



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/286114**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 007 951.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/026104**
(86) PCT-Anmeldetag: **12.07.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.01.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.06.2024**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481** (2006.01)

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(72) Erfinder:
**Nakahara, Shota, Tokyo, JP; Omaki, Masayuki,
Tokyo, JP; Honda, Natsuki, Tokyo, JP**

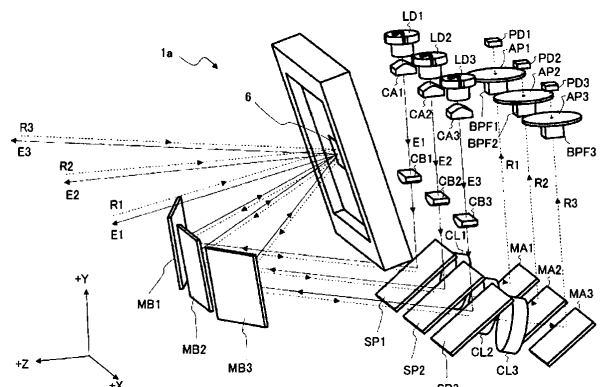
(74) Vertreter:
**Pfenning, Meinig & Partner mbB Patentanwälte,
80339 München, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ENTFERNUNGSMESSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Entfernungsmessvorrichtung (1a) umfasst lichtemittierende Einheiten (101 bis 103) jeweils zum Emittieren von Strahlen austretenden Lichts (E1, E2, E3), eine Vielzahl von optischen Trenneinheiten (SP1, SP2, SP3), eine optische Abtasteinheit (6) zum Abtasten der Strahlen austretenden Lichts (E1, E2, E3), die sich über die Vielzahl von optischen Trenneinheiten (SP1, SP2, SP3) von den lichtemittierenden Einheiten (101 bis 103) bewegen und auf die optische Abtasteinheit (6) in unterschiedlichen Einfallswinkeln zueinander einfallen, eine Vielzahl von Lichtempfangselementen (PD1, PD2, PD3) jeweils zum Empfangen von Strahlen rückkehrenden Lichts (R1, R2, R3), die reflektiertes Licht von einem Bereich, der mit den abgetasteten Strahlen austretenden Lichts (E1, E2, E3) bestrahlt wird, die von der optischen Abtasteinheit (6) reflektiert werden und sich über die Vielzahl von optischen Trenneinheiten (SP1, SP2, SP3) bewegen, und ein Basisteil (2), das die Vielzahl von Lichtempfangselementen (PD1, PD2, PD3) und die Vielzahl von optischen Trenneinheiten (SP1, SP2, SP3) hält.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Entfernungsmessvorrichtung.

HINTERGRUND ZUM STAND DER TECHNIK

[0002] Herkömmliche Entfernungsmessvorrichtungen sind dafür bekannt, die Entfernung zu einem Messziel auf der Grundlage der Zeit zwischen dem Zeitpunkt des Emittierens von Licht und dem Zeitpunkt des Empfangens des vom Messziel reflektierten Lichts zu berechnen. Da die herkömmlichen Entfernungsmessvorrichtungen dazu verwendet werden, Hindernisse im Voraus zu erfassen, müssen sie auch Hindernisse mit einem Weitwinkelsichtfeld erfassen. Um beispielsweise ein Weitwinkelsichtfeld zu erreichen, schlägt Patentreferenz 1 eine Abstrahlungsvorrichtung zur Entfernungsmessung vor, die eine Abtasteinrichtung zum Abtasten von Laserlicht, eine Vielzahl von Lichtquellen, die Laserlicht emittieren, und eine Vielzahl von Lichtempfangselementen enthält, die das rückkehrende Licht, d. h. das vom Messziel reflektierte Licht, empfangen. Diese Vorrichtung ist mit einer Lichtquelleneinheit, die eine Vielzahl von Laserstrahlen auf die Abtasteinrichtung emittiert, und einer Vielzahl von Lichtempfangselementen, die an Positionen angeordnet sind, die den Einfallswinkeln der Vielzahl von Laserstrahlen entsprechen, ausgestattet, wodurch das Abtasten der Laserstrahlen in einem größeren Abtastwinkel als dem dem Drehwinkel der Abtasteinrichtung entsprechenden Abtastwinkel und das Empfangen des rückkehrenden Lichts ermöglicht wird.

REFERENZEN ZUM STAND DER TECHNIK

PATENTREFERENZ

[0003] Patentreferenz 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichung Nr. 2015-125109 (Absätze 0082 bis 0083, **Fig. 13**)

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDES PROBLEM

[0004] Die oben beschriebene herkömmliche Vorrichtung erfordert jedoch die Verwendung einer Vielzahl von Komponenten, um die Vielzahl von Lichtempfangselementen zu stützen, und daher besteht das Problem, dass die Montage der Vielzahl von Lichtempfangselementen nicht einfach ist.

[0005] Ein Ziel der vorliegenden Offenbarung, die zur Lösung der oben beschriebenen Probleme gemacht wurde, ist es, eine Entfernungsmessvor-

richtung bereitzustellen, auf der eine Vielzahl von Lichtempfangselementen einfach montiert werden kann.

MITTEL ZUR LÖSUNG DES PROBLEMS

[0006] Eine Entfernungsmessvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung weist auf: lichtemittierende Einheiten, jeweils zum Emittieren von Strahlen austretenden Lichts; optische Trenneinheiten; optische Abtasteinheit zum Abtasten der Strahlen austretenden Lichts, die auf die optische Abtasteinheit unter verschiedenen Einfallswinkeln zueinander einfallen, wobei sich die Strahlen austretenden Lichts von den lichtemittierenden Einheiten über die optischen Trenneinheiten bewegen; Lichtempfangselemente zum Empfangen jeweils von Strahlen rückkehrenden Lichts, wobei die Strahlen rückkehrenden Lichts Strahlen von reflektiertem Licht aus einem Bereich sind, der mit den abgetasteten Strahlen austretenden Lichts bestrahlt wird, wobei die Strahlen rückkehrenden Lichts von der optischen Abtasteinheit reflektiert werden sich über die optischen Trenneinheiten bewegen; und ein Basisteil, das die Lichtempfangselemente und die optischen Trenneinheiten hält.

WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

[0007] Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann die Montage der Vielzahl von Lichtempfangselementen verbessert werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine vordere perspektivische Ansicht, die eine Entfernungsmessvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform schematisch darstellt.

Fig. 2 ist eine hintere perspektivische Ansicht, die die Entfernungsmessvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform schematisch darstellt.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung entlang der Linie III-III in **Fig. 1**.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung entlang der Linie IV-IV in **Fig. 1**.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung entlang der Linie V-V in **Fig. 1**.

Fig. 6 ist eine Darstellung, die eine Struktur eines optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform und die optischen Pfade von Strahlen austretenden Lichts und Strahlen rückkehrenden Lichts zeigt.

Fig. 7 ist eine Darstellung, die Entfernungsmessbereiche zeigt, die den Abtastweiten der Entfernungsmessvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform entsprechen.

Fig. 8 ist eine vordere perspektivische Ansicht, die eine Entfernungsmessvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform schematisch darstellt.

Fig. 9 ist eine hintere perspektivische Ansicht, die die Entfernungsmessvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform schematisch darstellt.

Fig. 10 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung entlang der Linie SX-SX in **Fig. 8**.

Fig. 11 ist eine Darstellung, die eine Struktur eines optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform und die optischen Pfade austretenden Lichts und rückkehrenden Lichts zeigt.

Fig. 12 ist eine Darstellung, die eine Struktur eines optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform und die optischen Pfade austretenden Lichts und rückkehrenden Lichts zeigt.

Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, das schematisch eine Konfiguration eines Entfernungsmesssystems gemäß einer Modifikation zeigt.

MODUS ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0008] Entfernungsmessvorrichtungen gemäß Ausführungsformen werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die folgenden Ausführungsformen sind lediglich Beispiele und die Beispiele können beliebig kombiniert werden, und jede Ausführungsform kann modifiziert verändert werden.

[0009] In den Zeichnungen sind gleiche oder gleichwertige Teile mit dem gleichen Bezugszeichen markiert. Außerdem zeigen die Zeichnungen die Koordinatenachsen eines orthogonalen XYZ-Koordinatensystems. Die Z-Richtung ist eine Richtung entlang der Mitte von Entfernungsmessbereichen, in denen sich die von der Entfernungsmessvorrichtung gemessenen Messziele befinden. Die +Z-Richtung ist eine Richtung, in die sich der mittlere Strahl austretenden Lichts bewegt (d. h. vorwärts), wenn das mittlere austretende Licht der drei von der Entfernungsmessvorrichtung emittierten Strahlen austretenden Lichts in der mittleren Richtung der Abtastweite abgetastet wird. Die -Z-Richtung ist eine Richtung, in die sich rückkehrendes Licht, d. h. das vom Messziel reflektierte Licht, bewegt (d. h. rückwärts), wenn das mittlere austretende Licht der drei vom Messziel emittierten Strahlen rückkehren-

den Lichts in der mittleren Richtung der Abtastweite abgetastet wird. Die Y-Richtung ist eine Auf-Ab-Richtung der Entfernungsmessvorrichtung. Die +Y-Richtung ist eine obere Richtung der Entfernungsmessvorrichtung, und die -Y-Richtung ist eine untere Richtung der Entfernungsmessvorrichtung. Die X-Richtung ist eine horizontale Richtung der Entfernungsmessvorrichtung und steht sowohl zur Y-Richtung als auch zur Z-Richtung senkrecht.

Erste Ausführungsform

[0010] **Fig. 1** und **Fig. 2** sind eine vordere perspektivische Ansicht, die schematisch eine Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt, bzw. eine hintere perspektivische Ansicht, die schematisch die Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 1** oder **Fig. 2** dargestellt, umfasst die Entfernungsmessvorrichtung 1a lichtemittierende Einheiten 101, 102, 103, die jeweils Strahlen austretenden Lichts E1, E2, E3 erzeugen, eine Abtasteinrichtung 5, bei der es sich um eine optische Abtasteinheit handelt, Abtastspiegel SP1, SP2, SP3, bei denen es sich um optische Trenneinheiten handelt, ein Lichtempfangssubstrat 200, auf dem Lichtempfangselemente vorgesehen sind, zweite Umlenkspiegel MB1, MB2, MB3, bei denen es sich um zweite optische Umlenkelemente handelt, und ein Basisteil 2.

[0011] Außerdem enthält die Entfernungsmessvorrichtung 1a Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203, die später beschrieben werden. Auch kann die Entfernungsmessvorrichtung 1a alle Komponenten eines optischen Systems in einem in +Z-Richtung offenen Gehäuse enthalten. Bei der ersten Ausführungsform entfällt die Beschreibung des Gehäuses. Die Entfernungsmessvorrichtung 1a wird z. B. vorne in einem Fahrzeug eingebaut, um ein Messziel vor dem Fahrzeug zu erfassen und die Entfernung zum Messziel zu messen.

[0012] Die Entfernungsmessvorrichtung 1a ist eingerichtet, die Entfernung zwischen dem Messziel und der Entfernungsmessvorrichtung 1a zu messen, indem Licht in Richtung des Messziels (d. h. des Messziels) emittiert wird, während das Licht abgetastet wird und das vom Messziel reflektierte Licht empfangen wird.

[0013] Das Basisteil 2 hält und befestigt Komponenten. Bei den befestigten Komponenten handelt es sich um das optische System der Entfernungsmessvorrichtung 1a (d. h. das optische System einer optischen Vorrichtung zur Entfernungsmessung). Das Basisteil 2 sichert die einzelnen Komponenten beispielsweise mit Klebstoffen, Schrauben oder Ähnlichem. Das Basisteil 2 kann aus einer Vielzahl von Komponenten bestehen. In der ersten Ausführungs-

form setzt sich das Basisteil 2 aus einem hinteren Basisabschnitt 3 und einem vorderen Basisabschnitt 4 zusammen. Das Basisteil 2 kann aus einer oder mehr anderen Komponenten bestehen.

[0014] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung 1a entlang der Linie III-III in Fig. 1. Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung 1a entlang der Linie IV-IV in Fig. 1. Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung 1a entlang der Linie V-V in Fig. 1. Fig. 6 ist eine Darstellung, die eine Struktur eines optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform und die optischen Pfade von Strahlen austretenden Lichts und Strahlen rückkehrenden Lichts zeigt.

[0015] Die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 umfassen Lichtquellen LD1, LD2, LD3, Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 bzw. Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3. Die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 emittieren jeweils austretendes Licht E1, E2, E3. In der ersten Ausführungsform sind die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 in X-Richtung ausgerichtet und an der oberen Fläche des hinteren Basisabschnitts 3 befestigt.

[0016] Die lichtemittierende Einheit 102 ist in der Mitte der Entfernungsmessvorrichtung 1a in X-Richtung angeordnet. Die lichtemittierenden Einheiten 101, 103 sind in -Z-Richtung bzw. in +Z-Richtung von der lichtemittierenden Einheit 102 angeordnet. Die Entfernung zwischen der lichtemittierenden Einheit 101 und der lichtemittierenden Einheit 102 ist gleich der Entfernung zwischen der lichtemittierenden Einheit 101 und der lichtemittierenden Einheit 103.

[0017] Die Lichtquellen LD1, LD2, LD3 emittieren Licht. Zum Beispiel sind die Lichtquellen LD1, LD2, LD3 Laserlichtquellen und ihr austretendes Licht ist Laserlicht. Die Wellenlänge des von jeder der Lichtquellen LD1, LD2, LD3 erzeugten Lichts beträgt beispielsweise 870 nm bis 1600 nm.

[0018] Die Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 und die Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3 kollimieren oder bündeln jeweils das von den Lichtquellen LD1, LD2, LD3 erzeugte Licht und übertragen das austretende Licht E1, E2, E3. Jede der Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 und jede der Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3 besteht zum Beispiel aus einer konvexen Linse, einer zylindrischen Linse, einer torusförmigen Linse oder ähnlichem. Jede der Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3, CB1, CB2, CB3 kann aus einer Vielzahl optischer Komponenten, wie z. B. einer Vielzahl von Linsen, bestehen oder weggelassen werden. Außerdem kann ein Teil oder oder können alle Übertragungsoptiken CA1,

CA2, CA3, CB1, CB2, CB3 an dem Basisteil 2 befestigt sein.

[0019] In der ersten Ausführungsform sind die Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 und die Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3 nebeneinander auf einer Linie in -Y-Richtung angeordnet, die jeweils durch die Lichtquellen LD1, LD2, LD3 verläuft, und übertragen das austretende Licht E1, E2, E3 jeweils in -Y-Richtung. Die Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 sind jeweils an den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 befestigt. Die Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3 sind an dem hinteren Basisabschnitt 3 befestigt.

[0020] Die Abtasteinrichtung 5 reflektiert das von den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 emittierte austretende Licht E1, E2, E3 mit dem Abtastspiegel 6 vom Inneren der Entfernungsmessvorrichtung 1a nach außen. Die Abtasteinrichtung 5 dreht den Abtastspiegel 6 um die Drehachse TH, die mindestens eine Drehachse ist. Die Abtasteinrichtung 5 kann sich auch um eine andere Drehachse (z. B. die Drehachse in der X-Richtung) drehen, die senkrecht zur Drehachse TH steht. Auch kann die Abtasteinrichtung 5 sowohl um die Drehachse TH drehen, als auch um eine andere Drehachse drehen, die zur Drehachse TH senkrecht steht. Mit anderen Worten kann die Abtasteinrichtung 5 den Abtastspiegel 6 um zwei senkrecht zueinander stehende Drehachsen drehen. Die Abtasteinrichtung 5 kann das austretende Licht E1, E2, E3 in horizontaler Richtung abtasten, indem der Abtastspiegel 6 um die erste Drehachse TH gedreht wird. Die Abtasteinrichtung 5 kann das austretende Licht E1, E2, E3 in vertikaler Richtung abtasten, indem der Abtastspiegel 6 um die zweite Drehachse gedreht wird.

[0021] Bei der Abtasteinrichtung 5 handelt es sich beispielsweise um einen MEMS-Spiegel (Micro Electro Mechanical Systems), einen kardanischen Spiegelstellantrieb oder Ähnliches. Die Abtasteinrichtung 5 reflektiert das austretende Licht E2 in der +Z-Richtung in dem Zustand, in dem sich der Abtastspiegel 6 in der Neutralstellung der Drehbewegung befindet.

[0022] In der ersten Ausführungsform ist die Abtasteinrichtung 5 so angeordnet, dass sich der Abtastspiegel 6 in der mittleren Position der Entfernungsmessvorrichtung 1a in X-Richtung befindet, wie in Fig. 4 dargestellt, und an dem vorderen Basisabschnitt 4 in einem um die +X-Achse in Bezug auf die Y-X-Ebene gekippten Zustand befestigt ist (d.h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn er in die +X-Richtung weist), wodurch das austretende Licht E2, das von dem Abtastspiegel 6 reflektiert wird, in der Neutralposition der Drehbewegung des Abtastspiegels 6 in die +Z-Richtung gelenkt wird. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH

und tastet dabei in horizontaler Richtung mit dem austretenden Licht E2 ab.

[0023] Die Trennspiegel SP1, SP2, SP3 reflektieren jeweils das austretende Licht E1, E2, E3 und übertragen das rückkehrende Licht R1, R2, R3, d.h. das vom Messziel reflektierte Licht. Bei den Trennspiegeln SP1, SP2, SP3 handelt es sich beispielsweise um Spiegel, deren reflektierender Bereich nur aus dem Abschnitt besteht, der mit dem austretenden Licht E1, E2, E3 bestrahlt wird, um Spiegel, deren äußere Form nur aus dem Abschnitt besteht, der mit dem austretenden Licht E1, E2, E3 bestrahlt wird, um Spiegel, die das austretende Licht E1, E2, E3 teilweise übertragen und teilweise reflektieren, oder dergleichen.

[0024] Die Trennspiegel SP1, SP2, SP3 sind eingerichtet, das von den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 emittierte Licht E1, E2, E3 jeweils zu reflektieren und auf den Abtastspiegel 6 richten. Das austretende Licht E1, E2, E3, das von den Trennspiegeln SP1, SP2, SP3 reflektiert wird, kann sich über eine Vielzahl von Spiegeln bewegen, bevor es den Abtastspiegel 6 erreicht, vorzugsweise über die zweiten Umlenkspiegel MB1, MB2, MB3.

[0025] Das rückkehrende Licht R1, R2, R3, das durch die Trennspiegel SP1, SP2, SP3 übertragen wird, ist eingerichtet, sich zu den Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 zu bewegen.

[0026] Dementsprechend bilden die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103, die Abtasteinrichtung 5 und die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 koaxiale optische Systeme, in denen das austretende Licht E1, E2, E3 und das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils teilweise koaxial sind. Aus diesem Grund ist es unwahrscheinlicher, dass Umgebungslicht auf die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 fällt, und somit kann das S/N-Verhältnis der Entfernungsmessvorrichtung 1a zu Umgebungslicht verbessert werden.

[0027] In der ersten Ausführungsform sind die Trennspiegel SP1, SP2, SP3 jeweils in der -Y-Richtung von den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 angeordnet und am hinteren Basisabschnitt 3 in einem Zustand befestigt, in dem sie in Bezug auf die Y-X-Ebene gleichmäßig um die -X-Achse gekippt sind (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn sie in die -X-Richtung weisen). Dementsprechend lenken die Trennspiegel SP1, SP2, SP3 das austretende Licht E1, E2, E3 in +Y- und -Z-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der -Z-Richtung) um einen vorgegebenen Winkel ab und richten das austretende Licht E1, E2, E3 auf die zweiten Umlenkspiegel MB1, MB2, MB3.

[0028] Die zweiten Umlenkspiegel MB1, MB2, MB3 sind eingerichtet, das austretende Licht E1, E2, E3, das jeweils von den Trennspiegeln SP1, SP2, SP3 umgelenkt wird, auf den Abtastspiegel 6 zu reflektieren und zu richten.

[0029] In der ersten Ausführungsform sind die zweiten Umlenkspiegel MB1, MB2, MB3 in der +Z-Richtung vom Abtastspiegel 6 angeordnet. Der zweite Umlenkspiegel MB2 ist am vorderen Basisabschnitt 4 so befestigt, dass er gegenüber der Y-X-Ebene um die +X-Achse gekippt ist (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn er in die +X-Richtung zeigt). Dementsprechend lenkt der zweite Umlenkspiegel MB2 das austretende Licht E2 in der +Y- und -Z-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der -Z-Richtung) um einen vorgegebenen Winkel ab und richtet das austretende Licht E2 auf den zweiten Abtastspiegel 6. Der zweite Umlenkspiegel MB1 ist am vorderen Basisabschnitt 4 so befestigt, dass er gegenüber der Y-X-Ebene um die +X-Achse und die -Y-Achse gekippt ist (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn er in die +X-Richtung zeigt und im Uhrzeigersinn um die Y-Achse, wenn er in die -Y-Richtung zeigt). Dementsprechend lenkt der zweite Umlenkspiegel MB1 das austretende Licht E1 in der +Y-, -Z-, und +X-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung, der -Z-Richtung und der +X-Richtung) um einen vorgegebenen Winkel ab und richtet das austretende Licht E1 auf den Abtastspiegel 6. Der zweite Umlenkspiegel MB3 ist am vorderen Basisabschnitt 4 so befestigt, dass er in Bezug auf die Y-X-Ebene um die +X-Achse und die +Y-Achse gekippt ist (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn er in die +X-Richtung zeigt und im Uhrzeigersinn um die Y-Achse, wenn er in die +Y-Richtung zeigt). Dementsprechend lenkt der zweite Umlenkspiegel MB3 das austretende Licht E3 in der +Y-, -Z- und +X-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung, der -Z-Richtung und der +X-Richtung) um einen vorgegebenen Winkel ab und richtet das austretende Licht E3 auf den Abtastspiegel 6.

[0030] Die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 umfassen Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3, Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 mit jeweils einer Blende (d.h. einer Öffnung) und einem lichtabschirmenden Abschnitt, in dem jeweils die Öffnung, optische Filter BPF1, BPF2, BPF3, erste Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 und Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 ausgebildet sind. Die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 sind auf dem Lichtempfangssubstrat 200 als gemeinsames Montagesubstrat montiert. Die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 empfangen jeweils das rückkehrende Licht R1, R2, R3 und geben Erkennungssignale entsprechend der Intensität des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 aus.

[0031] Die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 sind jeweils eingerichtet, das rückkehrende Licht R1, R2, R3 zu erfassen. Die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 sind beispielsweise Photodioden, Avalanche-Photodioden, Silizium-Photomultiplier oder ähnliches.

[0032] Das Lichtempfangssubstrat 200 ist ein Substrat, auf dem die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 montiert sind. Das Lichtempfangssubstrat 200 überwacht Erfassungssignale gemäß dem durch die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 erfassten Licht und gibt sie aus.

[0033] Die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 sind jeweils eingerichtet, das rückkehrende Licht R1, R2, R3 zu bündeln. Die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 sind z. B. Linsen, Spiegel, Kombinationen davon oder ähnliches. Beispielsweise führen die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 jeweils das rückkehrende Licht R1, R2, R3 zusammen, so dass die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 jeweils mit dem zusammengeführten rückkehrenden Licht R1, R2, R3 bestrahlt werden. Die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 führen z. B. das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils in die Öffnungen als Brennpunkte der Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 zusammen.

[0034] Die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 enthalten Blenden, durch die Licht kommt und sind eingerichtet, den Lichtempfangs- und Sichtwinkel der Entfernungsmessvorrichtung 1a zu bestimmen, indem ein Teil des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3, das auf die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 fällt, blockieren. Die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 können in den hinteren Basisabschnitt 3 integriert werden. Auch die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 können weggelassen werden.

[0035] Die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 sind so angeordnet, dass sie die Wellenlängenbänder des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 einstellen, das auf die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 fällt. Die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 übertragen Licht mit dem Wellenlängenband des von den Lichtquellen LD1, LD2, LD3 emittierten Lichts und schließen das andere Licht aus. Die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 sind z. B. Absorptionsfilter, dichroitische Filter oder ähnliches. Die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 können weggelassen werden.

[0036] Die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 sind eingerichtet, das rückkehrende Licht R1, R2, R3 in dieselbe Richtung zu reflektieren und das reflektierte rückkehrende Licht R1, R2, R3 auf die jeweiligen Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 zu richten. Mit anderen Worten: Das sich von den ersten Umlenkspiegeln MA1, MA2, MA3 zu den

Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 bewegende rückkehrende Licht R1, R2, R3 ist parallel zueinander. Dementsprechend kann die Ausrichtung der Lichtempfangsflächen der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 identisch sein.

[0037] In der ersten Ausführungsform sind die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 auf der in -Y-Richtung weisenden Fläche des Lichtempfangssubstrats 200 montiert. Das Lichtempfangssubstrat 200 ist an der oberen Fläche des hinteren Basisabschnitts 3 befestigt. Die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 sind an der gleichen Position in Y-Richtung angeordnet und so ausgelegt, dass sie das rückkehrende Licht R1, R2, R3 empfangen, das sich jeweils in +Y-Richtung bewegt. Die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 sind jeweils am hinteren Basisabschnitt 3 an den Positionen in -Y-Richtung von den Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 befestigt. Die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 sind jeweils am hinteren Basisabschnitt 3 in der gleichen Ausrichtung an den Positionen in -Y-Richtung von den Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 befestigt. Die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 sind an den Schnittpunkten der gedachten Geraden von den Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 zur -Y-Richtung angeordnet und das rückkehrende Licht R1, R2, R3 wird jeweils durch die Trennspiegel SP1, SP2, SP3 übertragen. Bei diesen Positionen handelt es sich um die Eckkanten (d. h. die Kanten in den Richtungen -Y und -Z) von Abschnitten, die der Außenseite des hinteren Basisabschnitts 3 zugewandt sind. Die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 sind am hinteren Basisabschnitt 3 in einem Zustand befestigt, in dem sie in Bezug auf die Y-X-Ebene gleichmäßig um die -X-Achse gekippt sind (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn sie in die -X-Richtung weisen). Dementsprechend lenken die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 das rückkehrende Licht R1, R2, R3 in der +Y-Richtung um und richten das rückkehrende Licht R1, R2, R3 auf die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3. Außerdem sind die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 in der Z-Richtung an der gleichen Position und in der Y-Richtung an der gleichen Position und in der X-Richtung in einer Linie angeordnet. Außerdem sind die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 jeweils zwischen den ersten Umlenkspiegeln MA1, MA2, MA3 und den Trennspiegeln SP1, SP2, SP3 angeordnet und am hinteren Basisabschnitt 3 befestigt.

[0038] Um zu verhindern, dass Streulicht des austretenden Lichts E1, E2, E3 und diverses Störlicht, das durch eine Öffnung des Gehäuses der Entfernungsmessvorrichtung 1a kommt, unbeabsichtigt in die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 eindringt, kann auch eine Trennung vorgesehen sein, die kein Licht zwischen dem Bereich, der die optischen Pfade des austretenden Lichts E1, E2, E3 ent-

hält, und dem Bereich, der die optischen Pfade des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 enthält, hindurchlässt. In der ersten Ausführungsform umfasst der hintere Basisabschnitt 3 eine Innenwand 23, und die Innenwand 23 trennt den Bereich der optischen Pfade des austretenden Lichts E1, E2, E3 und den Bereich der optischen Pfade des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3. Außerdem umfasst der hintere Basisabschnitt 3 Innenwände 21, 22, und die Innenwände 21, 22 teilen die jeweiligen Regionen der optischen Pfade des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3.

[0039] Als nächstes werden nun die Funktion des optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung 1a und die optischen Pfade werden unter Bezugnahme auf **Fig. 6** und **Fig. 7** erläutert. **Fig. 6** ist eine Darstellung, die die Struktur des optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung 1a und die optischen Pfade des austretenden Lichts E1, E2, E3 und des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 zeigt. **Fig. 7** ist eine Darstellung, die die Entfernungsmessbereiche S1, S2, S3 (d.h. die mit dem austretenden Licht bestrahlten Bereiche) zeigt, die den Abtastweiten der Entfernungsmessvorrichtung 1a entsprechen. Es ist zu beachten, dass **Fig. 6** nur die wichtigsten optischen Komponenten zeigt und andere Komponenten wie das Basisteil 2 nicht dargestellt sind.

[0040] Das von der Lichtquelle LD1 in der -Y-Richtung austretende Licht E1 wird von der Übertragungsoptik CA1 und der Übertragungsoptik CB1 kollimiert und fällt auf den Trennspiegel SP1. Das vom Trennspiegel SP1 reflektierte austretende Licht E1 bewegt sich in +Y- und +Z-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der +Z-Richtung) und fällt auf den zweiten Umlenkspiegel MB1. Das von dem zweiten Umlenkspiegel MB1 reflektierte austretende Licht E1 bewegt sich in der +Y-, -Z- und +X-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung, der -Z-Richtung und der +X-Richtung) und fällt auf den Abtastspiegel 6. Das austretende Licht E1, das vom Abtastspiegel 6 reflektiert wird, bewegt sich in der +Z- und +X-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Z-Richtung und der +X-Richtung). Mit anderen Worten: Das austretende Licht E1 bewegt sich nach vorne und links der Entfernungsmessvorrichtung 1a. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH, und so wird der in horizontaler Richtung entsprechend dem Drehwinkel des Abtastspiegels 6 abgetastete Entfernungsmessbereich S1 mit dem austretenden Licht E1 bestrahlt. Das vom Messziel im Entfernungsmessbereich S1 rückkehrende Licht R1 bewegt sich auf dem optischen Pfad des austretenden Lichts E1 zurück und fällt auf den Trennspiegel SP1. Das durch den Trennspiegel SP1 übertragene rückkehrende Licht R1 wird von der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik CL1 gebündelt und fällt auf den ersten Umlenkspiegel MA1. Das vom ersten Umlenkspiegel MA1 reflek-

tierte rückkehrende Licht R1 bewegt sich in +Y-Richtung und fällt auf den optischen Filter BPF1. Das rückkehrende Licht R1, aus dem der optische Filter BPF1 Licht mit anderen Wellenlängen als dem Wellenlängenband des von der Lichtquelle LD1 emittierten austretenden Lichts entfernt, fällt auf die Blendeneinheit AP1. Das rückkehrende Licht R1, das einen vorbestimmten, durch die Blendeneinheit AP1 gebildeten Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat, fällt auf das Lichtempfangselement PD1, und das rückkehrende Licht R1 wird erfasst.

[0041] Das von der Lichtquelle LD2 in der -Y-Richtung emittierte austretende Licht E2 wird von der Übertragungsoptik CA2 und der Übertragungsoptik CB2 kollimiert und fällt auf den Trennspiegel SP2. Das vom Trennspiegel SP2 reflektierte austretende Licht E2 bewegt sich in +Y- und +Z-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der +Z-Richtung) und fällt auf den zweiten Umlenkspiegel MB2. Das von dem zweiten Umlenkspiegel MB2 reflektierte austretende Licht E2 bewegt sich in der +Y- und -Z-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der -Z-Richtung) und fällt auf den Abtastspiegel 6. Das austretende Licht E2, das vom Abtastspiegel 6 reflektiert wird, bewegt sich in der +Z-Richtung. Mit anderen Worten: Das austretende Licht E2 bewegt sich in Bezug auf die Entfernungsmessvorrichtung 1a geradeaus. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH und so wird der in horizontaler Richtung entsprechend den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 abgetastete Entfernungsmessbereich S2 mit dem austretenden Licht E2 bestrahlt. Das rückkehrende Licht R2 vom Messziel im Entfernungsmessbereich S2 bewegt sich auf dem optischen Pfad des austretenden Lichts E2 und fällt auf den Trennspiegel SP2. Das durch den Trennspiegel SP2 übertragene rückkehrende Licht R2 wird von der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik CL2 gebündelt und fällt auf den ersten Umlenkspiegel MA2. Das vom ersten Umlenkspiegel MA2 reflektierte rückkehrende Licht R2 bewegt sich in +Y-Richtung und fällt auf den optischen Filter BPF2. Das rückkehrende Licht R2, aus dem der optische Filter BPF2 Licht mit anderen Wellenlängen als dem Wellenlängenband des von der Lichtquelle LD2 emittierten austretenden Lichts entfernt, fällt auf die Blendeneinheit AP2. Das rückkehrende Licht R2, das einen vorbestimmten, durch die Blendeneinheit AP2 gebildeten Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat, fällt auf das Lichtempfangselement PD2, und das rückkehrende Licht R2 wird erfasst.

[0042] Das von der Lichtquelle LD3 in der -Y-Richtung emittierte austretende Licht E3 wird von der Übertragungsoptik CA3 und der Übertragungsoptik CB3 kollimiert und fällt auf den Trennspiegel SP3. Das vom Trennspiegel SP3 reflektierte austretende Licht E3 bewegt sich in +Y- und +Z-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der

+Z-Richtung) und fällt auf den zweiten Umlenkspiegel MB3. Das von dem zweiten Umlenkspiegel MB3 reflektierte austretende Licht E3 bewegt sich in der +Y-, -Z- und -X-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung, der -Z-Richtung und der -X-Richtung) und fällt auf den Abtastspiegel 6. Das austretende Licht E3, das vom Abtastspiegel 6 reflektiert wird, bewegt sich in der +Z- und -X-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Z-Richtung und der -X-Richtung). Mit anderen Worten: Das austretende Licht E3 bewegt sich nach vorne und rechts der Entfernungsmessvorrichtung 1a. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH, und so wird der in horizontaler Richtung entsprechend den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 abgetastete Entfernungsmessbereich S3 mit dem austretenden Licht E3 bestrahlt. Das rückkehrende Licht R3 vom Messziel im Entfernungsmessbereich S3 bewegt sich auf dem optischen Pfad des austretenden Lichts E3 und fällt auf den Trennspiegel SP3. Das durch den Trennspiegel SP3 übertragene rückkehrende Licht R3 wird von der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik CL3 gebündelt und fällt auf den ersten Umlenkspiegel MA3. Das vom ersten Umlenkspiegel MA3 reflektierte rückkehrende Licht R3 bewegt sich in +Y-Richtung und fällt auf den optischen Filter BPF3. Das rückkehrende Licht R3, aus dem der optische Filter BPF3 das Licht mit anderen Wellenlängen als dem Wellenlängenband des von der Lichtquelle LD3 emittierten austretenden Lichts entfernt, fällt auf die Blendeinheit AP3. Das rückkehrende Licht R3, das einen vorbestimmten, durch die Blendeinheit AP3 gebildeten Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat, fällt auf das Lichtempfangselement PD3, und das rückkehrende Licht R3 wird erfasst.

[0043] Dementsprechend kann die Entfernungsmessvorrichtung 1a Abstände in einem größeren Winkelbereich als den Abtastwinkeln messen, die den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 entsprechen. Es ist zu beachten, dass in **Fig. 7** die Entfernungsmessbereiche S1, S2, S3 einander überlappen, aber die Grenzen benachbarter Entfernungsmessbereiche können miteinander übereinstimmen oder benachbarte Entfernungsmessbereiche können voneinander getrennt sein.

[0044] Im Folgenden werden die Vorteile der ersten Ausführungsform erläutert. Bei der Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform, wie sie in **Fig. 6** dargestellt ist, bewegt sich das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils in der gleichen Richtung durch die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 und fällt auf die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3. Dementsprechend können die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 in der gleichen Ausrichtung angeordnet werden, wodurch die Montage der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 auf dem Lichtempfangssubstrat 200 erleichtert wird.

[0045] Um das rückkehrende Licht R1, R2, R3 durch die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 abzulenken, sind die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 an den Ecken der zur Außenseite des Basisteils 2 weisenden Abschnitte angeordnet. Bei Entfernungsmessvorrichtungen ist in der Regel die Anpassung der optischen Achse des Lichtempfangsrichtungsfeldes erforderlich. Insbesondere bei einer Entfernungsmessvorrichtung wie in der ersten Ausführungsform, bei der die optischen Pfade des austretenden und des rückkehrenden Lichts gleich ein gerichtet sind, ist es erforderlich, die optische Achse so anzupassen, dass die optische Achse des rückkehrenden Lichts mit der optischen Achse des austretenden Lichts übereinstimmt. Wenn die optischen Achsen für eine Vielzahl von Lichtempfangselementen, die auf einem einzigen Lichtempfangssubstrat montiert sind, angepasst werden, da jedes der Lichtempfangselemente nicht unabhängig voneinander bewegt werden kann, wird erwogen, die optischen Achsen anzupassen, indem die Linse der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik gehalten und die Linse positioniert wird. Die Anpassung ist jedoch schwierig, da die Position der Linse, die sich innerhalb des optischen Pfades des rückkehrenden Lichts befindet, angepasst werden muss, aber kein Platz für die Anpassung der Position vorhanden ist. Andererseits können bei der ersten Ausführungsform die optischen Achsen auf die gleiche Weise angepasst werden, indem die Positionen und Winkel der ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 angepasst werden. Da die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 an den Ecken der der Außenseite des Basisteils 2 zugewandten Abschnitte angeordnet sind, ist es einfach, einen Anpassungsarbeitsbereich zu sichern und die Anpassung leicht vorzunehmen. Da die allgemeinen Linsen dünne zylindrische Formen aufweisen und für optische Zwecke mit Ausnahme der Seitenflächen der Linsen verwendet werden, ist es notwendig, sie nur an den Seitenflächen der Linsen zu halten, und daher ist es schwierig, sie zu halten und anzubinden. Andererseits hat jeder der ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 eine flache Form, und die der Reflexionsfläche gegenüberliegende Ebene hat keine optische Wirkung, so dass es einfach ist, diese Fläche durch Anbindung zu halten.

[0046] Ferner bilden die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 wie in **Fig. 6** gezeigt die Abtasteinrichtung 5 und die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 koaxiale optische Systeme, in denen das austretende Licht E1, E2, E3 und das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils teilweise koaxial sind. Dementsprechend ist es unwahrscheinlicher, dass Umgebungslicht auf die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 fällt, und somit kann das S/N-Verhältnis der Entfernungsmessvorrichtung 1a zu Umgebungslicht verbessert werden.

[0047] Außerdem sind die Lichtempfangselemente PD1, PD2 und PD3, wie in **Fig. 6** gezeigt, in derselben Ausrichtung und an derselben Position in Y-Richtung angeordnet. Dementsprechend können drei oder mehr Lichtempfangselemente vorgesehen werden, so dass die Entfernungsmessung in einem größeren Winkelbereich durchgeführt werden kann. Darüber hinaus sind in der Entfernungsmessvorrichtung die Lichtempfangselemente nicht nur in einer Linie angeordnet, sondern auch in einer Ebene verteilt, was die optische Gestaltung erleichtert.

[0048] Außerdem sind alle Lichtempfangselemente auf einem Lichtempfangssubstrat 200 montiert, wie in **Fig. 1** dargestellt. Dementsprechend können die Herstellungskosten für das Substrat niedrig gehalten werden.

[0049] Wie in **Fig. 6** dargestellt, sind die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 in der -Y-Richtung der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 jeweils in dem Zustand angeordnet, in dem die Flächen, auf die das rückkehrende Licht R1, R2, R3 auftrifft, die gleiche Ausrichtung haben. Dementsprechend fällt das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils unter dem gleichen Winkel auf die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3. Dadurch können die Effekte aufgrund der Abhängigkeit der Einfallswinkel zu den optischen Filtern eliminiert werden, und die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 können in einer gemeinsamen Komponente gebildet werden. Eine solche Struktur eignet sich besonders für Entfernungsmessvorrichtungen, die dichroitische optische Filter mit der Abhängigkeit des Einfallswinkels von der gewählten Wellenlänge enthalten.

[0050] Außerdem sind die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3, wie in **Fig. 6** gezeigt, an den Positionen angeordnet, die sich unmittelbar vor den Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 auf den optischen Pfaden des rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 befinden, das sich zu den Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 bewegt. Dementsprechend sind die Lichtempfangs- und -Sichtwinkel der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 begrenzt, so dass die Auflösungsleistung der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 erhöht werden kann. Sei f die Brennweite der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik und sei D der Blendendurchmesser (d. h. der Durchmesser der Öffnung), so wird der Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ wie folgt ausgedrückt:

$\theta = \arctan(D/f)$. Durch eine entsprechende Einstellung des Blendendurchmessers D wird der Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ unabhängig von der Größe des Lichtempfangselements auf den gewünschten Wert eingestellt.

[0051] Außerdem fällt, wie in **Fig. 6** dargestellt, das rückkehrende Licht R1, R2, R3, das von den Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3

gebündelt wird, auf die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3. Dementsprechend werden die mit dem rückkehrenden Licht R1, R2, R3 bestrahlten Bereiche verkleinert, und die reflektierenden Flächen der ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 können verkleinert werden, so dass die Größe der ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 verringert werden kann.

[0052] Auch die Brennweiten der Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 können erweitert werden, da die Entfernungen von den Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 zu den Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 größer sind als in dem Fall, in dem das rückkehrende Licht R1, R2, R3 nach Umlenkung durch die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 auf die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 fällt. Sei f die Brennweite der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik und sei D der Blendendurchmesser, so wird der Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ wie folgt ausgedrückt:

$$\theta = \arctan(D/f).$$

[0053] Bei gleichem Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ wird der Blendendurchmesser D umso größer, je länger die Brennweite f ist. Daher kann die Genauigkeit der Bearbeitung der Öffnungen der Blendeneinheiten in Bezug auf den Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ entspannt werden, und die Bearbeitungskosten für die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 können reduziert werden.

[0054] Wenn beispielsweise der Lichtempfangs- und -Sichtwinkel θ in der optischen Konstruktion 0,50 Grad beträgt, wenn die Brennweite f der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik kurz ist, $f = 20$ mm, beträgt der Blendendurchmesser D 0,1746 mm. Wenn in diesem Fall ein Verarbeitungsfehler von +0,01 mm im Blendendurchmesser D auftritt, beträgt der Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ 0,529 Grad. Wird dagegen die Brennweite f der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik auf $f = 40$ mm erhöht, so beträgt der Blendendurchmesser D 0,3491 mm. In diesem Fall beträgt der Lichtempfangs- und Sichtwinkel θ bei einem Bearbeitungsfehler von +0,01 mm im Blendendurchmesser D ebenfalls 0,514 Grad, was angibt, dass der Bearbeitungsfehler des Blendendurchmessers D kaum Auswirkungen auf den Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat.

[0055] In ähnlicher Weise wird auch die Auswirkung auf den Fehler in der Befestigungsposition in der Richtung der Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 in der Ebene (d.h. der Fehler in der Befestigungsposition in der Ebene, die die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 einschließt) auf das Basisteil 2 entspannt, und somit kann die Genauigkeit der Herstellung des Basisteils 2 entspannt werden. Indem die Brennweite

f erweitert wird und der Blendendurchmesser D in Bezug auf den Lichtempfangs- und -Sichtwinkel θ gleich der Größe des Lichtempfangselements einge-richtet wird, können die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 entfallen. Durch die Verlängerung der Brennweite f der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik CL1, CL2, CL3 wird der Winkel der Lichtbündelung an der Brennpunktposition zu einem spitzen Winkel, wodurch die Auswirkung auf die Lichtempfangsleistung aufgrund der Fehlausrichtung der Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 in einer Brennpunkttrichtung relativ zur Lichtempfangs- und Bündelungsoptik CL1, CL2, CL3 abgeschwächt wird. In der Konfiguration, in der die Blendeneinheiten entfallen, kann auch die Auswirkung auf die Lichtempfangsleistung, die durch die Fehlausrichtung der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 in der Brennpunkttrichtung entsteht, abgeschwächt werden.

[0056] Außerdem sind, wie in **Fig. 6** gezeigt, die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 jeweils zwischen den ersten Umlenkspiegeln MA1, MA2, MA3 und den Trennsiegeln SP1, SP2, SP3 angeordnet. Dementsprechend können die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 das austretende Licht E1, E2, E3 ohne optische Einwirkung aufgrund der Lichtempfangs- und Bündelungsoptik CL1, CL2, CL3 emittieren, wodurch die optische Leistung des austretenden Lichts E1, E2, E3 verbessert wird.

[0057] Außerdem sind, wie in **Fig. 6** gezeigt, die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 in der Z-Richtung an der gleichen Position und in der Y-Richtung an der gleichen Position und in der X-Richtung in einer Linie angeordnet. Dementsprechend kann beim Anpassen der optischen Achse mit den ersten Umlenkspiegeln MA1, MA2, MA3 durch einfaches Bewegen der Anpassungseinrichtung, die die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 hält, in horizontaler Richtung oder durch einfaches Bewegen der Entfernungsmessvorrichtung 1a in horizontaler Richtung, jeder der ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 gehalten werden, wodurch die Anpassung erleichtert wird.

[0058] Außerdem sind die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3, wie in **Fig. 6** dargestellt, so angeordnet, dass sie das rückkehrende Licht R1, R2, R3 empfangen, das sich über die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 in der Richtung bewegt, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der das austretende Licht E1, E2, E3 von den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 emittiert wird. Dementsprechend können die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 in der gleichen Richtung wie die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 angeordnet sein, und die Abmessungen entlang der Z- und Y-Richtungen der Entfernungsmessvorrichtung 1a können kleiner sein als in

dem Fall, in dem die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 in anderen Richtungen angeordnet sind.

[0059] Ferner wird, wie in **Fig. 6** gezeigt, das von den Trennsiegeln SP1, SP2, SP3 reflektierte austretende Licht E1, E2, E3 von den in -Z-Richtung des Abtastspiegels 6 angeordneten lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 zu den zweiten Umlenkspiegeln MB1, MB2, MB3 geleitet, die in dem in +Z-Richtung vom Abtastspiegel 6 vorstehenden Zustand angeordnet sind, und das austretende Licht E1, E2, E3 wird von den zweiten Umlenkspiegeln MB1, MB2, MB3 zum Abtastspiegel 6 geleitet. Wie oben beschrieben, sind die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 und die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 gemeinsam in -Z-Richtung des Abtastspiegels 6 angeordnet. Dementsprechend ist die Abmessung des in +Z-Richtung aus dem Abtastspiegel 6 herausragenden Abschnitts in Z-Richtung reduziert. Daher können, wie in **Fig. 7** gezeigt, die Abmessungen entlang der X-Richtung der Entfernungsmessvorrichtung 1a reduziert werden, weil es nicht mehr notwendig ist, einen Raum innerhalb der Entfernungsmessvorrichtung 1a vorzusehen, um die optische Pfadlänge des austretenden Lichts E1, E2, E3 zu sichern, das sich in der X-Richtung ausbreitet, wenn das austretende Licht E1, E2, E3 sich vom Abtastspiegel 6 in die +Z-Richtung bewegt.

[0060] Wie in **Fig. 6** dargestellt, verlaufen die optischen Pfade, die sich jeweils von den zweiten Umlenkspiegeln MB1, MB2, MB3 zu den Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 bewegen, parallel zur Y-Z-Ebene. Dementsprechend haben die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 alle die gleiche Neigung, können die Winkel beim Halten der ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 im Anpassungsbetrieb der optischen Achsen und beim Starten der Anpassung an den gleichen Winkel angepasst werden, wodurch die Anpassung erleichtert wird.

Zweite Ausführungsform

[0061] Eine Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig. 8** bis **Fig. 11** beschrieben. Die Konfiguration der Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform ist die gleiche wie die Konfiguration der Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform, die oben beschrieben wurde, sofern nicht anders erläutert. Auf diese Weise wird jeder Komponente, die die gleiche Funktion wie in der ersten Ausführungsform hat, das gleiche Bezugszeichen zugewiesen, und die Erklärung wird nicht wiederholt.

[0062] **Fig. 8** und **Fig. 9** sind jeweils eine vordere perspektivische Ansicht und eine hintere perspektivische Ansicht, die schematisch die Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform

zeigen. Wie in **Fig. 8** oder **Fig. 9** gezeigt, enthält die Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform die Abtasteinrichtung 5 mit kleineren Abmessungen entlang der Y-Richtung als die Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform. Wenn in der Abtasteinrichtung 5 die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 in der +Y-Richtung angeordnet sind, so dass das austretende Licht E1, E2, E3 in der -Y-Richtung emittiert wird, ragen nur die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 in der +Y-Richtung hervor. Insbesondere, wenn eine Entfernungsmessvorrichtung mit einer kleinen Abmessung in Y-Richtung aufgrund der Bedingung des Einbauraums benötigt wird, besteht das Problem, dass die Entfernungsmessvorrichtung nicht installiert werden kann. Aus diesem Grund ist die Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform so eingerichtet, dass die Abmessungen entlang der Y-Richtung klein sind.

[0063] **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht der Entfernungsmessvorrichtung 1b entlang der Linie SX-SX in **Fig. 8**. **Fig. 11** ist eine Darstellung, die eine Struktur eines optischen Systems der Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform und die optischen Pfade austretenden Lichts E1, E2, E3 und rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 zeigt.

[0064] Die Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform umfasst Trennspiegel SPA1, SPA2, SPA3. Die Trennspiegel SPA1, SPA2, SPA3 übertragen (d. h. leiten weiter) jeweils das austretende Licht E1, E2, E3 und reflektieren das rückkehrende Licht R1, R2, R3. Mit anderen Worten, das reflektierte Licht und das übertragene Licht an den Trennspiegeln SPA1, SPA2, SPA3 sind bei der zweiten Ausführungsform im Gegensatz zur ersten Ausführungsform vertauscht. Bei den Trennspiegeln SPA1, SPA2, SPA3 handelt es sich beispielsweise um Spiegel mit Löchern nur in dem Bereich, in dem das austretende Licht E1, E2, E3 einfällt, um Spiegel ohne abgeschiedene reflektierende Fläche nur in dem Bereich, in dem das austretende Licht E1, E2, E3 einfällt, oder um Spiegel, die das rückkehrende Licht R1, R2, R3 teilweise übertragen und teilweise reflektieren.

[0065] Die Trennspiegel SPA1, SPA2, SPA3 sind eingerichtet, das rückkehrende Licht R1, R2, R3 zu reflektieren und das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils auf die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 zu richten.

[0066] Bei der zweiten Ausführungsform sind die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 in einer Linie hinter dem hinteren Basisabschnitt 3 angebracht. Die lichtemittierende Einheit 102 ist in der Mitte der Entfernungsmessvorrichtung 1b in der X-Richtung angeordnet. Die lichtemittierenden Einhei-

ten 101, 103 sind jeweils in -Z-Richtung und in +Z-Richtung von der lichtemittierenden Einheit 102 angeordnet. Die Entfernung zwischen der lichtemittierenden Einheit 101 und der lichtemittierenden Einheit 102 ist gleich der Entfernung zwischen der lichtemittierenden Einheit 101 und der lichtemittierenden Einheit 103.

[0067] Die Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 und die Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3 sind in einer Geraden in der +Z-Richtung angeordnet, die sich jeweils von den Lichtquellen LD1, LD2, LD3 erstreckt, und übertragen das austretende Licht E1, E2, E3 in der +Z-Richtung.

[0068] Die Trennspiegel SPA1, SPA2, SPA3 sind jeweils in der +Z-Richtung von den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 angeordnet und am hinteren Basisabschnitt 3 in einem Zustand befestigt, in dem sie in Bezug auf die Y-X-Ebene gleichmäßig um die -X-Achse gekippt sind (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn sie in die -X-Richtung weisen). Dementsprechend lenken die Trennspiegel SPA1, SPA2, SPA3 das rückkehrende Licht R1, R2, R3 in die +Y-Richtung um und richten das rückkehrende Licht R1, R2, R3 jeweils auf die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203.

[0069] Das Lichtempfangssubstrat 200 ist an der Rückseite des hinteren Basisabschnitts 3 befestigt. Die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 sind auf der in die +Z-Richtung weisenden Fläche des Lichtempfangssubstrats 200 montiert. Die Blendeinheiten AP1, AP2, AP3 sind jeweils am hinteren Basisabschnitt 3 in der +Z-Richtung von den Lichtempfangselementen PD1, PD2, PD3 befestigt. Die optischen Filter BPF1, BPF2, BPF3 sind jeweils am hinteren Basisabschnitt 3 in der +Z-Richtung von den Blendeinheiten AP1, AP2, AP3 befestigt. Die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 sind an den Schnittpunkten imaginärer Geraden angeordnet, die sich von den optischen Filtern BPF1, BPF2, BPF3 und dem rückkehrenden Licht R1, R2, R3, das jeweils von den Trennspiegeln SPA1, SPA2, SPA3 reflektiert wird, in der +Z-Richtung erstrecken. Bei diesen Schnittpunkten handelt es sich um die Ecken (d. h. die Kanten in den Richtungen +Y und +Z) von den Abschnitten, die der Außenseite des hinteren Basisabschnitts 3 zugewandt sind. Die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 sind am hinteren Basisabschnitt 3 in einem Zustand befestigt, in dem sie in Bezug auf die Y-X-Ebene gleichmäßig um die -X-Achse gekippt sind (d. h. im Uhrzeigersinn um die X-Achse, wenn sie in die -X-Richtung weisen). Dementsprechend lenken die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 das rückkehrende Licht R1, R2, R3 in der -Z-Richtung um und richten jeweils das rückkehrende Licht R1, R2, R3 auf die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3. Die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 sind jeweils zwischen

den ersten Umlenkspiegeln MA1, MA2, MA3 und den Trennsiegeln SPA1, SPA2, SPA3 angeordnet und sind am hinteren Basisabschnitt 3 befestigt.

[0070] Als nächstes wird die Funktion des optischen Systems oder des optischen Pfads der Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 11** beschrieben. In **Fig. 11** sind nur die wichtigsten optischen Komponenten dargestellt, während das Basisteil 2 und andere Komponenten nicht gezeigt werden. Die Abtastweite der Entfernungsmessvorrichtung 1b ist die gleiche wie die in **Fig. 7** gezeigte.

[0071] Das von der Lichtquelle LD1 in der +Z-Richtung emittierte austretende Licht E1 wird von der Übertragungsoptik CA1 und der Übertragungsoptik CB1 kollimiert und fällt auf den Trennspiegel SPA1. Das austretende Licht E1, das durch den Trennspiegel SPA1 übertragen wird, fällt auf den zweiten Umlenkspiegel MB1. Das von dem zweiten Umlenkspiegel MB1 reflektierte austretende Licht E1 bewegt sich in der +Y-, -Z- und +X-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung, der -Z-Richtung und der +X-Richtung) und fällt auf den Abtastspiegel 6. Das austretende Licht E1, das vom Abtastspiegel 6 reflektiert wird, bewegt sich in der +Z- und +X-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Z-Richtung und der +X-Richtung). Mit anderen Worten: Das austretende Licht E1 bewegt sich nach vorne und links der Entfernungsmessvorrichtung 1b. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH, und so wird der in horizontaler Richtung entsprechend den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 abgetastete Entfernungsmessbereich S1 mit dem austretenden Licht E1 bestrahlt. Das rückkehrende Licht R1 vom Messziel im Entfernungsmessbereich S1 bewegt sich auf dem optischen Pfad des austretenden Lichts E1 und fällt auf den Trennspiegel SPA1. Das vom Trennspiegel SPA1 reflektierte rückkehrende Licht R1 bewegt sich in +Y-Richtung, wird von der Lichtempfangs- und -Bündelungsoptik CL1 gebündelt und fällt auf den ersten Umlenkspiegel MA1. Das vom ersten Umlenkspiegel MA1 reflektierte rückkehrende Licht R1 bewegt sich in der -Z-Richtung und fällt auf den optischen Filter BPF1. Das rückkehrende Licht R1, aus dem der optische Filter BPF1 Licht mit anderen Wellenlängen als dem Wellenlängenband des von der Lichtquelle LD1 emittierten austretenden Lichts entfernt, fällt auf die Blendeneinheit AP1. Das rückkehrende Licht R1, das einen vorbestimmten, durch die Blendeneinheit AP1 gebildeten Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat, fällt auf das Lichtempfangselement PD1, und das rückkehrende Licht R1 wird erfasst.

[0072] Das von der Lichtquelle LD2 in der +Z-Richtung emittierte austretende Licht E2 wird von der Übertragungsoptik CA2 und der Übertragungsoptik CB2 kollimiert und fällt auf den Trennspiegel SPA2. Das austretende Licht E2, das durch den Trennspie-

gel SPA2 übertragen wird, fällt auf den zweiten Umlenkspiegel MB2. Das von dem zweiten Umlenkspiegel MB2 reflektierte austretende Licht E2 bewegt sich in der +Y- und -Z-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung und der -Z-Richtung) und fällt auf den Abtastspiegel 6. Das austretende Licht E2, das vom Abtastspiegel 6 reflektiert wird, bewegt sich in der +Z-Richtung. Mit anderen Worten: Das austretende Licht E2 bewegt sich zur vorderen Mitte der Entfernungsmessvorrichtung 1b. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH und so wird der in horizontaler Richtung entsprechend den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 abgetastete Entfernungsmessbereich S2 mit dem austretenden Licht E2 bestrahlt. Das rückkehrende Licht R2 des Messziels im Entfernungsmessbereich S2 bewegt sich auf dem optischen Weg des austretenden Lichts E2 zurück und trifft auf den Trennspiegel SPA2. Das vom Trennspiegel SPA2 reflektierte rückkehrende Licht R2 bewegt sich in +Y-Richtung, wird von der Lichtempfangs- und -Bündelungsoptik CL2 gebündelt und fällt auf den ersten Umlenkspiegel MA2. Das vom ersten Umlenkspiegel MA2 reflektierte rückkehrende Licht R2 bewegt sich in der -Z-Richtung und fällt auf den optischen Filter BPF2. Das rückkehrende Licht R2, aus dem der optische Filter BPF2 Licht mit anderen Wellenlängen als dem Wellenlängenband des von der Lichtquelle LD2 emittierten austretenden Lichts entfernt, fällt auf die Blendeneinheit AP2. Das rückkehrende Licht R2, das einen vorbestimmten, durch die Blendeneinheit AP2 gebildeten Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat, fällt auf das Lichtempfangselement PD2, und das rückkehrende Licht R2 wird erfasst.

[0073] Das von der Lichtquelle LD3 in der +Z-Richtung emittierte austretende Licht E3 wird von der Übertragungsoptik CA3 und der Übertragungsoptik CB3 kollimiert und fällt auf den Trennspiegel SPA3. Das austretende Licht E3, das durch den Trennspiegel SPA3 übertragen wird, fällt auf den zweiten Umlenkspiegel MB3. Das von dem zweiten Umlenkspiegel MB3 reflektierte austretende Licht E3 bewegt sich in der +Y-, -Z- und -X-Richtung (d.h. in der Richtung zwischen der +Y-Richtung, der -Z-Richtung und der -X-Richtung) und fällt auf den Abtastspiegel 6. Das austretende Licht E3, das vom Abtastspiegel 6 reflektiert wird, bewegt sich in der +Z- und -X-Richtung (d. h. in der Richtung zwischen der +Z-Richtung und -X-Richtung). Mit anderen Worten: Das austretende Licht E3 bewegt sich nach rechts vorne der Entfernungsmessvorrichtung 1b. Der Abtastspiegel 6 dreht sich um die Drehachse TH, und so wird der in horizontaler Richtung entsprechend den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 abgetastete Entfernungsmessbereich S3 mit dem austretenden Licht E3 bestrahlt. Das rückkehrende Licht R3 des Messziels im Entfernungsmessbereich S3 bewegt sich auf dem optischen Weg des austretenden Lichts E3 zurück und fällt auf den Trennspiegel SPA3. Das vom Trenn-

spiegel SP3 reflektierte rückkehrende Licht R3 bewegt sich in der +Y-Richtung, wird von der Lichtempfangs- und -Bündelungsoptik CL3 gebündelt und fällt auf den ersten Umlenkspiegel MA3. Das vom ersten Umlenkspiegel MA3 reflektierte rückkehrende Licht R3 bewegt sich in der -Z-Richtung und fällt auf den optischen Filter BPF3. Das rückkehrende Licht R3, aus dem der optische Filter BPF3 das Licht mit anderen Wellenlängen als dem Wellenlängenband des von der Lichtquelle LD3 emittierten austretenden Lichts entfernt, fällt auf die Blendeneinheit AP3. Das rückkehrende Licht R3, das einen vorbestimmten, durch die Blendeneinheit AP3 gebildeten Lichtempfangs- und Sichtwinkel hat, fällt auf das Lichtempfangselement PD3, und das rückkehrende Licht R3 wird erfasst.

[0074] Dementsprechend kann die Entfernungsmessvorrichtung 1b Abstände in einem größeren Winkelbereich als den Abtastwinkeln messen, die den Drehwinkeln des Abtastspiegels 6 entsprechen.

[0075] Im Folgenden werden die Vorteile der zweiten Ausführungsform erläutert. Mit der Entfernungsmessvorrichtung 1b gemäß der zweiten Ausführungsform sind die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 so angeordnet, dass sie das rückkehrende Licht R1, R2, R3 empfangen, das sich über die ersten Umlenkspiegel MA1, MA2, MA3 in der Richtung bewegt, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der das austretende Licht E1, E2, E3 von den lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 emittiert wird. Dementsprechend können die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 in der gleichen Richtung wie die lichtemittierenden Einheiten 101, 102, 103 angeordnet sein, und die Abmessungen entlang der Y-Richtung der Entfernungsmessvorrichtung 1b können kleiner sein als in dem Fall, in dem die Lichtempfangseinheiten 201, 202, 203 in anderen Richtungen angeordnet sind.

Dritte Ausführungsform

[0076] Eine Entfernungsmessvorrichtung 1c gemäß der dritten Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf Fig. 12 beschrieben. Die dritte Ausführungsform hat die gleichen Konfigurationen und Vorteile wie die oben beschriebene erste Ausführungsform, sofern nicht anders erläutert. Die Konfiguration der Entfernungsmessvorrichtung 1c gemäß der dritten Ausführungsform ist die gleiche wie die Konfiguration der Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform, sofern nicht anders erläutert. Auf diese Weise wird jeder Komponente, die die gleiche Funktion wie in der ersten Ausführungsform hat, das gleiche Bezugszeichen zugewiesen, und die Erklärung wird nicht wiederholt.

[0077] Fig. 12 ist eine Darstellung, die eine Struktur eines optischen Systems der Entfernungsmessvor-

richtung 1c gemäß der dritten Ausführungsform und die optischen Pfade austretenden Lichts E1, E2, E3 und rückkehrenden Lichts R1, R2, R3 zeigt. Wie in Fig. 12 dargestellt, unterscheidet sich die Entfernungsmessvorrichtung 1c gemäß der dritten Ausführungsform von der Entfernungsmessvorrichtung 1a gemäß der ersten Ausführungsform durch die Anordnung der Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3. In der ersten Ausführungsform sind die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 zwischen den Trennsiegeln SP1, SP2, SP3 und den ersten Umlenkspiegeln MA1, MA2, MA3 angeordnet. Andererseits sind in der dritten Ausführungsform zur Vergrößerung der Abstände von den Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 zu den Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 in der +Z-Richtung von den Trennsiegeln SP1, SP2, SP3 zwischen den Trennsiegeln SP1, SP2, SP3 und den zweiten Umlenkspiegeln MB1, MB2, MB3 angeordnet.

[0078] In der dritten Ausführungsform fällt das austretende Licht E1, E2, E3 auf die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 und bewegt sich in Richtung der Entfernungsmessbereiche, die die mit dem austretenden Licht bestrahlten Bereiche sind. Aus diesem Grund sind die Übertragungsoptiken CA1, CA2, CA3 und die Übertragungsoptiken CB1, CB2, CB3 zusammen mit der optischen Aktivität der Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 eingerichtet, das austretende Licht E1, E2, E3 zu kollimieren oder zu bündeln.

[0079] Im Folgenden werden die Vorteile der dritten Ausführungsform beschrieben. Mit der Entfernungsmessvorrichtung 1c gemäß der dritten Ausführungsform können die Brennweiten der Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 erweitert werden, da die Lichtempfangs- und Bündelungsoptiken CL1, CL2, CL3 in der +Z-Richtung von den Trennsiegeln SP1, SP2, SP3 angeordnet sind. Dementsprechend kann die Auswirkung auf die Lichtempfangsleistung aufgrund der Genauigkeit der Bearbeitung der Öffnungen der Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3, der Genauigkeit der Befestigung der Position der Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 in der Ebenenrichtung (d.h. die Genauigkeit der Befestigungsposition auf der Ebene, die die Blendeneinheiten AP1, AP2, AP3 einschließt) und der Genauigkeit der Fehlausrichtung in der Fokusrichtung gemildert werden.

[0080] In der Konfiguration, in der die Blendeneinheiten entfallen, kann auch die Auswirkung auf die Lichtempfangsleistung, die durch die Fehlausrichtung der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 in der Brennpunkttrichtung entsteht, abgeschwächt werden.

Modifikation

[0081] Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, das schematisch eine Konfiguration eines Entfernungsmesssystems 1 mit einer Informationsverarbeitungsvorrichtung 400 und der Entfernungsmessvorrichtung 1a (oder 1b oder 1c) gemäß einer Modifikation zeigt. Die Informationsverarbeitungsvorrichtung 400 ist zum Beispiel eine Verarbeitungsschaltung. Die Verarbeitungsschaltung kann auch ein Computer sein.

[0082] Bei der Informationsverarbeitungsvorrichtung 400 handelt es sich um eine Informationsverarbeitungseinheit, die die Ansteuerung der Abtasteinrichtung 5 und die Ansteuerung der Lichtquellen LD1, LD2, LD3 steuert und auf der Grundlage der Erfassungssignale der Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3 den Abstand der Entfernungsmessvorrichtung 1a (bzw. 1b oder 1c) zum Messziel im Messbereich berechnet. Konkret berechnet die Informationsverarbeitungsvorrichtung 400 die Entfernung von der Entfernungsmessvorrichtung 1a (oder 1b oder 1c) zum Messziel auf der Grundlage der Zeit vom Zeitpunkt des Emittierens von Licht durch die Lichtquellen LD1, LD2, LD3 bis zum Empfangen des rückkehrenden Lichts durch die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3.

[0083] Die Informationsverarbeitungsvorrichtung 400 umfasst einen Prozessor 401, einen Arbeitsspeicher 402, eine Speichereinrichtung 403, eine Schnittstelle 404 zum Anschluss an die Abtasteinrichtung 5, eine Schnittstelle 405 zum Anschluss an die Lichtquellen LD1, LD2, LD3 und eine Schnittstelle 406 zum Anschluss an die Lichtempfangselemente PD1, PD2, PD3. Der Prozessor 401 ist beispielsweise eine zentrale Verarbeitungseinheit (Central Processing Unit, CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (Graphics Processing Unit, GPU), eine im Feld programmierbare Gatter-Anordnung (Field Programmable Gate Array, FPGA) oder dergleichen. Der Arbeitsspeicher 402 ist eine flüchtige Speichereinrichtung, wie beispielsweise ein Direktzugriffsspeicher (Random Access Memory, RAM). Die Speichereinrichtung 403 ist zum Beispiel eine nichtflüchtige Speichereinrichtung wie ein Festplattenlaufwerk (Hard Disk Drive, HDD) oder ein Solid-State-Laufwerk (Solid State Drive, SSD).

[0084] Der Verarbeitungsschaltkreis, zusammengesetzt aus der Informationsverarbeitungsvorrichtung 400, kann eine zweckgebundene Hardware sein oder kann der Prozessor 401 sein, der ein im Arbeitsspeicher 402 gespeichertes Programm zur Entfernungsmessung ausführt. Der Prozessor 401 kann eine zentrale Verarbeitungseinheit, eine arithmetische Einheit, ein Mikroprozessor, ein Mikrocomputer oder ein digitaler Signalprozessor (Digital Signal Processor, DSP) sein.

[0085] Handelt es sich bei der Verarbeitungsschaltung um eine zweckgebundene Hardware, so kann die Verarbeitungsschaltung beispielsweise eine einzelne Schaltung, eine komplexe Schaltung, ein programmierter Prozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), ein feldprogrammierbares Gate-Array (Field-programmable Gate Array, FPGA) oder eine Kombination aus diesen sein.

[0086] Mit dem Entfernungsmesssystem 1 kann die Entfernung zu einem Messziel in einem großen Messbereich gemessen werden.

[0087] Es ist zu beachten, dass selbst wenn Begriffe wie „parallel“, „senkrecht“ oder „mittig“ in den oben beschriebenen Ausführungsformen verwendet werden, um die Positionsbeziehung zwischen Komponenten oder die Form der Komponenten anzugeben, diese Begriffe das Ausmaß der Berücksichtigung von Fertigungstoleranzen und Montageabweichungen einschließen.

[0088] Außerdem sind die oben beschriebenen Ausführungsformen und die Modifikationen nur Beispiele, und der Umfang der vorliegenden Offenbarung umfasst alle Modifikationen innerhalb des in den Ansprüchen angegebenen Bereichs.

Beschreibung der Bezugszeichen

[0089] 1 Entfernungsmesssystem, 1a, 1b, 1c Entfernungsmessvorrichtung, 101, 102, 103 lichtemittierende Einheit, 200 Lichtempfangssubstrat, 201, 202, 203 Lichtempfangseinheit, 2 Basisteil, 3 vorderer Basisabschnitt, 4 hinterer Basisabschnitt, 5 Abtasteinrichtung, 6 Abtastspiegel (optische Abtasteinheit), TH Spiegeldrehrichtung, LD1, LD2, LD3 Lichtquelle, MA1, MA2, MA3 erster Umlenkspiegel, MB1, MB2, MB3 zweiter Umlenkspiegel, CA1, CA2, CA3 Übertragungsoptik, CB1, CB2, CB3 Übertragungsoptik, SP1, SP2, SP3 Trennspiegel (optische Trenneinheit), SPA1, SPA2, SPA3 Trennspiegel (optische Trenneinheit), CL1, CL2, CL3 Lichtempfangs- und Bündelungsoptik, BPF1, BPF2, BPF3 optischer Filter, AP1, AP2, AP3 Blendeneinheit, PD1, PD2, PD3 Lichtempfangselement, E1, E2, E3 austretendes Licht, R1, R2, R3 rückkehrendes Licht, S1, S2, S3 Abtastweite.

Patentansprüche

1. Entfernungsmessvorrichtung, umfassend:
lichtemittierende Einheiten, jeweils zum Emittieren von Strahlen austretenden Lichts;
optische Trenneinheiten;
eine optische Abtasteinheit zum Abtasten der Strahlen austretenden Lichts, die auf die optische Abtasteinheit unter verschiedenen Einfallswinkeln zueinander einfallen, wobei sich die Strahlen

austretenden Lichts von den lichtemittierenden Einheiten über die optischen Trenneinheiten bewegen; Lichtempfangselemente zum Empfangen jeweils von Strahlen rückkehrenden Lichts, wobei die Strahlen rückkehrenden Lichts Strahlen von reflektiertem Licht aus einem Bereich sind, der mit den abgetasteten Strahlen austretenden Lichts bestrahlt wird, wobei die Strahlen rückkehrenden Lichts von der optischen Abtasteinheit reflektiert werden und sich über die optischen Trenneinheiten bewegen; und ein Basisteil, das die Lichtempfangselemente und die optischen Trenneinheiten hält.

2. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend ein gemeinsames Lichtempfangssubstrat, auf dem die Lichtempfangselemente vorgesehen sind.

3. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die optischen Trenneinheiten die Strahlen austretenden Lichts reflektieren und die Strahlen rückkehrenden Lichts übertragen.

4. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 3, ferner umfassend erste Umlenkteile, um die sich über die optischen Trenneinheiten bewegenden Strahlen rückkehrenden Lichts jeweils auf die Lichtempfangselemente zu richten.

5. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die optischen Trenneinheiten die Strahlen austretenden Lichts übertragen und die Strahlen rückkehrenden Lichts reflektieren.

6. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 5, ferner umfassend erste Umlenkteile, um die von den optischen Trenneinheiten reflektierten Strahlen rückkehrenden Lichts jeweils auf die Lichtempfangselemente zu richten.

7. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 4 oder 6, wobei die Lichtempfangselemente in einer identischen Ebene angeordnet sind und in dieselbe Richtung wie die anderen zeigen, Positionsbeziehungen der ersten Umlenkteile in Bezug auf die entsprechenden Lichtempfangselemente gleich sind, und Lagen der ersten Umlenkteile in Bezug auf die entsprechenden Lichtempfangselemente gleich sind.

8. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 3, 4 und 7, wobei die ersten Umlenkteile außerhalb des Basisteils angeordnet sind.

9. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei auf einer stromabwärtigen Seite der Strahlen austretenden Lichts von den optischen Trenneinheiten, die optischen Pfade der Strahlen austretenden Lichts und die entsprechen-

den optischen Pfade der Strahlen rückkehrenden Lichts coaxial sind.

10. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, ferner umfassend zweite Umlenkteile, um jeweils die sich über die optischen Trenneinheiten bewegenden Strahlen austretenden Lichts auf die optische Abtasteinheit zu richten und die von der optischen Abtasteinheit reflektierten Strahlen rückkehrenden Lichts auf die optischen Trenneinheiten zu richten.

11. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die zweiten Umlenkteile die Strahlen austretenden Lichts umlenken, die sich in Richtung der zweiten Umlenkteile bewegen und zueinander parallel sind, so dass die umgelenkten Strahlen austretenden Lichts in unterschiedlichen Einfallswinkeln zueinander auf die optische Abtasteinheit einfallen.

12. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei optische Pfade der Strahlen rückkehrenden Lichts von den zweiten Umlenkteilen zu den Lichtempfangselementen parallel zueinander sind.

13. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Anzahl der Lichtempfangselemente drei oder mehr beträgt.

14. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, ferner umfassend optische Filter zum Übertragen von Licht mit einem vorbestimmten Wellenlängenband auf den optischen Pfaden der Strahlen rückkehrenden Lichts zu den Lichtempfangselementen und zum Dämpfen von Licht mit einem anderen Wellenlängenband als dem vorbestimmten Wellenlängenband.

15. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, ferner umfassend Blendeneinheiten, die jeweils auf den optischen Pfaden der Strahlen rückkehrenden Lichts zu den Lichtempfangselementen angeordnet sind.

16. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, ferner umfassend Lichtempfangs- und Bündelungsteile zum Bündeln der Strahlen rückkehrenden Lichts.

17. Entfernungsmessvorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Lichtempfangs- und Bündelungsteile jeweils die Strahlen austretenden Lichts bündeln.

18. Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei eine Richtung, in der sich die Strahlen rückkehrenden Lichts bewegen, die unmittelbar vor dem Einfallen auf die Lichtempfangselemente stehen, und eine Richtung, in der sich die Strahlen austretenden Lichts bewegen, die unmittel-

bar nach dem Emittieren aus den lichtemittierenden
Einheiten stehen, parallel zueinander sind.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

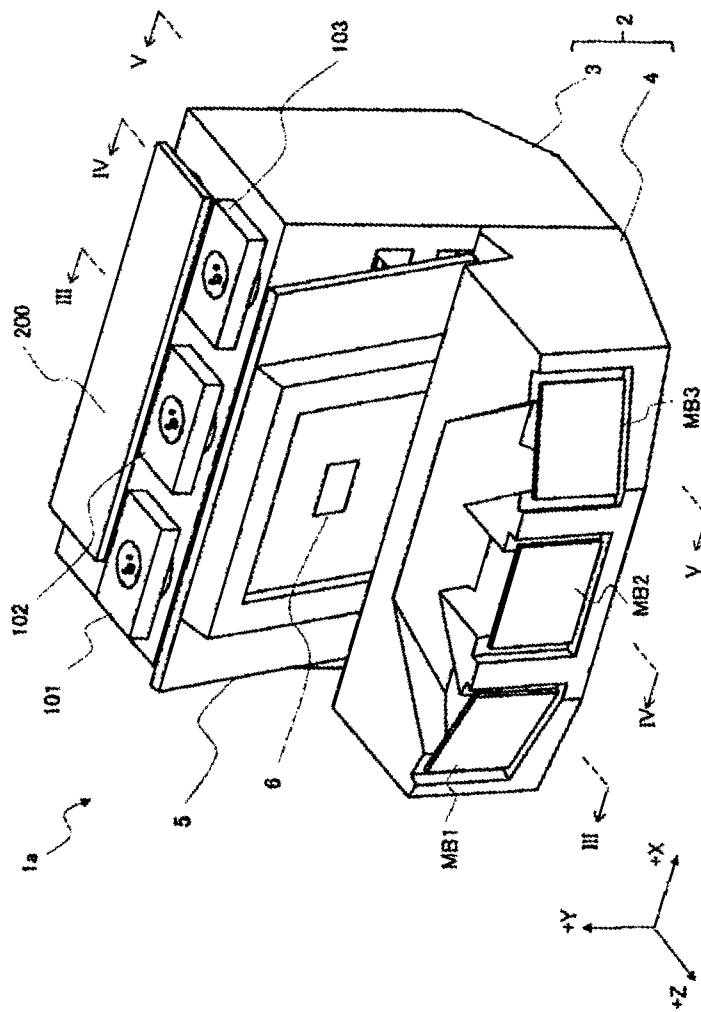


FIG. 2

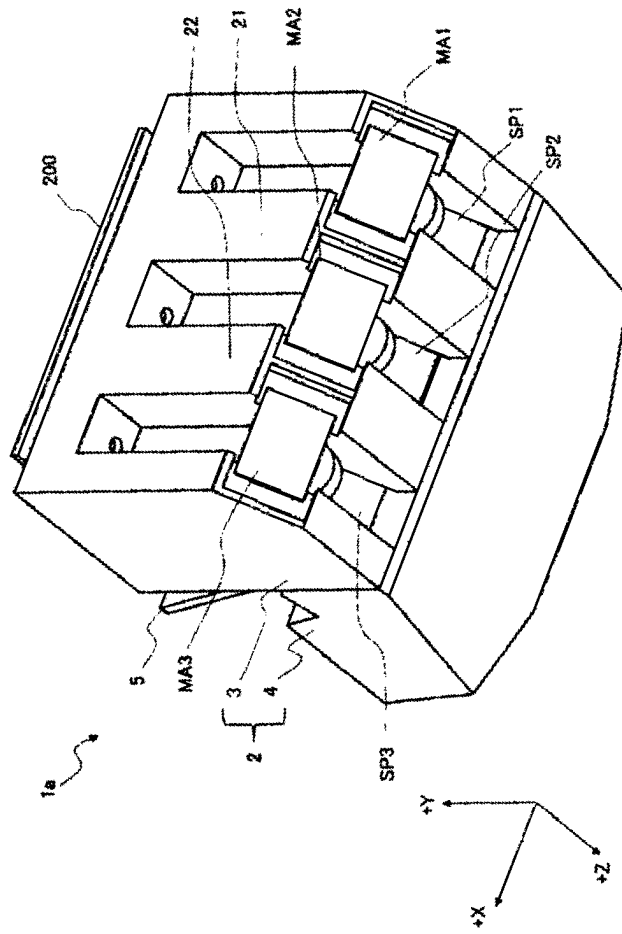


FIG. 3

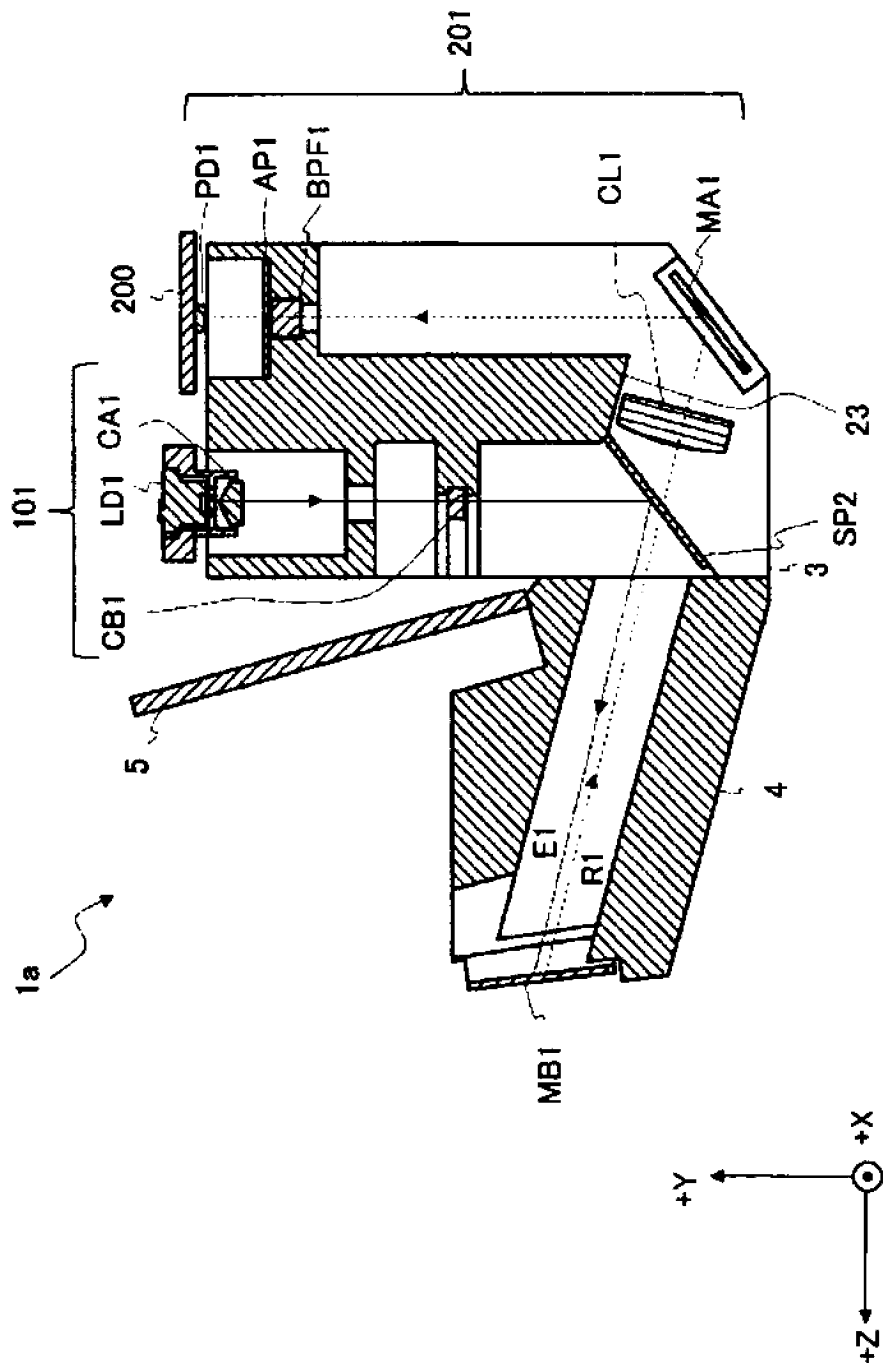


FIG. 4

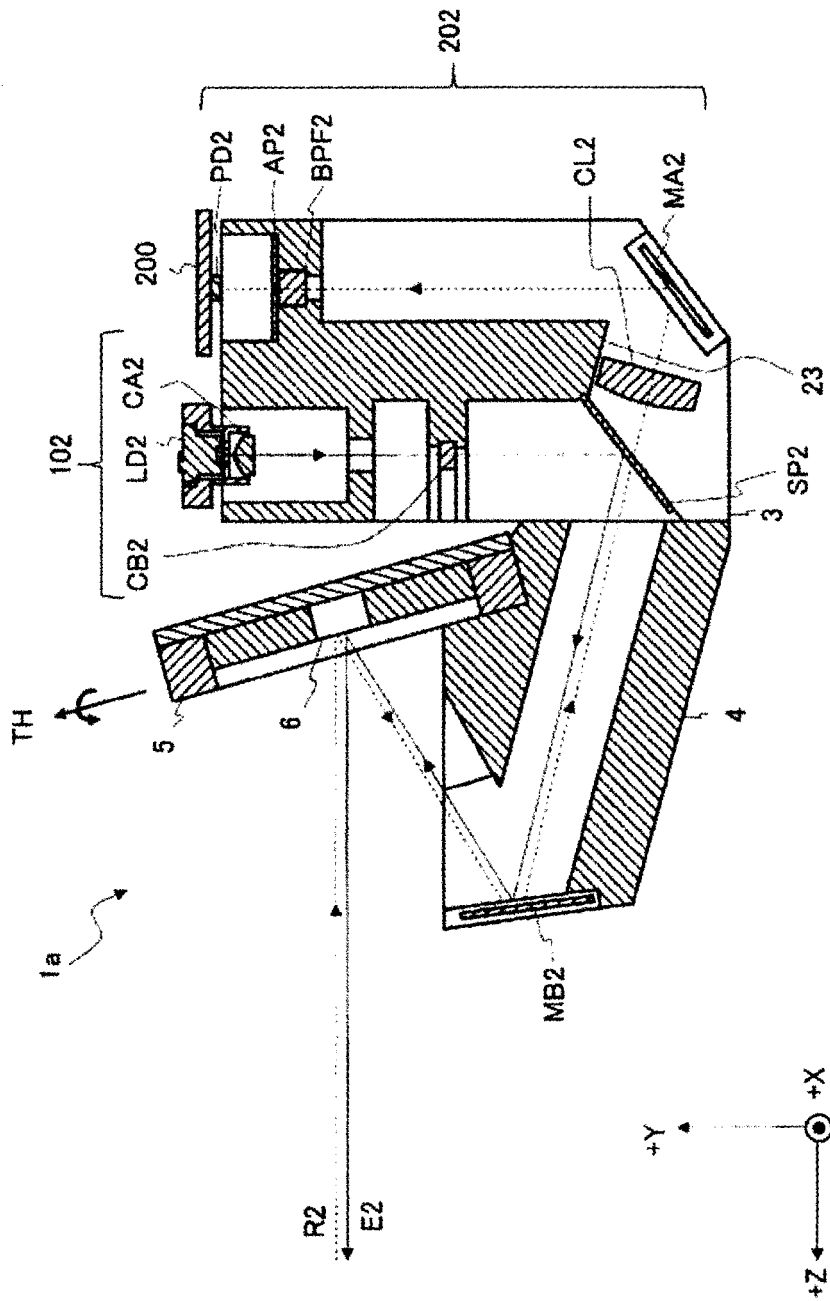


FIG. 5

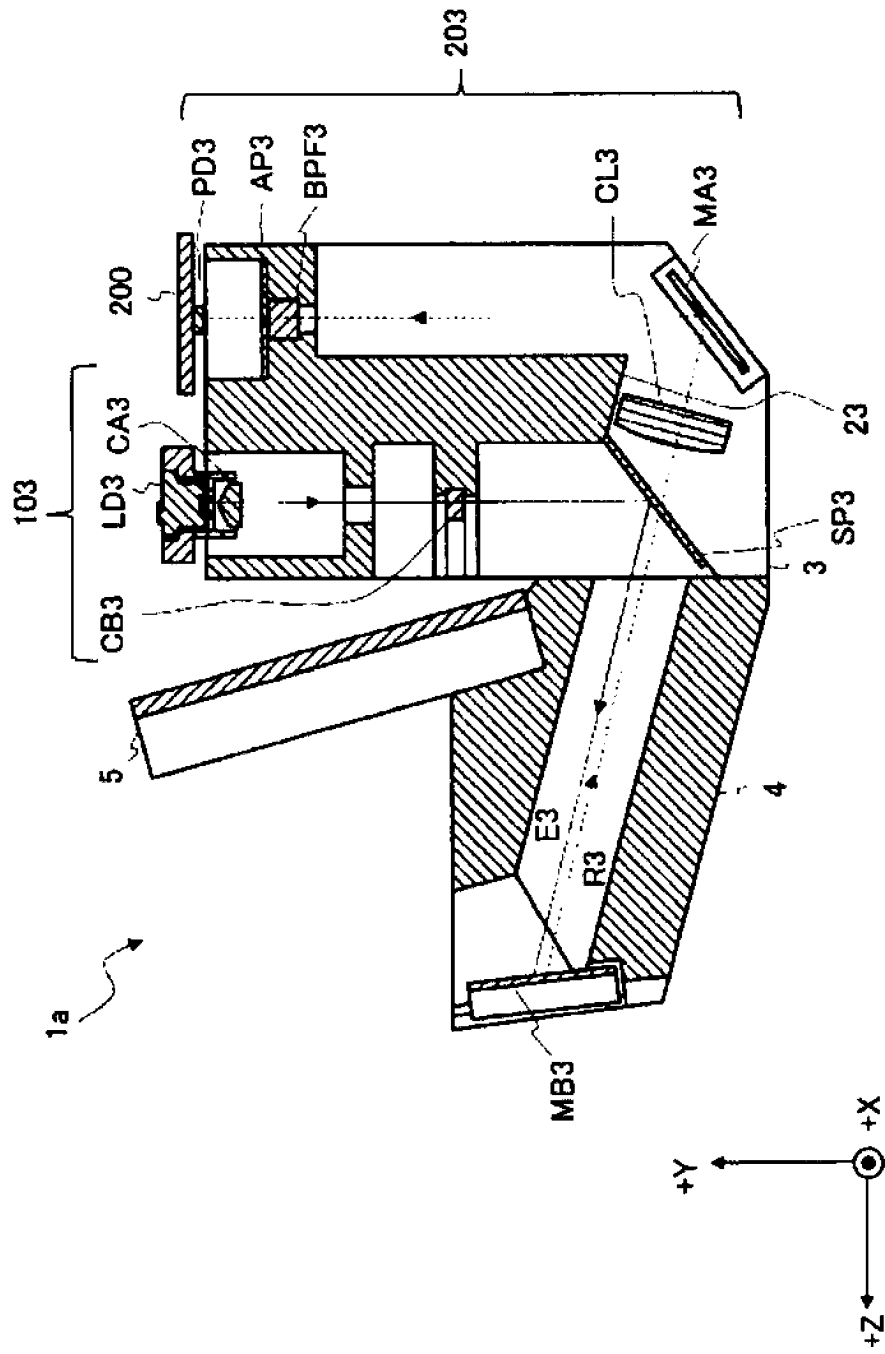


FIG. 6

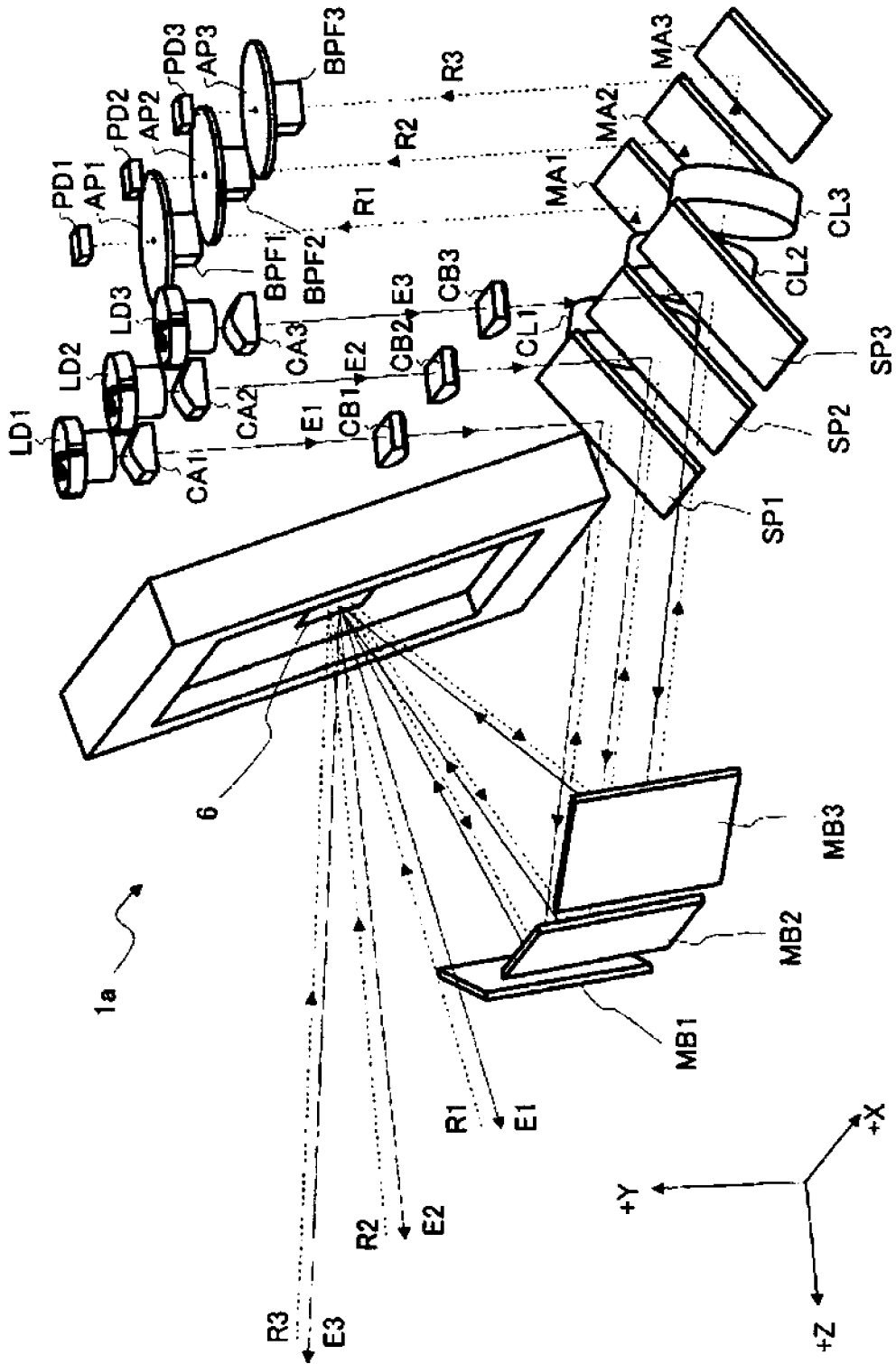


FIG. 7

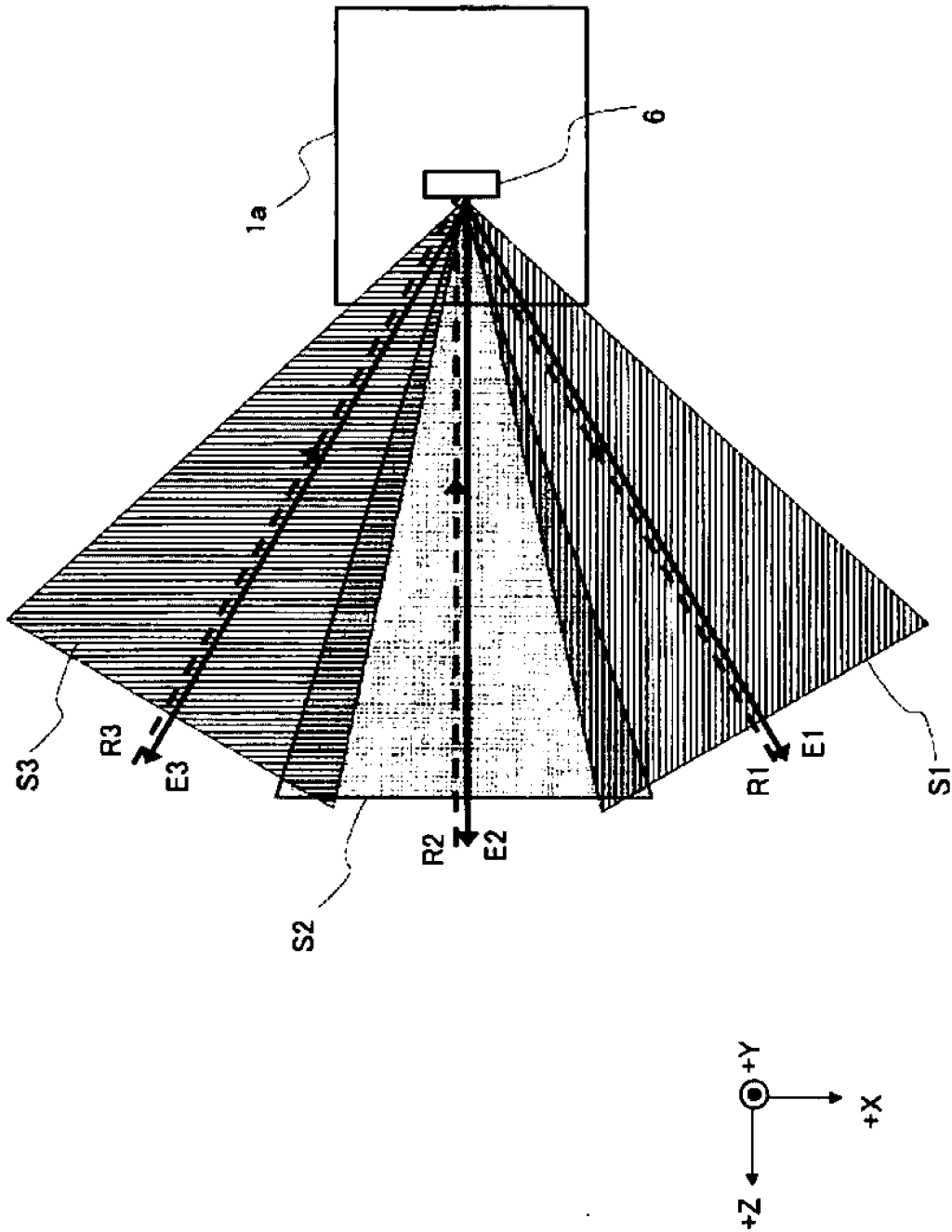


FIG. 8

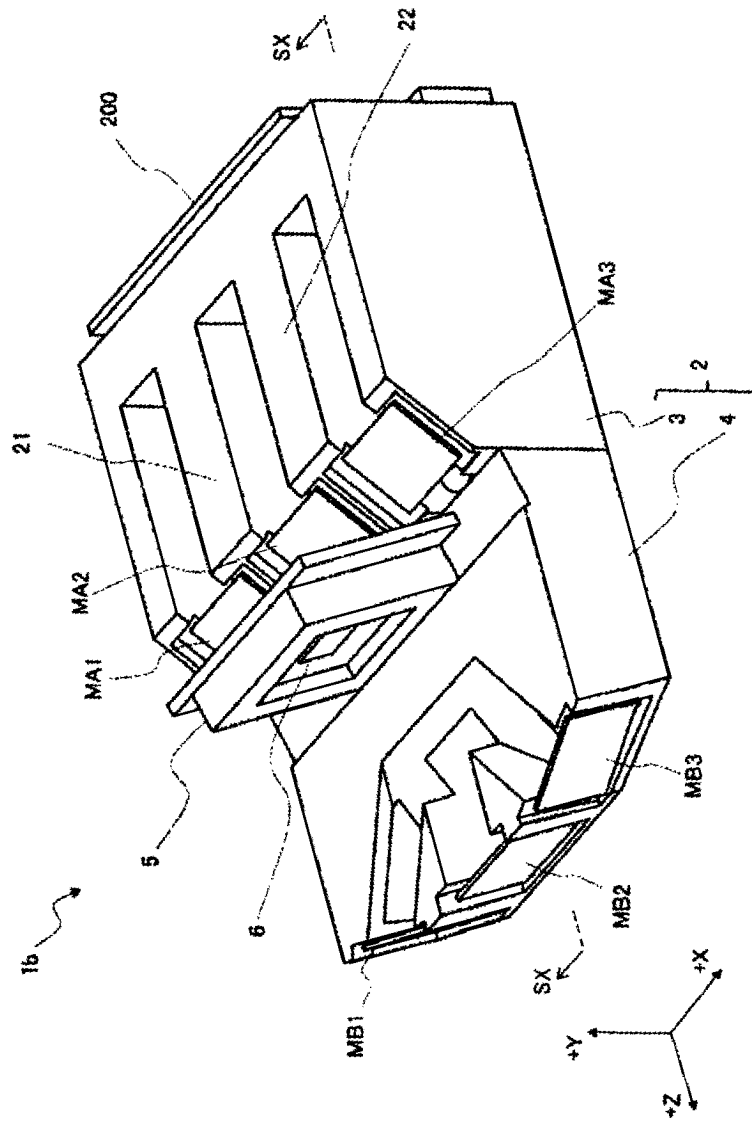


FIG. 9

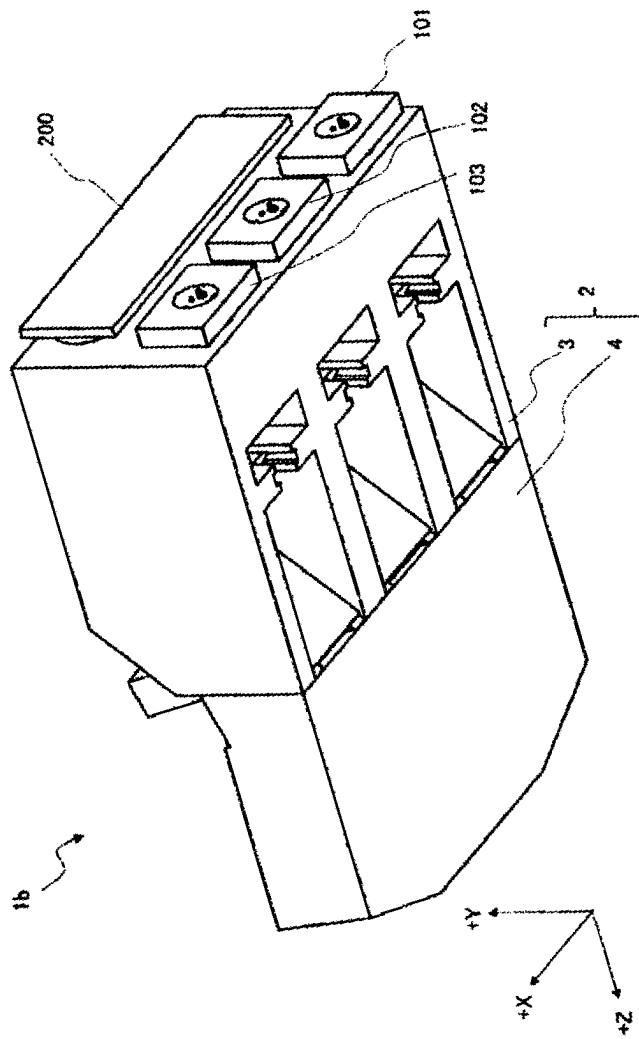


FIG. 10

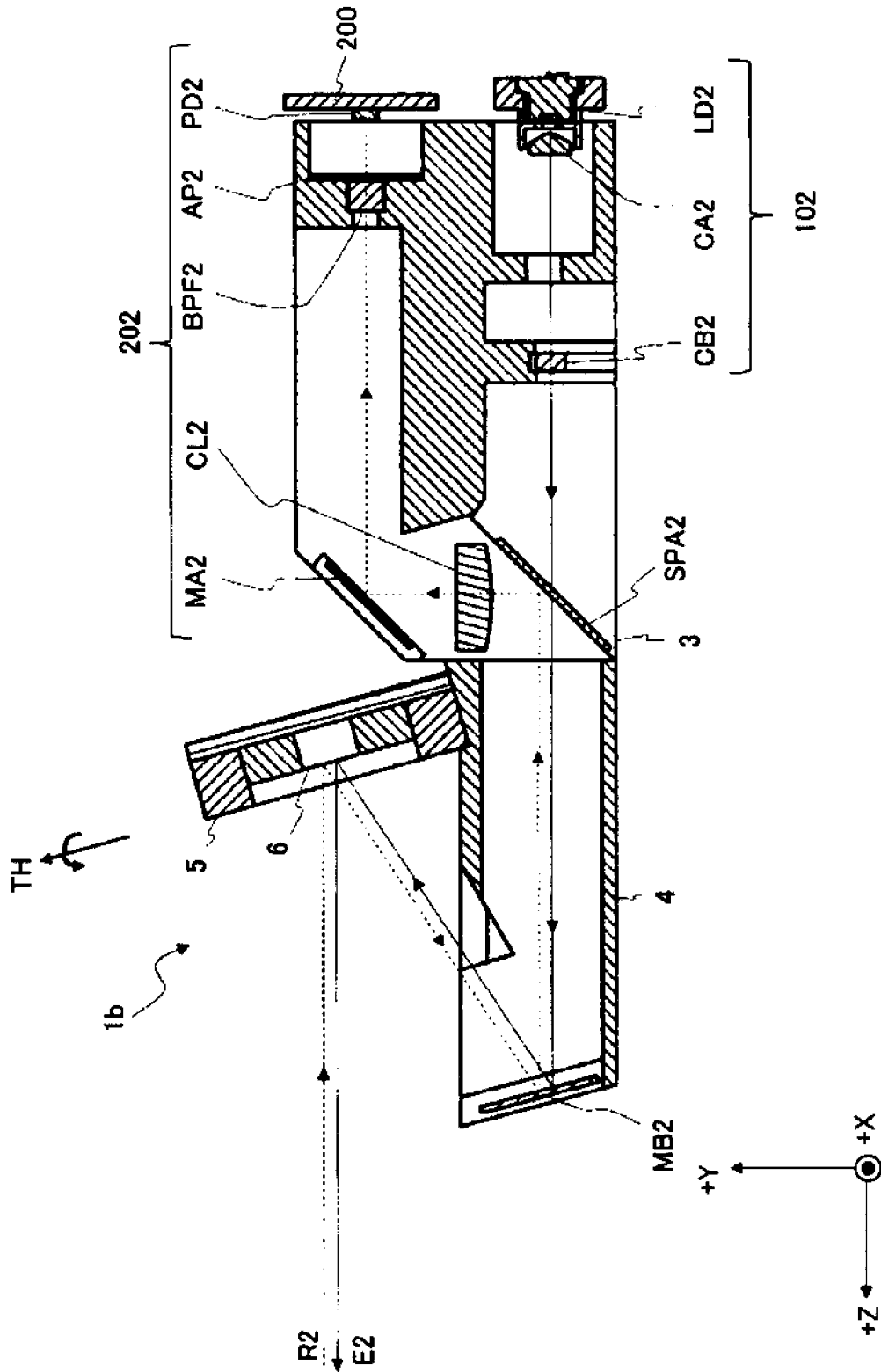


FIG. 11

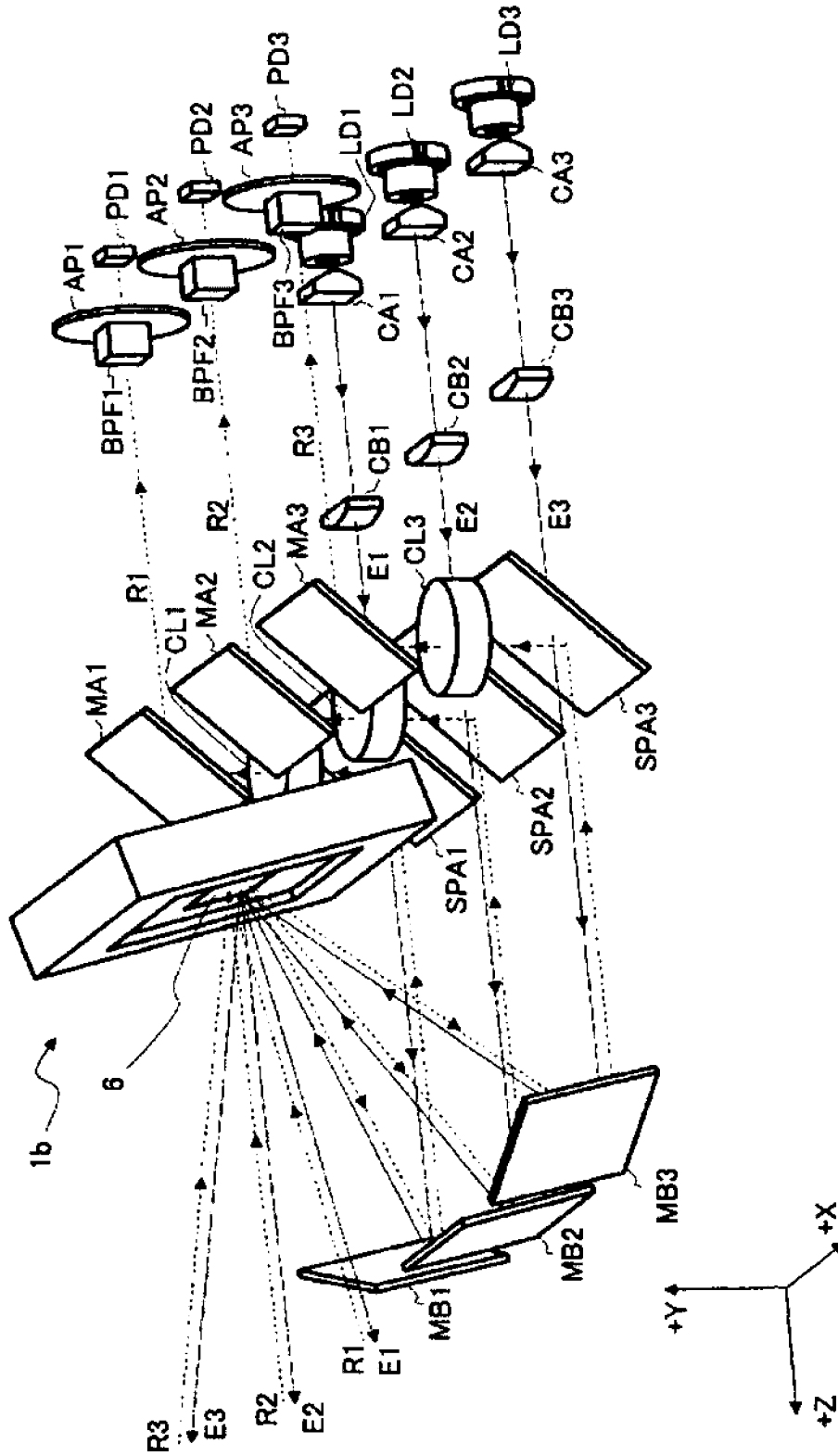


FIG. 12

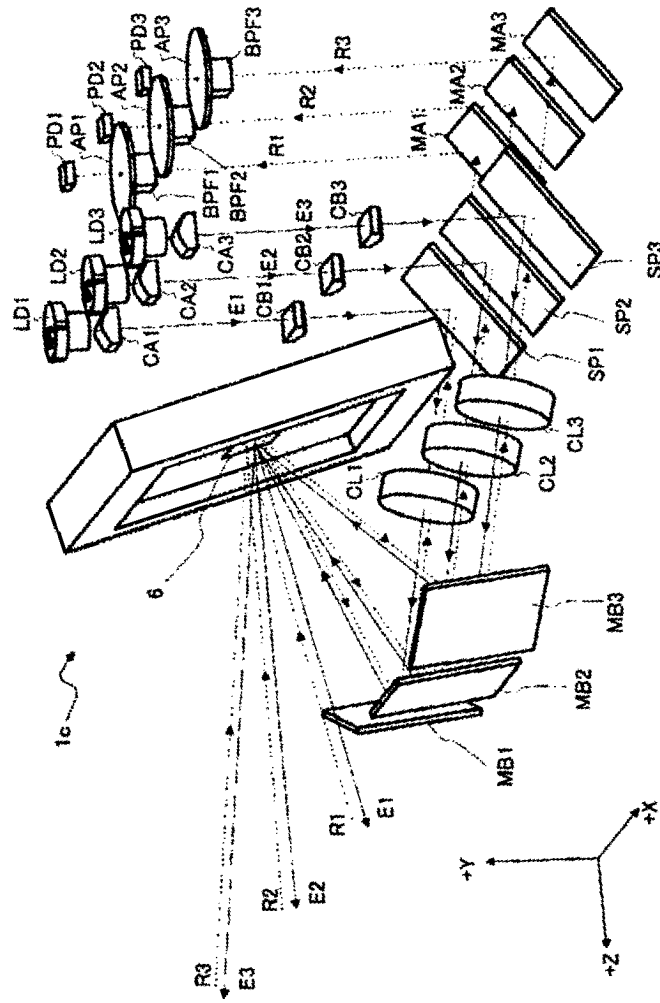


FIG. 13

