

(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2017-72709

(P2017-72709A)

(43) 公開日 平成29年4月13日(2017.4.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 3/08 (2006.01)</b>	GO2B 3/08	2F112
<b>GO1C 3/06 (2006.01)</b>	GO1C 3/06 120Z	2H087
<b>GO1C 15/00 (2006.01)</b>	GO1C 15/00 103D	
<b>GO2B 17/08 (2006.01)</b>	GO2B 17/08 Z	
<b>GO2B 3/04 (2006.01)</b>	GO2B 3/04	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2015-199195 (P2015-199195)  
 (22) 出願日 平成27年10月7日 (2015.10.7)

(71) 出願人 000220343  
 株式会社トプコン  
 東京都板橋区蓮沼町75番1号  
 (74) 代理人 100083563  
 弁理士 三好 祥二  
 (72) 発明者 湯浅 太一  
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社  
 トプコン内  
 Fターム(参考) 2F112 AD00 BA10 DA01 DA05 DA08  
 DA32  
 2H087 KA00 LA01 RA44 RA45 RA48  
 TA01 TA02 TA04 TA06

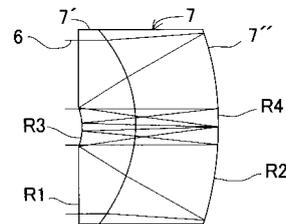
(54) 【発明の名称】 結像光学部材及び測量機の光学系

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 受光光学系の結像光学部材の小型化を図り、更に測量機に於ける光学系の小型化を可能とする。

【解決手段】 レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、凹曲面の中央部を除き反射膜が形成され、入射光6を反射する凹反射面R2と、凹反射面に対向して配置され、反射膜が形成された凸反射面R3とを有し、凹反射面は入射光を凸反射面に集光させる様反射し、凸反射面は入射光を結像させる様反射する様構成された結像光学部材。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入射光を反射する凹反射面と、該凹反射面に対向配置された凸反射面とを有し、前記凹反射面は前記入射光を前記凸反射面に集光させる様反射し、該凸反射面は前記入射光を結像させる様反射する様構成された結像光学部材。

## 【請求項 2】

前記結像光学部材はレンズであり、該レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、該凹曲面の中央部を除き反射膜が形成され、前記入射面の中央部に凹部を形成し、該凹部に反射膜が形成されて凸反射面とされ、該凸反射面で反射された前記入射光が前記凹曲面の中央部を透過し、前記レンズの外側で結像される請求項 1 に記載の結像光学部材。

10

## 【請求項 3】

前記結像光学部材は複数のレンズが接合されて構成される請求項 2 に記載の結像光学部材。

## 【請求項 4】

前記結像光学部材は主レンズ、小レンズから構成され、前記主レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、該凹曲面の中央部を除き反射膜が形成され、前記主レンズの入射面の中央部に前記小レンズが接合され、該小レンズの反接合面には凹部が形成され、該凹部で形成される凹曲面に反射膜が形成されて前記凹曲面に向って突出する凸反射面が形成され、該凸反射面で反射された前記入射光が前記凹曲面の中央部を透過し、前記主レンズの外側で結像される請求項 1 に記載の結像光学部材。

20

## 【請求項 5】

レンズ及び反射鏡で構成され、前記レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、該凹曲面に反射膜が形成され、前記入射面の中央部に凹部が形成され、前記反射鏡は前記凹部に対峙する様設けられ、前記凹曲面で前記凹部に集光される様反射された入射光が前記凹部を透過し、前記反射鏡で反射され前記レンズの外側で結像される結像光学部材。

## 【請求項 6】

凹反射面と、該凹反射面と離間して反射屈折レンズが配設され、該反射屈折レンズの前記凹反射面とは反対の面は副反射面とされ、前記凹反射面は入射光を前記反射屈折レンズに入射させる様に反射し、該反射屈折レンズの前記凹反射面に対向する面は、前記副反射面で反射された前記入射光が、前記凹反射面と前記反射屈折レンズの間で結像する様に構成された結像光学部材。

30

## 【請求項 7】

測距光を投光する投光光学系と、測定対象から反射された反射測距光が入射光として受光される測距用受光光学系とを具備し、該測距用受光光学系が前記入射光を受光面に結像させる結像光学部材を有し、該結像光学部材は請求項 1 ~ 請求項 6 のうちいずれか 1 つに記載の測量機の光学系。

## 【請求項 8】

トラッキング用照明光源を更に有し、該トラッキング用照明光源は前記入射面の凹部に対向して設けられ、前記トラッキング用照明光源から発せられた照明光は、前記凹部で反射された後射出される請求項 7 に記載の測量機の光学系。

40

## 【請求項 9】

請求項 2 の結像光学部材を有し、前記凹曲面の中央部を通過する光軸を、ダイクロイックミラーによって分岐し、分岐した一方の光軸上にトラッキング用照明光源を配設し、他方の光軸上に受光面を配置し、前記ダイクロイックミラーは、照明光と測距光とを分離する様構成された請求項 7 に記載の測量機の光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、結像光学部材及び測量機の光学系と、特に受光部の光学系に関するものである。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

測量機に用いられる光学系は、遠距離での受光光量確保の為、大口径のレンズを使用している。この為、光学系は大きく、又重量も嵩むものとなっていた。

## 【0003】

図1(C)は、従来より用いられている受光部の光学系1を示している。

## 【0004】

複数のレンズからなるレンズ群2により結像光学部材が構成され、入射光がレンズの屈折作用によって受光面3上に結像されている。

## 【0005】

前記レンズ群2は、焦点距離 $f_1$ を有し、光学系1の全長は $L_1$ となっている。この焦点距離は、測量機の光学系が求められる性能によって決定される。

## 【0006】

従って、受光部はこのレンズ群2を収納する大きさとなり、更に光軸方向の長さは前記焦点距離 $f_1$ に依存することになる。

## 【0007】

又、近年では、測量機の小型化、軽量化が図られているが、光学系については、レンズ群2の大きさ、焦点距離 $f_1$ の制約により、小型化が難しいものとなっていた。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】特開2004-69611号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

本発明は受光光学系の結像光学部材の小型化を図り、更に測量機に於ける光学系の小型化を可能とするものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明は、入射光を反射する凹反射面と、該凹反射面に対向配置された凸反射面とを有し、前記凹反射面は前記入射光を前記凸反射面に集光させる様反射し、該凸反射面は前記入射光を結像させる様反射する様構成された結像光学部材に係るものである。

## 【0011】

又本発明は、前記結像光学部材はレンズであり、該レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、該凹曲面の中央部を除き反射膜が形成され、前記入射面の中央部に凹部を形成し、該凹部に反射膜が形成されて凸反射面とされ、該凸反射面で反射された前記入射光が前記凹曲面の中央部を透過し、前記レンズの外側で結像される結像光学部材に係るものである。

## 【0012】

又本発明は、前記結像光学部材は複数のレンズが接合されて構成される結像光学部材に係るものである。

## 【0013】

又本発明は、前記結像光学部材は主レンズ、小レンズから構成され、前記主レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、該凹曲面の中央部を除き反射膜が形成され、前記主レンズの入射面の中央部に前記小レンズが接合され、該小レンズの反接合面には凹部が形成され、該凹部で形成される凹曲面に反射膜が形成されて前記凹曲面に向って突出する凸反射面が形成され、該凸反射面で反射された前記入射光が前記凹曲面の中央部を透過し、前記主レンズの外側で結像される結像光学部材に係るものである。

## 【0014】

又本発明は、レンズ及び反射鏡で構成され、前記レンズの入射面に対向する面が凹曲面

10

20

30

40

50

であり、該凹曲面に反射膜が形成され、前記入射面の中央部に凹部が形成され、前記反射鏡は前記凹部に対峙する様設けられ、前記凹曲面で前記凹部に集光される様反射された入射光が前記凹部を透過し、前記反射鏡で反射され前記レンズの外側で結像される結像光学部材に係るものである。

【0015】

又本発明は、凹反射面と、該凹反射面と離間して反射屈折レンズが配設され、該反射屈折レンズの前記凹反射面とは反対の面は副反射面とされ、前記凹反射面は入射光を前記反射屈折レンズに入射させる様に反射し、該反射屈折レンズの前記凹反射面に対向する面は、前記副反射面で反射された前記入射光が、前記凹反射面と前記反射屈折レンズの間で結像する様に構成された結像光学部材に係るものである。

10

【0016】

又本発明は、測距光を投光する投光光学系と、測定対象から反射された反射測距光が入射光として受光される測距用受光光学系とを具備し、該測距用受光光学系が前記入射光を受光面に結像させる結像光学部材を有し、該結像光学部材は上記した結像光学部材のいずれかである測量機の光学系に係るものである。

【0017】

又本発明は、トラッキング用照明光源を更に有し、該トラッキング用照明光源は前記入射面の凹部に対向して設けられ、前記トラッキング用照明光源から発せられた照明光は、前記凹部で反射された後射出される測量機の光学系に係るものである。

【0018】

更に又本発明は、前記結像光学部材を有し、前記凹曲面の中央部を通過する光軸を、ダイクロイックミラーによって分岐し、分岐した一方の光軸上にトラッキング用照明光源を配設し、他方の光軸上に受光面を配置し、前記ダイクロイックミラーは、照明光と測距光とを分離する様構成された測量機の光学系に係るものである。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、入射光を反射する凹反射面と、該凹反射面に対向配置された凸反射面とを有し、前記凹反射面は前記入射光を前記凸反射面に集光させる様反射し、該凸反射面は前記入射光を結像させる様反射する様構成されたので、光軸長が短くなり、光学系の小型化が実現する。

30

【0020】

又本発明によれば、前記結像光学部材はレンズであり、該レンズの入射面に対向する面が凹曲面であり、該凹曲面の中央部を除き反射膜が形成され、前記入射面の中央部に凹部を形成し、該凹部に反射膜が形成されて凸反射面とされ、該凸反射面で反射された前記入射光が前記凹曲面の中央部を透過し、前記レンズの外側で結像されるので、光軸長が短くなり、光学系の小型化が実現する。

【0021】

又本発明によれば、凹反射面と、該凹反射面と離間して反射屈折レンズが配設され、該反射屈折レンズの前記凹反射面とは反対の面は副反射面とされ、前記凹反射面は入射光を前記反射屈折レンズに入射させる様に反射し、該反射屈折レンズの前記凹反射面に対向する面は、前記副反射面で反射された前記入射光が、前記凹反射面と前記反射屈折レンズの間で結像する様に構成されたので、光軸長が短くなり、光学系の小型化が実現する。

40

【0022】

更に又本発明によれば、測距光を投光する投光光学系と、測定対象から反射された反射測距光が入射光として受光される測距用受光光学系とを具備し、該測距用受光光学系が前記入射光を受光面に結像させる結像光学部材を有し、該結像光学部材は上記した結像光学部材の1つであるので、測距用受光光学系が小型化し、更に測量機の光学系が小型化するという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

50

【図 1】(A)(B)は本実施例に係る結像光学部材を示す図、(C)は従来 of 結像光学部材を示す図である。

【図 2】(A)~(C)は、それぞれ本実施例に係る結像光学部材を示す図である。

【図 3】本実施例に係る他の結像光学部材を示す図である。

【図 4】本実施例に係る他の結像光学部材を示す図である。

【図 5】本実施例に係る他の結像光学部材を示す図である。

【図 6】本実施例に係る他の結像光学部材を示す図である。

【図 7】本実施例に係る他の結像光学部材を示す図である。

【図 8】本実施例に係る他の結像光学部材を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施例を示す光学配置図である。

10

【図 10】第 2 の実施例を示す光学配置図である。

【図 11】第 3 の実施例を示す光学配置図である。

【図 12】(A)は第 4 の実施例を示す光学配置図、(B)は、図 12 (A) の A 矢視図である。

【図 13】(A)は第 5 の実施例を示す光学配置図、(B)は、図 13 (A) の A 矢視図である。

【図 14】(A)は第 6 の実施例を示す光学配置図、(B)は照明光源を示す部分図である。

【図 15】(A)は第 7 の実施例を示す光学配置図、(B)は照明光源、トラッキング受光用兼撮像用受光光学系を示す部分図である。

20

【図 16】第 8 の実施例を示す光学配置図である。

【図 17】トラッキング受光用兼撮像用受光光学系に設けられる光学フィルタの透過特性図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0025】

図 1 (A) は、本実施例の受光部に用いられる結像光学部材の一例を示している。

【0026】

該結像光学部材は 1 枚のレンズ 5 a によって構成され、該レンズ 5 a は、屈折作用と反射作用を具備する。

30

【0027】

該レンズ 5 a は、入射面である物側の面 R 1、反射面である結像側の面 R 2、前記面 R 1 の中央部に、且つ面 R 1 と同心に形成された面 R 3、前記面 R 2 の中央部に、且つ面 R 2 と同心に形成された面 R 4 を有している。

【0028】

前記面 R 1 は平面であり、前記面 R 2 は前記面 R 1 に向って凹面となっており、前記面 R 3 は所定の直径を有し、前記面 R 2 に向って凸面となっている。前記面 R 4 は、前記面 R 2 の延長であってもよく、或は平面であってもよい。又或は、独立する曲面であってもよい。

40

【0029】

前記面 R 1 は入射光 6 を全透過させるものであり、反射防止膜（以下、AR 膜）が形成されている。又、前記面 R 2、前記面 R 3 には前記入射光 6 を全反射させる為の反射膜が形成されている。前記面 R 4 は円形であり、該面 R 4 の直径は、前記面 R 3 の直径以下となっている。前記面 R 4 には、前記入射光 6 を全透過させる為の AR 膜が形成されている。

【0030】

前記面 R 2 は、前記面 R 1 を通って入射した前記入射光 6 を、前記面 R 3 の範囲に集光する様に反射する。前記面 R 2 は、前記入射光 6 を前記面 R 3 の範囲に集光させる為に、球面、非球面等適宜な曲面で形成されている。

50

## 【0031】

前記面 R 3 は前記入射光 6 を反射し、反射した該入射光 6 を前記面 R 4 を透過した位置、即ち前記レンズ 5 a の外側で集光させる。従って、前記面 R 3 は、前記入射光 6 を前記面 R 4 を透過した位置で結像させる為に、球面、非球面等適宜な曲面で形成されている。尚、受光素子が前記面 R 2 に接して設けられる等、受光面が前記面 R 4 と一致する場合は、前記レンズ 5 a の結像位置は前記面 R 2 上であってもよい。

## 【0032】

尚、受光面 3 は、受光素子の受光面であってもよく、或は光ファイバの受光端面であってもよい。

## 【0033】

本実施例の前記レンズ 5 a の光学系全長 1 2 と図 1 ( C ) で示した従来のレンズ群 2 の光学系全長 1 1 とを比較すると、1 2 は 1 1 の 1 / 3 程度となっており、大幅な小型化となっている。

10

## 【0034】

次に、図 1 ( B ) で示すレンズ 5 b は、図 1 ( A ) で示した前記レンズ 5 a の変形を示している。

## 【0035】

前記レンズ 5 b は、前記レンズ 5 a と同様、面 R 1 の中央に面 R 3 が形成され、面 R 2 の中央に面 R 4 が形成されている。

## 【0036】

前記レンズ 5 b では、前記面 R 2、前記面 R 3 の曲率を大きくし、光学系全長 1 3 を更に短くしている。従って、前記レンズ 5 b では、1 3 は 1 1 の 1 / 5 以下となっており、更なる小型化となっている。

20

## 【0037】

尚、曲率を大きくすることで、面間偏心感度が大きくなり、製造難易度は高くなるので、光学系が要求される特性を考慮して、曲率が選択される。

## 【0038】

図 2 ( A ) ~ 図 2 ( C ) に於いて、前記レンズ 5 a の更に変形例を説明する。

## 【0039】

尚、図 2 ( A ) に示すレンズ 5 a は、図 1 ( A ) で示したレンズ 5 a と同一である。

30

## 【0040】

又、図 2 ( A ) ~ 図 2 ( C ) に示されるレンズは、単一のレンズで構成される場合を示している。

## 【0041】

図 2 ( B ) に示されるレンズ 5 c は、面 R 1 を凹曲面とし、該面 R 1 から入射する入射光 6 に対してレンズ効果を作用させる様にしたものであり、前記面 R 1 から入射した前記入射光 6 は拡散して、面 R 2 に入射する。

## 【0042】

又、図 2 ( C ) に示されるレンズ 5 d は面 R 1 を凸曲面とし、該面 R 1 から入射する前記入射光 6 に対して、前記レンズ 5 c とは逆のレンズ効果を作用させる様にしたものであり、該面 R 1 から入射した前記入射光 6 は集光して、前記面 R 2 に入射する。

40

## 【0043】

前記面 R 1 を平面にするか、凹曲面にするか、或は凸曲面にするかは、光学系に要求される性能に対応して適宜選択する。

## 【0044】

図 3 は、結像光学部材としてのレンズ 7 を示しており、該レンズ 7 は図 2 ( A ) で示されるレンズ 5 a を 2 つのレンズ 7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub> に分割し、更に 2 つの該レンズ 7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub> を接合させて構成したものである。図 3 では、前記レンズ 5 a を分割した場合を示しているが、前記レンズ 5 c、前記レンズ 5 d に対しても同様に実施可能である。尚、2 分割に限らず 3 分割以上としてもよい。

50

## 【0045】

結像光学部材を複数枚のレンズで構成することで、設計の自由度が増し、色収差の補正が可能になる。

## 【0046】

色収差補正の利点として、製造時に調整で使う波長を可視光に設定し、調整を容易に行える利点がある。

## 【0047】

図4に示される結像光学部材としてのレンズ8は、図1(A)で示されるレンズ5aの面R3を別の小レンズ8によって形成したものである。

## 【0048】

面R1、面R2、面R4を有するレンズ8の面R1の中央部に前記小レンズ8を接合する。該小レンズ8には凹曲面(前記面R2に向って凸面)が形成され、該凹曲面に全反射膜が形成されている。

## 【0049】

前記レンズ8に於いて、前記面R1から入射した入射光6は、前記面R2によって反射され、前記面R1を透過し、前記面R3によって反射され、受光面3で結像される。前記レンズ8に於いて、前記入射光6が前記小レンズ8に入射し、該小レンズ8から前記レンズ8に入射する過程でレンズ効果が作用する。前記レンズ8を2つの前記レンズ8、前記レンズ8によって構成することで、設計の自由度が増し、色収差の補正が可能になる。

## 【0050】

図5に示す結像光学部材9は、反射屈折レンズ9と反射鏡9とから構成されている。

## 【0051】

前記反射屈折レンズ9は入射面(面R1)が凸曲面となっており、該面R1の中央部には凹曲面(面R3)が形成されている。前記反射鏡9は前記面R3に対向して配設されている。前記面R1、前記面R3は透過面であり、面R2は反射面となっている。

## 【0052】

前記結像光学部材9に入射した入射光6は、前記面R1でレンズ作用を受け、光軸側に屈折され、前記面R2で光軸側に向くよう反射され、更に前記面R3を通過する過程でレンズ作用を受け、光軸から離反する方向に屈折される。

## 【0053】

而して、前記入射光6は、前記面R1を透過し、前記面R2で反射され、前記面R3を透過し、前記反射鏡9で反射され、前記入射光6の入射光路外で結像される。

## 【0054】

図6に示す結像光学部材11は、上記したレンズと同等の機能を有するものであり、凹面反射鏡12と反射屈折レンズ13とから構成されている。

## 【0055】

前記凹面反射鏡12の光軸上に、反射面と対向させ前記反射屈折レンズ13が配設される。

## 【0056】

該反射屈折レンズ13の前記凹面反射鏡12側の面R5は非球面のレンズ面となっており、前記反射屈折レンズ13の物側は面R6となっている。該面R6は前記凹面反射鏡12と対向し、入射光6を全反射する副反射面となっている。

## 【0057】

前記凹面反射鏡12で反射された前記入射光6は、前記反射屈折レンズ13に入射し、前記面R5を通過する過程でレンズ作用を受け、光軸から離反する方向に屈折され、更に前記面R6で反射される。前記面R5のレンズ作用と前記面R6の反射作用によって、前記入射光6は受光面3上に結像される。

## 【0058】

10

20

30

40

50

前記面 R 6 は、平面であってもよく、或は球面、或は非球面の曲面であってもよい。

【0059】

尚、前記凹面反射鏡 1 2 と前記反射屈折レンズ 1 3 との間には空間が形成されるので、結像位置は、前記凹面反射鏡 1 2 と前記反射屈折レンズ 1 3 との間であってもよい。

【0060】

結像位置を、前記凹面反射鏡 1 2 と前記反射屈折レンズ 1 3 との間とすることで、前記結像光学部材 1 1 の光軸方向の長さを更に短くできる。

【0061】

該結像光学部材 1 1 では、前記凹面反射鏡 1 2 の反射面を球面とすることができ、大口径の非球面レンズが不要となるので、製作コストが低減する。

【0062】

図 7 で示される結像光学部材 1 4 は、反射屈折レンズ 1 5 と反射鏡 1 6 によって構成される。

【0063】

前記反射屈折レンズ 1 5 はメニスカスレンズとなっており、該反射屈折レンズ 1 5 の物側は面 R 1 であり、該面 R 1 は入射光 6 の透過面となっており、前記面 R 1 には A R 膜が形成されている。又、前記反射屈折レンズ 1 5 の反対面は反射膜が形成された面 R 2 となっている。

【0064】

前記反射屈折レンズ 1 5 の光軸上に位置し、前記面 R 1 と対向して前記反射鏡 1 6 が設けられる。

【0065】

前記入射光 6 が前記面 R 1 を透過して前記面 R 2 によって反射され、面 R 3 に集光される。該面 R 3 で反射された前記入射光 6 は、光軸上に結像される。

【0066】

前記結像光学部材 1 4 では、結像位置が前記面 R 3 と前記面 R 1 との間となっている。

【0067】

前記反射屈折レンズ 1 5 の中央部に、孔 1 7 が形成され、該孔 1 7 を通過して光ファイバ 1 8 が配置され、該光ファイバ 1 8 の受光端面が前記結像位置と合致する様になっている。

【0068】

図 8 で示される、結像光学部材 2 0 は凹面反射鏡 2 1 と凸面反射鏡 2 2 によって構成される。

【0069】

前記凹面反射鏡 2 1 は、入射光 6 を前記凸面反射鏡 2 2 に向けて集光する面 R 2 を有し、前記凸面反射鏡 2 2 は、前記入射光 6 を光軸上で且つ前記凹面反射鏡 2 1 と前記凸面反射鏡 2 2 との間に結像する様に反射する。

【0070】

尚、結像位置に受光素子を配設してもよいし、前記結像光学部材 1 4 と同様、前記凹面反射鏡 2 1 に前記孔 1 7 を設け、該孔 1 7 を通過させた光ファイバ 1 8 を配置してもよい。

【0071】

尚、上記した様に、本実施例に係る結像光学部材は、少なくとも大径の反射面 R 2 と該反射面 R 2 と対向する小径の反射面 R 3 を有し、大径の反射面は入射光を小径の反射面に入射させ、更に小径の反射面は入射光を反射し、光軸上に結像させる。

【0072】

而して、斯かる光学作用を有する光学的構成は、種々考えられ得ることは言う迄もない。

【0073】

次に、上記した結像光学部材を有する、測量機の光学系について説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 4 】

図 9 は、本発明に係る結像光学部材を有する第 1 の実施例として、レーザスキャナの光学系 2 5 を示しており、該光学系 2 5 には上記した結像光学部材の内、図 1 ( B ) で示したレンズ 5 b が用いられている。

## 【 0 0 7 5 】

図 9 中、2 6 は測距用受光光学系、2 7 は投光光学系、2 8 は撮像用受光光学系、2 9 は測距光を回転照射する為の回転ミラーを示している。

## 【 0 0 7 6 】

前記レンズ 5 b の光軸 3 1 の前記回転ミラー 2 9 の中心に向い、前記光軸 3 1 上に、前記レンズ 5 b 側からミラー 3 2、第 1 ダイクロイックミラー 3 3 が配設される。前記ミラー 3 2 は、測距光、レーザポインタ光、照明光を反射し、前記第 1 ダイクロイックミラー 3 3 は測距光を透過し、可視光を反射する様になっている。

10

## 【 0 0 7 7 】

又、前記光軸 3 1 は、前記回転ミラー 2 9 によって偏向され、測定方向に向けられる。

## 【 0 0 7 8 】

前記投光光学系 2 7 は、測距光光源 3 4 からの測距光、レーザポインタ用光源 3 5 からのレーザポインタ光、照明光源 3 6 からの照明光を前記光軸 3 1 を経てそれぞれ射出する様になっている。ここで、前記測距光、前記レーザポインタ光、前記照明光は、ダイクロイックミラーにより分離できる様に、それぞれ異なる波長となっている。

20

## 【 0 0 7 9 】

又、前記投光光学系 2 7 は、第 2 ダイクロイックミラー 3 7、第 3 ダイクロイックミラー 3 8 を有する。前記第 2 ダイクロイックミラー 3 7 は測距光を透過し、レーザポインタ光、照明光を反射する様になっている。又、前記第 3 ダイクロイックミラー 3 8 は、照明光は透過するが、レーザポインタ光を反射する特性を有している。尚、前記第 3 ダイクロイックミラー 3 8 はハーフミラーとしてもよい。

## 【 0 0 8 0 】

前記測距光光源 3 4 から発せられた測距光は、前記第 2 ダイクロイックミラー 3 7 を透過し、前記ミラー 3 2 で反射され、前記第 1 ダイクロイックミラー 3 3 を透過し、前記回転ミラー 2 9 で偏向され、測定方向に照射される。

## 【 0 0 8 1 】

前記レーザポインタ用光源 3 5 から発せられたレーザポインタ光は、前記第 3 ダイクロイックミラー 3 8、前記第 2 ダイクロイックミラー 3 7 によって反射され、前記ミラー 3 2 で前記光軸 3 1 上に反射され、前記第 1 ダイクロイックミラー 3 3 を透過し、更に前記回転ミラー 2 9 で偏向されて測定方向に照射される。レーザポインタ光は、測距光の光軸 ( 即ち前記光軸 3 1 ) と同一上に照射され、測定点を示す。

30

## 【 0 0 8 2 】

又、前記照明光源 3 6 から発せられた照明光は、前記第 3 ダイクロイックミラー 3 8 を透過し、前記第 2 ダイクロイックミラー 3 7、前記ミラー 3 2 で前記光軸 3 1 上に反射され、前記第 1 ダイクロイックミラー 3 3 を透過し、更に前記回転ミラー 2 9 で偏向されて測定方向に照射される。

40

## 【 0 0 8 3 】

測定対象から反射された反射測距光は、前記光軸 3 1 を経て前記回転ミラー 2 9 に入射し、該回転ミラー 2 9 で反射され、前記第 1 ダイクロイックミラー 3 3、前記ミラー 3 2 を透過し、前記レンズ 5 b により受光面 3 に結像される。

## 【 0 0 8 4 】

結像された測距光は、受光素子 ( 図示せず ) によって受光され、該受光素子から出力される受光信号に基づき測距が行われる。

## 【 0 0 8 5 】

測定対象から反射された照明光は、前記回転ミラー 2 9、前記第 1 ダイクロイックミラー 3 3 で反射され、前記撮像用受光光学系 2 8 を経て撮像素子 3 9 によって受光される。

50

該撮像素子 39 としては、CMOS センサ、CCD 等が用いられ、受光面内での受光位置が分る様になっている。

【0086】

レーザスキャナで、所要の測定範囲を測定する場合、測定範囲内で基準点を必要とする場合がある。この時は、コーナキューブ等、再帰反射性を有する測定対象を基準点に設置し、前記照明光で測定対象を照射し、測定対象からの反射光を受光し、測定対象の位置を測定し、基準位置を設定する。

【0087】

上記の通り、前記測距用受光光学系 26 に前記レンズ 5b が用いられることで、前記測距用受光光学系 26 の光軸長が、大幅に短くなり、測定装置の小型化が図れる。

10

【0088】

図 10 は、図 9 で示した実施例の変形例である第 2 の実施例を示している。尚、第 2 の実施例には、結像光学部材として前記レンズ 5b が用いられている。又、図 10 中、図 9 中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0089】

図 9 で示した実施例では、前記撮像用受光光学系 28 が、測距光の受光光路中に配設されているので、受光光量の一部が、前記撮像用受光光学系 28 によって遮断されることになるが、図 10 で示す第 2 の実施例では、前記撮像用受光光学系 28 を受光光路の外に配設している。

【0090】

従って、第 2 の実施例では受光光量を有効に利用できる。

20

【0091】

図 11 により、第 3 の実施例を説明する。

【0092】

第 3 の実施例では、測距光光源 34 からの測距光、レーザポインタ用光源 35 からのレーザポインタ光、照明光源 36 からの照明光を光軸 31 上に導く為の第 1 ダイクロイックミラー 33 が撮像用受光光学系 28 の光軸上に設けられている。

【0093】

前記測距光光源 34 から発せられた測距光は、第 2 ダイクロイックミラー 37、前記第 1 ダイクロイックミラー 33、ミラー 32 によって順次反射され、前記光軸 31 に射出される。

30

【0094】

又、前記レーザポインタ用光源 35 から発せられたレーザポインタ光は、第 3 ダイクロイックミラー 38 で反射され、前記第 2 ダイクロイックミラー 37 を透過し、前記第 1 ダイクロイックミラー 33、前記ミラー 32 で反射され、前記光軸 31 に射出される。

【0095】

又、前記照明光源 36 から発せられた照明光は、前記第 3 ダイクロイックミラー 38、前記第 2 ダイクロイックミラー 37 を透過し、前記第 1 ダイクロイックミラー 33、前記ミラー 32 で反射され、前記光軸 31 に射出される。

【0096】

この場合、前記第 3 ダイクロイックミラー 38 は照明光を透過し、レーザポインタ光を反射し、前記第 2 ダイクロイックミラー 37 は測距光を反射し、照明光、レーザポインタ光を透過する。前記第 1 ダイクロイックミラー 33 は、測距光、レーザポインタ光を反射し、照明光の一部を反射し、照明光の一部を透過する様になっている。

40

【0097】

前記第 1 ダイクロイックミラー 33 が、前記光軸 31 から外れた位置に設けられたので、その分、該光軸 31 の長さが短縮される。従って、更に、前記測距用受光光学系 26 が小型化できる。

【0098】

図 12 (A)、図 12 (B) は、第 4 の実施例を示している。図 12 (A)、図 12 (

50

B) 中、図 1 1 中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0099】

第 3 の実施例では、第 2 ダイクロイックミラー 3 7 による光軸の分岐方向が紙面に対して平行（光軸 3 1 と平行）な方向であったが、第 4 の実施例では、前記第 2 ダイクロイックミラー 3 7 により紙面に対して垂直な方向に分岐している。

【0100】

第 4 の実施例では、投光光学系 2 7 が撮像用受光光学系 2 8 の側方に設けられるので、光軸 3 1 方向の長さが更に短くなり、光学系の更なる小型化が図れる。

【0101】

図 1 3 (A)、図 1 3 (B) は、第 5 の実施例を示している。第 5 の実施例では、図 5 に示される結像光学部材 9 が用いられている。尚、図 1 3 (A)、図 1 3 (B) 中、図 1 2 (A)、図 1 2 (B) 中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。尚、図 1 3 (A)、図 1 3 (B) 中、回転ミラー 2 9 は図示を省略している。

10

【0102】

反射鏡 9 は、反射屈折レンズ 9 と対峙する面と物側の両面が反射面となっている。

【0103】

投光光学系 2 7 の光軸、及び撮像用受光光学系 2 8 の光軸は、前記反射鏡 9 の物側の反射面で、光軸 3 1 と合致する様に偏向される。又、前記反射屈折レンズ 9 から射出される入射光 6 は、前記反射鏡 9 の前記反射屈折レンズ 9 側の反射面で反射され、結像される。

20

【0104】

従って、前記反射鏡 9 を挟み一方の側に、前記投光光学系 2 7、前記撮像用受光光学系 2 8 が配設され、他方の側に受光面 3 等、測距光検出部（図示せず）が配設される。

【0105】

第 5 の実施例では、前記反射屈折レンズ 9 の反物側に配設されるものが無く、又前記反射鏡 9 の両側の空間が有効に利用されるので、受光系を小型化することができる。

【0106】

図 1 4 (A) は、第 6 の実施例を示している。第 6 の実施例では、図 1 (B) に示されるレンズ 5 b が結像光学部材として用いられている。

30

【0107】

第 6 の実施例は、図 1 1 で示す第 3 の実施例の変形である。図 1 4 (A)、図 1 4 (B) 中、図 1 1 中で示すものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0108】

前記レンズ 5 b を用いた場合、面 R 3 とミラー 3 2 との間にデッドスペース 4 1 が生じる。第 6 の実施例では、該デッドスペース 4 1 を有効利用し、光学系の小型化を図っている。

【0109】

前記ミラー 3 2 を通過した光軸 3 1（前記レンズ 5 b の光軸）上に、且つ前記面 R 3 に対向させて照明光源 3 6 を設ける。該照明光源 3 6 から発せられた照明光は前記面 R 3 を透過し、面 R 2 で反射された後射出される。この場合、前記面 R 3、前記面 R 2 は照明光を平行光とする作用を有する。尚、図 1 4 (B) に示される様に、前記照明光源 3 6 と前記面 R 3 との間に集光レンズ 4 0 を設けてもよい。

40

【0110】

尚、照明光が前記ミラー 3 2 に向けて直接射出される様に、前記照明光源 3 6 を配置してもよい。

【0111】

斯かる配置とすることで、投光光学系 2 7 に於いて（図 1 1 参照）、第 2 ダイクロイックミラー 3 7 等が省略できる。

【0112】

50

図15(A)は、第7の実施例を示している。第7の実施例には、図1(B)に示されるレンズ5bが結像光学部材として用いられている。

【0113】

尚、図15(A)、図15(B)中、図9中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0114】

光軸31上にダイクロイックミラー43を設け、前記光軸31を反射光軸31aと透過光軸31bに分岐する。

【0115】

前記反射光軸31a上に、ミラー32、前記レンズ5bが設けられ、前記ミラー32で反射された光軸上に投光光学系27が設けられる。又、前記透過光軸31b上に撮像用受光光学系28が設けられる。

10

【0116】

前記ダイクロイックミラー43は、測距光を反射し、照明光の一部、レーザポインタ光を反射し、可視光と照明光の一部を透過する。

【0117】

前記撮像用受光光学系28は、前記ダイクロイックミラー43を透過した照明光を受光し、画像を取得し、或は測定対象としてのコーナキューブからの反射光を受光した結果に基づきトラッキングを実行する。

【0118】

図15(B)は、照明光投光部44と前記撮像用受光光学系28との関係を示している。前記照明光投光部44は、前記撮像用受光光学系28を挟んで対称に2組設けられている。

20

【0119】

照明光源が対称な位置に2つあることで、コーナキューブ等からの反射光を受光した場合、2つの受光点の中心が、コーナキューブに向う前記光軸31の位置となり、トラッキングを正確に行える。従って、トラッキング用の照明光を、測距光軸上に射出できない場合、有効な配置となる。

【0120】

図16は、第8の実施例を示している。第8の実施例には、図1(A)に示されるレンズ5aが結像光学部材として用いられている。尚、図16中、図9中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。又、結像光学部材は、レンズ5b~レンズ5d、レンズ7、レンズ8のいずれかであってもよい。

30

【0121】

第8の実施例では、レンズ5aの面R4を透過した光軸45上に照明用光源投光部27が設けられている。前記光軸45上には、ダイクロイックミラー46が設けられている。

【0122】

該ダイクロイックミラー46は、可視光を透過し、不可視光を反射する光学特性を有しており、照明光源36から発せられる照明光は透過され、前記レンズ5aにより平行光束とされ、射出される様になっている。

40

【0123】

又、前記ダイクロイックミラー46は前記光軸45を分岐し、分岐した光軸を受光面3へと偏向する。分岐した光軸上にはリレーレンズ47が設けられている。前記レンズ5aに入射した入射光6は、前記面R4を透過した位置で結像され、更に前記ダイクロイックミラー46で反射された後、前記リレーレンズ47により受光面3上に結像される。

【0124】

尚、透過した光軸に前記受光面3を配置し、分岐した光軸に前記照明用光源投光部27を設けてもよい。

【0125】

50

撮像用受光光学系 28 には、以下の光学フィルタが設けられてもよい。

【0126】

一般に使用されるカメラに設けられる受光センサの RGB 感度は図 17 に示される通りである。

【0127】

可視光の波長は 400 nm ~ 700 nm であるが、受光センサは赤外の領域にも感度を持っており、特に波長が 810 nm ~ 840 nm では、感度は低くなるものの RGB 共に同等の感度となっている。

【0128】

この特性を利用し、トラッキング用の照明光として例えば、810 nm ~ 840 nm の波長の赤外光を用いた場合、図 17 中、曲線 49 で示す透過特性、即ち可視領域の波長を透過すると共に 810 nm ~ 840 nm の範囲の波長を透過するフィルタを作成し、該フィルタを前記撮像用受光光学系 28 の所要の位置に設ける。

10

【0129】

このフィルタを設けることで、撮像素子 39 より自然な色味の画像が取得できると共に、トラッキングの反射光（赤外光）も受光できるようになる。従って、前記撮像素子 39 からの信号に基づきトラッキングが行える。

【0130】

ダイクロイックミラーは、ビームスプリッタでもよく、或は波長域の一部をダイクロイックミラーとし、一部はビームスプリッタの特性を持った光学素子でもよい。

20

【0131】

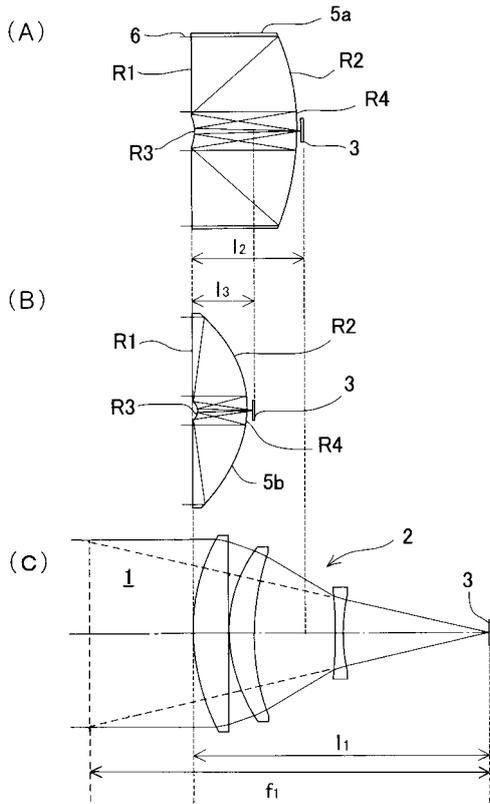
更に上記した面 R1 ~ 面 R4 は、近距離の受光光量を確保する為、レンズの一部の形状を近距離に焦点が合う様な非球面形状にしてもよい。

【符号の説明】

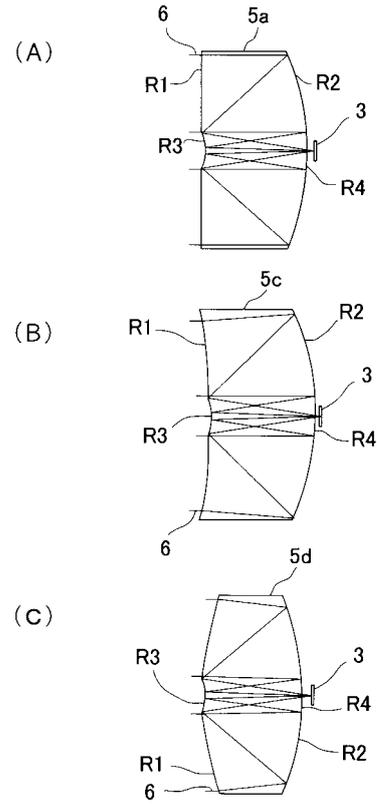
【0132】

1	光学系	
2	レンズ群	
3	受光面	
5 a ~ 5 d	レンズ	
6	入射光	30
7	レンズ	
8	レンズ	
9	結像光学部材	
1 1	結像光学部材	
1 2	凹面反射鏡	
1 3	反射屈折レンズ	
1 4	結像光学部材	
1 5	反射屈折レンズ	
1 6	反射鏡	
1 7	孔	40
2 0	結像光学部材	
2 1	凹面反射鏡	
2 2	凸面反射鏡	
2 6	測距用受光光学系	
2 7	投光光学系	
2 8	撮像用受光光学系	
3 4	測距光光源	
3 5	レーザポインタ用光源	
3 6	照明光源	

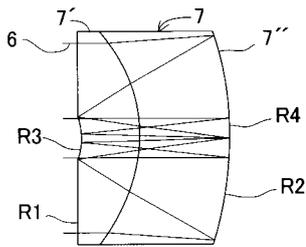
【 図 1 】



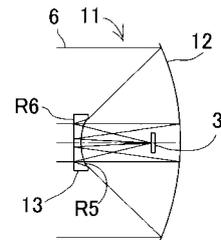
【 図 2 】



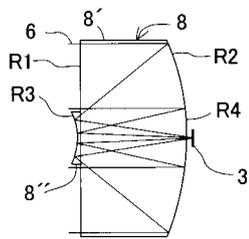
【 図 3 】



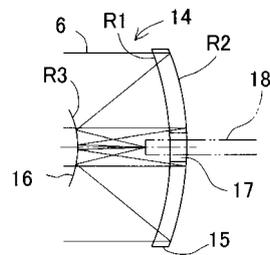
【 図 6 】



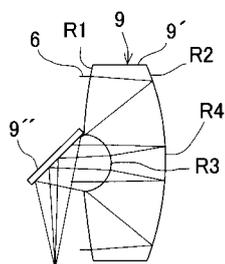
【 図 4 】



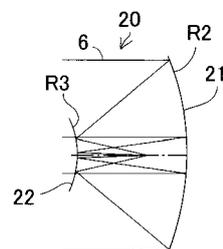
【 図 7 】



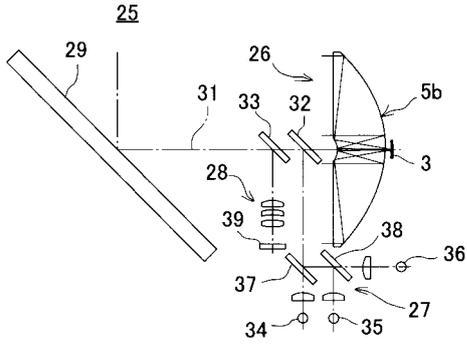
【 図 5 】



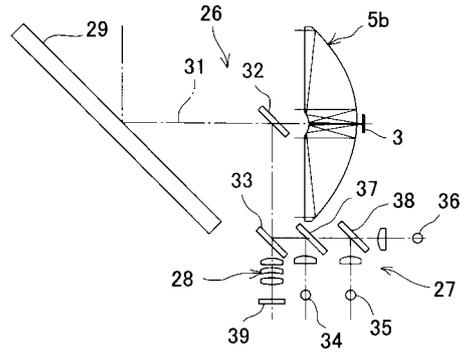
【 図 8 】



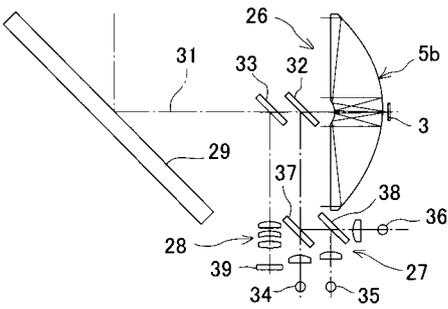
【 図 9 】



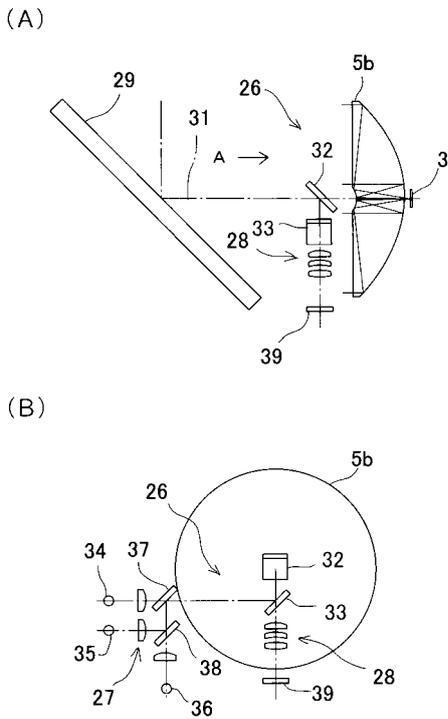
【 図 1 1 】



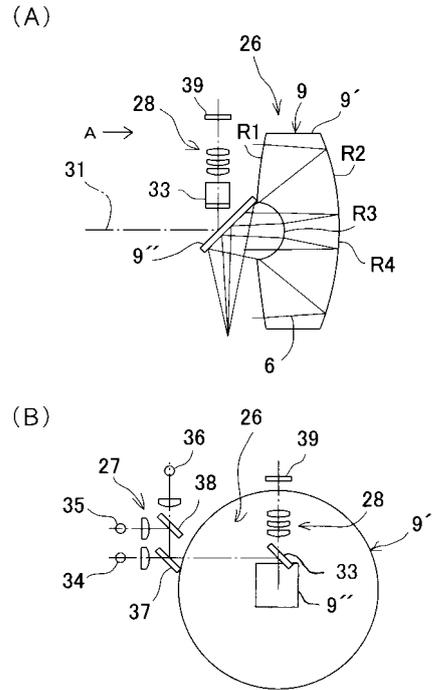
【 図 1 0 】



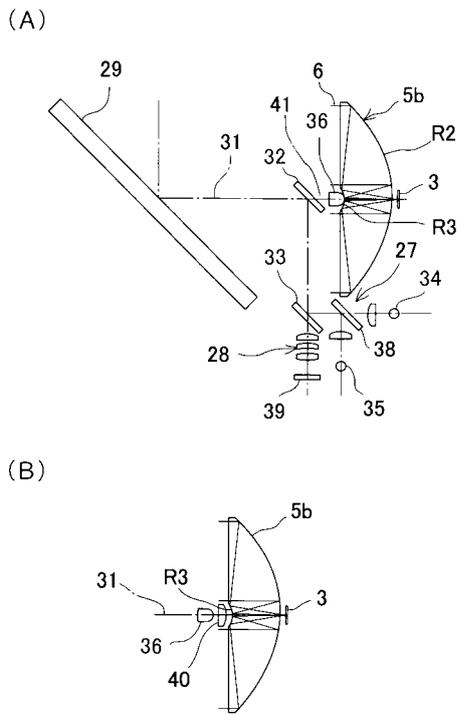
【 図 1 2 】



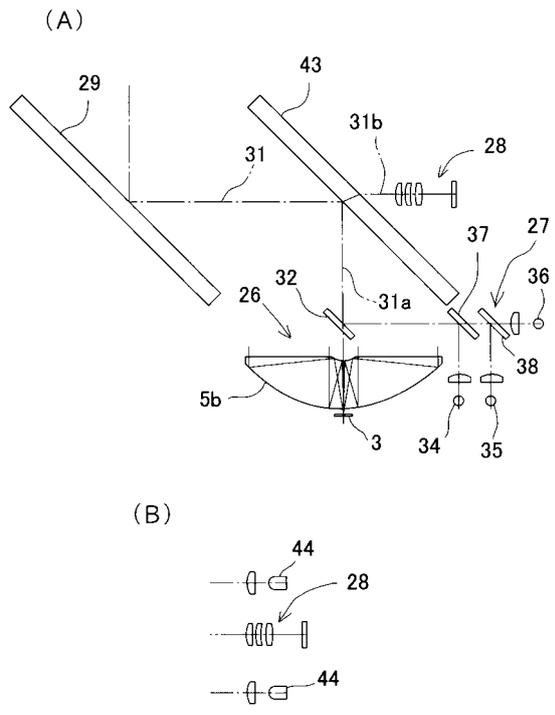
【 図 1 3 】



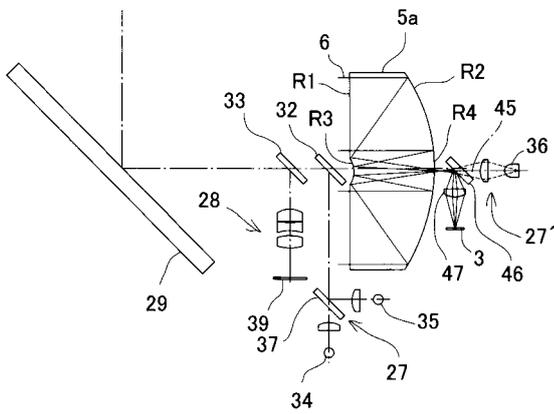
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

