

(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  
2022年3月3日(03.03.2022)



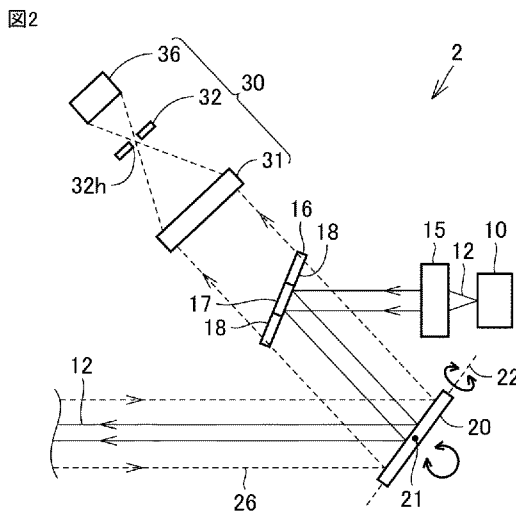
(10) 国際公開番号

WO 2022/044317 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G01S 7/481* (2006.01) *G02B 26/10* (2006.01) 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/032857 (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).
- (22) 国際出願日: 2020年8月31日(31.08.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 本田 菜月(HONDA, Natsuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大牧 正幸(OMAKI, Masayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中原 彰太(NAKAHARA, Shota);
- (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 測距装置



(57) Abstract: This distance measurement device (1) comprises a light source (10), a sweeping mirror (20), and a light reception optical system (30). The light source (10) emits a light beam (12). The sweeping mirror (20) sweeps the light beam (12). The light reception optical system (30) receives return light (26). The light reception optical system (30) comprises a light collecting optical system (31), a light reception element (36), and an aperture (32) between the light collecting optical system (31) and the light reception element (36). The aperture (32) is disposed on the focal plane of the light collecting optical system (31). The angle of view of the light reception optical system (30) is smaller than the angle of divergence of the light beam (12).



WO 2022/044317 A1

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : 測距装置 (1) は、光源 (10) と、走査ミラー (20) と、受光光学系 (30) とを備える。光源 (10) は、光ビーム (12) を出射する。走査ミラー (20) は、光ビーム (12) を走査する。受光光学系 (30) は、戻り光 (26) を受光する。受光光学系 (30) は、集光光学系 (31) と、受光素子 (36) と、集光光学系 (31) と受光素子 (36) との間にあるアパーチャ (32) とを含む。アパーチャ (32) は、集光光学系 (31) の焦点面上に配置されている。受光光学系 (30) の視野角は、光ビーム (12) の発散角より小さい。

## 明 細 書

発明の名称：測距装置

技術分野

[0001] 本開示は、測距装置に関する。

背景技術

[0002] 特許第6519033号公報（特許文献1）は、投光部と、走査部と、受光部とを備える物体検出装置を開示している。投光部は、レーザダイオードモジュールと、投光光学系とを含む。走査部は、ミラーと、ミラーを駆動するアクチュエータとを含む。受光部は、集光レンズと、受光素子と、アパーチャとを含む。レーザダイオードモジュールから放射されるレーザビームの発散角 $\alpha$ は、角度 $\beta$ 以下である。角度 $\beta$ は、 $\arctan(D/d)$ によって与えられる。Dはアパーチャの直径を表し、dは集光レンズからアパーチャまでの距離を表す。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6519033号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の物体検出装置では、角度 $\beta$ は角度 $\alpha$ 以上であるため、物体検出装置の分解能が低い。本開示は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、向上された分解能を有する測距装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の第一の局面の測距装置は、第1光源と、走査ミラーと、第1受光光学系とを備える。第1光源は、第1光ビームを出射する。走査ミラーは、第1光ビームを走査する。第1受光光学系は、第1光ビームが少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される第1戻り光を受光する。第1受光光学系は、第1集光光学系と、第1受光素子と、第1集光

光学系と第1受光素子との間にある第1アパーチャを含む。第1アパーチャは、第1集光光学系の第1焦点面上に配置されている。第1受光光学系の第1視野角は、第1光ビームの第1発散角より小さい。第1視野角は、 $\arctan(D_1/f_1)$ で与えられる。 $f_1$ は第1集光光学系の第1焦点距離を表し、 $D_1$ は第1アパーチャに設けられている第1孔の第1直径を表す。

[0006] 本開示の第二の局面の測距装置は、複数の光源と、走査ミラーと、光走査領域補正光学部材と、複数の受光光学系とを備える。複数の光源は、複数の光ビームをそれぞれ出射する。走査ミラーは、複数の光ビームを走査する。光走査領域補正光学部材は、走査ミラーで走査された複数の光ビームが形成する複数の光走査領域の少なくとも一つを補正する。複数の受光光学系は、複数の光ビームがそれぞれ少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される複数の戻り光をそれぞれ受光する。複数の受光光学系は、各々、集光光学系と、受光素子と、集光光学系と受光素子との間にあるアパーチャを含む。アパーチャは、集光光学系の焦点面上に配置されている。受光光学系の視野角は、受光光学系に対応する複数の光ビームの各々の発散角よりも小さい。受光光学系の視野角は、 $\arctan(D/f)$ で与えられる。 $f$ は、集光光学系の焦点距離を表す。 $D$ は、アパーチャに設けられている孔の直径を表す。

[0007] 複数の光走査領域のうち互いに隣接する一对の光走査領域の一方の第1端部が一对の光走査領域の他方の第2端部にのみ重なるまたは一对の光走査領域の他方の第2端部に接することによって、光走査領域が拡張される方向を第1軸とする。走査ミラーが複数の光走査領域に対応する走査ミラーの回転範囲の中心にある場合の走査ミラーの法線を第2軸とする。第1軸と第2軸とを含む平面に投影された走査ミラーに入射する複数の光ビームの各々の光軸と第2軸との間の角度が大きいほど、複数の光ビームの各々に対応するアパーチャに設けられている孔の直径は大きい。

[0008] 本開示の第三の局面の測距装置は、複数の光源と、走査ミラーと、光走査領域補正光学部材と、複数の受光光学系とを備える。複数の光源は、複数の

光ビームをそれぞれ出射する。走査ミラーは、複数の光ビームを走査する。光走査領域補正光学部材は、走査ミラーで走査された複数の光ビームが形成する複数の光走査領域の少なくとも一つを補正する。複数の受光光学系は、複数の光ビームがそれぞれ少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される複数の戻り光をそれぞれ受光する。複数の受光光学系は、各々、集光光学系と、受光素子と、集光光学系と受光素子との間にあるアパーチャを含む。アパーチャは、集光光学系の焦点面上に配置されている。受光光学系の視野角は、受光光学系に対応する複数の光ビームの各々の発散角よりも小さい。受光光学系の視野角は、 $\arctan(D/f)$  で与えられる。f は、集光光学系の焦点距離を表す。D は、アパーチャに設けられている孔の直径を表す。

[0009] 複数の光走査領域のうち互いに隣接する一对の光走査領域の一方の第1端部が一对の光走査領域の他方の第2端部にのみ重なるまたは一对の光走査領域の他方の第2端部に接することによって、光走査領域が拡張される方向を第1軸とする。走査ミラーが複数の光走査領域に対応する走査ミラーの回転範囲の中心にある場合の走査ミラーの法線を第2軸とする。第1軸と第2軸とを含む平面に投影された走査ミラーに入射する複数の光ビームの各々の光軸と第2軸との間の角度が大きいほど、複数の光ビームの各々に対応するアパーチャに設けられている孔の直径は小さい。

### 発明の効果

[0010] 本開示の第一の局面の測距装置では、第1アパーチャは、第1受光光学系の第1視野角を第1光ビームの第1発散角より小さくして、第1受光素子に入射することができる第1戻り光の角度範囲を制限する。そのため、本開示の第一の局面の測距装置の分解能は向上され得る。

[0011] 本開示の第二の局面及び第三局面の測距装置では、アパーチャは、受光光学系の視野角を、受光光学系に対応する複数の光ビームの各々の発散角より小さくして、受光素子に入射することができる戻り光の角度範囲を制限する。そのため、本開示の第二の局面及び第三局面の測距装置の分解能は向上さ

れ得る。

### 図面の簡単な説明

- [0012] [図1]実施の形態1から実施の形態3の測距装置の概略図である。
- [図2]実施の形態1の測距装置に含まれる光ビーム走査装置の概略図である。
- [図3]実施の形態1から実施の形態3の測距装置に含まれる照射光学系及び光源の概略拡大図である。
- [図4]実施の形態1及び実施の形態3の測距装置に含まれる第1受光光学系の概略拡大図である。
- [図5]実施の形態1の第1変形例の測距装置に含まれる第1受光光学系の概略拡大図である。
- [図6]実施の形態1の第2変形例の測距装置に含まれる光ビーム走査装置の概略図である。
- [図7]実施の形態2の測距装置に含まれる光ビーム走査装置の概略図である。
- [図8]実施の形態2の測距装置に含まれる第1受光光学系の概略拡大図である。
- 。
- [図9]実施の形態3の測距装置に含まれる光ビーム走査装置の概略平面図である。
- [図10]実施の形態3の測距装置に含まれる光ビーム走査装置の概略正面図である。
- [図11]実施の形態3の測距装置に含まれる第2受光光学系の概略拡大図である。
- [図12]  $\theta_{xa}$ 及び $\theta_{ya}$ の定義を示す図である。
- [図13]比較例の測距装置の複数の光走査領域を示す図である。
- [図14]実施の形態3の測距装置の複数の光走査領域を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の実施の形態を説明する。なお、同一の構成には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。

[0014] 実施の形態1.

図1から図4を参照して、実施の形態1の測距装置1を説明する。測距装置1は、光ビーム走査装置2と、コンピュータ3と、筐体7とを備える。光ビーム走査装置2は、光源10と、照射光学系15と、光ビームスプリッタ16と、走査ミラー20と、受光光学系30とを含む。

[0015] 図2及び図3を参照して、光源10は、光ビーム12を出射する。例えば、光源10は半導体レーザであり、光ビーム12はレーザビームである。光源10は、例えば、図3に示されるように、複数の発光点11a, 11b, 11cを含む。光源10は、例えば、10W以上の高出力を有している。

[0016] 複数の発光点11a, 11b, 11cは、例えば、水平方向のような一つの方向に配列されている。光源10は、複数の発光点11a, 11b, 11cが配列されている方向において、点光源と見なすことができないほど広い発光領域幅を有している。複数の発光点11a, 11b, 11cは、それぞれ、複数の光ビーム13a, 13b, 13cを出射する。光ビーム12は、複数の光ビーム13a, 13b, 13cを含む。複数の光ビーム13a, 13b, 13cの光軸は、互いに平行である。複数の光ビーム13a, 13b, 13cの光軸は、各々、例えば、照射光学系15の光軸15pに平行である。複数の光ビーム13a, 13b, 13cは、各々、拡がり角を有している。

[0017] 照射光学系15は、光源10から出射される光ビーム12をコリメートする。照射光学系15は、例えば、凸レンズを含む。複数の発光点11a, 11b, 11cは、照射光学系15の焦点面上に位置している。上記のとおり、光源10は、複数の発光点11a, 11b, 11cが配列されている方向において、点光源と見なすことができないほど広い発光領域幅を有している。そのため、図3に示されるように、照射光学系15を通過した光ビーム12は、複数の発光点11a, 11b, 11cが配列されている方向において、発散角 $\alpha$ を有する。

[0018] 具体的には、複数の発光点11a, 11b, 11cのうちの一つの発光点11bは、照射光学系15の光軸15p上に（すなわち、照射光学系15の

焦点に)位置している。そのため、発光点11bから出射される光ビーム13bは、照射光学系15によってコリメートされて、照射光学系15の光軸15pに平行に進む。これに対し、発光点11a, 11cは、照射光学系15の光軸15p(すなわち、照射光学系15の焦点)から、複数の発光点11a, 11b, 11cが配列されている方向にずれている。そのため、発光点11aから出射される光ビーム13aは、照射光学系15によってコリメートされて、照射光学系15の光軸15pに対して斜めに進む。発光点11cから出射される光ビーム13cは、照射光学系15によってコリメートされて、照射光学系15の光軸15pに対して斜めに進む。こうして、照射光学系15を通過した光ビーム12は、発散角 $\alpha$ を有する。

[0019] 図2を参照して、光ビームスプリッタ16は、光ビーム12と、光ビーム12が少なくとも一つの対象物9(図1を参照)で反射または散乱されることによって生成される戻り光26とを分離する。例えば、光ビームスプリッタ16は、光ビーム12を反射し、戻り光26を透過させる。具体的には、光ビームスプリッタ16は、反射部17と、透過部18を含む。反射部17は、照射光学系15を通過した光ビーム12を、走査ミラー20に向けて反射する。透過部18は、戻り光26を、受光光学系30に向けて透過させる。光ビームスプリッタ16は、例えば、透明板のうち反射部17に対応する部分上に選択的に反射膜を形成することによって得られる。

[0020] 走査ミラー20は、光ビーム12を反射しかつ走査する。走査ミラー20は、走査ミラー20の法線に垂直な平面に平行でありかつ互いに垂直な二つの回転軸21, 22のまわりに回転し得る。走査ミラー20は、光ビーム12を、二次元的に走査する。走査ミラー20は、例えば、微小電気機械システム(MEMS)ミラーである。走査ミラー20によって走査された光ビーム12は、光走査領域を照射する。

[0021] 図2及び図4を参照して、受光光学系30は、戻り光26を受光する。受光光学系30は、集光光学系31と、アパーチャ32と、受光素子36とを含む。

- [0022] 集光光学系31は、戻り光26を、集光させながら、受光素子36に導く。集光光学系31は、例えば、集光レンズを含む。集光光学系31は、第1焦点距離 $f_1$ を有する。
- [0023] 受光素子36は、戻り光26を受光する。受光素子36は、例えば、アバランシェフォトダイオードもしくは単一光子アバランシェフォトダイオードのようなフォトダイオード、または、シリコンフォトマルチプレイヤー (SiPM) である。アバランシェフォトダイオード、単一光子アバランシェフォトダイオードまたはシリコンフォトマルチプレイヤーのような高い感度を有する受光素子36を用いることによって、測距装置1から遠方にありかつ低い反射率を有する少なくとも一つの対象物9からの微弱な戻り光26が検出され得る。そのため、測距装置1による測距可能な距離が増加して、測距装置1は、より広い範囲にわたって少なくとも一つの対象物9の正確な距離画像を得ることができる。
- [0024] 図4を参照して、受光素子36は、受光領域37を含む。受光領域37は、受光素子36のうち、戻り光26に対して感度を有する領域である。戻り光26は、受光領域37に入射する。受光領域37は、発散角 $\alpha$ に対応する方向において、直径 $D_{r1}$ を有する。受光素子36の受光領域37は、戻り光26の光軸方向において、集光光学系31から距離 $d_1$ だけ離れている。
- [0025] アパーチャ32は、集光光学系31と受光素子36との間に配置されている。アパーチャ32は、集光光学系31の焦点面上に配置されている。アパーチャ32には、孔32hが設けられている。アパーチャ32は、受光素子36に入射することができる戻り光26の角度範囲を制限する。受光光学系30はアパーチャ32を含むため、受光光学系30の第1視野角 $\theta_1$ は $\arctan(D_1/f_1)$ で与えられる。 $D_1$ は、発散角 $\alpha$ に対応する方向における孔32hの直径である。受光光学系30の第1視野角 $\theta_1$ は、光ビーム12の発散角 $\alpha$ より小さい。これに対し、アパーチャ32が無い場合の受光光学系30の視野角 $\theta_{r1}$ は、 $\arctan(D_{r1}/d_1)$ で与えられる。アパーチャ32が無い場合の受光光学系30の視野角 $\theta_{r1}$ は、光ビーム12の発散角 $\alpha$ より大きい。

- [0026] 図1を参照して、コンピュータ3は、コントローラ4と、演算器5と、ROMまたはハードディスクのような記憶装置6とを含む。コントローラ4と演算器5とは、例えば、コンピュータ3に含まれる、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、または、FPGA (field-programmable gate array) のようなプロセッサである。
- [0027] コントローラ4は、光源10、走査ミラー20及び受光素子36に通信可能に接続されている。コントローラ4は、測距装置1を制御する。
- [0028] 具体的には、コントローラ4は、光源10を制御して、光源10からパルス状の光ビーム12が出射するタイミングを制御する。コントローラ4は、光源10が光ビーム12を出射した第1タイミングを、光源10から受信する。コントローラ4は、走査ミラー20を制御する。コントローラ4は、走査ミラー20の傾き角（例えば、走査ミラー20の法線の角度）を受信する。コントローラ4は、受光素子36が受光した戻り光26の光量に応じた信号を、受光素子36から受信する。コントローラ4は、受光素子36が戻り光26を受光した第2タイミングを受信する。
- [0029] 演算器5は、コントローラ4が受信した走査ミラー20の傾き角と記憶装置6に格納されている走査ミラー20に対する光源10の位置とから、光ビーム12の出射方向を算出する。演算器5は、コントローラ4から、光源10が光ビーム12を出射した第1タイミングを受信する。演算器5は、コントローラ4から、受光素子36が戻り光26を受光した第2タイミングを受信する。演算器5は、光ビーム12の出射方向、光源10が光ビーム12を出射した第1タイミング、及び、受光素子36が戻り光26を受光した第2タイミングに基づいて、測距装置1から少なくとも一つの対象物9までの距離と測距装置1に対する少なくとも一つの対象物9の方向とを算出する。
- [0030] 演算器5は、測距装置1から少なくとも一つの対象物9までの距離と測距装置1に対する少なくとも一つの対象物9の方向とを含む少なくとも一つの対象物9の距離画像を生成する。演算器5は、少なくとも一つの対象物9の距離画像を、記憶装置6またはコンピュータ3に通信可能に接続されている

表示装置（図示せず）に出力する。表示装置は、少なくとも一つの対象物9の距離画像を表示する。

[0031] 筐体7は、光ビーム走査装置2と、コンピュータ3とを収容する。筐体7には、光ビーム12及び戻り光26を透過させる透明窓8が設けられている。透明窓8は、光ビーム12及び戻り光26を透過させるが、光ビーム12及び戻り光26とは異なる波長を有しかつ不要な光を遮断する波長フィルタで形成されてもよい。コンピュータ3は、筐体7の外部に配置されてもよい。

[0032] 図5を参照して、本実施の形態の第1変形例では、受光光学系30は、光拡散素子33をさらに含む。光拡散素子33は、アパーチャ32と受光素子36との間に配置されている。光拡散素子33は、例えば、光拡散板または光拡散フィルムである。

[0033] 戻り光26がアパーチャ32の孔32hを通過する際に、戻り光26の一部が回折されて、戻り光26の光強度分布が不均一になる。本明細書において、戻り光26の光強度分布は、戻り光26の光軸に垂直な面における、戻り光26の光強度分布を意味する。戻り光26の光強度分布が均一なほど、受光素子36の感度が向上する。光拡散素子33は、アパーチャ32の孔32hを通過した戻り光26を拡散させて、戻り光26の光強度分布をより均一にする。そのため、戻り光26に対する受光素子36の感度が向上する。戻り光26の光強度分布をより均一にするために、光拡散素子33に代えて、回折格子のような回折光学素子(DOE)が用いられてもよい。

[0034] 図6を参照して、本実施の形態の第2変形例では、光ビームスプリッタ16の透過部18は、光源10から出射された光ビーム12を走査ミラー20に向けて透過させる。光ビームスプリッタ16の反射部17は、戻り光26を、受光光学系30に向けて反射させる。光ビームスプリッタ16は、例えば、孔あきミラーであってもよい。孔あきミラーは、透過部18に対応する部分に孔が設けられている反射ミラーである。

[0035] 本実施の形態の第3変形例では、光源10は、マルチモードレーザであっ

てもよい。マルチモードレーザの出力は、シングルモードレーザの出力よりも大きい。マルチモードレーザは、例えば、水平方向においてマルチモード発振し、かつ、鉛直方向においてシングルモード発振する、水平マルチモードレーザである。マルチモードレーザは、マルチモード発振する方向において、点光源と見なすことができないほど広い発光領域幅を有している。そのため、照射光学系15を通過した光ビーム12は、発散角 $\alpha$ を有する。

[0036] 本実施の形態の測距装置1の効果を説明する。

本実施の形態の測距装置1は、第1光源（光源10）と、走査ミラー20と、第1受光光学系（受光光学系30）とを備える。第1光源は、第1光ビーム（光ビーム12）を出射する。走査ミラー20は、第1光ビームを走査する。第1受光光学系は、第1光ビームが少なくとも一つの対象物9で反射または散乱されることによって生成される第1戻り光（戻り光26）を受光する。第1受光光学系は、第1集光光学系（集光光学系31）と、第1受光素子（受光素子36）と、第1集光光学系と第1受光素子との間にある第1アパーチャ（アパーチャ32）とを含む。第1アパーチャは、第1集光光学系の第1焦点面上に配置されている。第1受光光学系の第1視野角 $\theta_1$ は、第1光ビームの第1発散角（発散角 $\alpha$ ）より小さい。第1視野角 $\theta_1$ は、 $\arctan(D_1/f_1)$ で与えられる。 $f_1$ は第1集光光学系の第1焦点距離を表し、 $D_1$ は第1アパーチャに設けられている第1孔（孔32h）の第1直径を表す。

[0037] 第1アパーチャ（アパーチャ32）は、第1受光光学系（受光光学系30）の第1視野角 $\theta_1$ を第1光ビーム（光ビーム12）の第1発散角（発散角 $\alpha$ ）より小さくして、第1受光素子（受光素子36）に入射することができる第1戻り光（戻り光26）の角度範囲を制限する。そのため、測距装置1の分解能は向上され得る。

[0038] また、測距装置1の第1受光光学系（受光光学系30）は、第1アパーチャ（アパーチャ32）を含むため、測距装置1の分解能を向上させるために、照射光学系15を長くする必要がない。低コストかつコンパクトな測距装置1が提供され得る。

- [0039] 本実施の形態の測距装置1では、第1アパーチャ（アパーチャ32）が無い場合の第1受光光学系（受光光学系30）の視野角 $\theta_{r1}$ は、第1光ビーム（光ビーム12）の第1発散角（発散角 $\alpha$ ）より大きい。第1アパーチャ（アパーチャ32）が無い場合の第1受光光学系の視野角 $\theta_{r1}$ は、 $\arctan(D_{r1}/d_1)$ で与えられる。 $d_1$ は第1集光光学系と第1受光素子（受光素子36）の受光領域37との間の距離を表し、 $D_{r1}$ は受光領域37の直径を表す。
- [0040] 一般に、光源の出力が増加するにつれて、光源から出射される光ビームの発散角は増加する。しかし、第1アパーチャ（アパーチャ32）は、第1受光光学系（受光光学系30）の第1視野角 $\theta_1$ を第1光ビーム（光ビーム12）の第1発散角（発散角 $\alpha$ ）より小さくして、第1受光素子（受光素子36）に入射することができる第1戻り光（戻り光26）の角度範囲を制限する。そのため、第1光源（光源10）として高出力の光源を用いても、測距装置1の分解能は向上され得る。また、第1光源（光源10）として高出力の光源を用いることができるため、測距装置1による測距可能な距離が増加して、測距装置1は、より広い範囲にわたって少なくとも一つの対象物9の正確な距離画像を得ることができる。
- [0041] 本実施の形態の測距装置1では、第1光源は、複数の発光点が配列されているレーザ、または、マルチモードレーザである。
- [0042] そのため、第1光源として、低コストかつ高出力のレーザ光源が用いられ得る。一般に、光源の出力が増加するにつれて、光源から出射される光ビームの発散角は増加する。しかし、第1アパーチャ（アパーチャ32）は、第1受光光学系（受光光学系30）の第1視野角 $\theta_1$ を第1光ビーム（光ビーム12）の第1発散角（発散角 $\alpha$ ）より小さくして、第1受光素子（受光素子36）に入射することができる第1戻り光（戻り光26）の角度範囲を制限する。そのため、第1光源（光源10）として低コストかつ高出力のレーザ光源を用いても、測距装置1の分解能を向上させることができる。また、第1光源（光源10）として高出力の光源を用いることができるため、測距装置1による測距可能な距離が増加して、測距装置1は、より広い範囲にわた

って少なくとも一つの対象物 9 の正確な距離画像を得ることができる。

[0043] 本実施の形態の測距装置 1 では、第 1 受光光学系（受光光学系 30）は、第 1 アパーチャ（アパーチャ 32）と第 1 受光素子（受光素子 36）との間に配置されている光拡散素子 33 または回折光学素子をさらに含む。

[0044] 光拡散素子 33 または回折光学素子は、第 1 アパーチャ（アパーチャ 32）の第 1 孔（孔 32h）を通った戻り光 26 の光強度分布をより均一にする。そのため、第 1 受光素子（受光素子 36）の感度が向上する。測距装置 1 による測距可能な距離が増加して、測距装置 1 は、より広い範囲にわたって少なくとも一つの対象物 9 の正確な距離画像を得ることができる。

[0045] 実施の形態 2.

図 1、図 3、図 7 及び図 8 を参照して、実施の形態 2 の測距装置 1 を説明する。本実施の形態の測距装置 1 は、実施の形態 1 の測距装置 1 と同様の構成を備えるが、光ビーム走査装置 2 に代えて、光ビーム走査装置 2a を備えている点で、実施の形態 1 の測距装置 1 と異なっている。

[0046] 図 7 及び図 8 を参照して、光ビーム走査装置 2a は、実施の形態 1 の光ビーム走査装置 2 と同様の構成を備えているが、受光光学系 30 に代えて、受光光学系 30a を含む点で、実施の形態 1 の光ビーム走査装置 2 と異なっている。受光光学系 30a は、後方アパーチャ 34 をさらに含む。後方アパーチャ 34 は、アパーチャ 32 と受光素子 36 との間に配置されている。後方アパーチャ 34 の孔 34h の直径  $D_b$  は、アパーチャ 32 の孔 32h の直径  $D_1$  より大きい。そのため、アパーチャ 32 の孔 32h を通った戻り光 26 が後方アパーチャ 34 によってケラれることが防止される。

[0047] 後方アパーチャ 34 は、迷光 41、42 が受光素子 36 に入射することを防止する。具体的には、測距装置 1 の外部から、少なくとも一つの対象物 9 からの戻り光 26 に加えて、外乱光が迷光 41 として、受光光学系 30a に入射する。さらに、測距装置 1 の内部では、照射光学系 15 に含まれる光学部品（例えば、レンズ）の表面または光ビームスプリッタ 16 の表面などにおいて光ビーム 12 の一部が反射または散乱されて、迷光 42 が発生する。

後方アパーチャ34は、測距装置1の外部からの迷光41と、測距装置1の内部における迷光42とが、受光素子36に入射することを防止する。

[0048] 一例では、アパーチャ32と後方アパーチャ34との間で迷光41, 42が多重反射し得るように、後方アパーチャ34はアパーチャ32に対して配置されている。後方アパーチャ34の表面は、低い反射率を有している。そのため、迷光41, 42は、アパーチャ32と後方アパーチャ34との間で多重反射して減衰される。別の例では、後方アパーチャ34は、光吸収部材であってもよい。迷光41, 42は、後方アパーチャ34によって吸収されて、減衰される。

[0049] 本実施の形態の測距装置1の効果は、実施の形態1の測距装置1の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0050] 本実施の形態の測距装置1では、第1受光光学系（受光光学系30a）は、第1アパーチャ（アパーチャ32）と第1受光素子（受光素子36）との間に配置されている後方アパーチャ34をさらに含む。後方アパーチャ34の孔34hの直径 $D_0$ は、第1アパーチャの第1孔（孔32h）の第1直径（直径 $D_1$ ）より大きい。

[0051] そのため、後方アパーチャ34は、測距装置1の外部からの迷光41と、測距装置1の内部における迷光42とが第1受光素子（受光素子36）に入射することが防止され得る。測距装置1から遠方にありかつ低い反射率を有する少なくとも一つの対象物9からの微弱な戻り光26が正確に検出され得る。測距装置1による測距可能な距離が増加して、測距装置1は、より広い範囲にわたって少なくとも一つの対象物9の正確な距離画像を得ることができ。

[0052] 実施の形態3.

図1、図3、図4、図9から図11を参照して、実施の形態3の測距装置1を説明する。本実施の形態の測距装置1は、実施の形態1の測距装置1と同様の構成を備えるが、主に以下の点で、実施の形態1の測距装置1と異なっている。

- [0053] 本実施の形態の測距装置 1 は、光ビーム走査装置 2（図 2 を参照）に代えて、光ビーム走査装置 2 b を備える。光ビーム走査装置 2 b は、光ビーム走査装置 2 の構成に加えて、光源 10 b と、照射光学系 15 b と、光ビームスプリッタ 16 b と、受光光学系 30 b とをさらに含む。本実施の形態の測距装置 1 は、光走査領域補正光学部材 50 をさらに備える。
- [0054] 光源 10 b は、光ビーム 12 b を出射する。例えば、光源 10 b は半導体レーザであり、光ビーム 12 b はレーザビームである。光源 10 b は、図 3 に示される光源 10 と同様の構成を含む。一例では、光源 10 b は、複数の発光点を含む。別の例では、光源 10 b は、高出力の水平マルチモードレーザ光源のようなマルチモードレーザである。光源 10 b は、点光源と見なすことができないほど広い発光領域幅を有している。複数の光源 10, 10 b の光軸は、互いに非平行である。
- [0055] 照射光学系 15 b は、照射光学系 15 と同様の機能を有する。具体的には、照射光学系 15 b は、光源 10 b から出射される光ビーム 12 b をコリメートする。上記のとおり、光源 10 b は、点光源と見なすことができないほど広い発光領域幅を有している。そのため、照射光学系 15 b を通過した光ビーム 12 b は、照射光学系 15 を通過した光ビーム 12 と同様に、第 2 発散角を有する。
- [0056] 光ビームスプリッタ 16 b は、光ビームスプリッタ 16 と同様の機能を有する。光ビームスプリッタ 16 b は、光ビーム 12 b と、光ビーム 12 b が少なくとも一つの対象物 9（図 1 を参照）で反射または散乱されることによって生成される戻り光 26 b とを分離する。例えば、光ビームスプリッタ 16 b は、光ビーム 12 b を走査ミラー 20 に向けて反射する。光ビームスプリッタ 16 b は、戻り光 26 b を透過させる。光ビームスプリッタ 16 b は、光ビームスプリッタ 16 と同様に構成されてもよい。
- [0057] 走査ミラー 20 は、さらに、光ビーム 12 b を反射しかつ走査する。走査ミラー 20 は、さらに、光ビーム 12 b を二次元的に走査する。走査ミラー 20 によって走査された光ビーム 12 は、光走査領域 45（図 14 を参照）

を照射する。走査ミラー20によって走査された光ビーム12bは、光走査領域46（図14を参照）を照射する。

[0058] 図10及び図11を参照して、受光光学系30bは、戻り光26bを受光する。受光光学系30bは、集光光学系31bと、アパーチャ32bと、受光素子36bとを含む。

[0059] 集光光学系31bは、集光光学系31と同様の機能を有する。具体的には、集光光学系31bは、戻り光26bを、集光させながら、受光素子36bに導く。集光光学系31bは、例えば、集光レンズを含む。集光光学系31bは、第2焦点距離 $f_2$ を有する。

[0060] 受光素子36bは、戻り光26bを受光する。受光素子36bは、例えば、アバランシェフォトダイオードもしくは単一光子アバランシェフォトダイオードのようなフォトダイオード、または、シリコンフォトマルチプライヤー（SiPM）である。アバランシェフォトダイオード、単一光子アバランシェフォトダイオードまたはシリコンフォトマルチプライヤーのような高い感度を有する受光素子36bを用いることによって、測距装置1から遠方にある低反射率を有する少なくとも一つの対象物9からの微弱な戻り光26bが検出され得る。そのため、測距装置1による測距可能な距離が増加して、測距装置1は、より広い範囲にわたって少なくとも一つの対象物9の正確な距離画像を得ることができる。

[0061] 図11を参照して、受光素子36bは、受光領域37bを含む。受光領域37bは、受光素子36bのうち、戻り光26bに対して感度を有する領域である。戻り光26bは、受光領域37bに入射する。受光領域37bは、第2発散角に対応する方向において、直径 $D_{r2}$ を有する。受光素子36bの受光領域37bは、戻り光26の光軸方向において、集光光学系31から距離 $d_2$ だけ離れている。

[0062] アパーチャ32bは、集光光学系31bと受光素子36bとの間に配置されている。アパーチャ32bは、集光光学系31bの第2焦点面上に配置されている。アパーチャ32bには、孔32iが設けられている。アパーチャ

32bは、受光素子36bに入射することができる戻り光26bの角度範囲を制限する。受光光学系30bはアパーチャ32bを含むため、受光光学系30bの第2視野角 $\theta_2$ は $\arctan(D_2/f_2)$ で与えられる。D<sub>2</sub>は、第2発散角に対応する方向における孔32iの直径である。受光光学系30bの第2視野角 $\theta_2$ は、光ビーム12bの第2発散角より小さい。これに対し、アパーチャ32bが無い場合の受光光学系30bの視野角 $\theta_{r2}$ は、 $\arctan(D_{r2}/d_2)$ で与えられる。アパーチャ32bが無い場合の受光光学系30bの視野角 $\theta_{r2}$ は、光ビーム12bの第2発散角より大きい。

[0063] 図9及び図14を参照して、複数の光走査領域45, 46は、第1方向(x軸)に配列されている。測距装置1(光ビーム走査装置2b)は、第1方向(x軸)に光走査領域を広げることができる。r<sub>x</sub>(図13及び図14を参照)は、回転軸21(x軸)まわりの走査ミラー20の回転角を表す。r<sub>y</sub>(図13及び図14を参照)は、回転軸22(y軸)まわりの走査ミラー20の回転角を表す。

[0064] 複数の光走査領域45, 46が配列される方向(第1方向(x軸))において、互いに隣り合う一対の光走査領域の一方の端部は、互いに隣り合う一対の光走査領域の他方の端部のみと重なっている、または、互いに隣り合う一対の光走査領域の他方の端部に接している。複数の光走査領域45, 46が配列される方向(第1方向(x軸))において、互いに隣り合う一対の光走査領域の一方の中央領域は、互いに隣り合う一対の光走査領域の他方の中央部において重なっていない。互いに隣り合う一対の光走査領域の一方の中央領域は、互いに隣り合う一対の光走査領域の他方の中央部から、複数の光走査領域45, 46が配列される方向(第1方向(x軸))にずれている。

[0065] 具体的には、複数の光走査領域45, 46が配列される方向(第1方向(x軸方向))において、光走査領域46の端部は、光走査領域45の端部のみと重なっている、または、光走査領域45の端部に接している。複数の光走査領域45, 46が配列される方向(第1方向(x軸方向))において、光走査領域46の中央部は、光走査領域45の中央部と重なっていない。光

走査領域 4 6 の中央部は、光走査領域 4 5 の中央部から、複数の光走査領域 4 5, 4 6 が配列される方向（第 1 方向（ $x$  軸方向））にずれている。

[0066] 本明細書において、光走査領域 4 5 の端部が光走査領域 4 6 の端部にのみ重なるまたは光走査領域 4 6 の端部に接することによって、測距装置 1 の光走査領域が拡張される方向（第 1 方向）を  $x$  軸とする。走査ミラー 2 0 が複数の光走査領域 4 5, 4 6 に対応する走査ミラー 2 0 の回転範囲の中心にある場合の走査ミラー 2 0 の法線 2 3 を、 $z$  軸とする。光走査領域 4 5 に対応する走査ミラー 2 0 の回転範囲の中心と、光走査領域 4 6 に対応する走査ミラー 2 0 の回転範囲の中心とは、互いに同じである。 $y$  軸は、 $x$  軸と  $z$  軸とに垂直である。 $x$  軸と  $z$  軸とを含む平面を、第 1 平面（ $z x$  平面）とする。 $z$  軸と  $y$  軸とを含む平面を第 2 平面（ $y z$  平面）とする。

[0067] 測距装置 1（光ビーム走査装置 2 b）が第 1 方向（ $x$  軸）に光走査領域を拡げることできる理由は、図 9 に示されるように、第 2 角度  $\theta_{yb}$  が第 1 角度  $\theta_{ya}$  と異なるからである。図 1 2 に示されるように、第 1 角度  $\theta_{ya}$  は、第 1 平面（ $z x$  平面）に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する光ビーム 1 2 の第 1 光軸と  $z$  軸との間の角度である。すなわち、第 1 角度  $\theta_{ya}$  は、第 1 平面（ $z x$  平面）に投影された、走査ミラー 2 0 への光ビーム 1 2 の入射角である。第 2 角度  $\theta_{yb}$  は、第 1 平面（ $z x$  平面）に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する光ビーム 1 2 b の第 2 光軸と  $z$  軸との間の角度である。すなわち、第 2 角度  $\theta_{yb}$  は、第 1 平面（ $z x$  平面）に投影された、走査ミラー 2 0 への光ビーム 1 2 b の入射角である。本実施の形態では、第 2 角度  $\theta_{yb}$  は、第 1 角度  $\theta_{ya}$  より大きい。

[0068] 図 1 3 に示されるように、光走査領域補正光学部材 5 0 が無ければ、第 1 平面（ $z x$  平面）に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々の光軸と  $z$  軸との間の角度が大きいほど、走査ミラー 2 0 で走査された複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が形成する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の各々の歪みが大きくなる。すなわち、光走査領域補正光学部材 5 0 が無ければ、第 1 平面（ $z x$  平面）に投影された、走査ミラー 2 0

への複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々の入射角が大きいほど、走査ミラー 2 0 で走査された複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が形成する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の各々の歪みが大きくなる。

[0069] 具体的には、第 1 平面 ( $z \times$  平面) に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する光ビーム 1 2 b の第 2 光軸と  $z$  軸との間の第 2 角度  $\theta_{yb}$  は、第 1 平面 ( $z \times$  平面) に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する光ビーム 1 2 の第 1 光軸と  $z$  軸との間の第 1 角度  $\theta_{ya}$  より大きい。すなわち、第 1 平面 ( $z \times$  平面) に投影された、走査ミラー 2 0 への光ビーム 1 2 b の第 2 入射角は、第 1 平面 ( $z \times$  平面) に投影された、走査ミラー 2 0 への光ビーム 1 2 の第 1 入射角より大きい。光走査領域補正光学部材 5 0 が無ければ、走査ミラー 2 0 で走査された光ビーム 1 2 b が形成する光走査領域 4 6 の歪みは、走査ミラー 2 0 で走査された光ビーム 1 2 が形成する光走査領域 4 5 の歪みより大きい。

[0070] 光走査領域補正光学部材 5 0 は、例えば、自由曲面形状のレンズ (図 9 及び図 1 0 を参照) または自由曲面形状のミラーである。光走査領域補正光学部材 5 0 は、走査ミラー 2 0 で走査された複数の光ビーム 1 2, 1 2 b が形成する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の少なくとも一つを補正する。特定的には、光走査領域補正光学部材 5 0 は、走査ミラー 2 0 で走査された複数の光ビーム 1 2, 1 2 b が形成する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の全てを補正する。

[0071] 具体的には、第 1 平面 ( $z \times$  平面) に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々の光軸と  $z$  軸との間の角度が大きいほど、光走査領域補正光学部材 5 0 は、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々により強い負のパワーを与える。こうして、第 1 平面 ( $z \times$  平面) に投影された、走査ミラー 2 0 に入射する複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々の光軸と  $z$  軸との間の角度が大きいほど、光走査領域補正光学部材 5 0 は、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々に対応する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の各々の歪みをより大きく補正する。

[0072] 具体的には、光走査領域補正光学部材 5 0 は、光ビーム 1 2 に対して相對

的に弱い負のパワーを与えるのに対し、光ビーム12bに対して相対的に強い負のパワーを与える。そのため、光走査領域補正光学部材50は、光走査領域46の歪みを光走査領域45の歪みより大きく補正する。光走査領域45の形状と光走査領域46の形状との差は減少する。複数の光走査領域45, 46は、各々、略矩形の形状のような望ましい形状を有する。

[0073] しかし、複数の光ビーム12, 12bの各々が光走査領域補正光学部材50からより強い負のパワーを受けるほど、複数の光ビーム12, 12bの各々はより大きく広がる。複数の光ビーム12, 12bの各々が光走査領域補正光学部材50からより強い負のパワーを受けるほど、複数の光ビーム12, 12bの各々に対応する複数の光走査領域45, 46の各々はより低い単位面積当たりの光強度で照射されて、複数の光ビーム12, 12bの各々に対応する複数の戻り光26, 26bの各々の光強度は減少する。そのため、複数の光ビーム12, 12bの各々が光走査領域補正光学部材50からより強い負のパワーを受けるほど、複数の光ビーム12, 12bの各々を用いた少なくとも一つの対象物9の測距可能な距離または範囲が減少する。複数の光走査領域45, 46の間で、測距可能な距離または範囲がばらつく。

[0074] 具体的には、光走査領域補正光学部材50は、光ビーム12に対して相対的に弱い負のパワーを与えるのに対し、光ビーム12bに対して相対的に強い負のパワーを与える。そのため、光ビーム12bは、光ビーム12より大きく広がる。少なくとも一つの対象物9に照射される光ビーム12bの単位面積当たりの光強度は、少なくとも一つの対象物9に照射される光ビーム12の単位面積当たりの光強度より低い。戻り光26bの光強度は、戻り光26の光強度より低い。光ビーム12bを用いた少なくとも一つの対象物9の測距可能な距離または範囲は、光ビーム12を用いた少なくとも一つの対象物9の測距可能な距離または範囲より小さくなる。複数の光走査領域45, 46の間で、測距可能な距離または範囲がばらつく。

[0075] また、複数の光ビーム12, 12bの各々は、光走査領域補正光学部材50によってより強い負のパワーが与えられるほど、より大きく広がって、よ

り広い面積で少なくとも一つの対象物 9 に照射される。そのため、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受けるほど、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が形成する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の各々における測距装置 1 の分解能が低下する。複数の光走査領域 4 5, 4 6 の間で、測距装置 1 の分解能がばらつく。

[0076] 具体的には、光走査領域補正光学部材 5 0 は、光ビーム 1 2 に対して相対的に弱い負のパワーを与えるのに対し、光ビーム 1 2 b に対して相対的に強い負のパワーを与える。そのため、光ビーム 1 2 b は、光ビーム 1 2 より大きく広がる。少なくとも一つの対象物 9 に照射される光ビーム 1 2 b の面積は、少なくとも一つの対象物 9 に照射される光ビーム 1 2 の面積より大きい。光ビーム 1 2 b が形成する光走査領域 4 6 における測距装置 1 の分解能は、光ビーム 1 2 が形成する光走査領域 4 5 における測距装置 1 の分解能より低い。

[0077] そこで、本実施の形態では、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が光走査領域補正光学部材 5 0 から受ける負のパワーの強さに応じて、アパーチャ 3 2 b の孔 3 2 i の直径  $D_2$  を、アパーチャ 3 2 の孔 3 2 h の直径  $D_1$  とは異ならせている。

[0078] 本実施の形態の一例では、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受けるほど、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々に対応する複数の戻り光 2 6, 2 6 b の各々に対応する複数のアパーチャ 3 2, 3 2 b の各々の孔 3 2 h, 3 2 i の直径  $D_1$ ,  $D_2$  を大きくする。具体的には、光ビーム 1 2 b は、光ビーム 1 2 より、光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受けている。光ビーム 1 2 b に対応する戻り光 2 6 b に対応するアパーチャ 3 2 b の孔 3 2 i の直径  $D_2$  を、光ビーム 1 2 に対応する戻り光 2 6 に対応するアパーチャ 3 2 の孔 3 2 h の直径  $D_1$  より大きくする。

[0079] そのため、光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受ける複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々に対応する複数の戻り光 2 6, 2 6 b の

各々が、より多く、複数の戻り光 2 6, 2 6 b の各々に対応する複数の受光素子 3 6, 3 6 b の各々に到達する。具体的には、アパーチャ 3 2 b を通って、受光素子 3 6 b に到達する戻り光 2 6 b の光量を増加させることができる。光ビーム 1 2 b を用いた少なくとも一つの対象物 9 の測距可能な距離及び範囲が増加し得る。測距装置 1 によって測距可能な距離または範囲が増加する。また、光ビーム 1 2 b を用いた少なくとも一つの対象物 9 の測距可能な距離及び範囲を、光ビーム 1 2 を用いた少なくとも一つの対象物 9 の測距可能な距離及び範囲に近づけるまたは等しくすることができる。複数の光走査領域 4 5, 4 6 の間で、測距可能な距離または範囲のばらつきを減少させることができる。

[0080] 本実施の形態の別の例では、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受けると、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々に対応する複数の戻り光 2 6, 2 6 b の各々に対応する複数のアパーチャ 3 2, 3 2 b の各々の孔 3 2 h, 3 2 i の直径  $D_1$ ,  $D_2$  を小さくする。具体的には、光ビーム 1 2 b は、光ビーム 1 2 より、光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受けている。アパーチャ 3 2 b の孔 3 2 i の直径  $D_2$  を、アパーチャ 3 2 の孔 3 2 h の直径  $D_1$  より小さくしている。

[0081] そのため、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々が光走査領域補正光学部材 5 0 からより強い負のパワーを受けると、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々に対応する複数の戻り光 2 6, 2 6 b の各々が複数の戻り光 2 6, 2 6 b の各々に対応する複数の受光素子 3 6, 3 6 b の各々に入射することができる角度範囲は小さい。具体的には、アパーチャ 3 2 b を通って受光素子 3 6 b に入射することができる戻り光 2 6 b の角度範囲は、アパーチャ 3 2 を通って受光素子 3 6 に入射することができる戻り光 2 6 の角度範囲よりも小さい。光ビーム 1 2 b が形成する光走査領域 4 6 における測距装置 1 の分解能を向上させることができる。また、光ビーム 1 2 b が形成する光走査領域 4 6 における測距装置 1 の分解能を、光ビーム 1 2 が形成する光走査領域 4

5における測距装置1の分解能に近づけるまたは等しくすることができる。複数の光走査領域45, 46の間で、測距装置1の分解能のばらつきを減少させることができる。

[0082] 複数の光源10, 10bは、第1平面(z x 平面)に対して一方側(+y方向側)に配置されている。第1平面(z x 平面)に投影された、走査ミラー20に入射する複数の光ビーム12, 12bの各々の光軸とz軸との間の角度が大きいほど、第2平面(y z 平面)に投影された、走査ミラー20に入射する複数の光ビーム12, 12bの各々の光軸とz軸との間の角度は大きい。すなわち、第1平面(z x 平面)に投影された、走査ミラー20への複数の光ビーム12, 12bの各々の入射角が大きいほど、第2平面(y z 平面)に投影された、走査ミラー20への複数の光ビーム12, 12bの各々の入射角は大きい。そのため、x軸及びz軸に垂直なy軸方向における複数の光走査領域45, 46の間のずれが減少する。複数の光走査領域45, 46の連続性が向上する。

[0083] 具体的には、第1平面(z x 平面)に投影された、走査ミラー20に入射する光ビーム12bの第2光軸とz軸との間の第2角度 $\theta_{yb}$ は、第1平面(z x 平面)に投影された、走査ミラー20に入射する光ビーム12の第1光軸とz軸との間の第1角度 $\theta_{ya}$ より大きい。すなわち、第1平面(z x 平面)に投影された、走査ミラー20への光ビーム12bの入射角は、第1平面(z x 平面)に投影された、走査ミラー20への光ビーム12の入射角より大きい。そして、第2平面(y z 平面)に投影された、走査ミラー20に入射する光ビーム12bの第2光軸とz軸との間の第4角度 $\theta_{xb}$ は、第2平面(y z 平面)に投影された、走査ミラー20に入射する光ビーム12の第1光軸とz軸との間の第3角度 $\theta_{xa}$ (図12を参照)より大きい。すなわち、第2平面(y z 平面)に投影された、走査ミラー20への光ビーム12bの入射角は、第2平面(y z 平面)に投影された、走査ミラー20への光ビーム12の入射角より大きい。

[0084] 図1を参照して、コントローラ4は、光源10b及び受光素子36bにさ

らに通信可能に接続されている。コントローラ4は、光源10, 10bを制御して、光源10, 10bからパルス状の光ビーム12bが出射するタイミングを制御する。コントローラ4は、光源10, 10bが光ビーム12, 12bを出射した第1タイミングを、光源10, 10bから受信する。コントローラ4は、受光素子36, 36bが受光した戻り光26, 26bの光量に応じた信号を、受光素子36, 36bから受信する。コントローラ4は、受光素子36, 36bが戻り光26, 26bを受光した第2タイミングを受信する。

[0085] 演算器5は、コントローラ4が受信した走査ミラー20の傾き角と記憶装置6に格納されている走査ミラー20に対する光源10, 10bの位置とから、光ビーム12, 12bの出射方向を算出する。演算器5は、コントローラ4から、光源10, 10bが光ビーム12, 12bを出射した第1タイミングを受信する。演算器5は、コントローラ4から、受光素子36, 36bが戻り光26, 26bを受光した第2タイミングを受信する。演算器5は、光ビーム12, 12bの出射方向、光源10, 10bが光ビーム12, 12bを出射した第1タイミング、及び、受光素子36, 36bが戻り光26, 26bを受光した第2タイミングに基づいて、測距装置1から少なくとも一つの対象物9までの距離と測距装置1に対する少なくとも一つの対象物9の方向とを算出する。演算器5は、実施の形態1と同様に、少なくとも一つの対象物9の距離画像を生成する。演算器5は、実施の形態1と同様に、少なくとも一つの対象物9の距離画像を、表示装置（図示せず）に出力する。

[0086] 本実施の形態の第1変形例では、実施の形態1の第1変形例（図5を参照）と同様に、光拡散素子33または回折光学素子がアパーチャ32と受光素子36との間に配置されるとともに、光拡散素子33または回折光学素子がアパーチャ32bと受光素子36bとの間に配置されている。

[0087] 本実施の形態の第2変形例では、実施の形態2（図7を参照）と同様に、後方アパーチャ34がアパーチャ32と受光素子36との間に配置されるとともに、第2後方アパーチャがアパーチャ32bと受光素子36bとの間に

配置されている。

[0088] 本実施の形態の第3変形例では、複数の光源10、10bの数は三以上である。

本実施の形態の測距装置1の効果は、実施の形態1の測距装置1の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0089] 本実施の形態の測距装置1は、光走査領域補正光学部材50をさらに備える。光走査領域補正光学部材50は、走査ミラー20で走査された第1光ビーム（光ビーム12）が形成する第1光走査領域（光走査領域45）を補正する。

[0090] そのため、光走査領域補正光学部材50によって第1光ビーム（光ビーム12）が広げられても、第1アパーチャ（アパーチャ32）は、第1受光素子（受光素子36）に入射することができる第1戻り光（戻り光26）の角度範囲を制限する。そのため、光走査領域補正光学部材50を用いて、光走査領域45をより望ましい形状にすることができるとともに、測距装置1の分解能は向上され得る。

[0091] 本実施の形態の測距装置1は、第2光源（光源10b）と、第2受光光学系（受光光学系30b）とをさらに備える。第2光源は、第2光ビーム（光ビーム12b）を出射する。第2受光光学系は、第2光ビームが少なくとも一つの対象物9で反射または散乱されることによって生成される第2戻り光（戻り光26b）を受光する。走査ミラー20は、第2光ビームをさらに走査する。光走査領域補正光学部材50は、走査ミラー20で走査された第2光ビームが形成する第2光走査領域（光走査領域46）をさらに補正する。第2受光光学系は、第2集光光学系（集光光学系31b）と、第2受光素子（受光素子36b）と、第2集光光学系と第2受光素子との間にある第2アパーチャ（アパーチャ32b）とを含む。第2アパーチャは、第2集光光学系の第2焦点面上に配置されている。第2受光光学系の第2視野角 $\theta_2$ は、第2光ビームの第2発散角より小さい。第2視野角 $\theta_2$ は、 $\arctan(D_2/f_2)$ で与えられる。 $f_2$ は第2集光光学系の第2焦点距離を表し、 $D_2$ は第2アパーチャ

ャに設けられている第2孔（孔32i）の第2直径（直径 $D_2$ ）を表す。第2アパーチャの第2孔の第2直径は、第1アパーチャ（アパーチャ32）の第1孔（孔32h）の第1直径（直径 $D_1$ ）と異なっている。

[0092] そのため、光走査領域補正光学部材50によって第2光ビーム（光ビーム12b）が拡げられても、第2アパーチャ（アパーチャ32b）は、第2受光素子（受光素子36b）に入射することができる第2戻り光（戻り光26b）の角度範囲を制限する。そのため、測距装置1の分解能は向上され得る。

[0093] また、第2アパーチャ（アパーチャ32b）の第2孔（孔32i）の第2直径（直径 $D_2$ ）は、第1アパーチャ（アパーチャ32）の第1孔（孔32h）の第1直径（直径 $D_1$ ）と異なっている。そのため、第1光走査領域（光走査領域45）及び第2光走査領域（光走査領域46）の全体にわたって、測距装置1によって測距可能な距離もしくは範囲のばらつき、または、測距装置1の分解能のばらつきを減少させることができる。

[0094] 本実施の形態の測距装置1では、第1光走査領域（光走査領域45）の第1端部が第2光走査領域（光走査領域46）の第2端部にのみ重なるまたは第2光走査領域の第2端部に接することによって、測距装置1の光走査領域が拡張される方向を第1軸（x軸）とする。走査ミラー20が第1光走査領域及び第2光走査領域に対応する走査ミラー20の回転範囲の中心にある場合の走査ミラー20の法線23を第2軸（z軸）とする。第1軸と第2軸とを含む平面（zx平面）に投影された走査ミラー20に入射する第2光ビーム（光ビーム12b）の第2光軸と第2軸との間の第2角度は、当該平面（zx平面）に投影された走査ミラー20に入射する第1光ビーム（光ビーム12）の第1光軸と第2軸との間の第1角度より大きい。第2アパーチャ（アパーチャ32b）の第2孔（孔32i）の第2直径（直径 $D_2$ ）は、第1アパーチャ（アパーチャ32）の第1孔（孔32h）の第1直径（直径 $D_1$ ）より大きい。

[0095] そのため、第2アパーチャ（アパーチャ32b）を通る第2戻り光（戻り

光 2 6 b) の光量を増加させることができる。第 2 光ビーム (光ビーム 1 2 b) を用いた少なくとも一つの対象物 9 の測距可能な距離及び範囲が増加し得る。測距装置 1 によって測距可能な距離または範囲が増加する。また、第 2 光ビーム (光ビーム 1 2 b) を用いた少なくとも一つの対象物 9 の測距可能な距離及び範囲を、第 1 光ビーム (光ビーム 1 2) を用いた少なくとも一つの対象物 9 の測距可能な距離及び範囲に近づけるまたは等しくすることができる。第 1 光走査領域 (光走査領域 4 5) と第 2 光走査領域 (光走査領域 4 6) との間で、測距可能な距離または範囲のばらつきを減少させることができる。

[0096] 本実施の形態の測距装置 1 は、複数の光源 1 0, 1 0 b と、走査ミラー 2 0 と、光走査領域補正光学部材 5 0 と、複数の受光光学系 3 0, 3 0 b とを備える。複数の光源 1 0, 1 0 b は、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b をそれぞれ出射する。走査ミラー 2 0 は、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b を走査する。光走査領域補正光学部材 5 0 は、走査ミラー 2 0 で走査された複数の光ビーム 1 2, 1 2 b が形成する複数の光走査領域 4 5, 4 6 の少なくとも一つを補正する。複数の受光光学系 3 0, 3 0 b は、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b がそれぞれ少なくとも一つの対象物 9 で反射または散乱されることによって生成される複数の戻り光 2 6, 2 6 b をそれぞれ受光する。複数の受光光学系 3 0, 3 0 b は、各々、集光光学系 3 1, 3 1 b と、受光素子 3 6, 3 6 b と、集光光学系 3 1, 3 1 b と受光素子 3 6, 3 6 b との間にあるアパーチャ 3 2, 3 2 b とを含む。アパーチャ 3 2, 3 2 b は、集光光学系 3 1, 3 1 b の焦点面上に配置されている。受光光学系 3 0, 3 0 b の視野角は、受光光学系 3 0, 3 0 b に対応する複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々の発散角よりも小さい。受光光学系 3 0, 3 0 b の視野角は、 $\arctan (D / f)$  で与えられる。f は、集光光学系 3 1, 3 1 b の焦点距離を表す。D は、アパーチャ 3 2, 3 2 b に設けられている孔 3 2 h, 3 2 i の直径を表す。

[0097] 複数の光走査領域 4 5, 4 6 のうち互いに隣接する一对の光走査領域の一方の第 1 端部が一对の光走査領域の他方の第 2 端部にのみ重なるまたは一对

の光走査領域の他方の第2端部に接することによって、光走査領域が拡張される方向を第1軸（x軸）とする。走査ミラー20が複数の光走査領域45、46に対応する走査ミラー20の回転範囲の中心にある場合の走査ミラー20の法線23を第2軸（z軸）とする。第1軸（x軸）と第2軸（z軸）とを含む平面（zx平面）に投影された走査ミラー20に入射する複数の光ビーム12、12bの各々の光軸と第2軸（z軸）との間の角度が大きいほど、複数の光ビーム12、12bの各々に対応するアパーチャ32、32bに設けられている孔32h、32iの直径は大きい。

[0098] そのため、測距装置1によって測距可能な距離または範囲が増加する。複数の光走査領域45、46の間で、測距可能な距離または範囲のばらつきを減少させることができる。

[0099] 本実施の形態の測距装置1では、第1光走査領域（光走査領域45）の第1端部が第2光走査領域（光走査領域46）の第2端部にのみ重なるまたは第2光走査領域の第2端部に接することによって、測距装置1の光走査領域が拡張される方向を第1軸（x軸）とする。走査ミラー20が第1光走査領域及び第2光走査領域に対応する走査ミラー20の回転範囲の中心にある場合の走査ミラー20の法線23を第2軸（z軸）とする。第1軸と第2軸とを含む平面（zx平面）に投影された走査ミラー20に入射する第2光ビーム（光ビーム12b）の第2光軸と第2軸との間の第2角度は、当該平面（zx平面）に投影された走査ミラー20に入射する第1光ビーム（光ビーム12）の第1光軸と第2軸との間の第1角度より大きい。第2アパーチャ（アパーチャ32b）の第2孔（孔32i）の第2直径（直径 $D_2$ ）は、第1アパーチャ（アパーチャ32）の第1孔（孔32h）の第1直径（直径 $D_1$ ）より小さい。

[0100] そのため、第2光ビーム（光ビーム12b）が形成する第2光走査領域（光走査領域46）における測距装置1の分解能を向上させることができる。また、第2光ビーム（光ビーム12b）が形成する第2光走査領域（光走査領域46）における測距装置1の分解能を、第1光ビーム（光ビーム12）

が形成する第1光走査領域（光走査領域45）における測距装置1の分解能に近づけるまたは等しくすることができる。第1光走査領域（光走査領域45）と第2光走査領域（光走査領域46）との間で、測距装置1の分解能のばらつきを減少させることができる。

[0101] 本実施の形態の測距装置1は、複数の光源10、10bと、走査ミラー20と、光走査領域補正光学部材50と、複数の受光光学系30、30bとを備える。複数の光源10、10bは、複数の光ビーム12、12bをそれぞれ出射する。走査ミラー20は、複数の光ビーム12、12bを走査する。光走査領域補正光学部材50は、走査ミラー20で走査された複数の光ビーム12、12bが形成する複数の光走査領域45、46の少なくとも一つを補正する。複数の受光光学系30、30bは、複数の光ビーム12、12bがそれぞれ少なくとも一つの対象物9で反射または散乱されることによって生成される複数の戻り光26、26bをそれぞれ受光する。複数の受光光学系30、30bは、各々、集光光学系31、31bと、受光素子36、36bと、集光光学系31、31bと受光素子36、36bとの間にあるアパーチャ32、32bとを含む。アパーチャ32、32bは、集光光学系31、31bの焦点面上に配置されている。受光光学系30、30bの視野角は、受光光学系30、30bに対応する複数の光ビーム12、12bの各々の発散角よりも小さい。受光光学系30、30bの視野角は、 $\arctan(D/f)$ で与えられる。fは、集光光学系31、31bの焦点距離を表す。Dは、アパーチャ32、32bに設けられている孔32h、32iの直径を表す。

[0102] 複数の光走査領域45、46のうち互いに隣接する一对の光走査領域の一方の第1端部が一对の光走査領域の他方の第2端部にのみ重なるまたは一对の光走査領域の他方の第2端部に接することによって、光走査領域が拡張される方向を第1軸（x軸）とする。走査ミラー20が複数の光走査領域45、46に対応する走査ミラー20の回転範囲の中心にある場合の走査ミラー20の法線23を第2軸（z軸）とする。第1軸（x軸）と第2軸（z軸）とを含む平面（zx平面）に投影された走査ミラー20に入射する複数の光

ビーム 1 2, 1 2 b の各々の光軸と第 2 軸 (z 軸) との間の角度が大きいほど、複数の光ビーム 1 2, 1 2 b の各々に対応するアパーチャ 3 2, 3 2 b に設けられている孔 3 2 h, 3 2 i の直径は小さい。

[0103] そのため、向上された分解能で測距可能な距離または範囲が増加する。複数の光走査領域 4 5, 4 6 の間で、測距装置 1 の分解能のばらつきを減少させることができる。

[0104] 今回開示された実施の形態 1 から実施の形態 3 並びにそれらの変形例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。矛盾のない限り、実施の形態 1 から実施の形態 3 並びにそれらの変形例の少なくとも 2 つを組み合わせてもよい。例えば、本開示の範囲は、上記した説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

### 符号の説明

[0105] 1 測距装置、2, 2 a, 2 b 光ビーム走査装置、3 コンピュータ、4 コントローラ、5 演算器、6 記憶装置、7 筐体、8 透明窓、9 対象物、10, 10 b 光源、11 a, 11 b, 11 c 発光点、12, 12 b 光ビーム、13 a, 13 b, 13 c 光ビーム、15, 15 b 照射光学系、15 p 光軸、16, 16 b 光ビームスプリッタ、17 反射部、18 透過部、20 走査ミラー、21, 22 回転軸、23 法線、26, 26 b 戻り光、30, 30 a, 30 b 受光光学系、31, 31 b 集光光学系、32, 32 b アパーチャ、32 h, 32 i 孔、33 光拡散素子、34 後方アパーチャ、34 h 孔、36, 36 b 受光素子、37, 37 b 受光領域、41, 42 迷光、45, 46 光走査領域、50 光走査領域補正光学部材。

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1光ビームを出射する第1光源と、  
前記第1光ビームを走査する走査ミラーと、  
前記第1光ビームが少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される第1戻り光を受光する第1受光光学系とを備え、  
前記第1受光光学系は、第1集光光学系と、第1受光素子と、前記第1集光光学系と前記第1受光素子との間にある第1アパーチャとを含み、  
前記第1アパーチャは、前記第1集光光学系の第1焦点面上に配置されており、  
前記第1受光光学系の第1視野角は、前記第1光ビームの第1発散角より小さく、  
前記第1視野角は、 $\arctan(D_1/f_1)$  で与えられ、  
前記  $f_1$  は前記第1集光光学系の第1焦点距離を表し、前記  $D_1$  は前記第1アパーチャに設けられている第1孔の第1直径を表す、測距装置。
- [請求項2] 前記第1アパーチャが無い場合の前記第1受光光学系の視野角は、前記第1光ビームの前記第1発散角より大きく、  
前記第1受光光学系の前記視野角は、 $\arctan(D_{r1}/d_1)$  で与えられ、  
前記  $d_1$  は前記第1集光光学系と前記第1受光素子の受光領域との間の距離を表し、前記  $D_{r1}$  は前記受光領域の直径を表す、請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記第1光源は、配列されている複数の発光点を含むレーザ、または、マルチモードレーザである、請求項1または請求項2に記載の測距装置。
- [請求項4] 前記第1受光光学系は、前記第1アパーチャと前記第1受光素子と

の間に配置されている光拡散素子または回折光学素子をさらに含む、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の測距装置。

[請求項5] 前記第1受光光学系は、前記第1アパーチャと前記第1受光素子との間に配置されている後方アパーチャをさらに含み、  
前記後方アパーチャの孔の直径は、前記第1直径より大きい、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の測距装置。

[請求項6] 光走査領域補正光学部材をさらに備え、  
前記光走査領域補正光学部材は、前記走査ミラーで走査された前記第1光ビームが形成する第1光走査領域を補正する、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の測距装置。

[請求項7] 第2光ビームを出射する第2光源と、  
前記第2光ビームが前記少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される第2戻り光を受光する第2受光光学系とをさらに備え、  
前記走査ミラーは、前記第2光ビームをさらに走査し、  
前記光走査領域補正光学部材は、前記走査ミラーで走査された前記第2光ビームが形成する第2光走査領域をさらに補正し、  
前記第2受光光学系は、第2集光光学系と、第2受光素子と、前記第2集光光学系と前記第2受光素子との間にある第2アパーチャとを含み、  
前記第2アパーチャは、前記第2集光光学系の第2焦点面上に配置されており、  
前記第2受光光学系の第2視野角は、前記第2光ビームの第2発散角より小さく、  
前記第2視野角は、 $\arctan(D_2/f_2)$ で与えられ、  
前記 $f_2$ は前記第2集光光学系の第2焦点距離を表し、前記 $D_2$ は前記第2アパーチャに設けられている第2孔の第2直径を表し、  
前記第2直径は、前記第1直径と異なっている、請求項6に記載の

測距装置。

[請求項8]

前記第1光走査領域の第1端部が前記第2光走査領域の第2端部にのみ重なるまたは前記第2光走査領域の前記第2端部に接することによって、前記測距装置の光走査領域が拡張される方向を第1軸とし、

前記走査ミラーが前記第1光走査領域及び前記第2光走査領域に対応する前記走査ミラーの回転範囲の中心にある場合の前記走査ミラーの法線を第2軸とし、

前記第1軸と前記第2軸とを含む平面に投影された前記走査ミラーに入射する前記第2光ビームの第2光軸と前記第2軸との間の第2角度は、前記平面に投影された前記走査ミラーに入射する前記第1光ビームの第1光軸と前記第2軸との間の第1角度より大きく、

前記第2直径は、前記第1直径より大きい、請求項7に記載の測距装置。

[請求項9]

前記第1光走査領域の第1端部が前記第2光走査領域の第2端部にのみ重なるまたは前記第2光走査領域の前記第2端部に接することによって、前記測距装置の光走査領域が拡張される方向を第1軸とし、

前記走査ミラーが前記第1光走査領域及び前記第2光走査領域に対応する前記走査ミラーの回転範囲の中心にある場合の前記走査ミラーの法線を第2軸とし、

前記第1軸と前記第2軸とを含む平面に投影された前記走査ミラーに入射する前記第2光ビームの第2光軸と前記第2軸との間の第2角度は、前記平面に投影された前記走査ミラーに入射する前記第1光ビームの第1光軸と前記第2軸との間の第1角度より大きく、

前記第2直径は、前記第1直径より小さい、請求項7に記載の測距装置。

[請求項10]

複数の光ビームをそれぞれ出射する複数の光源と、

前記複数の光ビームを走査する走査ミラーと、

前記走査ミラーで走査された前記複数の光ビームが形成する複数の

光走査領域の少なくとも一つを補正する光走査領域補正光学部材と、

前記複数の光ビームがそれぞれ少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される複数の戻り光をそれぞれ受光する複数の受光光学系とを備え、

前記複数の受光光学系は、各々、集光光学系と、受光素子と、前記集光光学系と前記受光素子との間にあるアパーチャとを含み、

前記アパーチャは、前記集光光学系の焦点面上に配置されており、

前記受光光学系の視野角は、前記受光光学系に対応する前記複数の光ビームの各々の発散角よりも小さく、

前記視野角は、 $\arctan(D/f)$  で与えられ、

前記  $f$  は前記集光光学系の焦点距離を表し、前記  $D$  は前記アパーチャに設けられている孔の直径を表し、

前記複数の光走査領域のうち互いに隣接する一对の光走査領域の一方の第1端部が前記一对の光走査領域の他方の第2端部にのみ重なるまたは前記一对の光走査領域の前記他方の前記第2端部に接することによって、光走査領域が拡張される方向を第1軸とし、

前記走査ミラーが前記複数の光走査領域に対応する前記走査ミラーの回転範囲の中心にある場合の前記走査ミラーの法線を第2軸とし、

前記第1軸と前記第2軸とを含む平面に投影された前記走査ミラーに入射する前記複数の光ビームの各々の光軸と前記第2軸との間の角度が大きいほど、前記複数の光ビームの各々に対応する前記アパーチャに設けられている前記孔の前記直径は大きい、測距装置。

[請求項11]

複数の光ビームをそれぞれ出射する複数の光源と、

前記複数の光ビームを走査する走査ミラーと、

前記走査ミラーで走査された前記複数の光ビームが形成する複数の光走査領域の少なくとも一つを補正する光走査領域補正光学部材と、

前記複数の光ビームがそれぞれ少なくとも一つの対象物で反射または散乱されることによって生成される複数の戻り光をそれぞれ受光す

る複数の受光光学系とを備え、

前記複数の受光光学系は、各々、集光光学系と、受光素子と、前記集光光学系と前記受光素子との間にあるアパーチャとを含み、

前記アパーチャは、前記集光光学系の焦点面上に配置されており、

前記受光光学系の視野角は、前記受光光学系に対応する前記複数の光ビームの各々の発散角よりも小さく、

前記視野角は、 $\arctan(D/f)$  で与えられ、

前記  $f$  は前記集光光学系の焦点距離を表し、前記  $D$  は前記アパーチャに設けられている孔の直径を表し、

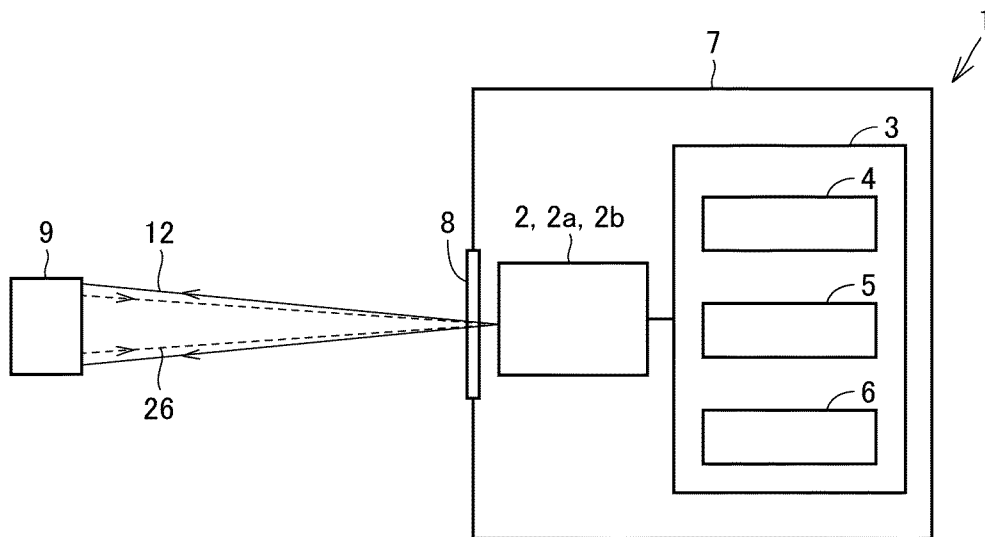
前記複数の光走査領域のうち互いに隣接する一对の光走査領域の一方の第1端部が前記一对の光走査領域の他方の第2端部にのみ重なるまたは前記一对の光走査領域の前記他方の前記第2端部に接することによって、光走査領域が拡張される方向を第1軸とし、

前記走査ミラーが前記複数の光走査領域に対応する前記走査ミラーの回転範囲の中心にある場合の前記走査ミラーの法線を第2軸とし、

前記第1軸と前記第2軸とを含む平面に投影された前記走査ミラーに入射する前記複数の光ビームの各々の光軸と前記第2軸との間の角度が大きいほど、前記複数の光ビームの各々に対応する前記アパーチャに設けられている前記孔の前記直径は小さい、測距装置。

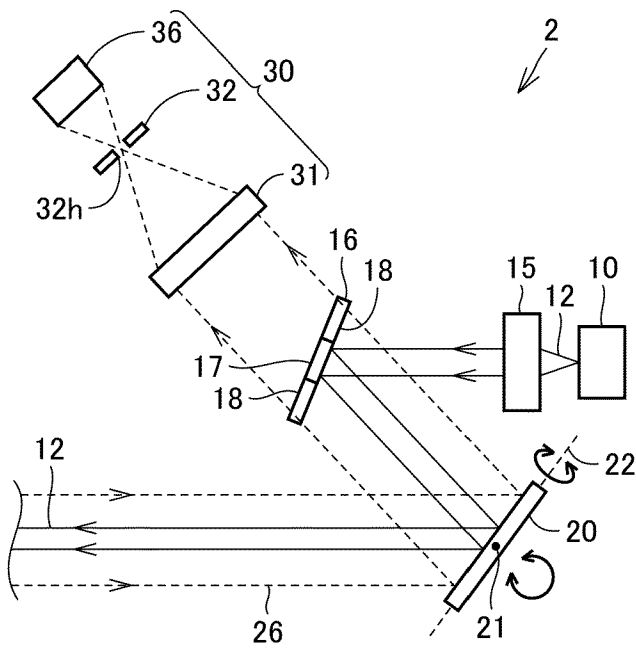
[図1]

図1



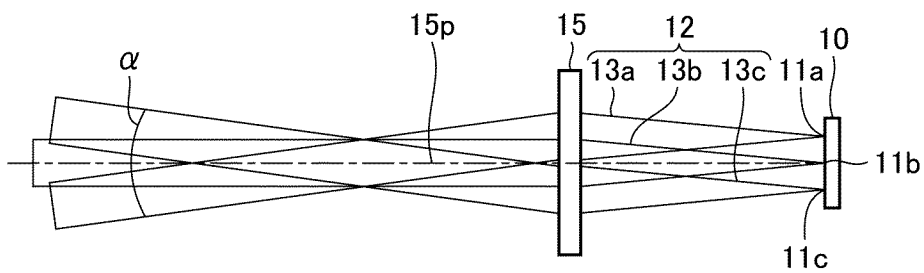
[図2]

図2



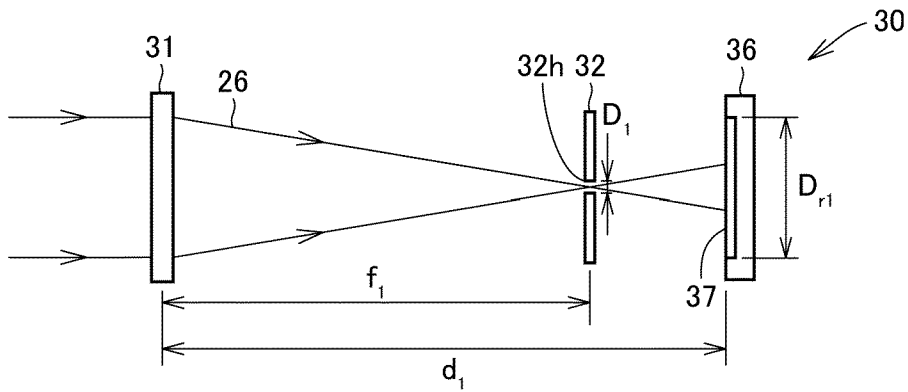
[図3]

図3



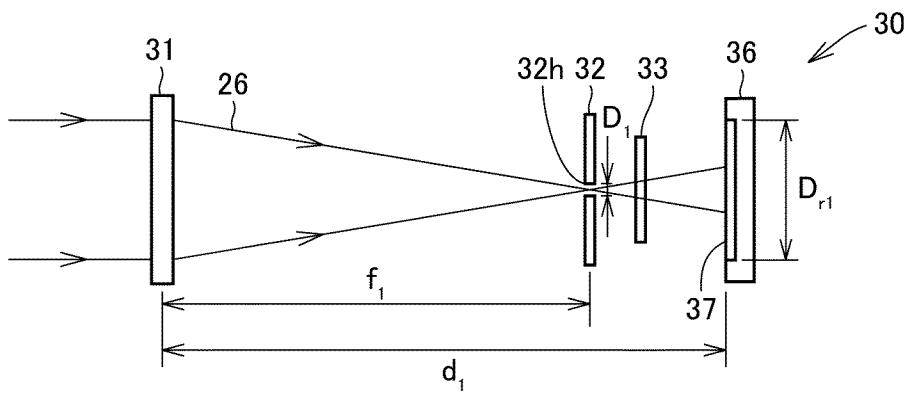
[図4]

図4



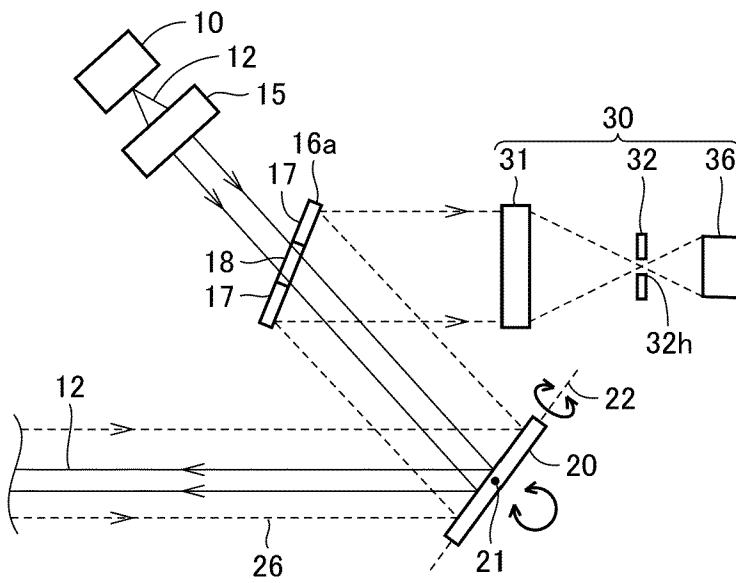
[図5]

図5



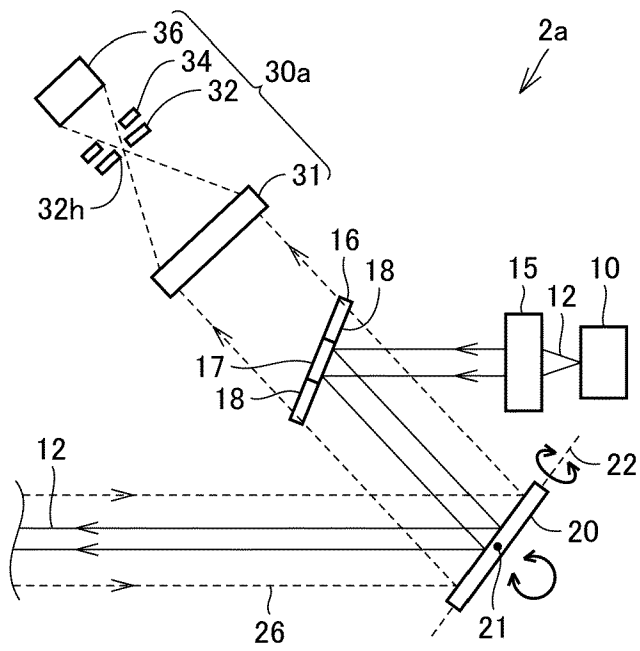
[図6]

図6



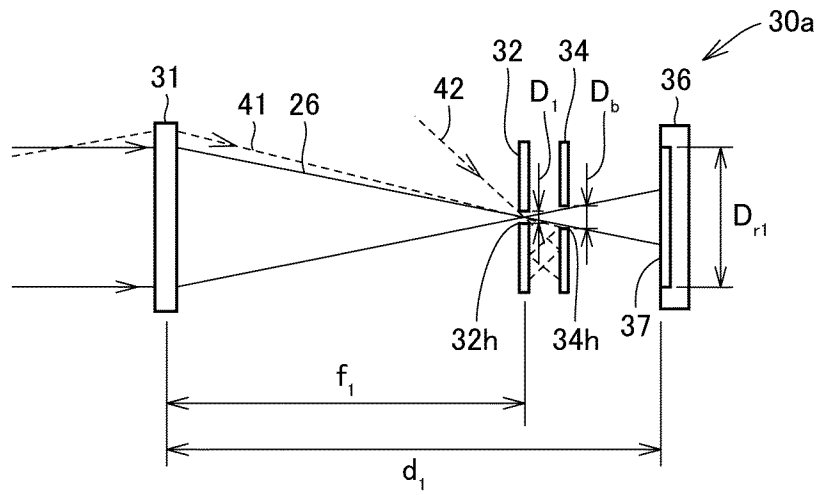
[図7]

図7



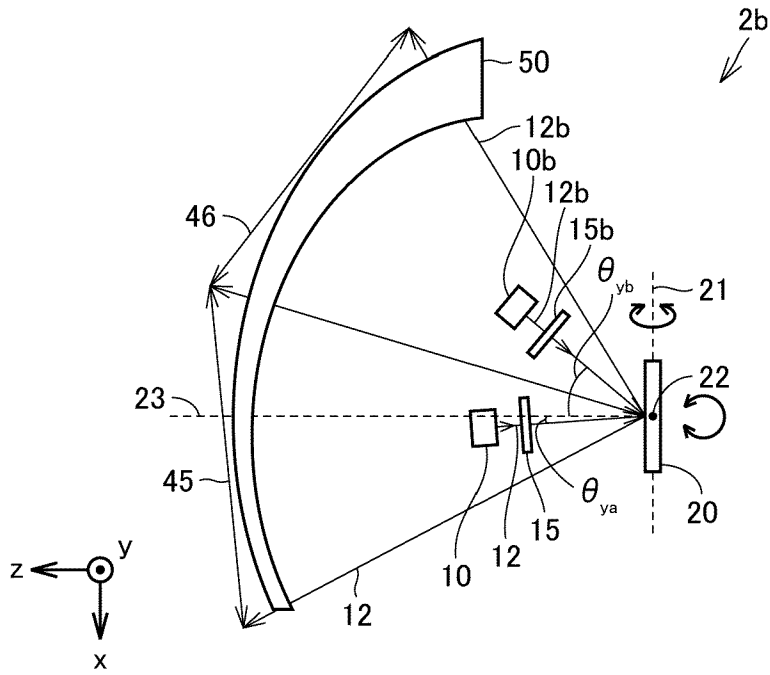
[図8]

図8



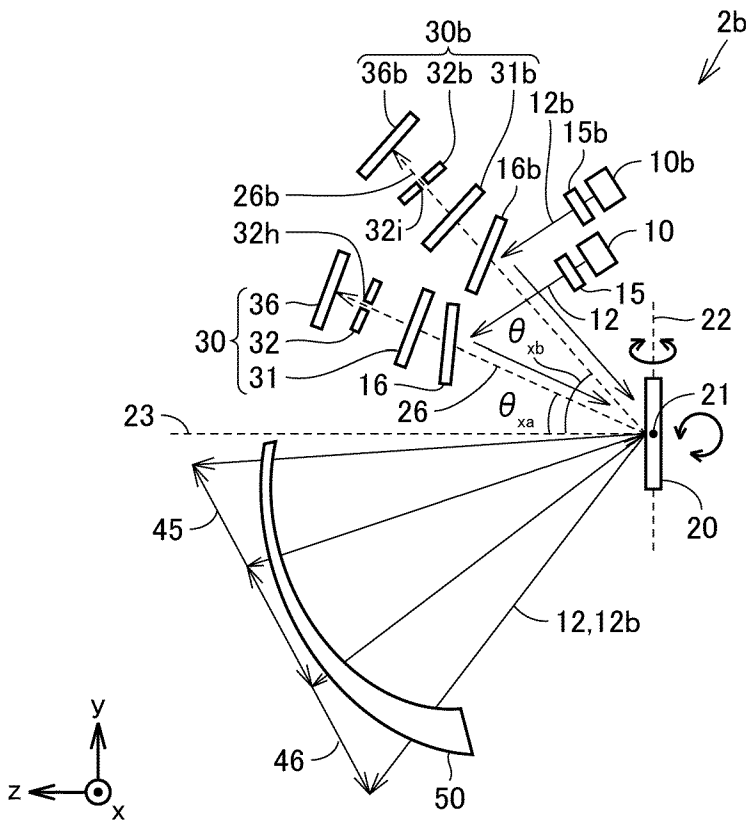
[図9]

図9



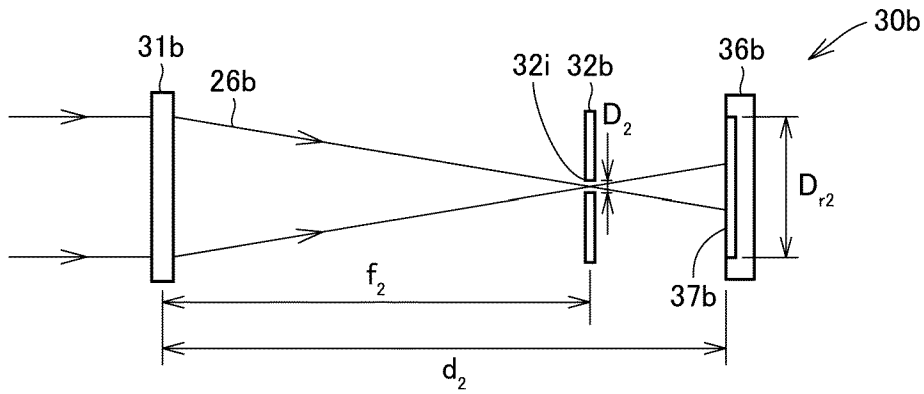
[図10]

図10



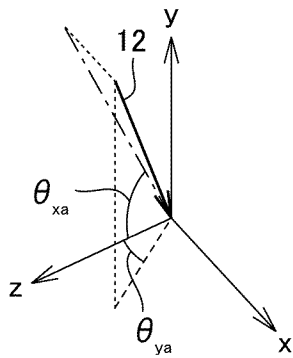
[図11]

図11



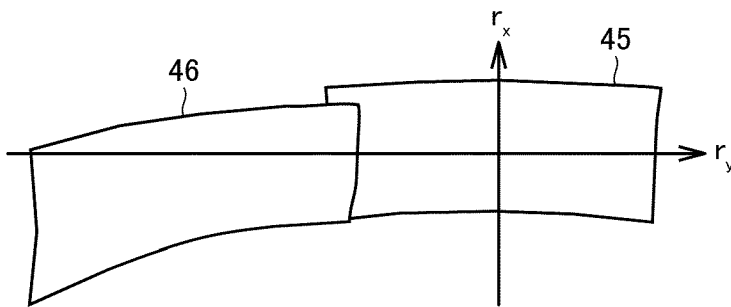
[図12]

図12



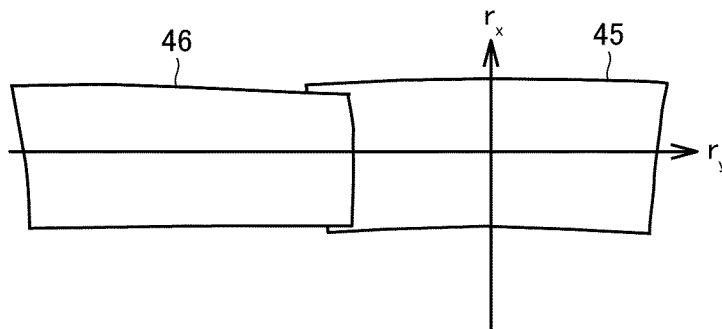
[図13]

図13



[図14]

図14



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/032857

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. G01S7/481(2006.01) i, G02B26/10(2006.01) i  
 FI: G01S7/481A, G02B26/10D

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)

Int.Cl. G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G02B26/10-26/12, G01C3/06-3/08, G01B11/00-11/30

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 6519033 B1 (DOLPHIN CO., LTD.) 29 May 2019 (2019-05-29), paragraphs [0028]-[0043], [0105]-[0125], fig. 1-4, 18-24	1-11
Y	JP 2020-515812 A (SENSL TECHNOLOGIES LTD.) 28 May 2020 (2020-05-28), paragraph [0028], fig. 7	1-11
Y	JP 2004-151674 A (HITACHI, LTD.) 27 May 2004 (2004-05-27), paragraph [0027], fig. 7	5-11
Y	JP 2001-343602 A (CANON INC.) 14 December 2001 (2001-12-14), paragraphs [0004]-[0012]	6-11
Y	WO 2017/183530 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 26 October 2017 (2017-10-26), paragraphs [0013]-[0016], fig. 2	7-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 “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)  
 “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

“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  
 “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  
 “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  
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 30 October 2020

Date of mailing of the international search report  
 10 November 2020

Name and mailing address of the ISA/  
 Japan Patent Office  
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
 Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/032857

JP 6519033 B1	29 May 2019	JP 2020-8334 A US 10324184 B1 column 6, line 41 to column 9, line 56, column 18, line 63 to column 22, line 45, fig. 1-4, 15-21 US 2020/0011974 A1 DE 102018010211 A1 DE 102018133249 A1 CN 109991619 A CN 110673161 A
JP 2020-515812 A	28 May 2020	US 2018/0164412 A1 paragraph [0081], fig. 7 WO 2018/108981 A1 US 2018/0164410 A1 DE 212017000247 U1 KR 20-2019-0002012 U CN 211014629 U
JP 2004-151674 A	27 May 2004	US 2004/0080722 A1 paragraph [0037], fig. 7 GB 2394793 A CN 1493915 A CN 101625512 A
JP 2001-343602 A	14 December 2001	US 2002/0001119 A1 paragraphs [0008]-[0018] EP 1139142 A2
WO 2017/183530 A1	26 October 2017	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 7/481(2006.01)i; G02B 26/10(2006.01)i FI: G01S7/481 A; G02B26/10 D		
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）） G01S7/48-7/51; G01S17/00-17/95; G02B26/10-26/12; G01C3/06-3/08; G01B11/00-11/30 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 6519033 B1 (Dolphin株式会社) 29.05.2019 (2019-05-29) 段落0028-0043, 0105-0125, 図1-4, 18-24	1-11
Y	JP 2020-515812 A (センスル テクノロジーズ リミテッド) 28.05.2020 (2020-05-28) 段落0028, 図7	1-11
Y	JP 2004-151674 A (株式会社日立製作所) 27.05.2004 (2004-05-27) 段落0027, 図7	5-11
Y	JP 2001-343602 A (キヤノン株式会社) 14.12.2001 (2001-12-14) 段落0004-0012	6-11
Y	WO 2017/183530 A1 (コニカミノルタ株式会社) 26.10.2017 (2017-10-26) 段落0013-0016, 図2	7-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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の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抵触するものではなく、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 30.10.2020	国際調査報告の発送日 10.11.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 山下 雅人 2S 9303 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/032857

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6519033 B1	29.05.2019	JP 2020-8334 A US 10324184 B1 第6欄第41行-第9欄第56行, 第18欄第63行-第22欄第45 行, 図1-4, 15-21 US 2020/0011974 A1 DE 102018010211 A1 DE 102018133249 A1 CN 109991619 A CN 110673161 A	
JP 2020-515812 A	28.05.2020	US 2018/0164412 A1 段落0081, 図7 WO 2018/108981 A1 US 2018/0164410 A1 DE 212017000247 U1 KR 20-2019-0002012 U CN 211014629 U	
JP 2004-151674 A	27.05.2004	US 2004/0080722 A1 段落0037, 図7 GB 2394793 A CN 1493915 A CN 101625512 A	
JP 2001-343602 A	14.12.2001	US 2002/0001119 A1 段落0008-0018 EP 1139142 A2	
WO 2017/183530 A1	26.10.2017	(ファミリーなし)	