

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年4月8日(08.04.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/038645 A1

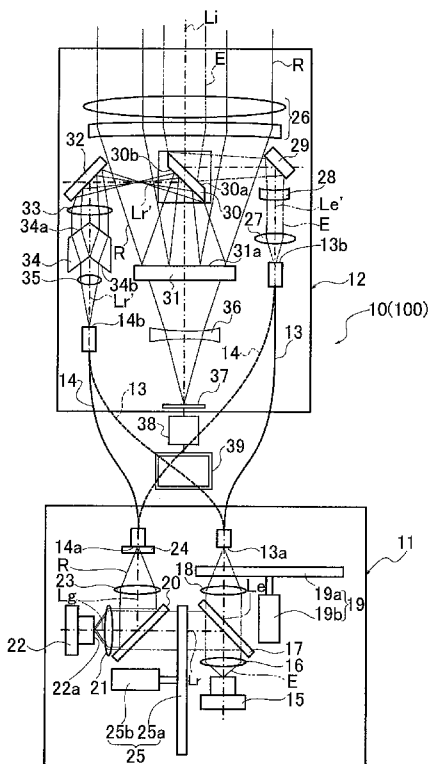
- (51) 国際特許分類: G01S 7/48 (2006.01) G01S 7/08 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/066495
- (22) 国際出願日: 2009年9月24日(24.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2008-258732 2008年10月3日(03.10.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社トプコン (Kabushiki Kaisha TOPCON) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 林 邦広 (HAYASHI, Kunihiro) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 石鍋 郁夫 (ISHINABE, Ikuo) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西脇 民雄 (NISHIWAKI, Tamio); 〒1040061 東京都中央区銀座6丁目6番7号 朝日ビルディング7階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DISTANCE MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 光波距離測定装置

[図1]



(57) Abstract: A light condensing optical component with a small size outer diameter (an effective diameter) is used as a light condensing optical component in a light receiving optical system of reflection from a target, a focal distance of the light condensing optical component is shortened without causing the reduction of a spread angle for a light receiving optical fiber, and a diameter size of the light receiving optical fiber is reduced, thereby miniaturizing an optical distance measuring device. An optical distance measuring device (10) emits projection light (E) from a light source (15) to a target, receives reflection light (R) from the target at a reception unit (22), and measures the distance between the measuring device and the target. The optical distance measuring device is provided with a projection optical system for irradiating the projection light (E) to the target through the light reception unit (26), a reception optical system for guiding the reflection light (R) to the light reception unit (22) through an objective lens (26), and a cone prism (34) arranged on the optical path of the light reception optical system or the optical path of the light projection optical system for changing a sectional shape of light flux without causing a transmission angle of deviation.

(57) 要約: 目標物からの反射光の受光光学系における集光光学部材として、小さな外径寸法(有効径)の集光光学部材を用い、また、受光用ファイバに対する広がり角の縮小を招くことなく集光光学部材の焦点距離を短縮して、受光用ファイバの直径寸法を低減することにより、光波距離測定装置の小型化を行う。光源15からの出射光Eを目標物へ向けて出射するとともに目標物からの反射光Rを受光部22で受光して距離測定を行う光波距離測定装置10である。対物レンズ26を介して出射光Eにより目標物を照射する出射光学系と、対物レンズ26を介して反射光Rを受光部22へと導く受光光学系とを備え、受光光学系の光路上または出射光学系の光路上には、透過偏角を生じさせることなく光束の断面形状を変更するコーンプリズム34が設けられている。

WO 2010/038645 A1

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光波距離測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、光を用いて距離を測定する光波距離測定装置に関し、特に、対物レンズを経た出射光で出射光軸上の目標物を照射するとともに、対物レンズを経た出射光軸上の反射光を取得する光波距離測定装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、土木工事等に伴う測量では、目標物へ向けて出射された出射光と、受光部で受光された目標物での出射光の反射光とに基づいて距離を測る光波距離測定方法が知られている。このような光波距離測定方法を実行する光波距離測定装置では、目標物への出射光路と目標物からの反射光路とで同一の対物レンズを利用するものがある（例えば、特許文献1参照）。このような光波距離測定装置では、目標物に対向する対物レンズを通過する光路のうち、光軸を含む中心領域を出射光路として利用し、その周辺領域を反射光路として利用している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 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

[0004] ところが、上記した光波距離測定装置では、反射光路が周辺領域に設定されているため、反射光路を経た反射光は中心部分に光束がない状態である必要がある。一般に、光波距離測定装置では、反射光を受光部で受光するために集光レンズ（集光光学部材）が用いられている。従って、このような中心部分に光束の存在しない大きな外径の反射光に対しては、大きなレンズ径（有効径）の集光レンズを用いる必要があり、光波距離測定装置を小型化する際の障害となってしまう。

[0005] また、光波距離測定装置では、集光レンズと受光部との間隔を小さくすることで小型化を図ることができる。この場合、集光レンズと受光部との間隔を小さくするには、すなわち、集光レンズの焦点距離を短縮するには、大きなNA（開口数）の集光レンズを用いる必要がある。しかしながら、レンズ径（有効径）が大きい場合、レンズ径（有効径）が小さい場合に比較して、大きなNA（開口数）を設定することが困難であり、集光レンズの焦点距離を短縮することが難しい。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、目標物からの反射光の受光光学系における集光光学部材として、小さな外径寸法（有効径）の集光光学部材を用い、また、受光用光ファイバに対する広がり角の縮小を招くことなく集光光学部材の焦点距離を短縮して、受光用光ファイバの直径寸法を低減することにより、光波距離測定装置の小型化を行うことを目的とする。

[0007] 本発明の光波距離測定装置は、光源からの出射光を目標物へ向けて出射するとともに、該目標物からの前記出射光の反射光を受光部で受光して距離測定を行う光波距離測定装置であって、対物レンズを介して前記出射光により前記目標物を照射する出射光学系と、前記対物レンズを介して前記反射光を前記受光部へと導く受光光学系とを備え、該受光光学系の光路上または前記出射光学系の光路上に、透過偏角を生じさせることなく光束の断面形状を変更するコーンプリズムが設けられていること、を特徴とする。

[0008] 好ましくは、前記対物レンズから前記受光部に至る光路には、前記反射光を略平行光束とする反射光コリメータ光学部材と、該反射光コリメータ光学部材を経た前記反射光を集光する集光光学部材とが設けられ、前記反射光コリメータ光学部材と前記集光光学部材との間には、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を縮小しつつ光束の断面形状を変更する前記コーンプリズムが設けられていること、を特徴とする。

[0009] 好ましくは、前記出射光を前記目標物へ向けた照射光軸上で前記対物レンズを経て出射するとともに、前記対物レンズに入射した前記目標物からの前

記出射光の前記反射光を前記出射光を環状に取り囲む中心部分がない状態で受光し、前記対物レンズから前記受光部に至る光路には、前記反射光を略平行光束とする反射光コリメータ光学部材と、該反射光コリメータ光学部材を経た前記反射光を集光する集光光学部材とが設けられ、前記反射光コリメータ光学部材と前記集光光学部材との間には、前記反射光コリメータ光学部材を経て平行光束とされた中心部分がない状態の前記反射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を縮小しつつ光束の断面形状を変更し、中心部分がある状態の平行光束とする前記コーンプリズムが設けられていること、を特徴とする。

[0010] 本発明の光波距離測定装置は、光源から光を出射するとともに受光部にて光を受光する受発光機構と、該受発光機構からの出射光を目標物へ向けた照射光軸上で対物レンズから出射する出射光路を形成するとともに、前記対物レンズに入射する前記目標物からの前記出射光の反射光を前記出射光を環状に取り囲む中心部分がない状態で前記受発光機構へと導く反射光路を形成する光路形成光学系と、前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記受発光機構から出射された前記出射光を前記光路形成光学系の前記出射光路へと導光する出射用光ファイバと、前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記光路形成光学系の前記反射光路を経た前記反射光を前記受発光機構の前記受光部へと導光する受光用光ファイバと、を備え、前記目標物までの距離測定を行う光波距離測定装置であって、前記反射光路には、前記反射光を略平行光束とする反射光コリメータ光学部材と、該反射光コリメータ光学部材を経た前記反射光を集光し前記受光用光ファイバの入射端面に入射させる集光光学部材とが設けられ、前記反射光コリメータ光学部材と前記集光光学部材との間には、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を縮小しつつ光束の断面形状を変更するコーンプリズムが設けられていること、を特徴とする。

[0011] 好ましくは、前記コーンプリズムは、前記反射光コリメータ光学部材を経て平行光束とされた中心部分がない状態の前記反射光を、半径方向で光軸側

へと屈折させて、中心部分がある状態の平行光束とすること、を特徴とする。

- [0012] 好ましくは、前記コーンプリズムは、前記反射光コリメータ光学部材から前記集光光学部材に至る光軸を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈し、前記反射光コリメータ光学部材側に位置する端面が前記反射光コリメータ光学部材へ向けて突出する円錐形状とされ、前記集光光学部材側に位置する端面が前記集光光学部材に対して凹んだ円錐形状とされ、前記対称軸を中心とした半径方向において前記反射光コリメータ光学部材側に位置する前記端面と前記集光光学部材側に位置する前記端面の互いに対向する部分が平行とされていること、を特徴とする。
- [0013] 好ましくは、前記光源から前記対物レンズに至る光路には、前記出射光を略平行光束とする出射光コリメータ光学部材が設けられ、前記出射光コリメータ光学部材と前記対物レンズとの間には、前記出射光コリメータ光学部材を経た平行光束である前記出射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を拡大しつつ光束の断面形状を変更する前記コーンプリズムが設けられていること、を特徴とする。
- [0014] 好ましくは、前記出射光を前記目標物へ向けた照射光軸を環状に取り囲むように前記対物レンズを経て出射するとともに、前記出射光に取り囲まれるように前記照射光軸上近傍で前記対物レンズに入射した前記目標物からの前記反射光を受光部で受光し、前記光源から前記対物レンズに至る光路には、前記出射光を略平行光束とする出射光コリメータ光学部材が設けられ、前記出射光コリメータ光学部材と前記対物レンズとの間には、前記出射光コリメータ光学部材を経た前記出射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を拡大しつつ光束の断面形状を変更し、中心部分がない状態の平行光束とするコーンプリズムが設けられていること、を特徴とする。
- [0015] 本発明の光波距離測定装置は、光源から光を出射するとともに受光部にて光を受光する受発光機構と、該受発光機構からの出射光を目標物へ向けた照射光軸を取り囲むように対物レンズを経て出射する出射光路を形成するとと

もに、前記出射光に取り囲まれるように前記照射光軸上近傍で前記対物レンズに入射する前記目標物からの反射光を前記受発光機構へと導く反射光路を形成する光路形成光学系と、前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記受発光機構から出射された前記出射光を前記出射光学系の前記出射光路へと導光する出射用光ファイバと、前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記受光光学系の前記反射光路を経た前記反射光を前記受発光機構の前記受光部へと導光する受光用光ファイバと、を備え、前記目標物までの距離測定を行う光波距離測定装置であって、前記出射光路には、前記出射光を平行光束とする出射光コリメータ光学部材が設けられ、前記出射光コリメータ光学部材と前記対物レンズとの間には、前記出射光コリメータ光学部材を経た前記出射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を拡大しつつ光束の断面形状を変更し、中心部分がない状態の平行光束とすること、を特徴とする。

[0016] 好ましくは、前記コーンプリズムは、前記出射光コリメータ光学部材を経て平行光束とされた前記出射光を、半径方向で光軸とは反対側へと屈折させて、中心部分がない状態の平行光束とすること、を特徴とする。

[0017] 好ましくは、前記コーンプリズムは、前記出射光コリメータ光学部材から前記対物レンズに至る光軸を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈し、前記出射光コリメータ光学部材側に位置する端面が前記出射光コリメータ光学部材に対して凹んだ円錐形状とされ、前記対物レンズ側に位置する端面が前記対物レンズへ向けて突出する円錐形状とされ、前記対称軸を中心とした半径方向において前記出射光コリメータ光学部材側に位置する前記端面と前記対物レンズ側に位置する前記端面の互いに対向する部分が平行とされていること、を特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明の光波距離測定装置によれば、目標物からの反射光の受光光学系における集光光学部材は、コーンプリズムにより直径が縮小された反射光を集光できればよい。このため、小さな外径寸法（有効径）の集光光学部材を用

いることができる。

[0019] また、本発明の光波距離測定装置によれば、目標物からの反射光の受光光学系における集光光学部材として、従来の構成の光波距離測定装置に比較して、小さな外径寸法（有効径）の集光光学部材を用いることができることから、受光用光ファイバに対する広がり角の縮小を招くことなく集光光学部材の焦点距離を短縮して、受光用光ファイバの直径寸法を縮小することができる。

[0020] このため、本発明の光波距離測定装置によれば、容易に小型化することが可能である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に、本発明に係る光波距離測定装置の発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

実施例

[0022] 図1は、本発明に係る光波距離測定装置10の光学系の概略構成図である。図2は、光波距離測定装置10に用いられるコーンプリズム34の作用を説明するためのコーンプリズム34の斜視図である。図3は、コーンプリズム34の作用を説明するための光軸（反射光軸 L_r' ）を含むコーンプリズム34の断面図である。

[0023] 光波距離測定装置（EDM（Electronic Distance Meter））10は、測定する対象とする目標物へ向けて光（出射光）を出射し、その目標物により反射されて戻ってきた反射光を受光し、出射光を出射してから反射光を受光するまでの時間差および／または位相差を計測することで距離測定を行う（図示省略）。光波距離測定装置10は、本実施例では、図1に示すように、受発光機構11と光路形成光学系12とが、出射用光ファイバ13および受光用光ファイバ14を介して光学的に接続されて構成されている。

[0024] 受発光機構11は、出射光Eを出射してから反射光Rを受光するまでの時間差および／または位相差を計測するために、光源15から出射光Eを出射

するとともに、受光素子 22（受光部）にて反射光 R を受光する。受発光機構 11 に接続された光路形成光学系 12 は、照射光軸 L_i に沿う出射光 E を目標物（図示せず）へ向けて対物レンズ群 26 から出射する出射光路を形成するとともに、その目標物からの照射光軸 L_i に沿う反射光 R を対物レンズ群 26 を介して受光するための反射光路を形成する。

[0025] 受発光機構 11 は、光源 15 と、第 1 コリメータレンズ 16 と、第 1 ハーフミラー 17 と、第 1 集光レンズ 18 と、第 1 ND（Neutral Density）フィルタ装置 19 とを備える。光源 15 は、制御部（図示省略）の制御下で位相および強度が適宜調整された光を出射するものであり、本実施例では、パルスレーザダイオードが用いられている。この光源 15 の出射光軸 L_e 上に、第 1 コリメータレンズ 16、第 1 ハーフミラー 17、第 1 集光レンズ 18 および第 1 ND フィルタ装置 19 が配置されている。

[0026] 第 1 コリメータレンズ 16 は、光源 15 から出射された出射光 E を出射光軸 L_e に平行な光束とする。第 1 ハーフミラー 17 は、この平行光束の一部を透過させるとともに、平行光束の残部を後述する受光素子 22 へと反射する。

[0027] この第 1 ハーフミラー 17 を透過した出射光 E を集光するために、第 1 集光レンズ 18 が設けられている。第 1 集光レンズ 18 は、第 1 ハーフミラー 17 を透過した出射光 E を集光して、出射光軸 L_e 上に配置された出射用光ファイバ 13 の入射端面 13a に入射させる。この入射端面 13a と第 1 集光レンズ 18 との間に、第 1 ND フィルタ装置 19 が設けられている。

[0028] 第 1 ND フィルタ装置 19 は、円板状を呈する ND フィルタ部 19a と、それを回転させるモータ 19b とを有する。ND フィルタ部 19a は、基準点からの角度位置に従って透過量が漸次的に変化するフィルタ部材である。第 1 ND フィルタ装置 19 は、ND フィルタ部 19a の一部が出射光軸 L_e 上に位置するように設けられており、制御部（図示省略）の制御下でモータ 19b が駆動されることにより、出射用光ファイバ 13 の入射端面 13a に入射する光量が調節される。この入射端面 13a に入射された出射光 E は、

出射用光ファイバ13を介して光路形成光学系12に導かれ、後述するように、目標物（図示せず）を照射すべく照射光軸 L_i 上に導かれる。

[0029] また、受発光機構11は、第1ハーフミラー17による反射方向（反射光軸 L_r 上）に、第2ハーフミラー20と、第2集光レンズ21と、受光素子22とを備える。さらに、受光素子22側から見た第2ハーフミラー20の反射光軸 L_r に対する反射方向に、第2コリメータレンズ23と、ノイズ除去フィルタ24と、受光用光ファイバ14の出射端面14aとが設けられている。

[0030] 受光用光ファイバ14には、後述するように、光路形成光学系12により、目標物（図示せず）からの反射光Rが導かれる。受光用光ファイバ14の出射端面14aからは、反射光Rが出射される。この反射光Rを受光するために、ノイズ除去フィルタ24、第2コリメータレンズ23、第2ハーフミラー20、第2集光レンズ21および受光素子22が設けられている。出射端面14aから第2ハーフミラー20に反射されて受光素子22に至る軸線が受光光軸 L_g となる。

[0031] 第2コリメータレンズ23は、出射端面14aから出射された反射光Rを受光光軸 L_g に平行な光束とする。第2ハーフミラー20は、この反射光Rを、第2集光レンズ21へ向けて反射するとともに、第1ハーフミラー17により反射された出射光Eの残部を透過させる。

[0032] この第2ハーフミラー20により反射された反射光Rおよび第2ハーフミラー20により透過された出射光Eを集光するために、第2集光レンズ21が設けられている。この第2集光レンズ21は、反射光Rおよび出射光Eが受光素子22の受光面22aに入射するように、反射光Rおよび出射光Eを集光する。

[0033] その第2ハーフミラー20と第1ハーフミラー17との間に、第2NDフィルタ装置25が設けられている。この第2NDフィルタ装置25は、第1NDフィルタ装置19と同様の構成とされており、制御部（図示省略）の制御下でのモータ25bの駆動に応じてNDフィルタ部25aの回転位置が調

節されることにより、第1ハーフミラー17により反射されて受光素子22の受光面22aに向かう出射光Eの光量を調節する。この第2NDフィルタ装置25は、第1NDフィルタ装置19における調整量に応じて、適宜調整量が制御される。

[0034] この光量が調節された出射光Eおよび反射光Rが受光面22aに導かれる受光素子22は、受光面22aに光が入射すると、その光量に応じた電気信号を出力するものであり、本実施例では、APD (Avalanche Photodiode) が用いられている。

[0035] 光波距離測定装置10は、光源15から出射され第1ハーフミラー17により反射されて受光素子22で受光された出射光Eと、光路形成光学系12を経て受光素子22で受光された反射光Rとの位相差及びその出射光Eの初期位相、または出射光Eを出射してから反射光Rを受光するまでの時間差を検出することで、演算部(図示省略)が当該光波距離測定装置10から目標物(図示せず)までの距離を演算し、距離測定を行う。

[0036] この受発光機構11には、上述したように、出射用光ファイバ13および受光用光ファイバ14を介して、光路形成光学系12が光学的に接続されている。

[0037] この光路形成光学系12は、出射用光ファイバ13により導かれた出射光Eを照射光軸Liに沿って出射させるものであり、その照射光軸Li上に対物レンズ群26が設けられている。光路形成光学系12には、出射用光ファイバ13の出射端面13bの出射光軸Le'上に、第3コリメータレンズ27と、エキスパンダレンズ28と、第1ミラー29とが設けられている。また、光路形成光学系12には、第1ミラー29における出射光軸Le'に対する反射方向に両面ミラー30が設けられている。この両面ミラー30は、表裏の両面が反射面(第1反射面30aおよび第2反射面30bとする)とされた板状を呈しており、本実施例では、円板状である。両面ミラー30の第1反射面30aは、第1ミラー29側に配置される。また、両面ミラー30は、第1反射面30aの反射方向が照射光軸Liに一致するように、設け

られている。

- [0038] 第3コリメータレンズ27は、出射用光ファイバ13の出射端面13bから出射された出射光Eを、出射光軸L_e'に平行な光束とする。エキスパンダレンズ28は、第3コリメータレンズ27により平行光束とされた出射光Eを、ビーム径が拡大していく拡大光束とする。第1ミラー29は、エキスパンダレンズ28により拡大光束とされた出射光Eを、両面ミラー30の第1反射面30aへ向けて反射する。この第1反射面30aが、当該出射光Eを対物レンズ群26へ向けて反射する。この対物レンズ群26は、拡大光束とされた出射光Eを照射光軸L_iに平行な光束として、その出射光Eを照射光軸L_i上で出射させる。ここで、対物レンズ群26の径寸法は、出射する出射光Eの径寸法よりも大きく設定されている。
- [0039] また、光路形成光学系12は、目標物により反射された反射光Rを取得するために、第2ミラー31と、第3ミラー32と、第4コリメータレンズ33と、コーンプリズム34と、第3集光レンズ35とを有する。
- [0040] 第2ミラー31は、照射光軸L_i上であって、対物レンズ群26の後方（両面ミラー30が位置する側）に設けられている。この第2ミラー31は、平坦な反射面31aが照射光軸L_iに対して直交するように設けられており、対物レンズ群26を経ることによりビーム径が縮小していく縮小光束とされた反射光Rを、両面ミラー30の第2反射面30bへ向けて反射する。このため、第2ミラー31の径寸法は、対物レンズ群26の径寸法よりも小さく、両面ミラー30の径寸法よりも大きく設定されている。なお、本実施例では、第2ミラー31は、後述する視準光学系の形成のためにハーフミラーが用いられている。この第2反射面30bにより反射された反射光Rは、第3ミラー32に至る。本実施例では、第2反射面30bと第3ミラー32との間に、対物レンズ群26の（後側）焦点が位置されており、第4コリメータレンズ33は凸レンズである。
- [0041] 第3ミラー32は、両面ミラー30の第2反射面30bにより反射された反射光Rを、第4コリメータレンズ33へ向けて反射する。この反射光Rが

、第2反射面30bにより反射された後に進行する方向および第4コリメータレンズ33の軸線を反射光軸 L_r' とする。この反射光軸 L_r' 上に、コーンプリズム34と第3集光レンズ35とが設けられている。また、反射光軸 L_r' の延長位置に、受光用光ファイバ14の入射端面14bが配置されている。

[0042] この第4コリメータレンズ33は、入射された反射光Rを反射光軸 L_r' に平行な光束とする。このため、第4コリメータレンズ33は、光路形成光学系12における反射光コリメータ光学部材として機能する。この平行光束とされた反射光Rは、コーンプリズム34の凸側端面34aに入射し、その凹側端面34bから縮径された平行光束として反射光軸 L_r' に沿って出射される(図2参照)。コーンプリズム34は、図2に示すように、全体に反射光軸 L_r' を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈している。また、第4コリメータレンズ33側に位置する凸側端面34aが、その第4コリメータレンズ33側へと突出する円錐形状とされている。また、第3集光レンズ35側に位置する凹側端面34bが、その第3集光レンズ35側を凹とする円錐形状とされている(図1参照)。また、コーンプリズム34は、反射光軸 L_r' (対称軸)を含む断面で見ると、凸側端面34aと凹側端面34bとが、反射光軸 L_r' を中心とした半径方向において対向する箇所が平行となるように、設定されている(図3参照)。このコーンプリズム34における作用については後述する。

[0043] 第3集光レンズ35は、図1に示すように、(後側)焦点位置が受光用光ファイバ14の入射端面14b上となるように設けられており、コーンプリズム34の凹側端面34bから出射された平行光束である反射光Rを集光して、受光用光ファイバ14の入射端面14bに入射させる。このため、第3集光レンズ35は、光路形成光学系12における集光光学部材として機能する。このように、第3集光レンズ35は、凹側端面34bから出射された反射光Rを集光できるものであればよいことから、第4コリメータレンズ33に比較して、小さなレンズ径(有効径)が設定されている。受光用光ファイ

バ14の入射端面14bに入射した反射光Rは、上述したように、受光用光ファイバ14によって受発光機構11へと導かれる。

[0044] さらに、光路形成光学系12では、目標物（図示せず）の観察のために、結像レンズ36と、撮像素子37と、画像処理部38と、モニタ39とを有する。結像レンズ36および撮像素子37は、照射光軸Li上であって、第2ミラー31の後方（対物レンズ群26が位置する側とは反対側）に設けられている。結像レンズ36は、ハーフミラーである第2ミラー31を透過した光（目標物からの反射光Rを含む）を撮像素子37上に結像させる。この撮像素子37は、その受光面に光が入射すると、その光量に応じた電気信号を画像処理部38へ出力する。画像処理部38は、撮像素子37から出力された電気信号を適宜画像処理して画像信号を生成し、この画像信号をモニタ39へと出力する。モニタ39は、画像処理部38からの画像信号に応じた画像を表示する。これにより、光波距離測定装置10の使用人は、モニタ39の表示画面を目視することで、照射光軸Liを目標物（図示せず）に容易に向けることが可能となる。また、光波距離測定装置10の使用人は、照射光軸Li上にある目標物（図示せず）を観察することができる。このため、対物レンズ群26および結像レンズ36が視準光学系として機能する。また、その視準光学系と、撮像素子37と、画像処理部38と、モニタ39とが、視準装置として機能する。

[0045] このため、光波距離測定装置10は、受発光機構11の光源15から出射された出射光Eを、出射用光ファイバ13により光路形成光学系12に導光し、そこで第3コリメータレンズ27、エキスパンダレンズ28、第1ミラー29、両面ミラー30の第1反射面30aおよび対物レンズ群26を経て、照射光軸Li上の平行な光束として出射することにより、この照射光軸Li上に位置する測定対象とする目標物（図示せず）を出射光Eで照射することができる。すなわち、光路形成光学系12では、第3コリメータレンズ27、エキスパンダレンズ28、第1ミラー29および両面ミラー30により、出射光路（出射光学系）が形成されている。

[0046] ここで、目標物（図示せず）からの反射光Rは、照射光軸L_iに対して略平行な光束として対物レンズ群26に入射する。光波距離測定装置10は、対物レンズ群26に入射した反射光Rを、第2ミラー31、両面ミラー30の第2反射面30b、第3ミラー32、第4コリメータレンズ33、コーンプリズム34および第3集光レンズ35を経て、受光用光ファイバ14の入射端面14bに入射させる。すなわち、光路形成光学系12では、第2ミラー31、両面ミラー30、第3ミラー32、第4コリメータレンズ33、コーンプリズム34および第3集光レンズ35により、反射光路（受光光学系）が形成されている。

[0047] このとき、光波距離測定装置10では、対物レンズ群26の径寸法が出射する出射光Eの径寸法よりも大きく設定されており、照射光軸L_i上であって対物レンズ群26の後方に両面ミラー30が設けられていることから、対物レンズ群26に入射した反射光Rのうち、両面ミラー30が設けられた照射光軸L_iの中心箇所に対応する部分が、第2ミラー31には到達しないこととなる。換言すると、第2ミラー31に至る反射光Rは、照射光軸L_iを中心とした中心部分がない状態となる。この中心部分がない状態の反射光Rが、第2ミラー31、両面ミラー30の第2反射面30bおよび第3ミラー32により反射されて第4コリメータレンズ33に至る。そして、この中心部分がない状態の反射光Rは、この第4コリメータレンズ33により反射光軸L_r'に沿う平行光束とされる。従って、コーンプリズム34の凸側端面34aに入射する反射光Rは、反射光軸L_r'を中心とした中心部分がない状態の平行光束（図2の符号L_u1参照）となる。この中心部分がない状態の平行光束である反射光Rは、後述するようにコーンプリズム34を通過することにより、中心部分がある状態の平行光束（図2の符号L_u2参照）となって、第3集光レンズ35に至る。

[0048] 次に、従来の光波距離測定装置における問題点を説明する。図4は、従来の構成の光波距離測定装置10'の光路形成光学系12'の一例を示す図である。

- [0049] この光波距離測定装置 10' の光路形成光学系 12' は、第 4 コリメータレンズ 33 と第 3 集光レンズ 35' との間にコーンプリズム 34 が設けられていないことを除くと、本発明に係る光波距離測定装置 10 の光路形成光学系 12 と基本的に等しい構成である。このため、図 4 の光路形成光学系 12' では、同一機能部分には図 1 の光路形成光学系 12 と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。
- [0050] 光路形成光学系 12' では、第 4 コリメータレンズ 33 を経て反射光軸 L_r' に沿う平行光束とされた反射光 R が、そのまま第 3 集光レンズ 35' に至る。そして、平行光束とされた反射光 R は、この第 3 集光レンズ 35' により集光されて、受光用光ファイバ 14 の入射端面 14b に入射される。このため、第 3 集光レンズ 35' は、第 4 コリメータレンズ 33 を経た平行光束である反射光 R を集光する必要がある。このため、第 3 集光レンズ 35' のレンズ径（有効径）は、第 4 コリメータレンズ 33 のレンズ径と略等しく設定されている。
- [0051] このため、光路形成光学系 12' では、本発明に係る光波距離測定装置 10 の光路形成光学系 12 の第 3 集光レンズ 35 に比較して、大きな外径寸法（有効径）の第 3 集光レンズ 35' を用いる必要がある。このことは、光波距離測定装置 10' の大型化を招くとともに、コストの上昇を招いてしまう。
- [0052] また、第 3 集光レンズ 35' は、第 4 コリメータレンズ 33 を経た反射光 R を受光用光ファイバ 14 の入射端面 14b に入射するように集光する。ここで、第 3 集光レンズ 35' から受光用光ファイバ 14 の入射端面 14b までの間隔を小さくしようとする、焦点距離の短いものすなわち大きな NA（開口数）の第 3 集光レンズ 35' を用いる必要がある。ところが、大きな外径寸法（有効径）のレンズでは、焦点距離を短くすることすなわち大きな NA（開口数）とすることが困難である。このため、光路形成光学系 12' では、本発明に係る光波距離測定装置 10 の光路形成光学系 12 の第 3 集光レンズ 35 に比較して、第 3 集光レンズ 35' から受光用光ファイバ 14 の

入射端面 14b までの間隔が大きなものになってしまう。

[0053] 次に、本発明に係る光波距離測定装置 10 のコーンプリズム 34 の作用を、図 2 および図 3 を用いて説明する。

[0054] コーンプリズム 34 は、反射光軸 Lr' を中心とした中心部分がない状態の平行光束 $Lu1$ の進行方向を、反射光軸 Lr' を中心に、半径方向において反射光軸 Lr' へ向かうように屈折させ、反射光軸 Lr' を中心とした中心部分がある状態の平行光束 $Lu2$ とする。この作用により、コーンプリズム 34 へ入射する平行光束 $Lu1$ の外径寸法よりも、コーンプリズム 34 から出射する平行光束 $Lu2$ の外径寸法は小さい。また、コーンプリズム 34 を経る前後での光量は、略等しい。

[0055] 詳細には、コーンプリズム 34 において、図 3 に示すように、反射光軸 Lr' に平行な光束 Lu_a が凸側端面 34a を経てコーンプリズム 34 内に入射し、このコーンプリズム 34 内を光束 Lu_b として進行したものとす。このとき、凸側端面 34a は、第 4 コリメータレンズ 33 側へと突出する円錐形状とされていることから、光束 Lu_b は、凸側端面 34a を経ることにより、反射光軸 Lr' へと向かうように屈折する。ここで、この光束 Lu_a が、凸側端面 34a に直交する垂線 p_1 と為す角（入射角）を α とし、光束 Lu_b が垂線 p_1 と為す角（屈折角）を β とすると、コーンプリズム 34 が空気中に存在することから、入射角 $\alpha >$ 屈折角 β となる。

[0056] この光束 Lu_b は、コーンプリズム 34 内を進行して凹側端面 34b に至る。コーンプリズム 34 では、反射光軸 Lr' を含む断面で見ると、上述したように、凸側端面 34a と凹側端面 34b とが、反射光軸 Lr' を中心とした半径方向において対向する箇所が平行となるように設定されていることから、凸側端面 34a に直交する垂線 p_1 と凹側端面 34b に直交する垂線 p_2 とが互いに平行となる。このため、光束 Lu_b は、凸側端面 34a での屈折角 β と等しい角度で凹側端面 34b へと入射する。コーンプリズム 34 から出射する光束では、コーンプリズム 34 へ入射する場合と同様の屈折が生じる。従って、コーンプリズム 34 内側において入射角 β で凹側端面 34

bへと入射する光束 l_{ub} は、屈折角 α で凹側端面 34b からコーンプリズム 34 の外方へと出射する光束 l_{uc} となる。このとき、凹側端面 34b は、第3集光レンズ 35 側を凹とする円錐形状に設定されており、光束 l_{ub} は、凹側端面 34b を経ることにより、反射光軸 $L_{r'}$ から離間するように屈折する。これにより、屈折角 α で凹側端面 34b から出射する光束 l_{uc} は、反射光軸 $L_{r'}$ と平行に進行する。

[0057] このコーンプリズム 34 への入射と出射との関係性は、凸側端面 34a への入射位置に寄らず一定のものであり、コーンプリズム 34 において、反射光軸 $L_{r'}$ に沿う方向で凸側端面 34a へと入射した光束は、反射光軸 $L_{r'}$ に近寄るように屈折された後、凹側端面 34b から反射光軸 $L_{r'}$ に沿う方向で出射される。

[0058] また、コーンプリズム 34 では、対物レンズ群 26 に入射し、第2ミラー 31、両面ミラー 30 の第2反射面 30b および第3ミラー 32 により反射されて第4コリメータレンズ 33 により平行光束とされた中心部分がない状態の反射光 R (平行光束 L_{u1} 参照) の内端位置 i_1 、 i_2 (図3参照) を、略反射光軸 $L_{r'}$ に一致させて出射するように、その材質 (屈折率) と、凸側端面 34a および凹側端面 34b の傾斜角度が設定されている。

[0059] このため、第4コリメータレンズ 33 により反射光軸 $L_{r'}$ に沿う平行光束とされた中心部分がない状態の平行光束 (図2の符号 L_{u1} 参照) は、コーンプリズム 34 を通過することにより、反射光軸 $L_{r'}$ を中心として中心部分がある状態の小さな外径寸法の平行光束 (図2の符号 L_{u2} 参照) となる。このことから、コーンプリズム 34 は、入射する光速の進行方向に対して出射する光束の進行方向が為す角である偏角 (透過偏角) が0度で、すなわち透過偏角を生じさせることなく、光束の断面形状 (進行方向に直交する方向で見た断面) を変更している。

[0060] 本発明に係る光波距離測定装置 10 では、以下の (1) ~ (5) の効果を得ることができる。

[0061] (1) コーンプリズム 34 により、第4コリメータレンズ 33 から出射され

た平行光束（図2の符号L u 1参照）が、小さな外径寸法の平行光束（図2の符号L u 2参照）とされた後に、第3集光レンズ35に入射する構成であることから、この第3集光レンズ35を小さな外径寸法（有効径）とすることができる。このため、従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）に比較して、小型化することができ、コストを低減することができる。

[0062] （2）コーンプリズム34により、第4コリメータレンズ33から出射された平行光束（図2の符号L u 1参照）が、小さな外径寸法の平行光束（図2の符号L u 2参照）とされた後に、第3集光レンズ35に入射する構成であることから、図5に示すように、従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）の第3集光レンズ（図4の符号35´参照）に等しいNA（開口数）であり小さな外径寸法（有効径）の第3集光レンズ35´´を用いると、その第3集光レンズ35´´から受光用光ファイバ14の入射端面14bまでの間隔を従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）よりも短くすることができる。このため、従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）に比較して、容易に小型化することができる。

[0063] （3）コーンプリズム34により、第4コリメータレンズ33から出射された平行光束（図2の符号L u 1参照）が、小さな外径寸法の平行光束（図2の符号L u 2参照）とされた後に、第3集光レンズ35に入射する構成であることから、第3集光レンズ35から受光用光ファイバ14の入射端面14bまでの間隔を従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）と同様のものとする、第3集光レンズ35を小さな外径寸法（有効径）でありながら焦点距離の長いものすなわち小さなNA（開口数）のものを用いることができる。このため、従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）に比較して、第3集光レンズ35が小さくなる分だけ小型化することができ、コストを低減することができる。

[0064] （4）従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10´参照）に比較して、小さな外径寸法（有効径）の第3集光レンズ35を用いることができるの

で、広がり角（後述）の縮小を招くことなく、受光用光ファイバ14の直径寸法を低減することができる。このことについて以下で図6を用いて説明する。

[0065] 図6は、第3集光レンズ35と受光用光ファイバ14の入射端面14bとの関係に光路図を付して示す説明図である。図6CASE-Aは、第3集光レンズ35の（後側）焦点距離が f であり、受光用光ファイバ14の直径寸法が d である例を示す。図6CASE-Bは、焦点距離が f であり、直径寸法が $d/2$ である例を示す。図6CASE-Cは、焦点距離が $f/2$ であり、直径寸法が $d/2$ である例を示す。

[0066] 先ず、図6CASE-Aに示すように、第3集光レンズ351の（後側）焦点距離が f とされ、その（後側）焦点位置に直径寸法 d の受光用光ファイバ141の入射端面141bの中心が位置するように、第3集光レンズ351と受光用光ファイバ141とが設けられているものとする。ここで、受光用光ファイバ141は、直径寸法が d であり、その入射端面141bの上端位置 e_1 では、反射光軸 L_r' に対して所定の角度 $-\theta_1$ （図6を正面視して上側を+とする）を為して第3集光レンズ351に入射する平行光束が集光される。同様に、下端位置 e_2 では、反射光軸 L_r' に対して所定の角度 $+\theta_1$ を為して第3集光レンズ351に入射する平行光束が集光される。このため、受光用光ファイバ141の入射端面141bには、反射光軸 L_r' を中心に上下のそれぞれに θ_1 の角度をもつ平行光束が入射することとなる。この上下の角度を合わせたものを、広がり角といい、この図6CASE-Aの例では、広がり角が $2\theta_1$ となる。

[0067] ここで、図6CASE-Bに示すように、図6CASE-Aと同様の第3集光レンズ352を用いるとともに、直径寸法 $d/2$ の受光用光ファイバ142を用いる場合、その入射端面142bの直径寸法が図6CASE-Aの入射端面141bの直径寸法よりも小さくなることから、その上端位置 e_3 および下端位置 e_4 へと入射する角度 θ_2 は、図6CASE-Aの角度 θ_1 よりも小さくなる。このため、図6CASE-Bの例では、広がり角 $2\theta_2$ は、図6CASE-Aの広がり角 $2\theta_1$

よりも小さくなる。

- [0068] そこで、図6 CASE-Cに示すように、図6 CASE-Bと同様の直径寸法 $d/2$ の受光用光ファイバ143を用いるとともに、（後側）焦点距離が $f/2$ とされた第3集光レンズ353を用いる場合、その上端位置 e_5 および下端位置 e_6 へと入射する角度 θ_3 を図6 CASE-Aの角度 θ_1 と等しいものとすることができる。このため、図6 CASE-Cの例では、広がり角 $2\theta_3 = 2\theta_1$ となり、図6 CASE-Aの例に等しい広がり角となる。
- [0069] ここで、上述したように、小さな外径寸法（有効径）のレンズでは、大きな外径寸法（有効径）のレンズに比較して、焦点距離を短くすることが容易である。本発明の光波距離測定装置10では、従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10'参照）に比較して、小さな外径寸法（有効径）の第3集光レンズ35を用いることができ、焦点距離を短くすることが容易である。従って、受光用光ファイバ14に対する広がり角の縮小を招くことなく、受光用光ファイバ14の直径寸法を低減することができる。
- [0070] また、直径寸法の小さい受光用光ファイバ14では、直径寸法の大きなものと比較して、体積を小さくすることができることから、占有領域を小さくすることができ、また、湾曲させた際の曲率を大きくすることができることから、取り回し性を格段に向上させることができる。このため、小さな外径寸法（有効径）の第3集光レンズ35を用いることに加えて、受光用光ファイバ14の占有領域を小さくするとともに受光用光ファイバ14の取り回し性を格段に向上させることができるので、従来の構成の光波距離測定装置（図4の符号10'参照）に比較して、大幅に小型化することができる。
- [0071] （5）第4コリメータレンズ33により反射光軸 L_r' に沿う平行光束とされた中心部分がない状態の平行光束（図2の符号 L_u1 参照）は、コーンプリズム34を通過することにより、反射光軸 L_r' を中心として中心部分がある状態の小さな外径寸法の平行光束（図2の符号 L_u2 参照）とされることから、受光用光ファイバ14の入射端面14bすなわち受発光機構11の受光素子22に、中心部分がある状態の反射光Rを受光させることができる

。

[0072] (6) 中心部分がない状態の平行光束とされた反射光を半径方向で光軸側へと屈折させて中心部分がある状態の平行光束とするコーンプリズム34が、全体に反射光軸 $L_{r'}$ を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈し、第4コリメータレンズ33側に位置する凸側端面34aが、その第4コリメータレンズ33側へと突出する円錐形状とされ、第3集光レンズ35側に位置する凹側端面34bが、その第3集光レンズ35側を凹とする円錐形状とされ、反射光軸 $L_{r'}$ （対称軸）を中心とした半径方向において、対向する凸側端面34aと凹側端面34bとが互いに平行となるように設定された単一の光学部材で構成されていることから、コーンプリズム34は、容易に形成することができるとともに、小型化も容易である。また、コーンプリズム34への入射光束およびコーンプリズム34からの出射光束がそれぞれ平行光束（図2の符号 L_{u1} および L_{u2} 参照）とされていることから、反射光軸 $L_{r'}$ 上において、第4コリメータレンズ33や第3集光レンズ35との間隔を小さくして配置することができるので、光路形成光学系12の小型化、従って装置全体の小型化が容易である。

[0073] 以上のように、本発明に係る光波距離測定装置10では、小さな外径寸法（有効径）の第3集光レンズ35を用いることができる。また、小さな外径寸法（有効径）のレンズでは、焦点距離を短くすることが容易であるため、受光用光ファイバ14に対する広がり角の縮小を招くことなく、受光用光ファイバ14の直径寸法を縮小することができる。これにより、光波距離測定装置10の小型化を容易に行うことができる。

[0074] <変形例>

上記した実施例では、光路形成光学系12において、受発光機構11に接続された出射用光ファイバ13の出射端面13bが第3コリメータレンズ27に対向するとともに、受光用光ファイバ14の入射端面14bが第3集光レンズ35に対向する構成、すなわち第3コリメータレンズ27側が出射側で第3集光レンズ35側が受光側である構成であったが、双方を入れ替える

構成とすることができる。

[0075] この変形例では、出射用光ファイバ13の出射端面13bを第3集光レンズ35に対向させるとともに、受光用光ファイバ14の入射端面14bを第3コリメータレンズ27に対向させる構成とし、第3集光レンズ35側を出射側としかつ第3コリメータレンズ27側を受光側とした光波距離測定装置100（図1に破線で示す出射用光ファイバ13および受光用光ファイバ14参照）について説明する。

[0076] この光波距離測定装置100では、上記したように出射用光ファイバ13および受光用光ファイバ14の接続関係が異なる以外は、上記した実施例の光波距離測定装置10と同様であることから、等しい構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。また、光波距離測定装置100においては、出射用光ファイバ13および受光用光ファイバ14の接続関係が異なる以外は、上記した実施例の光波距離測定装置10と同様であることから、受発光機構11での動作は光波距離測定装置10と同様であり、光路形成光学系12での動作は光の逆進性により光の進行方向が逆となるだけで、光波距離測定装置10と同様の光路図を描くこととなる。このため、光波距離測定装置100では、図1における符号Rが出射光に相当し、かつ符号Eが反射光に相当するので、以下では、出射光（R）および反射光（E）と記載する。また、光波距離測定装置100では、第3集光レンズ35が光路形成光学系12において、出射光（R）を平行光束とする出射光コリメータ光学部材として機能する。

[0077] 光波距離測定装置100では、受発光機構11の光源15から出射させた出射光（R）が、出射用光ファイバ13により光路形成光学系12に導光される。そして、出射光（R）は、第3集光レンズ35、コーンプリズム34、第4コリメータレンズ33、第3ミラー32、両面ミラー30の第2反射面30bおよび第2ミラー31を経て、対物レンズ群26から照射光軸Li上の平行な光束として出射される。このため、光波距離測定装置100の光路形成光学系12では、第3集光レンズ35、コーンプリズム34、第4コ

リメータレンズ33、第3ミラー32、両面ミラー30および第2ミラー31により出射光路が形成されている。

[0078] このように、光波距離測定装置100では、照射光軸Li上に位置する測定対象の目標物（図示せず）を照射することができる。光波距離測定装置100から目標物（図示せず）までの間隔が大きい（当該間隔が構成された光学系に対して十分に大きい）場合、この目標物からの反射光（E）は、照射光軸Liに対して略平行な光束として対物レンズ群26に入射する。

[0079] 光波距離測定装置100では、対物レンズ群26に入射した反射光（E）のうち、両面ミラー30の第1反射面30aに到達したものを第1ミラー29へ向けて反射し、エキスパンダレンズ28および第3コリメータレンズ27を経て、受光用光ファイバ14の入射端面14bに入射させる。このため、光波距離測定装置100の光路形成光学系12では、両面ミラー30、第1ミラー29、エキスパンダレンズ28および第3コリメータレンズ27により反射光路が形成されている。

[0080] これにより、光波距離測定装置100は、光源15から出射されて受光素子22で受光された出射光（R）と、光路形成光学系12を経て受光素子22で受光された反射光（E）との位相差及びその出射光（R）の初期位相、または出射光（R）を出射してから反射光（E）を受光するまでの時間差を検出することで、演算部（図示省略）が当該光波距離測定装置100から目標物（図示せず）までの距離を演算し、距離測定を行う。

[0081] 光波距離測定装置100においても、光波距離測定装置10と同様の効果、すなわち、第3集光レンズ35（出射光コリメータ光学部材）を小さな外径寸法（有効径）とすることができること（上記した効果（1））、コーンプリズム34を用いない場合と同様のNA（開口数）の第3集光レンズ35を用いることでその第3集光レンズ35と出射用光ファイバ13の出射端面13bとの間隔を短くできること（上記した効果（2））、第3集光レンズ35と出射用光ファイバ13の出射端面13bとの間隔を、コーンプリズム34を用いない場合と同様とすると、第3集光レンズ35を小さな外径寸法

(有効径)でありながら焦点距離の長いものすなわち小さなNA(開口数)のものを用いることができること(上記した効果(3))、広がり角の縮小を招くことなく出射用光ファイバ13の直径寸法を低減することができること(上記した効果(4))、コーンプリズム34を容易に形成することができること(上記した効果(6))、を得ることができ、それに付随する効果も同様に得ることができる。

[0082] これに加えて、光波距離測定装置100では、出射用光ファイバ13の出射端面13bから出射した出射光(R)は、第3集光レンズ35が出射光軸(符号 L_r' 参照)に沿う平行光束とされた後、コーンプリズム34が中心部分がない状態の平行光束(図2の符号 L_u1 参照)となる。そして、この中心部分がない状態の出射光(R)が、第4コリメータレンズ33、第3ミラー32、両面ミラー30の第2反射面30bおよび第2ミラー31を経て、対物レンズ群26へと導かれる。このため、第2ミラー31から対物レンズ群26へと至る間(光路)には、両面ミラー30が存在することとなるが、この間を通過する際の出射光(R)はコーンプリズム34により中心部分がない状態とされており、この中心部分がない位置に両面ミラー30が配置されている。これにより、光波距離測定装置100では、光源15から出射された出射光(R)が、両面ミラー30により蹴られる(両面ミラー30により対物レンズ群26から出射することが遮られる)ことがないので、光源15から出射された出射光(R)の光量を効率よく利用することができる。このように、本実施例のように光源15がパルスレーザダイオード(レーザ出射装置)で構成されている場合、出射光の光強度分布がガウス分布であることから、出射光における光軸回りの中心箇所の蹴られをなくすことは、光量を効率よく利用する観点から特に効果的である。

[0083] なお、上記した実施例では、受発光機構11は、図1に示すように構成されていたが、出射光Eを出射してから反射光Rを受光するまでの時間差および/または位相差を計測するために、光源15から出射光Eを出射するとともに受光素子22(受光部)にて反射光Rを受光する構成であればよく、上

記した実施例の構成に限定されるものではない。

[0084] また、上記した実施例では、光路形成光学系 12 は、図 1 に示すように構成されていたが、出射光 E を目標物（図示せず）へ向けた照射光軸 L_i 上で対物レンズ群 26 から出射する出射光路を形成するとともに、対物レンズ群 26 に入射した目標物からの反射光 R を出射光 E を環状に取り囲む状態で取得するための反射光路を形成するものであればよく、上記した実施例の構成に限定されるものではない。このことは、光路形成光学系 12 において、出射側と反射側とを入れ替えて、光の進行方向が逆になった場合（出射光 E と反射光 R とが入れ替わる場合（変形例））でも同様である。

[0085] さらに、上記した実施例では、コーンプリズム 34 が、全体に反射光軸 $L_{r'}$ を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈し、第 4 コリメータレンズ 33 側に位置する凸側端面 34 a が、その第 4 コリメータレンズ 33 側へと突出する円錐形状とされ、第 3 集光レンズ 35 側に位置する凹側端面 34 b が、その第 3 集光レンズ 35 側を凹とする円錐形状とされ、反射光軸 $L_{r'}$ （対称軸）を中心とした半径方向において対向する凸側端面 34 a と凹側端面 34 b とが互いに平行となるように設定されていたが、透過偏角を生じさせることなく光束の断面形状（進行方向に直交する方向で見た断面）を変更するものであればよく、より好適には、中心部分がない状態の平行光束とされた反射光を半径方向で光軸側へと屈折させて中心部分がある状態の平行光束とするものであればよく、上記した実施例の形状に限定されるものではない。

[0086] 以上、本発明の撮影装置を実施形態および実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

[0087] [関連出願への相互参照]

本出願は、2008年10月3日に日本国特許庁に出願された特願2008-258732に基づいて優先権を主張し、その全ての開示は完全に本明細書で参照により組み込まれる。

図面の簡単な説明

- [0088] [図1]本発明に係る光波距離測定装置の光学系の概略構成図である。
- [図2]光波距離測定装置に用いられるコーンプリズムの作用を説明するためのコーンプリズムの斜視図である。
- [図3]コーンプリズムの作用を説明するための光軸（入射光軸）を含むコーンプリズムの断面図である。
- [図4]従来の構成の光波距離測定装置の光路形成光学系の一例を示す図である。
- 。
- [図5]本発明に係る光波距離測定装置において光路形成光学系の第3集光レンズの焦点距離を短くした例の概略構成図である。
- [図6]第3集光レンズと受光用光ファイバの入射端面bとの位置関係に光路図を付した説明図であり、CASE-Aは第3集光レンズの（後側）焦点距離が f であり受光用光ファイバの直径寸法が d である例を示し、CASE-Bは焦点距離が f であり直径寸法が $d/2$ である例を示し、CASE-Cは焦点距離が $f/2$ であり直径寸法が $d/2$ である例を示す。

請求の範囲

[請求項1] 光源からの出射光を目標物へ向けて出射するとともに、該目標物からの前記出射光の反射光を受光部で受光して距離測定を行う光波距離測定装置であって、

対物レンズを介して前記出射光により前記目標物を照射する出射光学系と、前記対物レンズを介して前記反射光を前記受光部へと導く受光光学系とを備え、

該受光光学系の光路上または前記出射光学系の光路上に、透過偏角を生じさせることなく光束の断面形状を変更するコーンプリズムが設けられていること、

を特徴とする光波距離測定装置。

[請求項2] 前記対物レンズから前記受光部に至る光路には、前記反射光を略平行光束とする反射光コリメータ光学部材と、該反射光コリメータ光学部材を経た前記反射光を集光する集光光学部材とが設けられ、

前記反射光コリメータ光学部材と前記集光光学部材との間には、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を縮小しつつ光束の断面形状を変更する前記コーンプリズムが設けられていること、

を特徴とする請求項1に記載の光波距離測定装置。

[請求項3] 前記出射光を前記目標物へ向けた照射光軸上で前記対物レンズを経て出射するとともに、前記対物レンズに入射した前記目標物からの前記出射光の前記反射光を前記出射光を環状に取り囲む中心部分がない状態で受光し、

前記対物レンズから前記受光部に至る光路には、前記反射光を略平行光束とする反射光コリメータ光学部材と、該反射光コリメータ光学部材を経た前記反射光を集光する集光光学部材とが設けられ、

前記反射光コリメータ光学部材と前記集光光学部材との間には、前記反射光コリメータ光学部材を経て平行光束とされた中心部分がない状態の前記反射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を縮

小しつつ光束の断面形状を変更し、中心部分がある状態の平行光束とする前記コーンプリズムが設けられていること、
を特徴とする請求項 1 に記載の光波距離測定装置。

[請求項4]

光源から光を出射するとともに受光部にて光を受光する受発光機構と、

該受発光機構からの出射光を目標物へ向けた照射光軸上で対物レンズから出射する出射光路を形成するとともに、前記対物レンズに入射する前記目標物からの前記出射光の反射光を前記出射光を環状に取り囲む中心部分がない状態で前記受発光機構へと導く反射光路を形成する光路形成光学系と、

前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記受発光機構から出射された前記出射光を前記光路形成光学系の前記出射光路へと導光する出射用光ファイバと、

前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記光路形成光学系の前記反射光路を経た前記反射光を前記受発光機構の前記受光部へと導光する受光用光ファイバと、

を備え、前記目標物までの距離測定を行う光波距離測定装置であって、

前記反射光路には、前記反射光を略平行光束とする反射光コリメータ光学部材と、該反射光コリメータ光学部材を経た前記反射光を集光し前記受光用光ファイバの入射端面に入射させる集光光学部材とが設けられ、

前記反射光コリメータ光学部材と前記集光光学部材との間には、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を縮小しつつ光束の断面形状を変更するコーンプリズムが設けられていること、
を特徴とする光波距離測定装置。

[請求項5]

前記コーンプリズムは、前記反射光コリメータ光学部材を経て平行光束とされた中心部分がない状態の前記反射光を、半径方向で光軸側

へと屈折させて、中心部分がある状態の平行光束とすること、
を特徴とする請求項 4 に記載の光波距離測定装置。

[請求項6]

前記コーンプリズムは、前記反射光コリメータ光学部材から前記集光光学部材に至る光軸を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈し、前記反射光コリメータ光学部材側に位置する端面が前記反射光コリメータ光学部材へ向けて突出する円錐形状とされ、前記集光光学部材側に位置する端面が前記集光光学部材に対して凹んだ円錐形状とされ、前記対称軸を中心とした半径方向において前記反射光コリメータ光学部材側に位置する前記端面と前記集光光学部材側に位置する前記端面の互いに対向する部分が平行とされていること、
を特徴とする請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載の光波距離測定装置。

[請求項7]

前記光源から前記対物レンズに至る光路には、前記出射光を略平行光束とする出射光コリメータ光学部材が設けられ、

前記出射光コリメータ光学部材と前記対物レンズとの間には、前記出射光コリメータ光学部材を経た平行光束である前記出射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を拡大しつつ光束の断面形状を変更する前記コーンプリズムが設けられていること、
を特徴とする請求項 1 に記載の光波距離測定装置。

[請求項8]

前記出射光を前記目標物へ向けた照射光軸を環状に取り囲むように前記対物レンズを経て出射するとともに、前記出射光に取り囲まれるように前記照射光軸上近傍で前記対物レンズに入射した前記目標物からの前記反射光を受光部で受光し、

前記光源から前記対物レンズに至る光路には、前記出射光を略平行光束とする出射光コリメータ光学部材が設けられ、

前記出射光コリメータ光学部材と前記対物レンズとの間には、前記出射光コリメータ光学部材を経た前記出射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を拡大しつつ光束の断面形状を変更し、中心部

分がない状態の平行光束とするコーンプリズムが設けられていること

、

を特徴とする請求項 1 に記載の光波距離測定装置。

[請求項9]

光源から光を出射するとともに受光部にて光を受光する受発光機構と、

該受発光機構からの出射光を目標物へ向けた照射光軸を取り囲むように対物レンズを経て出射する出射光路を形成するとともに、前記出射光に取り囲まれるように前記照射光軸上近傍で前記対物レンズに入射する前記目標物からの反射光を前記受発光機構へと導く反射光路を形成する光路形成光学系と、

前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記受発光機構から出射された前記出射光を前記出射光学系の前記出射光路へと導光する出射用光ファイバと、

前記受発光機構と前記光路形成光学系とを接続し、前記受光光学系の前記反射光路を経た前記反射光を前記受発光機構の前記受光部へと導光する受光用光ファイバと、

を備え、前記目標物までの距離測定を行う光波距離測定装置であって

、

前記出射光路には、前記出射光を平行光束とする出射光コリメータ光学部材が設けられ、

前記出射光コリメータ光学部材と前記対物レンズとの間には、前記出射光コリメータ光学部材を経た前記出射光を、透過偏角を生じさせることなく光束の外径を拡大しつつ光束の断面形状を変更し、中心部分がない状態の平行光束とすること、

を特徴とする光波距離測定装置。

[請求項10]

前記コーンプリズムは、前記出射光コリメータ光学部材を経て平行光束とされた前記出射光を、半径方向で光軸とは反対側へと屈折させて、中心部分がない状態の平行光束とすること、

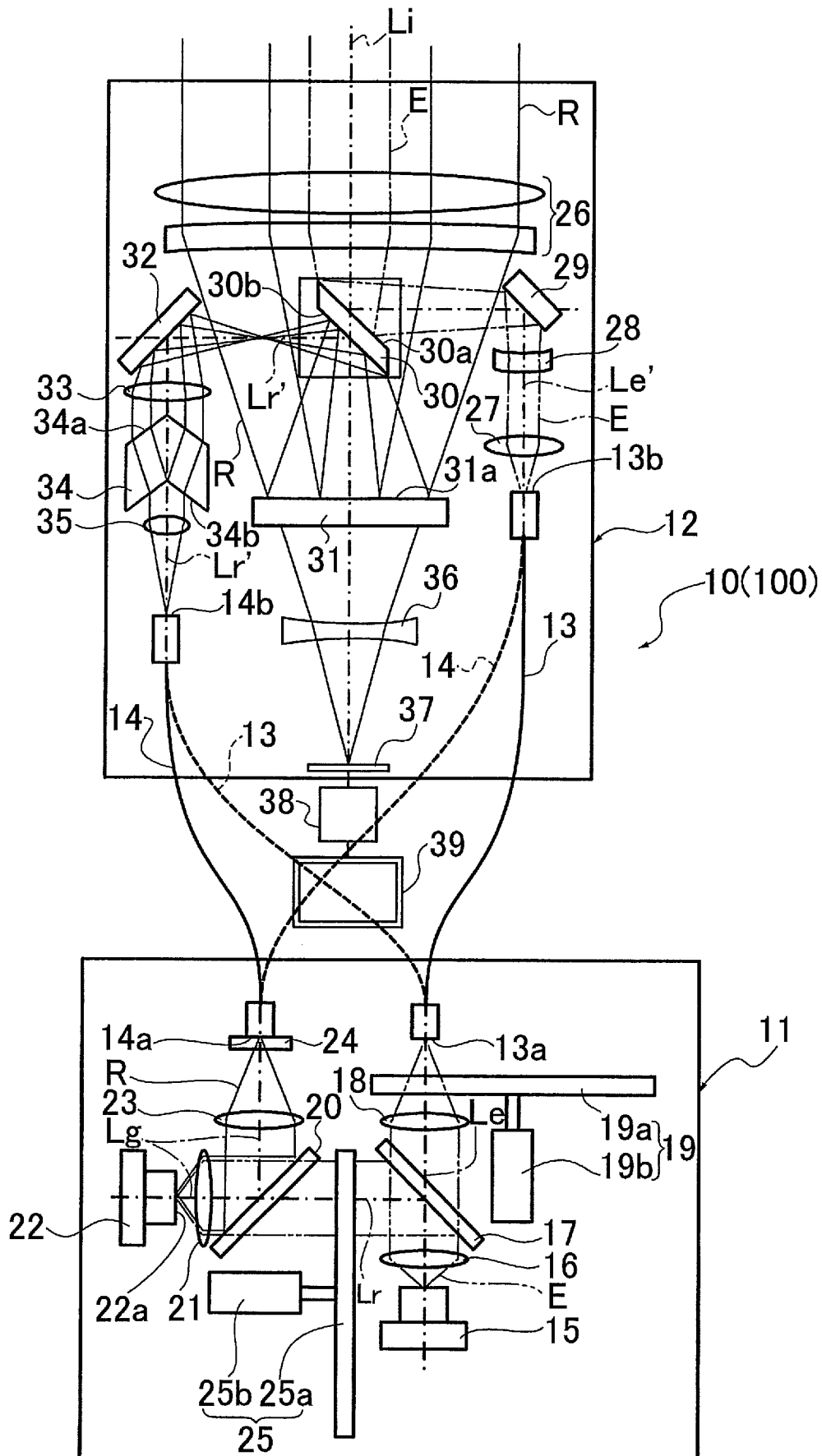
を特徴とする請求項 9 に記載の光波距離測定装置。

[請求項 11]

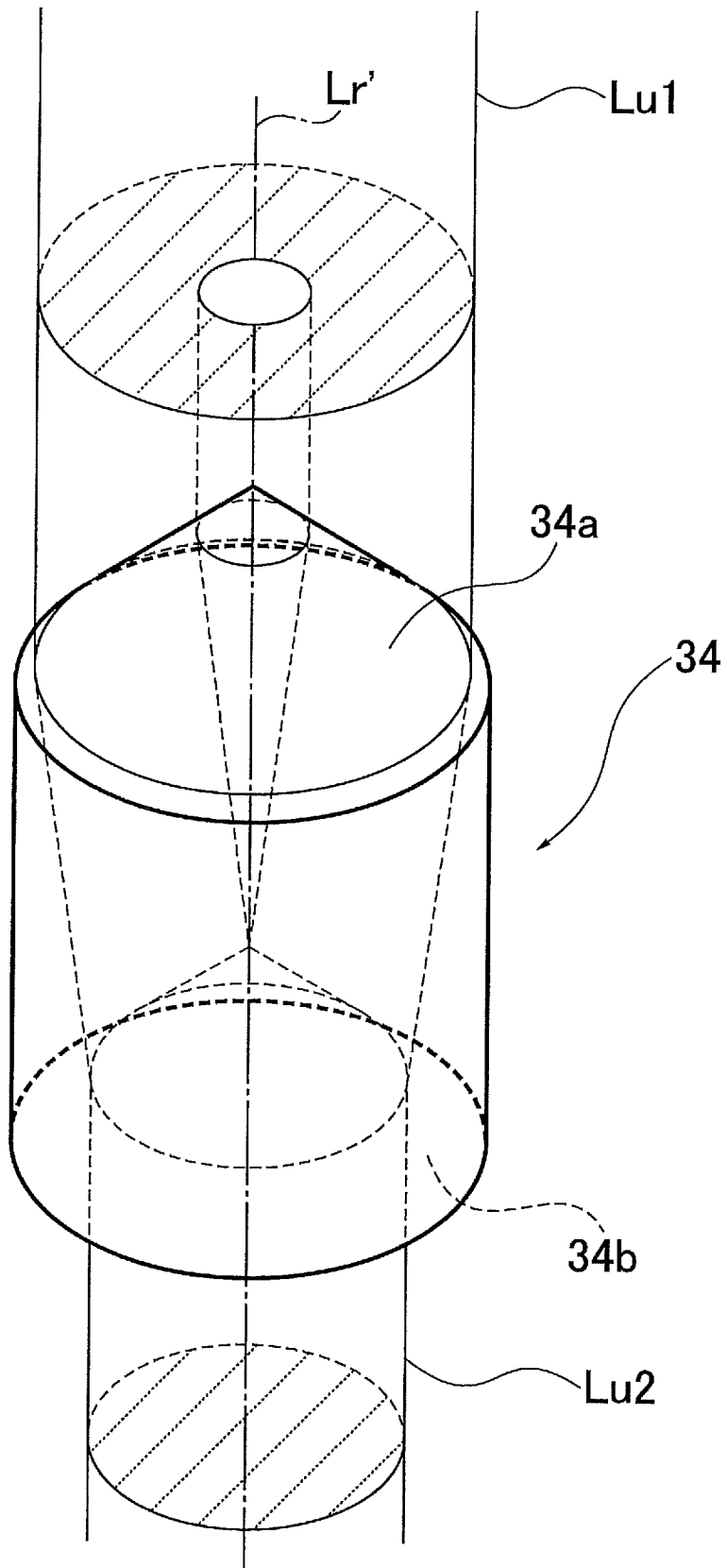
前記コーンプリズムは、前記出射光コリメータ光学部材から前記対物レンズに至る光軸を対称軸とする回転対称な円柱形状を呈し、前記出射光コリメータ光学部材側に位置する端面が前記出射光コリメータ光学部材に対して凹んだ円錐形状とされ、前記対物レンズ側に位置する端面が前記対物レンズへ向けて突出する円錐形状とされ、前記対称軸を中心とした半径方向において前記出射光コリメータ光学部材側に位置する前記端面と前記対物レンズ側に位置する前記端面の互いに対向する部分が平行とされていること、

を特徴とする請求項 7 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の光波距離測定装置。

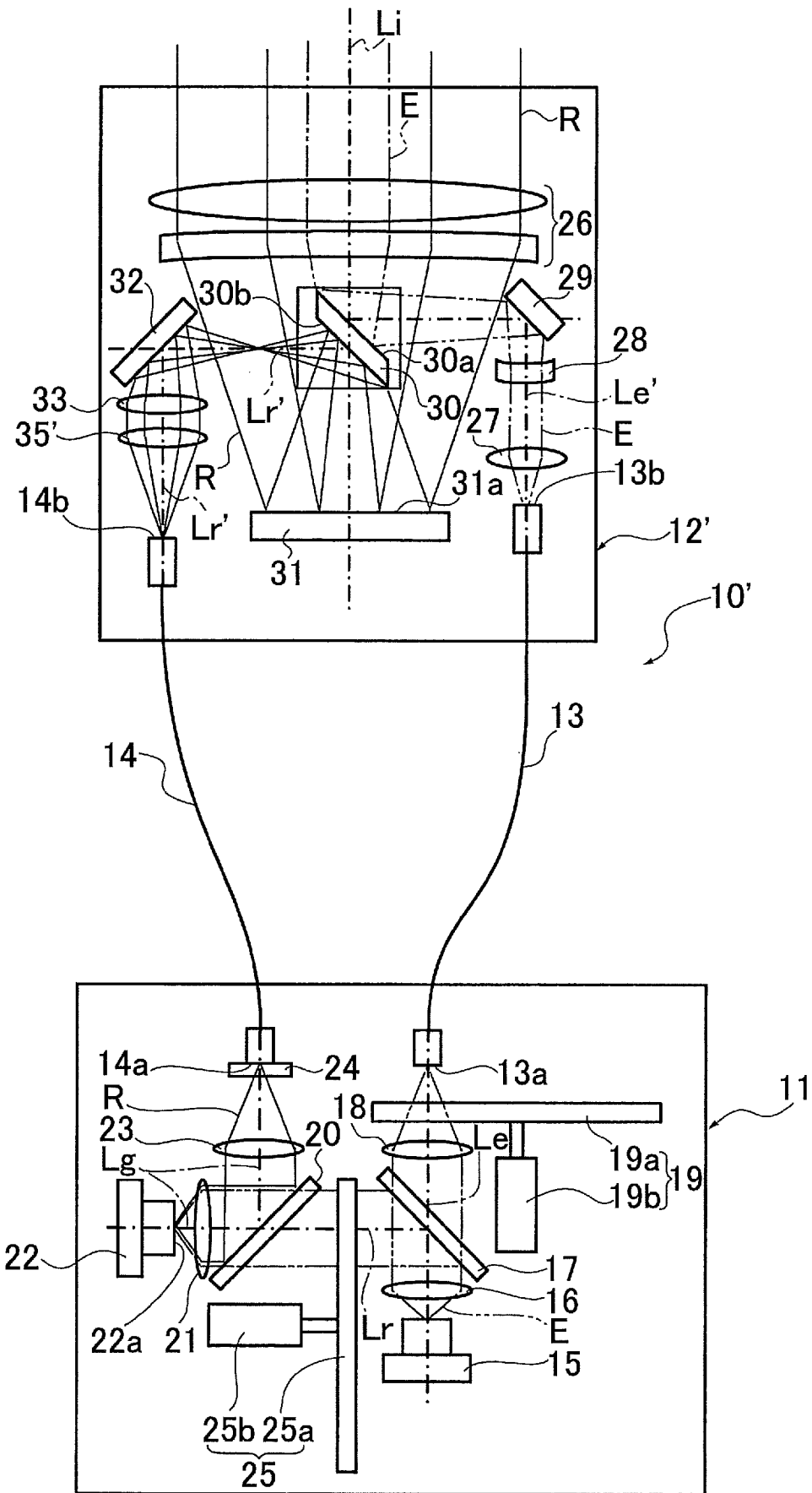
[図1]



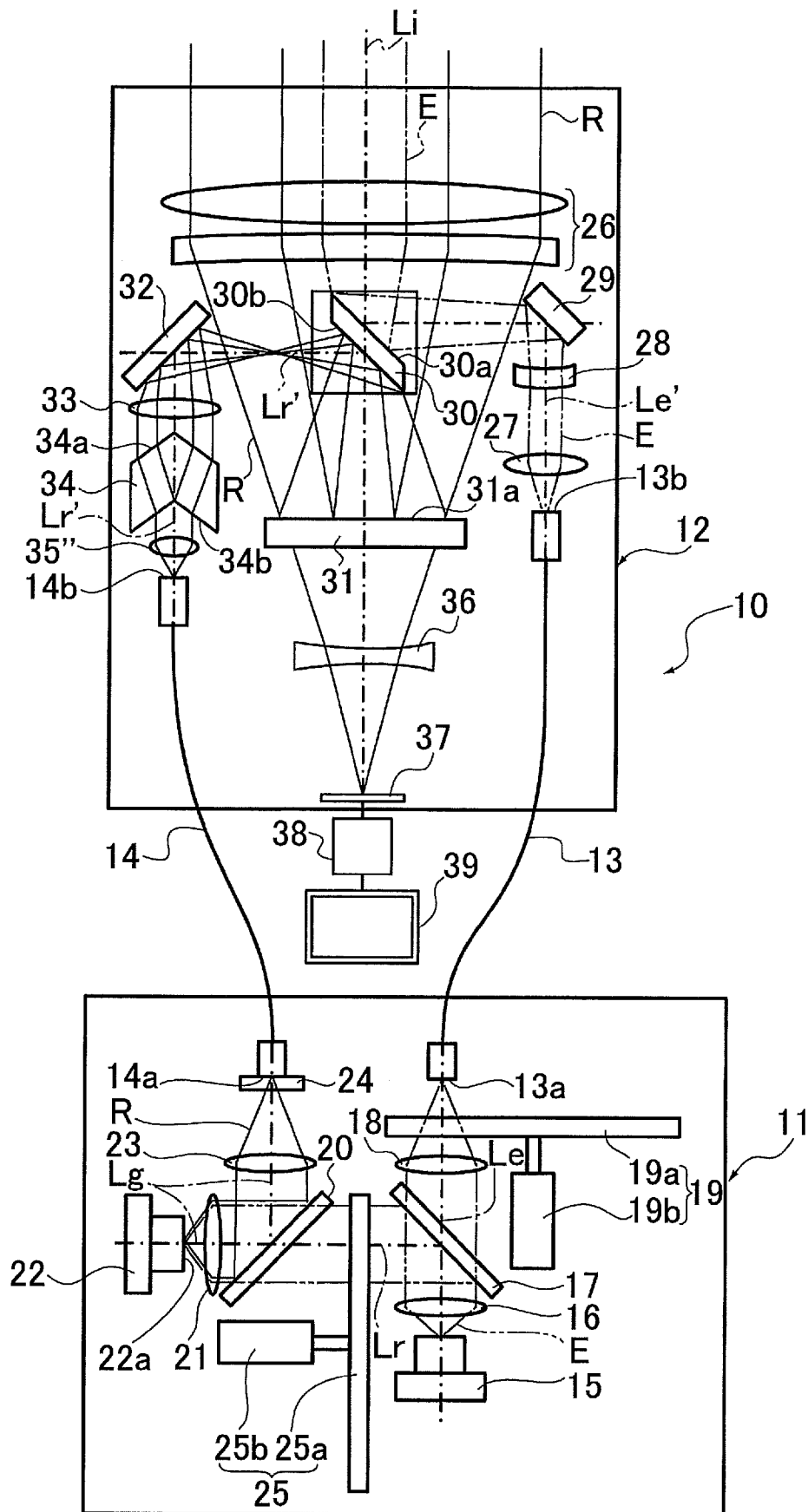
[図2]



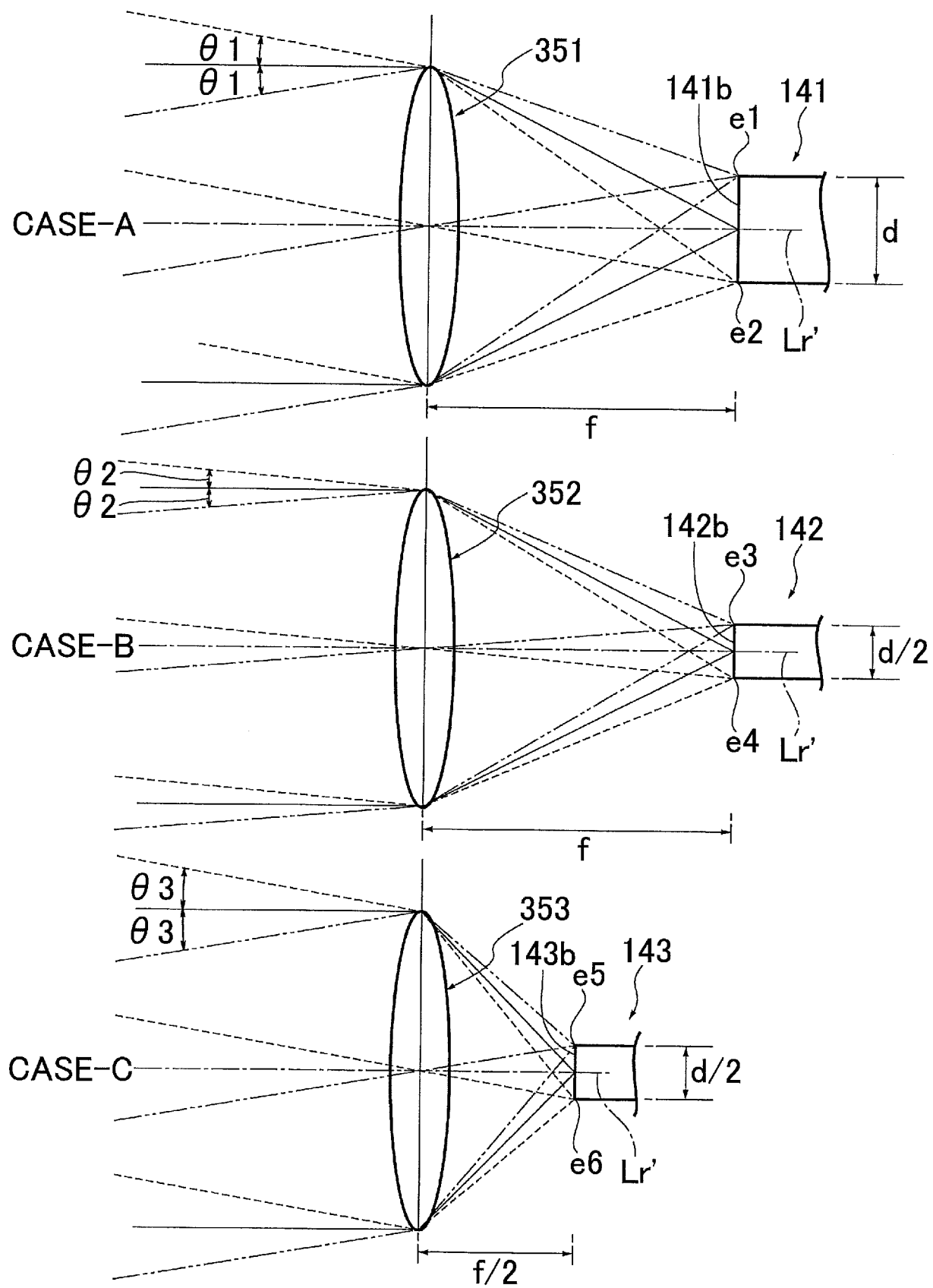
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2009/066495
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 G01S7/48(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S7/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G01S7/48, G01C3/06, G01S7/08, G02B27/09

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-69611 A (Topcon Corp.), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraphs [0005], [0008] to [0010], [0012] to [0025]; fig. 1 to 2 & US 2004/0027554 A1 & DE 10336458 A1 & CN 1485625 A	1-11
Y	JP 7-168122 A (Nikon Corp.), 04 July 1995 (04.07.1995), paragraphs [0003] to [0022], [0037] to [0042], [0044] to [0045]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 October, 2009 (08.10.09)	Date of mailing of the international search report 20 October, 2009 (20.10.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01S7/48(2006.01) i, G01C3/06(2006.01) i, G01S7/08(2006.01) i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01S7/48, G01C3/06, G01S7/08, G02B27/09

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-69611 A (株式会社トプコン) 2004.03.04, 段落 0005, 0008-0010, 0012-0025, 図 1-2 & US 2004/0027554 A1 & DE 10336458 A1 & CN 1485625 A	1-11
Y	JP 7-168122 A (株式会社ニコン) 1995.07.04, 段落 0003-0022, 0037-0042, 0044-0045, 図 1-3 (ファミリーなし)	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 08.10.2009	国際調査報告の発送日 20.10.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中村 説志 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S 3206