

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5136758号
(P5136758)

(45) 発行日 平成25年2月6日(2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int.Cl.

G02B 17/08 (2006.01)

F 1

G 02 B 17/08

Z

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-306850 (P2007-306850)
 (22) 出願日 平成19年11月28日 (2007.11.28)
 (65) 公開番号 特開2009-128846 (P2009-128846A)
 (43) 公開日 平成21年6月11日 (2009.6.11)
 審査請求日 平成22年11月22日 (2010.11.22)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100140800
 弁理士 保坂 丈世
 (72) 発明者 若宮 孝一
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】複合光学系及びこの複合光学系を有する光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を透過する光学部材からなる窓により分割された空間のうち一方の空間に配置され、自空間、及び前記窓を通した他方の空間の少なくとも一方を撮影する撮像用光学系と、

前記撮像用光学系により、前記窓の前記他方の空間に接する面または当該面上の物体の像を観察する機能を有する情報取得用光学系とからなり、

前記情報取得用光学系は、少なくとも1枚の正の屈折力を有し、且つ、当該情報取得用光学系の後側焦点と前記撮像用光学系の入射瞳の位置とが一致し、且つ、前記撮像用光学系の入射瞳位置を瞳とした場合、物体側がテレセントリック光学系であるように配置されている複合光学系。

【請求項 2】

前記情報取得用光学系は、当該情報取得用光学系の前側焦点が、前記窓の前記他方の空間に接する前記面上若しくは当該面上の物体に位置するように配置された請求項1に記載の複合光学系。

【請求項 3】

前記情報取得用光学系は、反射系または反射屈折系で構成された請求項1または2に記載の複合光学系。

【請求項 4】

前記情報取得用光学系は、凹面の反射面を少なくとも1面有するように構成された請求項3に記載の複合光学系。

10

20

【請求項 5】

前記情報取得用光学系は、凹面の反射面と凸面の反射面との各々を少なくとも1面ずつ有するように構成された請求項3に記載の複合光学系。

【請求項 6】

前記情報取得用光学系は、前記反射系を構成する反射部材若しくは前記反射屈折系を構成する反射屈折部材を、少なくとも所定の波長の光線を透過する光線透過部材と一緒に構成した請求項3～5いずれか一項に記載の複合光学系。

【請求項 7】

前記情報取得用光学系は、前記光線透過部材が、前記所定の波長以外の光線の光量を制限する部材を有する請求項6に記載の複合光学系。

10

【請求項 8】

前記情報取得用光学系は、凹面の反射面と凸面の反射面とを少なくとも各1面有し、前記凹面の反射面は軸外しの放物面で構成され、

前記凸面の反射面は、前記入射瞳の光軸上の位置と前記凹面の中心とを焦点とする双曲面で構成された請求項3～7いずれか一項に記載の複合光学系。

【請求項 9】

前記撮像用光学系の光軸と前記情報取得用光学系の光軸とが前記撮像用光学系の前記入射瞳の位置で交差し、

前記撮像用光学系の光軸と前記情報取得用光学系の光軸とのなす角度が、前記光軸が交差する点を中心として変化可能に構成された請求項1～8いずれか一項に記載の複合光学系。

20

【請求項 10】

前記情報取得用光学系の物体面付近を照明する照明光学系と、

請求項1～9いずれか一項に記載の複合光学系とから構成された光学装置。

【請求項 11】

前記撮像用光学系の被写体を照明する照明光学系と、

請求項1～9いずれか一項に記載の複合光学系とから構成された光学装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

30

本発明は、複合光学系及びこの複合光学系を有する光学装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

監視用途や車載などの屋外でも使用される電子撮像素子を用いたカメラには、様々なものが存在する。これらの光学系では、カメラの画質を良好に維持するための方策、例えばオートゲイン、オートフォーカス、色バランス補正などが施されているのは周知である。画質に寄与する環境条件で極めて重要なのは、窓ガラスを通過して遠方を監視する場合の窓ガラス表面の汚れや曇り、雨による表面の屈折異常の影響である。窓ガラスに付着した表面の汚れや曇り、雨による表面の屈折異常を検知できれば、その雨滴の付着の程度に応じて洗浄するか吹き飛ばすか警告を発することが可能となる。監視用途においても、環境保護用の保護ガラスの表面に雨滴やゴミが付着した際にそれをリアルタイムに検知して、ワイパーを駆動させることにより表面をクリアにして画質を維持することが可能である。屋内から玄関を監視する防犯装置においても、窓ガラスの表面の雨滴やゴミを検知した場合に洗浄するか吹き飛ばす等の対策を講じることが可能である。窓付近、若しくは窓の外の、例えば鍵の開閉状態など着目すべき物体に対しても、その状態をリアルタイムで監視し、異常を認めた場合に、常時異なる視野を見ていた撮像用光学系を異常のある必要な箇所の方向に向けて撮像を続けることが望まれる。なお、このような監視目的等で用いられる光学系には、広角レンズ等が用いられる（例えば、特許文献1参照）。

40

【特許文献1】特公昭51-14017号公報**【発明の開示】**

50

【発明が解決しようとする課題】**【0003】**

しかしながら、これらの検知装置（センサー）とカメラは従来別の装置として構成されており、設置に当たっては、窓付近にそれぞれ個別に設置して、さらにそれを個別に調整しなければならなかった。すなわち、設置場所に制約を生じ、個別の調整に時間を要し、それぞれのセンサーに受光部を持つなど余分な部材があることから各装置が高価になってしまうという課題があった。

【0004】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、撮像用光学系と情報取得用光学系を統合し、合理的な光学配置によって設置場所の自由度を向上させ、調整を容易にし、部材の一部を共用して安価にした複合光学系を提供し、さらに、この複合光学系を有する光学装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】**【0005】**

前記課題を解決するために、本発明に係る複合光学系は、光を透過する光学部材からなる窓により分割された空間のうち一方の空間に配置され、自空間、及び窓を通した他方の空間の少なくとも一方を撮影する撮像用光学系と、この撮像用光学系により、窓の他方の空間に接する面または当該面上の物体の像を観察する機能を有する情報取得用光学系とかなり、この情報取得用光学系は、少なくとも1枚の正の屈折力を持つ光学部材を有し、且つ、当該情報取得用光学系の後側焦点と撮像用光学系の入射瞳の位置とが一致し、且つ、撮像用光学系の入射瞳位置を瞳とした場合、物体側がテレセントリック光学系であるように配置される。

20

【0006】

このような本発明に係る複合光学系において、情報取得用光学系は、当該情報取得用光学系の前側焦点が、窓の他方の空間に接する面上もしくは当該面上の物体に位置するように配置されることが好ましい。

【0007】

また、このような本発明に係る複合光学系において、情報取得用光学系は、反射系または反射屈折系で構成されることが好ましい。

30

【0008】

このとき、情報取得用光学系は、凹面の反射面を少なくとも1面有するように構成されることが好ましい。

【0009】

あるいは、情報取得用光学系は、凹面の反射面（例えば、実施形態における凹面鏡31）と凸面の反射面（例えば、実施形態における凸面鏡32）との各々を少なくとも1面ずつ有するように構成されることが好ましい。

【0010】

また、このような本発明に係る複合光学系において、情報取得用光学系は、反射系を構成する反射部材若しくは反射屈折系を構成する反射屈折部材を、少なくとも所定の波長の光線を透過する光線透過部材と一緒に構成することが好ましい。

40

【0011】

このとき、この情報取得用光学系は、光線透過部材が所定の波長以外の光線の光量を制限する部材を有することが好ましい。

【0012】

また、このような本発明に係る複合光学系において、情報取得用光学系は、凹面の反射面と凸面の反射面とを少なくとも各1面有し、凹面の反射面は軸外しの放物面で構成され、凸面の反射面は、入射瞳の光軸上の位置と凹面の中心とを焦点とする双曲面で構成されることが好ましい。

【0013】

さらに、このような本発明に係る複合光学系は、撮像用光学系の光軸と情報取得用光学

50

系の光軸とが撮像用光学系の入射瞳の位置で交差し、撮像用光学系の光軸と情報取得用光学系の光軸とのなす角度が、光軸が交差する点を中心として変化可能に構成されることが好ましい。

【0014】

また、本発明に係る光学装置（例えば、実施形態における撮影システム10）は、情報取得用光学系の物体面付近を照射する照明光学系と、上述の複合光学系の何れかとから構成される。

【0015】

あるいは、本発明に係る光学装置は、撮像用光学系の被写体を照明する照明光学系と、上述の複合光学系の何れかとから構成される。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明に係る複合光学系及びこの複合光学系を有する光学装置を以上のように構成すると、撮像用光学系と情報取得用光学系とを統合することができ、極めてコンパクトで調整が簡単で部材が少なく安価な光学系を達成することができ、窓の表面状態の情報を取得でき、必要に応じてその情報を周辺装置若しくは撮像用光学系にフィードバックすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して説明する。図1は、監視カメラの保護用の窓Wで分割された空間R1, R0のうち、一方の空間R1（例えば、監視カメラの場合であれば、ハウジングの内部）に配置された、撮像用光学系2及び情報取得用光学系3からなる複合光学系1を示している。

20

【0018】

撮像用光学系2は、窓Wで分割され、この撮像用光学系2が配置された空間R1内から窓Wを通して他方の空間R0（例えば、監視カメラの場合であれば、ハウジング外部の前方の空間R0）を撮像する（観察する）ように構成されている。このような撮像用光学系2としては、広角レンズが用いられるのが良い。本実施例では特公昭51-14017に示された実施例を所定の焦点距離に比例短縮させて用いたが、どのようなレンズを適用しても良い。

30

【0019】

情報取得用光学系3は、窓W側から順に、正の屈折力を有する光学部材31と負の屈折力を有する光学部材32とから構成されている。この図1に示す実施例においては、正の屈折力を有する光学部材31として、窓W側に凹面31aを向けた凹面鏡31で構成し、負の屈折力を有する光学部材32として、撮像用光学系2側に凸面32aを向けた凸面鏡32で構成した場合を示している。この情報取得用光学系3は、その後側焦点（情報取得用光学系3に対して窓W側から入射した光線が集光される焦点）が、撮像用光学系2の入射瞳の位置と一致するように配置されている。すなわち、情報取得用光学系3の後側焦点が、撮像用光学系2の入射瞳面と光軸とが交わる点と一致するかその近傍に位置するように配置されている。また、撮像用光学系2の入射瞳位置をこの情報取得用光学系3の瞳とした場合、情報取得用光学系3は、物体側がテレセントリック光学系となるように構成されている。情報取得用光学系3をこのように配置することにより、この情報取得用光学系3に入射した光線の全てを撮像用光学系2で取り込むことができる。

40

【0020】

照明光学系4は、窓Wの内側あるいは外側に適宜配置可能であるが、図1には示していない。図1の場合は無くとも構わない。照明光学系4を用いない場合は、背景の散乱光が入射するので、背景の像と窓Wの表面の像が重畳されるが、窓Wの表面Waに情報取得用光学系3の前側焦点があるので、窓表面Waの像がより鮮明に観察される。ここで、例えば降雨により窓Wの外側の面（空間R0側の面）に雨滴が付着すると、観察面Waにおいて雨滴が付着している部分では光線の屈折異常が起こり、この観察面Waの像を撮像用光

50

学系 2 で集光して結像することにより撮像素子で、画像の歪み及び明暗コントラストの強調により雨滴の状態を検出することができる。

【 0 0 2 1 】

以上で説明した図 1 においては、情報取得用光学系 3 を、凹面鏡 3 1 の凹面（反射面）3 1 a と凸面鏡 3 2 の凸面（反射面）3 2 a とからなる反射系で構成した場合について説明したが、図 2 に示すように、窓 W から順に、両凸レンズ 3 3 と窓 W 側に凹面を向けた負メニスカスレンズ 3 4 とを貼り合わせた正接合レンズ 3 5 で構成することも可能である（ここで、図 2 においては、照明光学系 4 は省略している）。すなわち、この情報取得用光学系 3 は、少なくとも 1 枚の正の屈折力を有する光学部材（例えば、上述の正接合レンズ 3 5）で構成することが可能である。また、この図 1 及び図 2 以外にも、情報取得用光学系 3 として、反射系にレンズ等の屈折系を加えた反射屈折系で構成することも可能である。10

【 0 0 2 2 】

なお、情報取得用光学系 3 を反射系または反射屈折系で構成する場合は、窓 W の観察面 W a で反射した照明光を集光するためには、この情報取得用光学系 3 に凹面の反射面を少なくとも 1 面設ける（図 1 の場合は凹面鏡 3 1 の凹面 3 1 a を設けている）必要があり、さらに、凹面の反射面と凸面の反射面とを少なくとも各 1 面設けることにより（図 1 の場合は、凹面鏡 3 1 の凹面 3 1 a 及び凸面鏡 3 2 の凸面 3 2 a を設けている）ペツツヴァル和を小さくして像面湾曲を低減させることができる。さらに、コマ収差等の諸収差を補正して観察面 W a の良好な画像を得るためには、凹面鏡 3 1 の凹面（反射面）3 1 a を軸外しの放物面で構成し、凸面鏡 3 2 の凸面（反射面）3 2 a を、撮像用光学系 2 の入射瞳の光軸上の位置と凹面鏡 3 1 の凹面（反射面）3 1 a の中心とを焦点とする双曲面で構成することが望ましい。20

【 0 0 2 3 】

さらに具体的には、正の屈折力を有する光学部材 3 1 は放物面の焦点を通り、入射光に平行な光軸を回転軸とする凹面の回転放物面であり、負の屈折力を有する光学部材 3 2 は、光学部材 3 1 の焦点を第一の焦点、撮像用光学系 2 の入射軸の位置を第二の焦点とし、二つの焦点を結ぶ直線を回転軸とする凸面の回転対称双曲面の場合、収差が無く撮像用光学系 2 の入射瞳に理想的に光線を集中させることができ、結果として撮像用光学系 2 に光量の損失が無く且つ諸収差が補正された光線を導き入れることが可能である。また、光学部材 3 1 と光学部材 3 2 とは、それぞれ上記の軸を回転軸とする近似球面による回転体であっても充分良好であり、加工が容易でコストの比較的安い光学系を得ることが可能である。なお、各反射面が球面または他の非球面形状を持つ非球面で構成されていても構わない。30

【 0 0 2 4 】

ところで、空間 R I 内に、上述のような凹面鏡 3 1 及び凸面鏡 3 2 のそれぞれを単体で精度良く配置するのは困難である。そのため、少なくとも所定の波長の光線、すなわち、照明光学系 4 により照射される照明光（例えば赤外光）を透過する光線透過部材に、凹面鏡 3 1 及び凸面鏡 3 2 の反射面 3 1 a, 3 2 a に相当する曲面を形成してその上に反射層を形成することにより、情報取得用光学系 3 の反射系若しくは反射屈折系を一体に構成することが望ましい。これにより、この情報取得用光学系 3 の配置が容易になり、また、複合光学系 1 全体の調整も容易に行うことができる。このとき、光線透過部材として、上述の照明光は透過するが、それ以外の波長の光線についてはその光量を制限するような光学材料を用いることにより、照明光以外の光（例えば、ハウジング内 R I から発せられた光や、外部の空間 R O から窓 W を透過して情報取得用光学系 3 に入射する自然光）を除去することができるので、観察面 W a の像を精度良く取得することができる。40

【 0 0 2 5 】

また、このような複合光学系 1 を空間 R I 側に設置する場合、撮像用光学系 2 を窓 W に対して自由な方向に向けたい場合がある。上述のように、情報取得用光学系 3 の後側焦点は、撮像用光学系 2 の入射瞳面と光軸とが交わる点、言い換えると、情報取得用光学系 3

10

20

30

40

50

と撮像用光学系 2 の光軸が交わる点若しくはその近傍に位置するように配置されている。そのため、複合光学系 1 を構成する撮像用光学系 2 を、入射瞳の位置（入射瞳面と光軸とが交わる位置）若しくはその近傍を中心に回転可能に構成することにより、情報取得用光学系 3 の窓 W に対する角度の違いに対応させることができる。図 3 は、撮像用光学系 2 を、図 2 に比較して 25 度、入射瞳の位置を中心に回転させた場合を示している。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、この複合光学系 1 を屋内に設置し、略垂直に延びるように配置された窓 W を通して屋外を監視若しくは撮影する防犯カメラ装置等にも適用する実施形態である。本実施形態の場合は、照明光学系 4 を明視野光源として使用している。本実施形態の照明光学系 4 は、所定の波長の照明光（例えば赤外光）を放射する光源 4 1 と、この光源 4 1 から放射された照明光を集光して平行光束に変換するコンデンサレンズ 4 2 とから構成されている。この照明光学系 4 は、外界の空間 R O から窓 W に対して平行光束となった照明光を照射するように構成されている。この照明光は、窓 W に入射するが、この窓 W と空間 R O との境界面（以降の説明においては、この照明光が照射された境界面を「観察面 W a」と呼ぶ）を透過して、情報取得用光学系 3 に入射し、凹面鏡 3 1 で反射してさらに撮像用光学系 2 に入射し、この撮像用光学系 2 で集光されて、その像面 I に配置された像素子（図 1 においては図示せず）により窓 W の像（窓 W と空間 R O との境界面、すなわち、観察面 W a の像）として検出される。

【 0 0 2 7 】

ここで、例えば降雨により窓 W の外側の面（空間 R O 側の面）に雨滴が付着すると、窓 W の屈折率と雨滴（水）の屈折率の差が小さいため、観察面 W a において雨滴が付着している部分では、光学的に平面ではなくなり、平行光の一部が平行ではなく乱れて透過し、一部の光線は光路から外れてしまう。そのため、情報取得用光学系 3 の前側焦点近傍に観察面 W a が位置するようにこの複合光学系 1 を配置すると、この観察面 W a の像を撮像用光学系 2 で集光して結像することにより、通常の画像よりは明暗が強調された画像を像素子で検出することができる。このとき、像素子で検出した観察面 W a の像の強度が高いほどその画像を明るく表示するとした場合、雨滴が付着している部分だけが黒い画像となるので、この画像を解析することにより、窓 W における外側の空間 R O との境界面の状態、すなわち、観察面 W a に雨滴等が付着しているか否かを検出することができる（窓 W の状態を検出するための撮像装置の構成については後述する）。

【 0 0 2 8 】

観察面 W a に雨滴以外の、例えば泥や葉などが付着した場合も黒い画像となって識別される。撮像エリア R O が明るい場合、情報取得用光学系 3 の像と重畳して見分け難い場合があり得るが、発光ダイオード（LED）をパルス発光させ、変調を掛けることで観察面 W a の情報を切り分ける手段が有効である。情報取得用光学系 3 に上述の波長選択光学材料を用いることにより、照明光以外の光（例えば、家屋内 R I から発生された光や、外部の空間 R O から窓 W を透過して情報取得用光学系 3 に入射する自然光）を除去することも有効である。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、上述の複合光学系 1 を有し、例えば監視用カメラのハウジングの窓 W を通して前方の状況を撮影する撮影システム 1 0 の構成を示している。この撮影システム 1 0 は、上述のように窓 W で区切られたハウジング内に配置される画像記録装置 8 と、窓 W の観察面に照明光を照射する照射光学系 4 と、画像記録装置 8 で生成された画像から窓 W の観察面の状態を検出する制御部 9 とから構成されている。ここで画像記録装置 8 は、上述の複合光学系 1 と、この複合光学系 1 を構成する撮像用光学系 2 の撮像面に配置されて撮像用光学系 2 により結像された像を検出する像素子 5 と、像素子 5 より出力された電気信号から被写体の画像を生成する画像処理部 6 と、この画像処理部 6 で生成された画像を記憶する画像記憶部 7 とから構成され、画像処理部 6 で生成された画像は、制御部 9 にも出力されるように構成されている。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

図6は、撮像用光学系2で結像されて撮像素子5で検出された信号を、画像処理部6で画像50として生成したものであり、この画像50の一部に情報取得用光学系3で集光し、撮像用光学系2で結像した観察面の像51が含まれる。そのため、制御部9でこの観察面の像51を上述の方法で解析することにより、窓Wの観察面の状態（外部との境界面の状態）を検出することができる。例えば、観察面の像51に雨滴の像52が含まれており、観察面に雨滴が付着していると判断した場合は、制御部9により駆動系統（風、温風、ワイパー等）を制御して雨滴を除去することができ、これにより、画像記録装置8で記録される画像の画質を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

(0 0 3 1)

10

【図1】本発明に係る複合光学系の構成を説明するための説明図である。

【図2】上記複合光学系を屈折系で構成した場合を示す説明図である。

【図3】複合光学系を構成する撮像用光学系を回転させた場合を示す説明図である。

【図4】住宅のように窓が略垂直方向に延びるように配置されている場合の、複合光学系の配置について説明するための説明図である。

【図5】撮影システムの構成を示すブロック図である。

【図6】上記撮影システムで撮影された画像を示す説明図である。

【符号の説明】

〔 0 0 3 2 1 〕

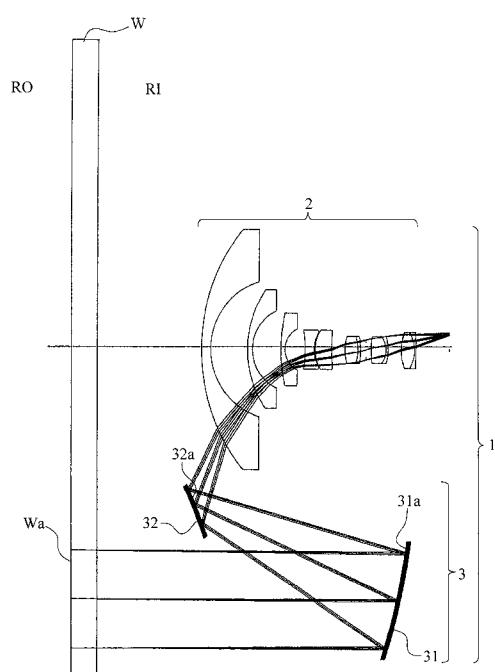
1 複合光学系 2 撮像用光学系 3 情報取得用光学系 4 照明光学系

1.0 摄影システム (光学装置) 3.1 凹面鏡 3.2 凸面鏡

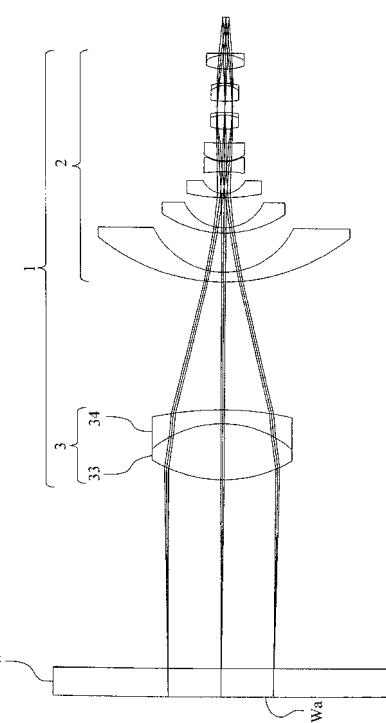
4.1 光源 4.2 コンデンサレンズ W 窓 W.a 習察面

20

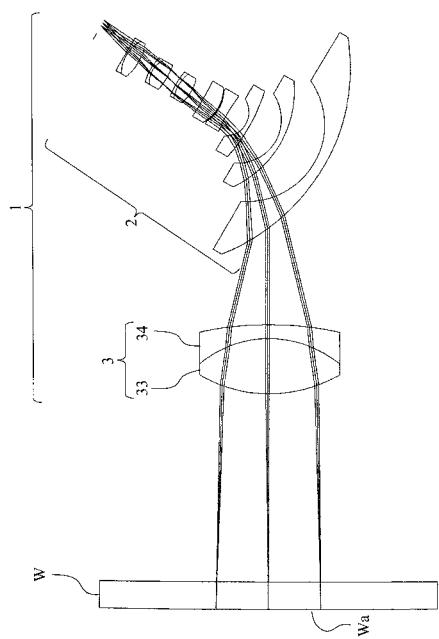
〔 図 1 〕



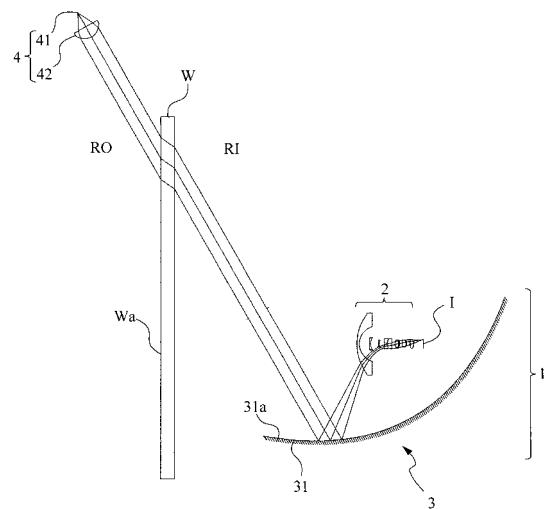
【圖 2】



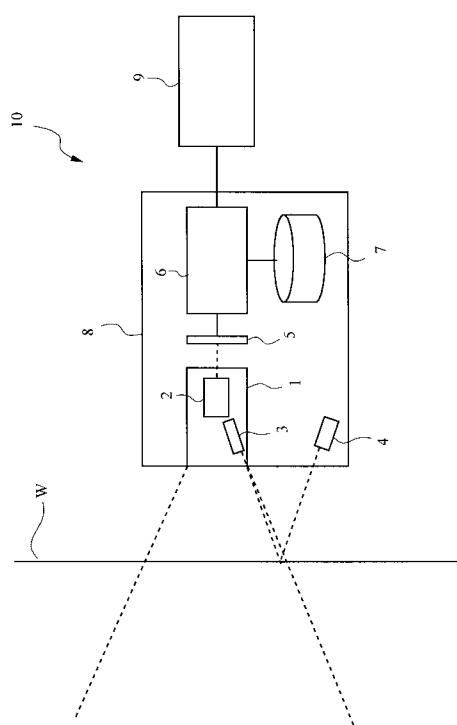
【図3】



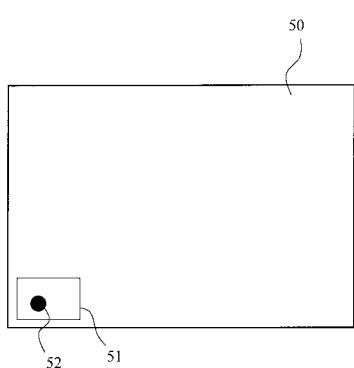
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04