対して光学系をコンパクトにすることが出来る。特に、被走査面近傍の反射面 A の前後に反射面を配置して走査光学系の光路（走査光路）と接眼光学系の光路（接眼光路）との大部分を光学素子 1 内に収める構成としているため、光学系コンパクト化の効果が大きい。

10

【0041】

即ち、走査手段 3 を経て光学素子に入射した光を光学素子内の反射面 1 d により反射させているため光学素子サイズに比して光学素子内の走査光路をより長くとる（走査光路をより長く小型の光学素子内に収める）ことが出来るし、また、接眼光路に対しては複数の偏心反射面 1 a , 1 b を用いて光路を折り畳むよう構成して、接眼光路をより長く小型の光学素子内に収めると共に光学素子を一方向に薄型とすることが出来る。

【0042】

また、本実施例では、投射光学系における光学素子 1 への入射面 1 e の光束有効領域と、接眼光学系における光学素子 1 内での反射面 1 a , 1 b の光束有効領域とが重なりを持たないように構成している。そのため、光学素子 1 に投射光学系、接眼光学系という 2 つの光学系の作用を持たせたにも関わらず、光量損失の少ない、明るい光学系を提供することが可能となる。

20

【0043】

また、本実施例においても、走査手段 3 として反射型の 2 次元走査手段を用いている。従って実施例 1 で示したと同様の効果を有し、低コスト且つ小型の画像表示装置が提供出来る。

【0044】

また、本実施例においても、反射面 A を被走査面に一致させて拡散作用を持たせることにより、射出瞳径を拡大することが可能である。

【0045】

また、本実施例においても 3 色の光を独立に発する光源からの光を色合成手段により組み合わせ、各色の光源を映像信号にあわせて変調することで、カラー画像を観察者に提供することも可能である。図 4 では、カラー画像の表示も想定し、色合成手段としてダイクロイックプリズム等を用いる場合のダミーガラス 5 を配置している。

30

【0046】

また、本実施例においては、走査光学系の光路上で光源像として中間像を持つことなく、倒立像として集光させるため、各面のパワーを弱め曲率を小さくすることができる。また、実施例 1 においては折り返し反射面 A の前後の光束反射面をともに面 1 a としていたものを、1 a , 1 d という 2 つの面に分割することで光学的な自由度が増し、走査光学系及び接眼光学系の性能を良好にすることができる。さらに、折り返し反射面 A と面 1 c を分離したことで、面 1 c による収差補正も可能となる。

40

【0047】

なお、本実施例の光学素子 1 の 1 a ~ 1 e の各面は、回転対称軸を持たない非回転対称面で構成される。また、反射面 1 d と反射面 1 a は異なる係数を持つ関数で表記される面で構成されている。

【0048】

このように共役関係にある走査手段 4 と射出瞳 7 の間の光路上に、光源 L S の像が倒立像となる結像面としての被走査面を 1 つだけ有する構成を取ることで、走査手段 4 から被走査面までの光路を短くすることができ、光学系の小型化が可能になる。

【0049】

50

また、走査光学系と接眼光学系を、共通に利用する面を持つ 1 つのプリズムにより構成することで、光学系の構成を簡単にすることができる。

【0050】

表 1 に実施例 2 に対応する数値実施例のデータを記述する。表 1 において、観察者の水平画角は ± 12 度（紙面垂直）、垂直画角 ± 9 度（紙面内）である。

【0051】

走査手段 3 の水平方向偏向角は（紙面内を軸とし、紙面垂直方向に振動） ± 5.49 度、垂直方向偏向角は（紙面垂直方向を軸とし、紙面内で振動） ± 4.118 度である。入射瞳径は 1.35 mm である。

【0052】

実施例中の説明では光源側の光路から順に説明を行ったが、数値実施例では観察者の瞳位置側から逆に光線を追跡した形での記述とする。記述に際して、以下に説明するような観察者の瞳位置をグローバル座標系の基準として表記する。実施例 3、4 についても同様の基準に基づいて表記する。

【0053】

グローバル座標系における 3 次元の座標軸を Z 軸、Y 軸、X 軸とし、それぞれ以下のよう

に定義する。
Z 軸：第 1 面の中心（絶対座標原点）を通る直線で、観察者の視軸方向（2 次元走査手段が水平、垂直ともに振れ角 $\pm 0^\circ$ のときの光線が反射面 A で正反射して射出瞳に到る光線が第 2 面から第 1 面へ到る際と並行で逆向きの方向）を正とする。

Y 軸：第 1 面中心（絶対座標原点）を通り、Z 軸に対し垂直な直線で、Z 軸に対し反時計回りに 90 度をなす方向を正方向とする。

X 軸：原点を通り、Z 軸及び Y 軸に垂直となる直線で紙面奥向きを正方向とする。

【0054】

光学系を構成する各光学面に関しては、上記グローバル座標系における各光学面の面形状を表記するための座標系（ローカル座標系）の原点位置を X, Y, Z で表し、グローバル座標系に対するローカル座標系の YZ 面内での傾きを A（ローカル座標系 z 軸がグローバル座標系 Z 軸に対して反時計周りに傾く方向を正とした角度（単位は degree））、グローバル座標系に対するローカル座標系の XZ 面内での傾きを B（ローカル座標系 z 軸がグローバル座標系 Z 軸に対して反時計周りに傾く方向を正とした角度（単位は degree））、グローバル座標系に対するローカル座標系の XY 面内での傾きを C（ローカル座標系 y 軸がグローバル座標系 Z 軸に対して反時計周りに傾く方向を正とした角度（単位は degree））として記述する。このような記述により定義される x, y, z 軸による座標系を、各面のローカル座標系とする。

【0055】

また、各面における N_d , v_d は、その面以降の媒質の d 線の屈折率とアッペ数を表している。屈折率の符号が変化するものは、その面で反射することを示している。

【0056】

本実施例で使用する回転対称軸を有さない非回転対称面形状について、以下のような数式で表現する。

【0057】

数値実施例 1 中では、非回転対称面として、表中 XYP と表記してある、以下の式を用いる。

【0058】

10

20

30

40

【数 1】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + c2x + c3y + c4x^2 + c5xy + c6y^2 + c7x^3 + c8x^2y + c9xy^2$$

$$+ c10y^3 + c11x^4 + c12x^3y + c13x^2y^2 + c14xy^3 + c15y^4 + c16x^5 + c17x^4y + c18x^3y^2$$

$$+ c19x^2y^3 + c20xy^4 + c21y^5 + c22x^6 + c23x^5y + c24x^4y^2 + c25x^3y^3 + c26x^2y^4 + c27xy^5 + c28y^6$$

$$+ c29x^7 + c30x^6y + c31x^5y^2 + c32x^4y^3 + c33x^3y^4 + c34x^2y^5 + c35xy^6 + c36y^7 + c37x^8 + c38x^7y$$

$$+ c39x^6y^2 + c40x^5y^3 + c41x^4y^4 + c42x^3y^5 + c43x^2y^6 + c44xy^7 + c45y^8$$

10

【0059】

また、同上の関数で、ローカル座標系でxの奇数次に関する項を0とすることで、Y Z 平面に対して対称な面を得ることができる。

【0060】

以上のX Y Pで表される面には符号A, B, C, ...等を付し、その面の非球面係数C**を表2に示した。

【0061】

また、本実施例では、一部の面にローカル座標x z面とy z面とで曲率の異なるアナモルフィック面を用いており、表中にAASとして表し、通常のR項にy z断面での曲率半径を示し、x y断面での曲率半径をRxとして別途付記することとする。

20

【0062】

また、球面である場合はSPHとして示している。

【実施例3】

【0063】

図5は、本発明の画像表示装置の第3の実施例を構成する光学系の垂直断面における光路図である。前述した第1の実施例と本実施例との大きな違いは、折り返し反射面Aを光学素子1とは別に設けたこと、光学素子1と光学素子2を接合せずに別体で用いたこと、光学素子2内に面2dを追加して光学素子2内での反射回数を増やしたこと、光学素子1の走査光束入射面1dと接眼光束反射面1bとを別の面として構成したことである。以下、図5を用いて本実施例を説明する。

30

【0064】

図5中、光源LSは、不図示の表示画像の入力信号に基き、直接変調された光束を射出する。光源LSから射出した光束は、集束光学系4により集光とされ、走査手段3に入射する。走査手段3により光束は2次元方向に偏向され、面2dより光学素子2に入射する。光学素子2に入射した光束は、反射面2c、2bで反射された後、透過面2aを通過して光学素子1に向かう。光学素子1向かった光は面1bより光学素子1に入射した後、面1aで反射され、面1cを通過して所定の被走査面上に中間像を形成する。

【0065】

面Aは該被走査面近傍に配置された反射面であり、面Aでの反射直前の反射面1aで反射されて反射面Aに入射した光が、反射面1aで再度反射されるように、光線を逆向きに反射させる折り返し反射面となっている。反射面Aで反射された光束は、面1cより光学素子1に再度入射し、面1aで再度反射され、次に反射面1bで反射された後、透過面1aを通過して走査手段3と略共役の射出瞳EPを形成する。観察者は射出瞳EP近傍に眼を置くことで、被走査面上に形成される画像を観察することができる。

40

【0066】

ここで、走査手段3を射出してから被走査面までの光路上にある光学素子2の各面と光学素子1の入射面である透過面1b, 反射面1a, 射出面である透過面1cは走査光学系としての作用を持ち、集束光学系4と併せて、光源LSを発した光束を被走査面上に結像させる投射光学系として作用している。一方、被走査面から面1c, 1a, 1b, 1aの順で射出瞳EPを形成する光路上にある光学素子1による光学系は、被走査面上に形成さ

50

れた画像を観察者が拡大観察するための接眼光学系としての作用をもつ。

【0067】

本実施例は、被走査面近傍の折り返し反射面Aにより光路を折り返し、光学素子1に投射光学系、接眼光学系という2つの光学系の作用を持たせたことによって、少ない素子数で光学系を構成することを可能としている。また、投射光学系、接眼光学系という2つの光学系の光路を光学素子1内に収めているので、全体の光路長に対して光学系をコンパクトにすることが出来る。特に、被走査面近傍の反射面Aの前後で面1c, 1aを共用するように配置して投射光学系の光路(投射光路)と接眼光学系の光路(接眼光路)との大部分を光学素子1内に収める構成としているため、光学系コンパクト化の効果が大きい。

【0068】

即ち、走査手段3、光学素子2を経て透過面1dより光学素子1に入射した光を光学素子内の反射面1aで反射させて光学素子1の透過面1cを介して反射面Aに導いているため光学素子サイズに比して光学素子内の走査光路をより長くとる(走査光路をより長く小型の光学素子内に収める)ことが出来るし、また、接眼光路に対しては透過面1cより光学素子1に入射させた光を複数の偏心反射面1a, 1bを用いて光路を折り畳むよう構成して、接眼光路をより長く小型の光学素子内に収めると共に光学素子を一方向に薄型とすることが出来る。

【0069】

また、本発明は、投射光学系における光学素子1への入射面1dを光学素子1内での反射面1bと別面化して光学性能を向上させながら、光学素子への入射面1dの光束有効領域と、接眼光学系における光学素子1内での反射面1a, 1bの光束有効領域とが重なりを持たないように構成している。そのため、光学素子1に投射光学系、接眼光学系という2つの光学系の作用を持たせたにも関わらず、光量損失の少ない、明るい光学系を提供することが可能となる。

【0070】

また、本実施例においても、走査手段3として反射型の2次元走査手段を用いているため、実施例1と同様、低コスト且つ小型の画像表示装置が提供出来る。

【0071】

また、本実施例においても、反射面Aに拡散作用を持たせて、瞳径を拡大させている。

【0072】

また、図5においてもカラー画像の表示を想定し、色合成手段としてダイクロイックプリズム等を用いる場合のダミーガラス5を配置している。

【0073】

また、本実施例においては、走査光学系の光路上で光源像として中間像を持つことなく、倒立像として集光させるため、各面のパワーを弱め曲率を小さくすることができる。また、本実施例の光学素子1の1a~1cの各面並びに光学素子2の2a~2dの各面は、回転対称軸を持たない非回転対称面で構成される。これにより偏心収差を補正し、解像力の高い光学系とするとともに、平面の折り返し反射面Aを用いても、走査光学系を含む投射光学系のディストーションと接眼光学系のディストーションとをうまく打ち消しあって歪みの極めて少ない光学系としている。

【0074】

表3に実施例3に対応する数値実施例のデータを記述する。表3において、観察者の水平画角は ± 25 度(紙面垂直)、垂直画角は ± 14 度(紙面内)である。

【0075】

走査手段3の水平方向偏向角は(紙面内を軸とし、紙面垂直方向に振動) ± 5.49 度、垂直方向偏向角は(紙面垂直方向を軸とし、紙面内で振動) ± 4.118 度である。入射瞳径は1.4mmである。

【0076】

また、表3に示す数値実施例2、及び以下に説明する表5に示す数値実施例3では、表中FFSと表す以下の非回転対称面形状の式を用いている。尚、数値実施例においては全

10

20

30

40

50

て Y Z 面に対称な形状としたため、以下の式においては、X の奇数次項をあらかじめ除去した式としている。

【 0 0 7 7 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned}
 z = & \{ (x^2+y^2) / r \} / \{ 1 + \text{SQRT}(1-(1+c1)(x^2+y^2)/r^2) \} \\
 & +c5 (x^2-y^2) \\
 & +c6 (2x^2+2y^2-1) \\
 & +c10(3x^2y+3y^3-2y) \\
 & +c11(3x^2y-y^3) \\
 & +c12(x^4-6x^2y^2+y^4) \\
 & +c13(4x^4-4y^4-3x^2+3y^2) \\
 & +c14(6x^4+12x^2y^2+6y^4-6x^2-6y^2+1) \\
 & +c20(10yx^4+20x^2y^3+10y^5-12x^2y-12y^3+3y) \\
 & +c21(15yx^4+10x^2y^3-5y^5-12x^2y+4y^3) \\
 & +c22(5yx^4-10x^2y^3+y^5) \\
 & +c23(x^6-15x^4y^2+15x^2y^4-y^6) \\
 & +c24(6x^6-30x^4y^2-30x^2y^4+6y^6-5x^4+30x^2y^2-5y^4) \\
 & +c25(15x^6+15x^4y^2-15x^2y^4-15y^6-20x^4+20y^4+6x^2-6y^2) \\
 & +c26(20x^6+60x^4y^2+60x^2y^4+20y^6-30x^4-60x^2y^2-30y^4+12x^2+12y^2-1)
 \end{aligned}$$

10

20

【 0 0 7 8 】

以上の F F S で表される各面には符号 A , B , C , ・ ・ 等を付し、その面の非球面係数 C * * をそれぞれ表 4 、 表 6 に示した。 30

【 実施例 4 】

【 0 0 7 9 】

図 6 は、本発明の第 4 の実施例である光学系の垂直断面における光路図である。

【 0 0 8 0 】

前述した第 1 の実施例と本実施例との大きな違いは、折り返し反射面 A を光学素子 1 とは別に設けフィールドレンズの機能を果たす光学素子 6 の裏面反射面としたこと、光学素子 2 を追加して光学素子 2 内での反射回数を増やしたこと、走査手段から反射面 A の間にも中間像を形成するよう構成したことである。以下、図 6 を用いて本実施例を説明する。

【 0 0 8 1 】

図 6 中、光源 L S から射出した光束は、集束光学系 4 により集光され、走査手段 3 に入射する。走査手段 3 により光束は 2 次元方向に偏向され、面 2 e より光学素子 2 に入射する。光学素子 2 に入射した光束は、反射面 2 d で反射された後中間像を形成し、更に反射面 2 c 、 2 b で反射された後、光学素子 1 の面 1 b との接合面である透過面 2 a を通過して光学素子 1 に入射する。光学素子 1 に入射した光は面 1 a に臨界角以上の角度で入射して内部全反射され、面 1 c を通過して光学素子 6 に向かう。光学素子 6 に向かった光は、面 6 a より光学素子 6 に入射した後、面 6 b 近傍の被走査面上に 2 回目の中間像を形成する。面 6 b は被走査面近傍に配置された反射面であり、本実施例での折り返し反射面 A の役割を果たす裏面鏡となっており、反射面 A (面 6 b) に到る直前の反射面 1 a で反射されて反射面 A に入射した光が反射面 1 a で再度反射されるように、光線を逆向きに反射さ 40

50

せる。反射面 6 b (A) で反射された光束は、面 6 a より光学素子 6 を射出し、面 1 c より光学素子 1 に再度入射し、面 1 a に臨界角以上の角度で入射し再度内部全反射され、次に反射面 1 b で反射された後、面 1 a に臨界角以下の角度で入射して透過面 1 a を通過し走査手段 3 と略共役の射出瞳 E P を形成する。観察者は射出瞳 E P 近傍に眼を置くことで、被走査面上に形成される画像を観察することができる。

【 0 0 8 2 】

ここで、走査手段 3 を射出してから被走査面までの光路上にある光学素子 2 の各面と光学素子 1 の反射面 1 a , 透過面 1 c , 光学素子 6 の透過面 6 a は走査光学系としての作用を持ち、集束光学系 4 と併せて、光源 L S を発した光束を被走査面上に結像させる投射光学系として作用している。一方、被走査面から面 6 a , 1 c , 1 a , 1 b , 1 a の順で射出瞳 E P を形成する光路上にある光学素子 6 と 1 による光学系は、被走査面上に形成された画像を観察者が拡大観察するための接眼光学系としての作用をもつ。

10

【 0 0 8 3 】

本実施例は、被走査面近傍の折り返し反射面 A により光路を折り返し、光学素子 6 の透過面 6 a と光学素子 1 とに投射光学系、接眼光学系という 2 つの光学系の作用を持たせたことによって、少ない素子数で光学系を構成することを可能としている。また、投射光学系、接眼光学系という 2 つの光学系の光路を光学素子 6 及び 1 内に収めているので、全体の光路長に対して光学系をコンパクトにすることが出来る。特に、被走査面近傍の反射面 A の前後で面 1 a , 1 b , 1 c を共用するように配置して投射光学系の光路と接眼光学系の光路との大部分を光学素子 1 内に収める構成としているため、光学系コンパクト化の効果が大きい。

20

【 0 0 8 4 】

即ち、走査手段 3、光学素子 2 を経て透過面 1 b (2 a) より光学素子 1 に入射した光を光学素子内の反射面 1 a で反射させて光学素子 1 の透過面 1 c を介して反射面 A に導いているため光学素子サイズに比して光学素子内の走査光路をより長くとることが出来るし、また、接眼光路に対しては透過面 1 c より光学素子 1 に入射させた光を複数の偏心反射面 1 a , 1 b を用いて光路を折り畳むよう構成して、接眼光路をより長く小型の光学素子内に収めると共に光学素子を一方向に薄型とすることが出来る。

【 0 0 8 5 】

また、本実施例は、投射光学系における光学素子 1 への入射面 2 a を光学素子 1 内での反射面 1 b と接合して面 1 b の一部として用いつつ、光学素子への入射面 2 a の光束有効領域と、接眼光学系における光学素子 1 内での反射面 1 a , 1 b の光束有効領域とが重なりを持たないように構成している。そのため、光学素子 1 に投射光学系、接眼光学系という 2 つの光学系の作用を持たせたにも関わらず、光量損失の少ない、明るい光学系を提供することが可能となる。

30

【 0 0 8 6 】

また、本実施例においても、走査手段 3 として反射型の走査手段を用いている。

【 0 0 8 7 】

また、本実施例においても、反射面 A に拡散作用を持たせて、瞳径を拡大させている。

【 0 0 8 8 】

また、図 6 においてもカラー画像の表示を想定し、色合成手段としてダイクロイックプリズム等を用いる場合のダミーガラス 5 を配置している。

40

【 0 0 8 9 】

また、本実施例においては、走査光学系の光路上で光源像として中間像を形成するように構成したため、各面のパワーは強くなっているが、反射面 2 b , 2 c , 2 d で光路を交差させて光学素子 2 を小型にしている。また、本実施例では、光学素子 6 の透過面を非回転対称面で構成して、反射面 A を平面の裏面反射面としながら、走査光学系を含む投射光学系のディストーションと接眼光学系のディストーションとをうまく打ち消しあって歪みの極めて少ない光学系としている。また、6 a 面を正の屈折力を有する屈折面とし、パワーの強い反射面 1 b で生じる像面湾曲を補正する働きを与えて、接眼系単独での光学性能も

50

向上させている。

【 0 0 9 0 】

また、面 1 b との接合面 2 a より光学素子 1 に光束を入射させる際に、面 2 a 近傍に光学系の入射瞳である走査手段の反射面 3 と共役な瞳を形成することで、面 1 b を大型化させずに走査光束の入射と接眼光束の反射とを切り分けて使うことが可能であり、小型化と光利用効率向上との。図 6 でも分かるように、光学素子 1 への走査光束入射面 2 a (1 b) の前後の反射面である反射面 2 b と反射面 1 a との間に瞳が形成されており、走査光学系光束の入射領域を狭め、面 1 b を小型化させている。

【 0 0 9 1 】

また、図 6 では、集束光学系 4 及びダミーガラス 5 と光学素子 1 , 2 とが干渉しているように描かれているが、実際には点線で表したミラー V M を配置して光路を紙面に垂直な方向に折り曲げることで、互いに干渉することなく、小型の画像表示装置が実現可能である。

【 0 0 9 2 】

表 5 に実施例 4 に対応する数値実施例 3 のデータを記述する。表 5 において、観察者の水平画角は ± 25 度 (紙面垂直) 、垂直画角は ± 14 度 (紙面内) である。

【 0 0 9 3 】

走査手段 3 の水平方向偏向角は (紙面内を軸とし、紙面垂直方向に振動) ± 5.49 度、垂直方向偏向角は (紙面垂直方向を軸とし、紙面内で振動) ± 4.118 度である。入射瞳径は 1.4 mm である。

【 0 0 9 4 】

表 6 には、表 5 中で F F S で表される面にそれぞれ符号 A , B , C , \dots 等を付し、その面の非球面係数 C * * を示した。

【 0 0 9 5 】

【表 1】

surf	Y	Z	A	R	type	nd	vd
1	0	0	0	∞	SPH	1	
2	12.1643	24.3397	10.1843	∞	XYP-A	1.53	55.8
3	-11.1154	31.2221	-29.231	-379.298	XYP-B	-1.53	55.8
4	12.1643	24.3397	10.1843	∞	XYP-A	1.53	55.8
5	23.5325	30.85889	78.1234	∞	XYP-C	1	
6	23.2541	37.32731	60.6645	∞	SPH	-1	
7	23.5325	30.8589	78.1234	∞	XYP-C	-1.53	55.8
8	0.4732	23.7503	18.7396	-5940.41	XYP-D	1.53	55.8
9	-16.5333	29.02948	-49.7351	7.4038	XYP-E	1	
10	-17.1864	34.76619	-76.6161	∞	SPH	-1	
11	-12.6051	36.7692	-66.3839	-5.7818	SPH	-1.516	64.14
12	-10.3757	37.744	-66.3839	2.7379	SPH	-1.699	30.13
13	-9.6812	38.0476	-66.3839	5.6982	SPH	-1	
14	-9.5896	38.0877	-66.3839	∞		-1.516	64.14
15	-2.2596	41.2926	-66.3839	∞		-1	
16	-0.8852	41.8935	-66.3839	∞			

【 0 0 9 6 】

【表 2】

XYP-A	c4=0.000e+000 c6=0.000e+000 c8=-9.933e-003 c10=-4.932e-004 c11=-8.388e-005 c13=0.000e+000 c17=1.214e-005 c19=0.000e+000 c21=2.493e-007 c22=-8.821e-008 c24=-4.103e-007 c26=2.244e-008 c28=1.474e-008 c30=0.000e+000 c32=0.000e+000 c34=0.000e+000 c36=0.000e+000 c37=0.000e+000 c39=0.000e+000 c41=0.000e+000 c43=0.000e+000 c45=0.000e+000
XYP-B	c4=0.000e+000 c6=0.000e+000 c8=-5.676e-003 c10=-6.193e-005 c11=-1.516e-006 c13=0.000e+000 c17=1.526e-005 c19=0.000e+000 c21=-2.559e-008 c22=-1.804e-009 c24=-1.664e-008 c26=-9.598e-009 c28=-1.670e-010 c30=-9.622e-010 c32=-5.279e-011 c34=-1.102e-010 c36=-7.324e-012 c37=-4.409e-011 c39=1.014e-010 c41=-2.801e-012 c43=7.994e-012 c45=2.108e-013
XYP-C	c4=0.000e+000 c6=0.000e+000 c8=-8.853e-003 c10=6.126e-003 c11=-1.499e-004 c13=0.000e+000 c17=-1.823e-005 c19=0.000e+000 c21=8.709e-005 c22=-2.144e-006 c24=4.517e-007 c26=5.587e-007 c28=2.563e-006 c30=1.696e-007 c32=1.200e-007 c34=0.000e+000 c36=1.340e-009 c37=5.715e-008 c39=5.999e-009 c41=6.403e-009 c43=-2.462e-009 c45=1.383e-010
XYP-D	rdy=-5.940e+003 c4=0.000e+000 c6=0.000e+000 c8=-4.093e-003 c10=-2.934e-004 c11=-2.926e-004 c13=0.000e+000 c17=-1.515e-005 c19=0.000e+000 c21=-3.020e-007 c22=-3.326e-005 c24=-4.093e-006 c26=-1.712e-007 c28=-2.666e-009 c30=-3.326e-007 c32=2.454e-008 c34=-2.076e-009 c36=-1.547e-011 c37=-9.269e-009 c39=2.313e-007 c41=-4.279e-009 c43=3.452e-011 c45=-2.163e-013
XYP-E	rdy=7.404e+000 c4=0.000e+000 c6=0.000e+000 c8=-1.118e-001 c10=4.559e-003 c11=-1.456e-003 c13=0.000e+000 c17=-2.918e-003 c19=0.000e+000 c21=-6.299e-004 c22=4.347e-005 c24=1.932e-004 c26=-3.394e-004 c28=7.744e-005 c30=2.413e-005 c32=1.309e-006 c34=5.942e-005 c36=7.759e-007 c37=1.556e-005 c39=-1.730e-005 c41=-5.800e-006 c43=-4.614e-006 c45=-6.240e-007

10

20

30

【表 3】

SURF	X	Y	Z	A	R	typ	Nd	vd	
1	0	0	0	0	∞	SPH	1		
2	0	-29.4315	24.35997	0.4896	-290.141	FFS-A	1.5709	33.8	
3	0	-22.389	29.37169	-32.9241	-70.2912	FFS-B	-1.5709	33.8	
4	0	-29.4315	24.35997	0.4896	-290.141	FFS-A	1.5709	33.8	
5	0	30.24191	38.85668	66.3645	-83.7271	FFS-C	1		
6	0	34.13832	35.96789	59.6361	∞	SPH	-1		
7	0	30.24191	38.85668	66.3645	-83.7271	FFS-C	-1.5709	33.8	10
8	0	-29.4315	24.35997	0.4896	-290.141	FFS-A	1.5709	33.8	
9	0	-29.1939	28.74523	-51.8811	-116.387	FFS-D	1		
10	0	-26.9193	33.94957	-41.8196	-146.849	FFS-E	1.5709	33.8	
11	0	-44.5943	46.4004	-37.0143	-207.33	FFS-F	-1.5709	33.8	
12	0	-35.8857	24.92037	18.8967	513.2259	FFS-G	1.5709	33.8	
13	0	-16.5074	41.97014	38.9434	121.4113	FFS-H	1		
14	0	-9.87237	50.62256	74.1287	∞	SPH	-1		
15	0	-30.0885	50.66797	90.1287	-10.8531	AAS	-1.5163	64.1	20
16	0	-31.1353	50.67032	90.1287	∞	SPH	-1		
17	0	-31.3353	50.67077	90.1287	∞	SPH	-1.6477	33.8	
18	0	-32.3353	50.67302	90.1287	-107.878	SPH	-1		
19	0	-32.5353	50.67347	90.1287	-6.226	SPH	-1.5163	64.1	
20	0	-34.7513	50.67845	90.1287	6.4598	SPH	-1.6477	33.8	
21	0	-36.1229	50.68153	90.1287	41.8757	SPH	-1		
22	0	-37.6229	50.6849	90.1287	∞	SPH	-1.5163	64.1	
23	0	-45.6229	50.70287	90.1287	∞	SPH	-1		
24	0	-46.1229	50.70399	90.1287	∞	SPH			30

【表 4】

FFS-A	c 5:-2.4124e-004	c 6:-2.7643e-004	c10:-2.7819e-006	c11:-8.7690e-006
	c12:-2.6009e-008	c13:-1.3322e-007	c14:-8.4560e-008	c20:-1.9955e-011
	c21:-1.8861e-011	c22:-3.1988e-010	c23:-4.3909e-012	c24:-4.7439e-013
	c25:-9.6562e-015	c26:-8.5700e-014		
FFS-B	c 5:-1.4789e-004	c 6:4.0995e-004	c10:-2.9973e-007	c11:-7.4085e-006
	c12:-3.5776e-008	c13:-7.8824e-008	c14:-2.3188e-008	c20:-4.1940e-011
	c21:-1.4234e-010	c22:-1.2395e-010	c23:-2.5504e-012	c24:-5.9295e-012
	c25:-2.6969e-012	c26:-3.7901e-012		
FFS-C	c 5:4.5190e-004	c 6:-1.1972e-003	c10:-9.1680e-008	c11:-4.1463e-005
	c12:-9.5562e-007	c13:-4.0398e-008	c14:-3.2672e-007	c20:-3.2189e-009
	c21:-2.0364e-009	c22:-2.1004e-008	c23:-7.1959e-010	c24:-3.4029e-011
	c25:-8.8901e-011	c26:-2.7276e-011		
FFS-D	c 5:-2.4124e-004	c 6:-2.7643e-004	c10:-2.7819e-006	c11:-8.7690e-006
	c12:-2.6009e-008	c13:-1.3322e-007	c14:-8.4560e-008	c20:-1.9955e-011
	c21:-1.8861e-011	c22:-3.1988e-010	c23:-4.3909e-012	c24:-4.7439e-013
	c25:-9.6562e-015	c26:-8.5700e-014		
FFS-E	c 5:4.1482e-003	c 6:1.1263e-003	c10:-7.9511e-006	c11:-3.7049e-004
	c12:-2.8535e-006	c13:-7.9924e-006	c14:-1.5011e-006	
FFS-F	c 5:-4.8662e-004	c 6:2.0690e-004	c10:-1.0510e-004	c11:-3.1160e-004
	c12:-3.5772e-006	c13:-9.9578e-007	c14:-1.8078e-006	
FFS-G	c 5:-7.5966e-004	c 6:-6.3523e-004	c10:-2.1890e-005	c11:-2.4626e-005
	c12:-4.0577e-007	c13:-1.7202e-007	c14:-1.0621e-007	
FFS-H	c 5:-1.6266e-003	c 6:9.1560e-005	c10:-1.0600e-005	c11:-7.7394e-006
	c12:-3.6783e-007	c13:-3.2778e-007	c14:-6.2683e-008	
FFS-I	c 5:-2.5778e-002	c 6:2.2926e-002	c10:-6.4620e-004	c11:-6.2273e-004
	c12:-3.9885e-005	c13:-4.1931e-005	c14:-4.0438e-005	
AAS	Rx:-11.8957			

10

20

30

40

【 0 0 9 9 】

【表 5】

SURF	X	Y	Z	A	R	typ	Nd	vd	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	0.0	
2	0.000	-15.420	24.338	0.750	-242.1649	FFS-A	1.5709	33.8	
3	0.000	-16.928	31.570	-31.183	-101.5141	FFS-B	-1.5709	33.8	
4	0.000	-15.420	24.338	0.750	-242.1649	FFS-A	1.5709	33.8	
5	0.000	32.061	23.551	65.176	-41.1239	FFS-C	1.0000	0.0	
6	0.000	28.565	35.060	43.987	-36.6052	FFS-D	1.5709	33.8	
7	0.000	36.167	35.999	54.230	∞	SPH	-1.5709	33.8	10
8	0.000	28.565	35.060	43.987	-36.6052	FFS-D	-1.0000	0.0	
9	0.000	32.061	23.551	65.176	-41.1239	FFS-C	-1.5709	33.8	
10	0.000	-15.420	24.338	0.750	-242.1649	FFS-A	1.5709	33.8	
11	0.000	-16.928	31.570	-31.183	-101.5141	FFS-E	1.5709	33.8	
12	0.000	-16.928	31.570	-31.183	-101.5141	FFS-F	1.5709	33.8	
13	0.000	-28.868	35.553	-79.788	-26.7032	FFS-G	-1.5709	33.8	
14	0.000	-16.178	37.479	-106.427	-80.5852	FFS-H	1.5709	33.8	
15	0.000	-22.987	30.018	-150.332	-27.4085	FFS-I	-1.5709	33.8	
16	0.000	-20.790	40.571	-168.355	-165.7329	FFS-J	-1.0000	0.0	20
17	0.000	-18.975	55.029	0.215	∞	SPH	1.0000	0.0	
18	0.000	-15.533	40.411	-13.252	-11.0395	SPH	1.5163	64.1	
19	0.000	-15.056	38.389	-13.252	∞	SPH	1.0000	0.0	
20	0.000	-14.984	38.080	-13.252	-7.8395	SPH	1.5163	64.1	
21	0.000	-14.354	35.406	-13.252	4.6930	SPH	1.6477	33.8	
22	0.000	-13.867	33.341	-13.252	16.4373	SPH	1.0000	0.0	
23	0.000	-13.409	31.394	-13.252	∞	SPH	1.5168	64.2	
24	0.000	-11.575	23.607	-13.252	∞	SPH	1.0000	0.0	
25	0.000	-11.460	23.120	-13.252	∞	SPH	1.0000	0.0	30

【 0 1 0 0 】

【表 6】

FFS-A	c5:-1.4922e-003	c6:-5.7281e-004	c10:-8.3047e-007	c11:-5.0837e-006	c12: 1.0350e-007
	c13: 6.3721e-009	c14:-1.4688e-008	c20:-7.3540e-011	c21:-1.8780e-011	c22: 7.6324e-010
	c23:-5.1593e-012	c24:-4.6987e-013	c25: 5.9297e-013	c26:-5.8323e-013	
FFS-B	c5:-7.6346e-004	c6:-8.4026e-004	c10:3.8518e-007	c11:-4.0072e-007	c12:3.2578e-008
	c13:-3.0800e-008	c14:-1.2853e-008	c20:-9.3943e-011	c21:-1.5807e-010	c22:9.0266e-011
	c23:-1.2974e-013	c24:-2.3479e-012	c25:-2.8963e-013	c26:-1.5035e-012	
FFS-C	c 5:9.5127e-005	c 6:3.7129e-003	c10:-4.7376e-006	c11:-2.1295e-006	c12:-3.3805e-007
	c13:-1.5424e-008	c14:8.9095e-008	c20:-9.4855e-010	c21:-1.5134e-009	c22:-6.7040e-009
	c23:-3.0546e-010	c24:-6.3692e-014	c25:-3.0449e-012	c26:-2.7991e-011	
FFS-D	c 5:1.4424e-003	c 6:1.1131e-002	c10:3.3836e-006	c11:2.0445e-005	c12:3.0904e-007
	c13:-2.9447e-007	c14:-1.0762e-007	c20:-2.4352e-009	c21:5.4258e-009	c22:-2.9078e-008
	c23:-3.8565e-010	c24:3.8789e-011	c25:-1.4098e-010	c26:8.7114e-011	
FFS-E	c 5:-7.6346e-004	c 6:-8.4026e-004	c10:3.8518e-007	c11:-4.0072e-007	c12:3.2578e-008
	c13:-3.0800e-008	c14:-1.2853e-008	c20:-9.3943e-011	c21:-1.5807e-010	c22:9.0266e-011
	c23:-1.2974e-013	c24:-2.3479e-012	c25:-2.8963e-013	c26:-1.5035e-012	
FFS-F	c 5:-7.6346e-004	c 6:-8.4026e-004	c10:3.8518e-007	c11:-4.0072e-007	c12:3.2578e-008
	c13:-3.0800e-008	c14:-1.2853e-008	c20:-9.3943e-011	c21:-1.5807e-010	c22:9.0266e-011
	c23:-1.2974e-013	c24:-2.3479e-012	c25:-2.8963e-013	c26:-1.5035e-012	
FFS-G	c 5:6.1700e-005	c 6:-9.7977e-004	c10:7.4297e-006	c11:-6.6954e-005	c12:4.2662e-006
	c13:4.4584e-006	c14:-7.9442e-007	c20:-2.2311e-010	c21:2.5918e-008	c22:7.4662e-008
	c23:3.9632e-010	c24:-1.3529e-008	c25:2.6380e-009	c26:2.0537e-009	
FFS-H	c 5:1.1727e-002	c 6:7.4942e-003	c10:6.0141e-004	c11:1.5117e-004	c12:5.5364e-005
	c13:9.8537e-005	c14:-1.8243e-004	c20:1.3330e-006	c21:-1.1715e-006	c22:4.6807e-006
	c23:-7.4287e-007	c24:-4.6113e-008	c25:6.2680e-007	c26:-2.5414e-007	
FFS-I	c 5:-1.4676e-003	c 6:-2.1164e-003	c10:3.1861e-005	c11:-3.0700e-005	c12:-8.3451e-006
	c13:-9.8191e-006	c14:-3.2115e-006	c20:-1.9432e-009	c21:-9.8494e-009	c22:6.0014e-008
	c23:-4.6417e-009	c24:-1.0597e-009	c25:-1.2229e-009	c26:-4.0437e-011	
FFS-J	c 5:-8.4119e-003	c 6:-4.9304e-003	c10:-1.7558e-003	c11:-5.5086e-004	c12:-1.3952e-004
	c13:-1.1273e-004	c14:7.0478e-006	c20:-1.0693e-007	c21:-5.3753e-007	c22:-4.3112e-007
	c23:1.0611e-007	c24:1.6040e-007	c25:-1.2690e-008	c26:-2.1750e-008	

10

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】本発明の実施例1の光路図。

【図2】本発明の実施例1の走査手段の具体構成例を説明する図。

【図3】本発明の実施例1において拡散反射板を使用した場合の光路図。

【図4】本発明の実施例2の光路図。

【図5】本発明の実施例3の光路図。

【図6】本発明の実施例4の光路図。

【符号の説明】

【0102】

50

E P 射出瞳（眼球）

L S 光源

A 折り返し反射面（拡散反射面）

1 第1の光学素子（投射光学系と接眼光学系に兼用の光学素子）

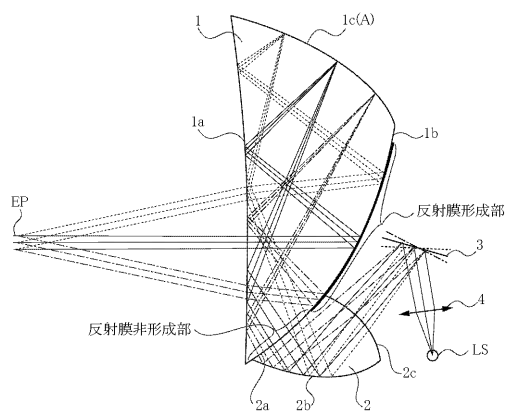
2 第2の光学素子（投射光学系の一部を構成する光学素子）

4 集光光学系

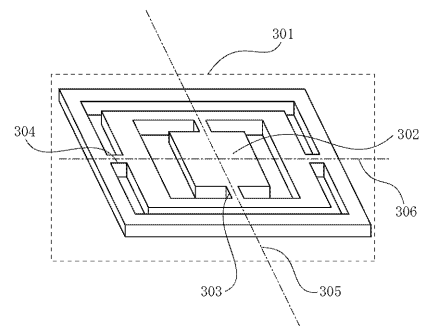
5 ダイクロイックプリズムのダミーガラス

6 第3の光学素子（フィールドレンズの役割を果たす光学素子）

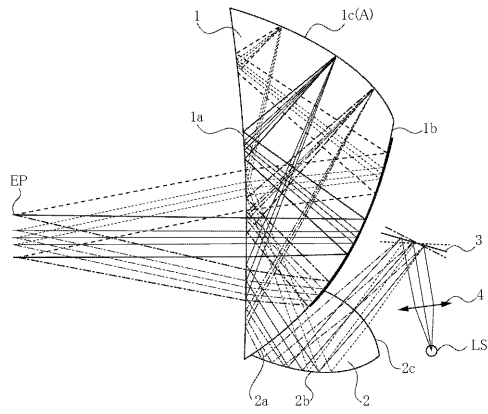
【図1】



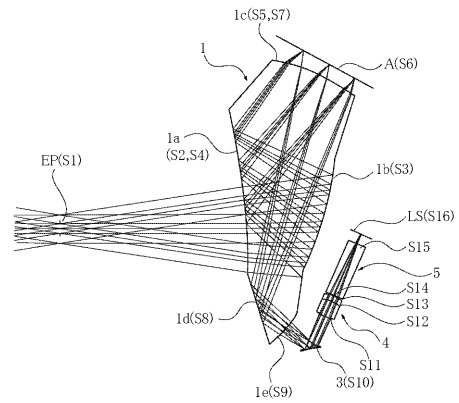
【図2】



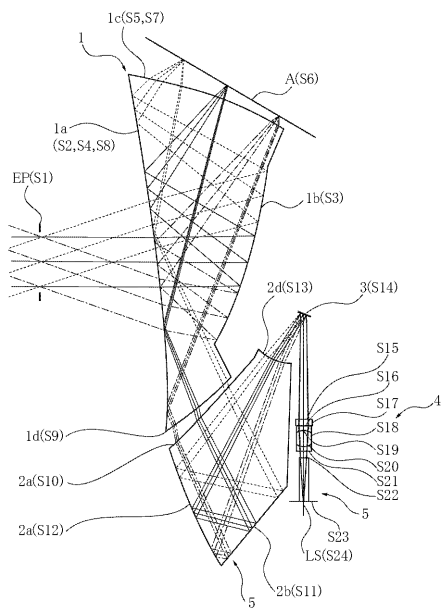
【 図 3 】



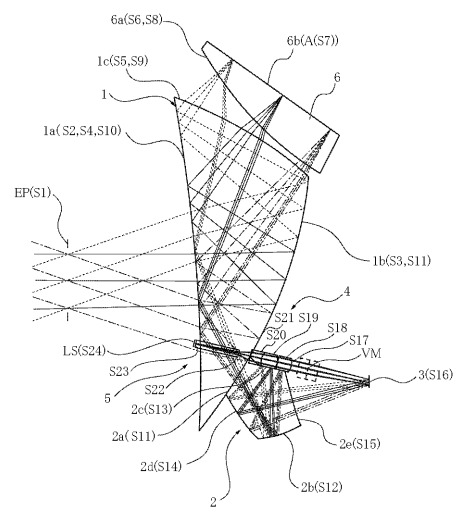
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 章市

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA14 KA24 TA01 TA02 TA06