



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 28 203 T2** 2006.11.30

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 006 339 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 28 203.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 309 676.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.12.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **09.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01C 15/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

34410098 **03.12.1998** **JP**

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Topcon, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte, 40547
Düsseldorf**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, LI, SE

(72) Erfinder:

**Ohtomo, Fumio, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP;
Hayashi, Kunihiro, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP**

(54) Bezeichnung: **Rotierendes Laserbeleuchtungssystem und Photodetektorsystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein rotierendes Laserstrahlsystem zur Bildung eines Bezugspunktes, einer Bezugslinie und einer Bezugsebene für Messungen durch Projizieren eines Laserstrahls oder durch wechselseitiges Scannen und Drehen eines Laserstrahls und insbesondere, um zusätzlich zu einer horizontalen Bezugsebene gleichzeitig eine Neigungseinstellungsebene, die unter einem festgelegten Winkel in Bezug auf eine horizontale Bezugsebene geneigt ist, zu bilden. Außerdem betrifft die Erfindung ein Photodetektionssystem zum Identifizieren mehrerer Bezugsebenen, die von dem rotierenden Laserstrahlsystem gebildet worden sind, ohne Bezugsebenen fehlerhaft zu erkennen.

[0002] Zwecks Bereitstellung einer horizontalen Bezugsebene für einen weiten Bereich wird heutzutage ein rotierendes Laserstrahlsystem anstelle eines Nivelliersystems optischen Typs benutzt.

[0003] In der jüngsten Vergangenheit ist das rotierende Laserstrahlsystem für den Fall benutzt worden, in dem eine Linie oder eine Ebene für die Messung in einer Höhenrichtung gebildet worden ist, wobei diese Linie oder Ebene insbesondere einer Bezugshöhe entspricht. Bei dem rotierenden Laserstrahlsystem wird ein Laserstrahl in einer horizontalen Richtung ausgesendet, oder es wird rotiert oder wechselseitig gescannt oder gestoppt, und es wird eine umlaufende Bezugsebene gebildet, oder eine teilweise Bezugslinie, eine Bezugsebene, und ferner werden eine Bezugslinie und ein Bezugspunkt gebildet.

[0004] Beispielsweise wird es zum Bilden einer horizontalen Bezugslinie zum Zweck der Positionierung von Fensterrahmen beim Innenausbau oder zum Bilden einer horizontalen Bezugsebene zum Zweck einer Bodenbefüllung oder zum Formen abgestufter Erdoberflächen im Bauwesen und bei Bauarbeiten benutzt. Ferner wird das rotierende Laserstrahlsystem auch zum Festsetzen eines Bezugspunktes, um beispielsweise im Falle des Baus einer Treppe eine Neigung zu bestimmen, benutzt. Außerdem gibt es Systeme zur Bildung einer Bezugsebene, die in eine Richtung oder in zwei Richtungen geneigt ist.

[0005] Ein rotierendes Laserstrahlsystem herkömmlicher Art zum Bilden einer geneigten Bezugsebene ist in JP-A-6-26 861 offenbart. Mit Bezug auf [Fig. 11](#) wird nun eine kurze Beschreibung dieses rotierenden Laserstrahlsystems herkömmlicher Art gegeben.

[0006] Im Zentrum der Oberseite eines Gehäuses 1 ist ein vertiefter Abschnitt 2 in Form eines Kegelstumpfes ausgebildet. Ein Laser-Projektor 3 tritt in vertikaler Richtung durch die Mitte des vertieften Abschnitts 2, und der Laser-Projektor 3 ist mittels eines

sphärischen Auflagers 4 auf dem vertieften Abschnitt 2 schwenkbar gelagert. Der Kopf des Laser-Projektors 3 weist ein Pentagon-Prisma 9 auf und wird als eine sich frei drehende Dreheinrichtung 5 wirksam. Die Dreheinrichtung 5 wird durch einen Scannermotor 6 über ein Antriebsrad 7 und ein Scannerrad 8 gedreht. Um den Laser-Projektor 3 herum sind zwei Sätze Kippmechanismen 10 (wovon in der Figur nur einer gezeigt ist) vorgesehen. Der Kippmechanismus 10 weist einen Kippmotor 11, eine Kippschraube 12 und eine Kipp-Schraubenmutter 13 auf, wobei der Kippmotor 11 die Kippschraube 12 über ein Antriebsrad 14 und ein Kipprad 15 dreht. Die Kipp-Mutter 13 ist über einen Schwenkarm 16 mit dem Laser-Projektor 3 verbunden. Wenn der Kippmotor 11 angetrieben wird, bewegt sich die Kipp-Mutter 13 nach oben oder unten, und wenn sich die Mutter nach oben oder unten bewegt, wird der Laser-Projektor 3 gekippt.

[0007] Im Zentrum des Laser-Projektors 3 sind ein fest angebrachter Kippsensor 18, der parallel zu dem schwenkbaren Arm 16 angeordnet ist, und ein fest angebrachter Kippsensor 19, der im rechten Winkel zu dem fest angebrachten Kippsensor 18 angeordnet ist, vorgesehen. Am unteren Ende des Laser-Projektors 3 ist ein Flansch 20 starr befestigt. Auf einem Lagerzapfen 21, der auf den Flansch 20 aufgesetzt ist, ist eine L-förmige Kippeinheit schwenkbar an der Ecke gelagert. Zwei Kanten der Kippeinheit 22, die rechtwinklig zueinander verlaufen, sind mit zwei Sätzen von Kippeinstellmechanismen 25 (wovon nur einer in der Figur gezeigt ist) verbunden. An der Kippeinheit 22 ist ein Winkeleinstellungs-Kipp-Sensor 29 in der gleichen Richtung wie der fest angebrachte Kippsensor 18 angeordnet, und ein Winkeleinstellungs-Kipp-Sensor 30 ist in der gleichen Richtung wie der fest angebrachte Kippsensor 19 angeordnet.

[0008] Der Kippeinstellmechanismus 25 weist einen Neigungswinkelstellmotor 26, eine Neigungsstellschraube 27, die von dem Neigungswinkelstellmotor 26 gedreht wird, und einen Mutterblock 28, der auf die Neigungsstellschraube 27 aufgeschraubt ist, wobei ein Ende der Kippeinheit 22 mit dem Mutterblock 28 in Eingriff ist, auf. Wenn der Neigungswinkelstellmotor 26 angetrieben wird, bewegt sich der Mutterblock 28 über die Neigungsstellschraube nach oben oder unten, und die Kippeinheit 22 wird gekippt.

[0009] Im Inneren des Laser-Projektors 3 ist ein (nicht gezeigtes) Projektionsoptiksystem enthalten, das eine (nicht gezeigte) Laserlicht aussendende Einheit und eine Kollimatorlinse, um die von der Laserlicht aussendenden Einheit abgestrahlten Laserstrahlen in Parallelstrahlen umzuwandeln, aufweist. Die Laserstrahlen von dem Projektionsoptiksystem werden durch das Pentagon-Prisma 9 in horizontale Richtung abgelenkt und durch ein Projektionsfenster 31 projiziert.

[0010] Das Einstellen des Neigungswinkels wird mittels des Kippeinstellmechanismus **25** durchgeführt. Bei Angabe der Waagerechtlage durch die fest angebrachten Kippsensoren **18** und **19** wird der Neigungswinkelstellmotor **26** angetrieben, und die Neigungsstellschraube **27** wird gedreht, um den Mutterblock **28** nach oben oder unten zu bewegen, und die Kippeinheit **22** wird um einen Winkel, der gleich dem Einstellwinkel ist, in einer dem Einstellwinkel entgegengesetzten Richtung gekippt. Der Neigungswinkel der Kippeinheit **22** wird mittels eines Gebers etc. erfasst, der mit dem Neigungswinkelstellmotor **26** verbunden ist.

[0011] Als Nächstes wird der Laser-Projektor **3** mittels des Kippmechanismus **10** in eine Neigungsrichtung gekippt. Wenn die Kippeinheit **22** die Waagerechtlage erfasst, ist der Winkel des Laser-Projektors **3** dem Einstell-Neigungswinkel gleich. Wenn der Neigungswinkel des Laser-Projektors **3** in eingestelltem Zustand ist, werden von dem Laser-Projektor **3** über das Pentagon-Prisma **9** Laserstrahlen in horizontaler Richtung ausgesendet, und die Dreheinrichtung **5** wird rotiert oder innerhalb eines im Voraus festgelegten Winkels wechselseitig gescannt, wodurch eine geneigte Bezugsebene gebildet wird.

[0012] Um bei dem rotierenden Laserstrahlssystem herkömmlicher Art wie oben beschrieben eine geneigte Bezugsebene zu bilden, ist es erforderlich, den Laser-Projektor **3** so zu lagern, dass er frei gekippt werden kann, wobei er außerdem zwei Sätze von Kipp-Einstellmechanismen zum Kippen in zwei Richtungen aufweisen muss. Außerdem ist es erforderlich, einen Winklereinstellungs-Kipp-Sensor **29** in der gleichen Richtung wie den ortsfesten Kippsensor **18** zu haben. Ferner ist eine Steuerschaltung erforderlich, um die zwei Sätze Kipp-Einstellmechanismen zu treiben und zu steuern. Dies macht das System komplizierter und geht mit höheren Herstellkosten einher. Ferner kann bei dem rotierenden Laserstrahlssystem herkömmlicher Art wie oben beschrieben nur eine Bezugsfläche gebildet werden. Folglich ist es nicht möglich, eine geneigte Bezugsfläche in Bezug auf die horizontale Bezugsebene gleichzeitig zu dieser zu bilden, und die Relativbeziehung zwischen der horizontalen und der geneigten Bezugsfläche oder die Relativbeziehung zwischen zwei geneigten Bezugsflächen mit unterschiedlichen Neigungswinkeln kann nicht bestimmt werden.

[0013] Die veröffentlichte japanische Patentanmeldung JP-A-6 024 313 offenbart Anordnungen für ein gleichzeitiges Aussenden von drei Laserstrahlen unter verschiedenen vertikalen und horizontalen Winkeln, nicht von einem gemeinsamen Punkt aus, sondern von einer gemeinsamen Achse aus. Es werden drei unabhängige, koaxial angebrachte, vertikal übereinander gestapelte Strahlen-Ablenkanordnungen verwendet, eine für jeden Strahl, wobei jede Anord-

nung einen entsprechenden galvanometergekoppelten Reflektor enthält, der für eine Strahlablenkung in vertikaler Richtung sorgt. Eine Strahlenorientierung in Längsrichtung wird durch waagerechtes Drehen der Ablenkanordnungen um die gemeinsame Achse unter Verwendung entsprechender Untersetzungsgetriebezüge, die von entsprechenden Motoren getrieben werden, bewirkt, wobei jeweils ein Motor an einer Anordnung angebracht ist, um die Anordnung zu drehen. Jede Anordnung weist einen entsprechenden Lichtsensor auf, der es einem Strahl ermöglicht, ein Ziel zu erfassen und sich darauf festzusetzen, wobei sowohl ein vertikales als auch ein horizontales Scannen über das Ziel Anwendung findet, um die Möglichkeit, dass das Ziel verloren wird, zu verringern. Derartige Anordnungen sind mechanisch kompliziert und nicht zum Ausstrahlen von Strahlen unter Verwendung eines Drehscannens, um Bezugsflächen zu erzeugen, geeignet.

[0014] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System zu schaffen, mit dem es möglich ist, ohne ein Kippen des Laser-Projektors mehrere Bezugsflächen gleichzeitig zu bilden.

[0015] Um diese erste Aufgabe zu lösen wird gemäß der vorliegenden Erfindung unter einem ersten Aspekt ein rotierendes Laserstrahlssystem geschaffen, das eine Laserlicht aussendende Einheit, zum Aussenden mehrerer Laserstrahlen, und einer Dreheinrichtung, die die mehreren Laserstrahlen durch rotatorische Ausstrahlung projiziert, aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl an Laserstrahlen, die durch rotatorische Ausstrahlung von der Dreheinrichtung projiziert werden, unter festgelegten unterschiedlichen Winkeln aufwärtsgerichtet oder abwärtsgerichtet projiziert werden, wobei die Laserlicht aussendende Einheit mehrere Licht aussendende Elemente aufweist, deren Lichtabstrahlung jeweils gesteuert werden kann, wobei das rotierende Laserstrahlssystem mehrere Laserbezugsflächen bildet, einschließlich einer Fläche, die durch eine Steuerung der Lichtaussendung der Laserlicht aussendenden Einheit identifizierbar ist.

[0016] Ein weiteres Merkmal der vorliegenden Erfindung sieht ein System vor, das ermöglicht, jede der Bezugsflächen auf der Licht empfangenden Seite zu identifizieren, ohne dass das eine fehlerhafte Bedienung zur Folge hat, wenn mehrere Bezugsflächen zur gleichen Zeit dargestellt werden.

[0017] Dieses Merkmal wird erzielt, indem ein System gemäß der Erfindung mit einem Beugungselement an der Dreheinrichtung geschaffen wird, um Teilungsmuster in Drehrichtungen auszubilden, derart, dass das Erscheinungsbild jedes der mehreren Laserstrahlen anders ist, wobei die Dreheinrichtung die Vielzahl an Laserstrahlen, die durch rotatorische Ausstrahlung projiziert werden, unter festgelegten

unterschiedlichen Winkeln aufwärtsgerichtet und abwärtsgerichtet projiziert und eine Vielzahl an Laserbezugsflächen, einschließlich einer Ebene, aus Teilungsmustern gebildet sind, so dass sie identifiziert werden können.

[0018] Vorzugsweise ist ein prismatisches Element in einem optischen Pfad von der Dreheinrichtung zu der Laserlicht aussendenden Einheit vorgesehen, wobei das prismatische Element synchron mit der Dreheinrichtung bei einem festgelegten Drehzahlverhältnis gedreht wird, um die Vielzahl an Laserstrahlen, die ausgesendet und gedreht werden, ungeachtet der Drehung der Dreheinrichtung unter nach oben oder nach unten festgelegten Winkeln konstant zu halten.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein den Laserstrahl-Austrittswinkel änderndes Organ vorgesehen, das in einen optischen Pfad von der Laserlicht aussendenden Einheit zu der Dreheinrichtung eingefügt oder aus diesem entfernt werden kann, wobei das den Laserstrahl-Austrittswinkel ändernde Organ die Austrittswinkel der mehreren Laserstrahlen, die von der Laserlicht aussendenden Einheit abgestrahlt werden, ändert.

[0020] Vorzugsweise hat die Laserlicht aussendende Einheit mehrere Licht aussendende Elemente, die mehrere Laserstrahlen aussenden, wobei die Licht aussendenden Elemente unabhängig voneinander angesteuert werden, wobei jedes der Licht aussendenden Elemente auf verschiedene Frequenzen moduliert werden kann.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Laserlicht aussendende Einheit mehrere Licht aussendende Einzelelemente auf, um die mehreren Laserstrahlen auszusenden, wobei die Licht aussendenden Elemente unabhängig voneinander erregt werden und nur notwendige Bezugsflächen von jedem der Licht aussendenden Elemente gebildet werden, indem sie ein- oder ausgeschaltet werden.

[0022] Vorzugsweise weist die Dreheinrichtung ein Streuelement auf, um die mehreren Laserstrahlen in den Drehrichtungen fächerförmig zu streuen.

[0023] Ferner kann das rotierende Laserstrahlssystem ein Photodetektionssystem aufweisen, wobei das Photodetektionssystem eine Photodetektionseinheit zum Empfangen der Vielzahl der Laserstrahlen, die identifizierbar sind, einen Photodetektions-Zustandsidentifizierer zum Identifizieren der Laserstrahlen, die von der Photodetektionseinheit empfangen werden, auf der Grundlage von gespeicherten Identifikationsdaten, und zum Berechnen einer korrigierten Richtung auf der Grundlage eines Photodetektionssignals von der Photodetektionseinheit, und eine Anzeigeeinheit zum Anzeigen eines Ergeb-

nisses der Berechnung des Photodetektions-Zustandsidentifizierers aufweist.

[0024] Vorzugsweise speichert der Photodetektions-Zustandsidentifizierer Identifikationsdaten für jeden Typ von Laserstrahlen und ist fähig, den Laserstrahl auf der Grundlage der Identifikationsdaten zu identifizieren.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform berechnet der Photodetektions-Zustandsidentifizierer die Entfernung zu dem rotierenden Laserstrahlssystem basierend auf Photodetektionspositionen von zwei Laserstrahlen und basierend auf den Neigungswinkeln der Laserstrahlen gemäß den Identifikationsdaten, wenn die Photodetektionseinheit wenigstens zwei Laserstrahlen empfängt.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Identifikationsdaten ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus dem Typ des Laserstrahls und dem Neigungswinkel des Laserstrahls.

[0027] Gemäß dem rotierenden Laserstrahlssystem der vorliegenden Erfindung werden mehrere Bezugsflächen gleichzeitig ausgebildet, und dies ermöglicht, an verschiedenen Arbeitspunkten gleichzeitig einen Vorgang auszuführen, wobei die Bezugslinie der Neigung wie gewünscht sofort erhalten werden kann, ohne dass eine Neigungseinstellung für die Bezugsebene ausgeführt wird.

[0028] Gemäß dem Photodetektionssystem der vorliegenden Erfindung kann jedes der Vielzahl von Laserstrahlen, die gleichzeitig von dem rotierenden Laserstrahlssystem ausgestrahlt werden, einzeln identifiziert werden, und es kann die Entfernung zwischen dem Photodetektionssystem und dem rotierenden Laserstrahlssystem bestimmt werden. Dann wird das Ergebnis der Identifizierung oder das Ergebnis der Berechnung auf der Anzeigeeinheit angezeigt.

[0029] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das einen wesentlichen Teil eines rotierenden Laserstrahlssystems zeigt, in dem die vorliegende Erfindung verwirklicht ist;

[0030] [Fig. 2](#) ist eine Skizze zur Erläuterung einer Licht aussendenden Einheit, die in dem System von [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0031] [Fig. 3](#) ist eine Skizze zur Erläuterung des Modulationszustandes des Laserstrahls, das von der Licht aussendenden Einheit ausgesendet wird;

[0032] [Fig. 4](#) ist eine Skizze zur Erläuterung einer Bedingung zur Bildung einer Bezugsfläche;

[0033] [Fig. 5](#) ist eine Vorderansicht eines Photodetektionssystems, in dem die vorliegende Erfindung

verwirklicht ist;

[0034] **Fig. 6** ist ein Blockdiagramm eines Photodetektions-Zustandsidentifizierers, der an dem Photodetektionssystem vorzusehen ist;

[0035] **Fig. 7** ist eine Skizze zur Erläuterung einer Anwendung eines Systems, in dem die vorliegende Erfindung verwirklicht ist, wobei ein weiteres Beispiel für eine Licht aussendende Einheit gezeigt ist;

[0036] **Fig. 8** ist eine Skizze einer Anwendung eines Systems, in dem die vorliegende Erfindung verwirklicht ist, wobei ein Fall gezeigt ist, in dem die ausgesendeten Laserstrahlen gestreut werden;

[0037] **Fig. 9** ist eine Skizze einer Anwendung eines Systems, in dem die vorliegende Erfindung verwirklicht ist, wobei ein Fall gezeigt ist, in dem die ausgesendeten Laserstrahlen in einer Drehrichtung unterteilt werden;

[0038] **Fig. 10(A)** zeigt ein Erscheinungsbild der Unterteilung der Laserstrahlen in dem obigen Anwendungsbeispiel; und **Fig. 10(B)** zeigt ein Erscheinungsbild eines Photodetektionssignals; und

[0039] **Fig. 11** ist eine Schnittdarstellung eines rotierenden Laserstrahlsystems herkömmlichen Typs.

[0040] **Fig. 1** zeigt einen wesentlichen Teil eines rotierenden Laserstrahlsystems **35**, wobei das rotierende Laserstrahlsystem **35** eine Licht aussendende Einheit **37**, die eine Vielzahl von Laserstrahlen **36** aussendet, eine Dreheinrichtung **38**, die die Laserstrahlen **36** durch rotatorische Ausstrahlung auf eine Bezugsebene projiziert, und eine Steuereinheit **39** für die Steuerung der Drehung der Dreheinrichtung **38** und des Lichtaussendezustandes der Laserlicht aussendenden Einheit **37** aufweist. An der Oberseite des rotierenden Laserstrahlsystems **35** ist ein Kollimator **41** vorgesehen, der eine Richtung des rotierenden Laserstrahlsystems **35** in Bezug auf ein Photodetektionssystem **42** näherungsweise einstellen kann. Das rotierende Laserstrahlsystem **35** weist eine Photodetektionseinheit **43** auf, so dass die von dem Photodetektionssystem **42** reflektierten Laserstrahlen empfangen werden können.

[0041] Die Laserlicht aussendende Einheit **37** weist ein Licht aussendendes Element **45** auf, wobei so viele Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d**, wie erforderlich sind (wobei in der Figur vier Dioden gezeigt sind), entlang einer Geraden ausgerichtet sind, und eine Kollimatorlinse **46**. Jeder der von dem Licht aussendenden Element **45** ausgesendeten Laserstrahlen **36** wird in einen Parallelstrahl überführt und unter einem festgelegten Winkel in Bezug auf die optische Achse projiziert.

[0042] Auf der optischen Achse der Kollimatorlinse **46** ist die Dreheinrichtung **38** drehbar angeordnet, so dass sie um die optische Achse der Kollimatorlinse **46** gedreht werden kann. An der Dreheinrichtung **38** ist ein Scannerrad **51** angebracht, das in Eingriff mit einem Antriebsrad **53** eines Scannermotors **52** ist, der an einem (nicht gezeigten) Rahmen des rotierenden Laserstrahlsystems **35** befestigt ist. Wenn das Antriebsrad **53** getrieben wird, wird die Dreheinrichtung **38** über das Scannerrad **51** gedreht.

[0043] Das Scannerrad **51** ist an einem Drehzylinder **54** befestigt, der drehbar gelagert ist. Am oberen Ende des Drehzylinders **54** ist ein Pentagon-Prisma **50** angebracht, und ein Geber **55** zum Ermitteln einer Strahlungsrichtung der Laserstrahlen **36** ist an einer festgelegten Position an dem Drehzylinder **54** angeordnet.

[0044] Zwischen der Laserlicht aussendenden Einheit **37** und der Dreheinrichtung **38** ist auf der optischen Achse der Kollimatorlinse **46** eine Konkavlinse **56** so angeordnet, dass sie in einer Richtung normal zur optischen Achse hineinbewegt oder hinausbewegt werden kann. Die Konstruktion ist derart, dass die Konkavlinse **56** durch eine Neigungswinkeländerungs-Antriebseinheit **57** auf der optischen Achse der Kollimatorlinse **46** hineinbewegt oder hinausbewegt werden kann. Die Konkavlinse **56** und die Neigungswinkeländerungs-Antriebseinheit **57** bilden ein den Laserstrahl-Austrittswinkel änderndes Organ **58**. Durch das den Laserstrahl-Austrittswinkel ändernde Organ **58** werden eine Vielzahl von Gruppen projizierter Laserstrahlen gebildet. Beispielsweise ist bei einer ersten Gruppe ein Neigungswinkel eines Laserstrahls einer ersten Stufe -15° , jener eines Laserstrahls einer zweiten Stufe ist 0° , jener einer dritten Stufe ist 15° , jener einer vierten Stufe ist 30° und jener einer fünften Stufe ist 45° . Bei einer zweiten Gruppe ist ein Neigungswinkel eines Laserstrahls einer ersten Stufe -10° , jener einer zweiten Stufe ist 0° , jener einer dritten Stufe ist 10° , jener einer vierten Stufe ist 20° und jener einer fünften Stufe ist 40° . Anstelle der Konkavlinse **56** kann eine konvexe Linse, eine Beugungslinse oder ein Hologramm sein, solange damit das fächerförmige Aufspreizen der Laserstrahlen verändert werden kann.

[0045] Auf der optischen Achse der Kollimatorlinse **46** ist zwischen der Dreheinrichtung **38** und der Konkavlinse **56** ein bilddrehendes Prisma **61** angeordnet. Das bilddrehende Prisma **61** wird in der Weise wirksam, dass dann, wenn es um eine Umdrehung gedreht wird, das Bild um zwei Umdrehungen gedreht wird. Wie später beschrieben wird, ist das bilddrehende Prisma **61** so mit der Dreheinrichtung **38** verbunden, dass ein Umdrehungsverhältnis von 1:2 besteht.

[0046] Das bilddrehende Prisma **61** wird von einem Prismenhalter **62** gehalten, der drehbar gelagert ist.

An dem Prismenhalter **62** ist ein Synchron-Rad **63** angeordnet, und ein Zwischenrad **64** ist mit dem Synchron-Rad **63** in Eingriff. Ein Zwischenrad **65** ist mit dem Scannerrad **51** in Eingriff, und die Zwischenräder **65** und **64** sind koaxial befestigt. Das Scannerrad **51**, das Zwischenrad **65**, das Zwischenrad **64** und das Synchron-Rad **63** bilden einen Rädertrieb, wobei das Umdrehungsverhältnis des Scannerrades **51** und des Synchron-Rades **63** ein die Drehzahl vermindertes Verhältnis von 2:1 aufweist.

[0047] Wenn der Dreheinrichtung **38** zwei Umdrehungen ausführt, führt das bilddrehende Prisma **61** eine Umdrehung aus.

[0048] Die Steuereinheit **39** weist in erster Linie eine Recheneinheit **70**, eine Scannermotor-Antriebseinheit **71**, eine das Licht aussendende Element ansteuernde Einheit **72** und die Neigungswinkeländerungs-Antriebseinheit **57** auf. Die Recheneinheit **70** steuert die Scannermotor-Antriebseinheit **71** und treibt den Scannermotor **52**. Ferner steuert die Recheneinheit **70** die das Licht aussendende Element ansteuernde Einheit **37** und steuert die Neigungswinkeländerungs-Antriebseinheit **57**. Die das Licht aussendende Element ansteuernde Einheit **72** moduliert die Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** auf festgelegte Frequenzen, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Ferner kann jede der Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** mit einer von der das Licht aussendende Element ansteuernden Einheit **72** vorbestimmten Zeitsteuerung blinken.

[0049] Die von den Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** dem Licht aussendenden Element **45** ausgesendeten Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** sind in der Vertikalebene. Wie schon beschrieben worden ist, werden das Scannerrad **51** und Synchron-Rad **63** durch den Rädertrieb **66** mit dem Umdrehungsverhältnis von 2:1 synchron gedreht. Wenn das bilddrehende Prisma **61** um eine Umdrehung gedreht wird, wird das Bild, wie oben beschrieben worden ist, um zwei Umdrehungen gedreht. Folglich ist die optische Achse des in das Pentagon-Prisma **50** eintretenden Lichts mit der Drehung des Pentagon-Prismas **50** synchronisiert und wird mit einem Umdrehungsverhältnis von 1:1 gedreht. Ungeachtet der Umlaufposition des Pentagon-Prismas **50** werden die von diesem ausgestrahlten Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** so ausgestrahlt, dass sie in der Vertikalebene angeordnet sind.

[0050] Wenn die Laserstrahlen **36** von dem Licht aussendenden Element **45** ausgesendet werden und der Scannermotor **52** über die Scannermotor-Antriebseinheit **71** angetrieben wird, werden außerhalb der horizontalen Bezugsebene durch die Vielzahl an Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** mehrere konische Bezugsflächen ausgebildet, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Folglich kann von jeder der konischen Be-

zugsflächen eine geneigte Bezugslinie erhalten werden. Wenn ein Winkel jedes der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d** auf einen festgelegten Wert in Bezug auf die optische Achse eingestellt wird, ist es möglich, geneigte Bezugslinien zu erhalten, wovon jede mit einem gewünschten Winkel in Bezug auf die waagerechte Linie geneigt ist. Der Neigungswinkel kann mittels der geneigten Bezugslinie eingestellt werden. Ferner können eine Entfernungsbestimmung und eine Positionierung in der Schrägrichtung ausgeführt werden. Wenn von den Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d** mehrere Bezugsflächen gleichzeitig ausgebildet werden, kann ein Arbeitsablauf durchgeführt werden, bei dem an mehreren Punkten gleichzeitig verschiedene Bezugsflächen ausgebildet werden.

[0051] Der Neigungswinkel jedes der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d** kann mittels dem den Laserstrahl-Austrittswinkel ändernden Organ **58** geändert werden. D.h. wenn die Konkavlinse **56** auf der optischen Achse der Kollimatorlinse **96** angeordnet ist, wird der Winkel jedes der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d** in Bezug auf die optische Achse aufgeweitet, und der Neigungswinkel jedes der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d**, das von dem Pentagon-Prisma **50** ausgestrahlt wird, wird in Bezug auf die Horizontallinie größer.

[0052] Insbesondere ist es möglich, wenn die Konstruktion derart ist, dass mehrere Konkavlinsen (nicht gezeigt) unabhängig voneinander zu der optischen Achse der Kollimatorlinse **46** hinbewegt oder von dieser wegbewegt werden können, Neigungswinkel in mehreren Schritten einzustellen.

[0053] Ferner regt die das Licht aussendende Element ansteuernde Einheit **72** die Lichtaussendung durch individuelles Modulieren der Frequenzen der Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** an. Wenn die modulierte Frequenz auf der Licht empfangenden Seite erfasst wird, tritt selbst dann, wenn mehrere Laserstrahlen gleichzeitig ausgesendet werden, keine fehlerhafte Erkennung der Laserstrahlen auf. Oder die Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** können, da sie unabhängig voneinander leuchten können, in einer solchen Weise eingeschaltet werden, dass nur der Laserstrahl mit der gewünschten Neigung ausgestrahlt wird.

[0054] Mit Bezug auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) wird nun eine Beschreibung des Photodetektionssystems **42** gegeben.

[0055] Auf einer Photodetektionsoberfläche des Photodetektionssystems **42** ist eine Photodetektionseinheit **74** in Form eines rechteckigen Täfelchens angeordnet, um ein empfangenes Lichtsignal photolektrisch umzuwandeln, und eine Anzeigeeinheit **79** ist parallel zu der Photodetektionseinheit **74** angeordnet. An der Anzeigeeinheit **79** sind eine Neigungswin-

kelgruppenanzeige **85**, um einen Neigungswinkel für jeden Laserstrahl für jede Laserstrahlengruppe anzuzeigen, und eine Pfeilanzeige **86**, um eine korrigierte Richtung der Abstrahlungsposition jedes der Laserstrahlen anzuzeigen, vorgesehen. Ferner ist eine (nicht gezeigte) Zeichenanzeige vorgesehen, um Bedienungsinformationen anzuzeigen. Unterhalb der Photodetektionseinheit **74** und der Anzeigeeinheit **79** ist eine Bedieneinheit **73** angeordnet. Die Bedieneinheit **73** weist Schalter für die Bedienung wie etwa einen EIN/AUS-Schalter **87**, einen Umschalter **88** usw. auf. Ferner hat das Photodetektionssystem **42** einen Summer **89** und eine Kerbe zur Markierung.

[0056] Das Photodetektionssystem **42** weist einen Photodetektions-Zustandsidentifizierer **75** wie nachstehend beschrieben auf.

[0057] Der Photodetektions-Zustandsidentifizierer **75** weist in erster Linie eine Photodetektionssignal-Ermittlungsschaltung **76**, eine Recheneinheit **77**, eine Bildschirmansteuerungseinheit **78** und eine Speichereinheit **80** auf. Ein Photodetektionssignal von der Photodetektionseinheit **74** wird der Photodetektionssignal-Ermittlungsschaltung **76** zugeführt. Die Photodetektionssignal-Ermittlungsschaltung **76** weist Signalverarbeitungsschaltungen wie etwa einen Verstärker, ein elektrisches Filter usw. auf. Das Signal von der Photodetektionssignal-Ermittlungsschaltung **76** wird der Recheneinheit **77** zugeführt.

[0058] Die Speichereinheit **80** speichert ein Rechenoperationsprogramm, das vorgegebene Informationen basierend auf Identifikationsdaten empfangener Laserstrahlen und auf Neigungswinkeldaten und auf Identifikationsdaten des identifizierten Laserstrahls rechnerisch verarbeitet. Die Identifikationsdaten des Laserstrahls enthalten die Daten, um den Laserstrahlen Gruppen von mehreren Laserstrahlen, die gleichzeitig ausgesendet werden, und einen Modulationsmodus der Laserstrahlen zuzuordnen, und die Daten, um den Laserstrahlen ein Erscheinungsbild der Unterteilung des Laserstrahls (wie später beschrieben wird) zuzuordnen. Die Neigungswinkeldaten beinhalten einen Neigungswinkel jedes der Laserstrahlen in jeder Gruppe, z.B. die folgenden Daten: Bei einer ersten Gruppe ist ein Neigungswinkel einer ersten Stufe -15° , jener einer zweiten Stufe ist 0° , jener einer dritten Stufe ist 15° , jener einer vierten Stufe ist 30° und jener einer fünften Stufe ist 45° . Bei einer zweiten Gruppe ist ein Neigungswinkel des Laserstrahls einer ersten Stufe -10° , jener einer zweiten Stufe ist 0° , jener einer dritten Stufe ist 10° , jener einer vierten Stufe ist 20° und jener einer fünften Stufe ist 40° .

[0059] Das Rechenoperationsprogramm wird benutzt, um eine Entfernung zwischen dem Photodetektionssystem **42** und dem rotierenden Laserstrahlensystem auf der Grundlage des identifizierten Photo-

detektions-Laserstrahls, der Entfernung zwischen Positionen des Lichtempfangs von zwei Laserstrahlen und Neigungswinkeldaten jedes der Laserstrahlen zu berechnen, wenn die Photodetektionseinheit **74** wenigstens zwei Laserstrahlen gleichzeitig empfängt.

[0060] Aus den Identifikationsdaten des Laserstrahls bestimmt die Recheneinheit **77**, welches der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d** der Laserstrahl ist, der empfangen wird. Die Recheneinheit **77** berechnet die Entfernung zu dem Photodetektionssystem **42** und zu dem rotierenden Laserstrahlensystem **35** gemäß den Identifikationsdaten der Laserstrahlen, den Neigungswinkeldaten und dem Rechenoperationsprogramm. Als Ergebnis der Rechenoperation wird die Bildschirmansteuerungseinheit **78** gesteuert, und das Ergebnis der Berechnung wird an der Anzeigeeinheit **79** angezeigt. Die Anzeige des Berechnungsergebnisses ist nicht auf die Anzeige der gemessenen Entfernung beschränkt, sondern schließt solche Daten mit ein, wie etwa: zu welcher Gruppe der erkannte Laserstrahl gehört, auf welcher Stufe der Gruppe er ist, wie groß der Neigungswinkel ist (die Neigungswinkel-Gruppenanzeige **85**), und eine Anzeige einer Korrektur der Abstrahlungsposition in Bezug auf die Photodetektionseinheit **74** (die Pfeilanzeige **86**).

[0061] Von der Bedieneinheit **73** wird die Laserstrahlengruppe ausgewählt, die durch das rotierende Laserstrahlensystem eingestellt ist. Bei Auswahl der Gruppe werden die Daten für jede Gruppe selektiv an der Anzeigeeinheit **79** angezeigt, und die Recheneinheit **77** benutzt die Identifikationsdaten der ausgewählten Gruppe für Rechenoperationen. **Fig. 5** zeigt, dass die erste Gruppe ausgewählt ist und der Laserstrahl mit dem Neigungswinkel von 15° der dritten Stufe als der Laserstrahl, der empfangen wird, ausgewählt ist. Es versteht sich von selbst, dass dann, wenn ein Neigungswinkel von 0° gewählt ist, die horizontale Bezugsebene gewählt ist. Wenn die zweite Gruppe gewählt wird, ändert sich die Anzeige auf der Neigungswinkelgruppenanzeige **85** in -10° , 0° , 10° , 20° und 40° .

[0062] Durch Beobachten der Anzeige an der Anzeigeeinheit **79** kann eine Bedienkraft erkennen, ob die Bezugsebene des Laserstrahls richtig ausgewählt ist oder ob der Vorgang korrekt ausgeführt wird.

[0063] Von der Photodetektionseinheit **43** kann Reflexionslicht von jedem der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d**, das von dem Photodetektionssystem **42** kommt, empfangen werden. Wenn der in **Fig. 6** gezeigte Photodetektions-Zustandsidentifizierer **75** an der Photodetektionseinheit **43** vorgesehen ist, kann festgestellt werden, welches der Laserstrahlen **36b**, **36c** und **36d** das Reflexionslicht ist, das an dem rotierenden Laserstrahlensystem **35** empfangen wird.

Durch das Identifizieren des Laserstrahls wird der Laserstrahl ausgewählt, und es ist möglich, den Laserstrahl nur in diese Richtung auszusenden.

[0064] **Fig. 7** zeigt ein Variationsbeispiel der Laserlicht aussendenden Einheit **37**. Falls es keinen Platz für die Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** auf dem Licht aussendenden Element **45** gibt, können die Laserdioden **44a**, **44b**, **44c** und **44d** an anderen Positionen angeordnet werden. Dann können die Lichtstrahlen durch Lichtleitfasern **81a**, **81b**, **81c** und **81d** geleitet werden, und es kann ein lineares, Licht aussendendes Element gebildet werden.

[0065] Bei dem bisher Dargestellten werden die Laserstrahlen derart moduliert, dass jeder einzelne Laserstrahl **36** eine andere Frequenz aufweist, um mehrere der Laserstrahlen **36** zu identifizieren. Falls infolge der Beziehung zwischen dem Frequenzzyklus und der Abtastgeschwindigkeit des Laserstrahls **36** die Impulsperiodendauer länger als die Durchgangszeit des Laserstrahls **36** an der Photodetektionseinheit **74** des Photodetektionssystems **42** ist, kann das Photodetektionssystem **42** den Laserstrahl **36** nicht identifizieren. In einem solchen Fall wird eine Zylinderlinse **82** an der Unterseite des Pentagon-Prismas **50** angeordnet, wie in **Fig. 8** gezeigt ist, damit die Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** in einer Laufrichtung gestreut werden und die Laserstrahlen fächerförmig abgestrahlt werden können. Da die Laserstrahlen dann in Laufrichtung aufgespreizt werden, ist es möglich, auch wenn die Impulsperiodendauer länger als die Durchgangszeit an dem Photodetektionssystem **42** ist, den Fall auszuschließen, dass der Laserstrahl nicht von dem Photodetektionssystem **42** erkannt wird.

[0066] Ferner sind in der obigen Ausführungsform die Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** jeweils mit unterschiedlichen Frequenzen moduliert, wobei die Konstruktion derart sein kann, dass jeder der Laserstrahlen in Laufrichtung in mehrere Teile geteilt wird und, statt die Laserstrahlen zu modulieren, ein Teilungsmuster für jedes der Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** verändert werden kann.

[0067] Wenn die auf diese Art geteilten Laserstrahlen durch rotatorisches Scannen ausgesendet werden, wird ein von der Photodetektionseinheit **74** ausgegebenes Photodetektionssignal in ein Signal überführt, das für jeden Laserstrahl spezifisch ist. Dann kann der Photodetektions-Zustandsidentifizierer **75** jedes der Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** dem Signalmuster nach bestimmen.

[0068] In **Fig. 9** ist ein Beugungsmuster **83** an einer den Laserstrahl durchlassenden Oberfläche des Pentagon-Prismas angeordnet. Jedes der Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** wird in Laufrichtung in drei Teile geteilt. Ferner wird das Beugungsmuster

derart variiert, dass das Aussehen der Aufspaltung bei jedem der Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** anders ist. Es ist möglich, das Beugungsbild **83** nicht nur an der durchlassenden Oberfläche, sondern auch an der Reflexionsfläche anzuordnen.

[0069] **Fig. 10(A)** zeigt ein Beispiel für das Erscheinungsbild der Teilung der Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d**. Jeder der Laserstrahlen **36** ist in drei Teile geteilt, wobei der Zwischenraum zwischen dem ersten Teil des Laserstrahls und dem mittleren Teil des Laserstrahls so beschaffen ist, dass er bei allen der Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** gleich ist, während der Zwischenraum zwischen dem mittleren Teil des Laserstrahls und dem letzten Teil des Laserstrahls schrittweise zunimmt. Folglich ist, wie in **Fig. 10(B)** gezeigt ist, der Zwischenraum zwischen dem ersten Impuls und dem zweiten Impuls bei allen Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** gleich, während der Zwischenraum zwischen dem zweiten Impuls und dem dritten Impuls schrittweise länger gemacht ist. Dadurch ist es möglich, durch Identifizieren der erzeugten Muster der Impulse das empfangene Laserstrahlen unter den Laserstrahlen **36a**, **36b**, **36c** und **36d** zu identifizieren.

[0070] Die Steuereinheit **39** kann die Umlaufposition der Dreheinrichtung **38** entsprechend der Ausgabe des Gebers **55** ermitteln. Der Laserstrahl kann durch wechselseitiges Scannen über den Bereich des Photodetektionssystems **42** auf der Grundlage des Ermittlungsergebnisses ausgestrahlt werden, oder die Laserlicht aussendende Einheit **37** kann gesteuert werden, und der Laserstrahl kann rotiert werden, wobei das Aussenden des Laserstrahls nur auf den Bereich des Photodetektionssystems **42** beschränkt wird.

[0071] Bei der obigen Erläuterung ist eine Beschreibung eines Falls gegeben worden, in dem von der Photodetektionseinheit **74** eine Bezugsebene ermittelt wird, obgleich selbstverständlich zwei Bezugsebenen gleichzeitig ermittelt werden können. In diesem Fall kann die Entfernung zwischen dem rotierenden Laserstrahlensystem **35** und dem Photodetektionssystem **42** gemessen werden.

[0072] Die Recheneinheit **77** ruft die in der Speichereinheit **80** gespeicherten Identifikationsdaten jeder Bezugsebene ab. Dann identifiziert die Recheneinheit **77**, zu welcher Stufe die Bezugsebene gehört. Ferner ermittelt sie einen Neigungswinkel für jede der Bezugsebenen. Der Abstand zwischen zwei Bezugsebenen an der Photodetektionsposition der Photodetektionseinheit **74** wird berechnet. Dann wird auf der Grundlage des Neigungswinkels und der Photodetektionsentfernung die Entfernung zwischen dem Photodetektionssystem und dem rotierenden Laserstrahlensystem mittels des Rechenoperationsprogramms berechnet. Die Ergebnisse der Berechnung

werden an der Anzeigeeinheit **79** angezeigt. Eine Anzeigeeinheit zur Anzeige der Entfernung ist nicht in der Figur dargestellt.

[0073] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Entfernung durch ein einfaches Verfahren gemessen werden, ohne ein teures Gerät, wie etwa ein Entfernungsmessgerät, verwenden zu müssen.

[0074] Wie weiter oben beschrieben ist, ermöglicht das rotierende Laserstrahlssystem der vorliegenden Erfindung die Festlegung der Waagerechten in mehreren Bereichen während einer Umdrehung des Laserstrahls. Dies ermöglicht, unter Verwendung eines einzigen rotierenden Laserstrahlensystems Hoch- und Tiefbauarbeiten an mehreren Stellen auszuführen. Außerdem können durch Laserstrahlen mehrere geneigte Bezugslinien gleichzeitig und auf einfache Weise ausgebildet werden. Ein Mechanismus, der erforderlich ist, um geneigte Bezugslinien zu bilden, ist höchst einfach. Gemäß dem Photodetektionssystem der vorliegenden Erfindung kann ein Laserstrahl selbst dann identifiziert werden, wenn mehrere Laserstrahlen gleichzeitig ausgesendet werden. Folglich kann unter Verwendung eines Mechanismus, der zu niedrigen Kosten verfügbar ist, eine Entfernung gemessen werden, ohne dass das eine fehlerhafte Bedienung zu Folge hat.

[0075] Da das System, in dem die Erfindung verwirklicht ist, mehrere Bezugsflächen zur Verfügung stellt, die gleichzeitig ausgebildet werden, kann an verschiedenen Arbeitsstellen gleichzeitig ein Arbeitsvorgang ausgeführt werden, und die geneigte Bezugslinie, wie gewünscht, kann sofort erhalten werden, ohne dass ein Neigungseinstellvorgang für die Bezugsebene ausgeführt wird.

Patentansprüche

1. Dreh-Laserstrahlssystem (**35**), das eine Laserlicht aussendende Einheit (**37**), die mehrere Laserstrahlenbündel (**36**) aussendet, und eine Dreheinrichtung (**38**), die die mehreren Laserstrahlenbündel durch drehende Abstrahlung projiziert, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mehreren Laserstrahlenbündel (**36**), die durch drehende Abstrahlung von der Dreheinrichtung (**38**) projiziert werden, unter festgelegten unterschiedlichen Winkeln aufwärtsgerichtet oder abwärtsgerichtet projiziert werden, wobei die Laserlicht aussendende Einheit mehrere Licht aussendende Elemente (**45**) aufweist, deren Lichtabstrahlung jeweils in unabhängiger Weise gesteuert werden kann, wobei das Dreh-Laserstrahlssystem (**35**) mehrere Laserbezugsflächen bildet, einschließlich einer Fläche, die infolge einer Steuerung der Lichtaussendung der Laserlicht aussendenden Einheit (**37**) identifizierbar ist.

2. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wo-

bei ein Ablenkelement (**83**) an der Dreheinrichtung (**38**) vorgesehen ist, wobei das Ablenkelement Teilungsmuster in Drehrichtungen ausbildet, derart, dass das Erscheinungsbild jedes der mehreren Laserstrahlenbündel (**36**) anders ist, wobei mehrere Laserbezugsflächen, einschließlich einer Ebene, aus Teilungsmustern gebildet sind, so dass es möglich ist, sie zu identifizieren.

3. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wobei ein prismatisches Element (**61**) in einem Lichtweg von der Dreheinrichtung (**38**) zu der Laserlicht aussendenden Einheit (**37**) vorgesehen ist und das prismatische Element (**61**) synchron mit der Dreheinrichtung (**38**) bei einem festgelegten Drehzahlverhältnis gedreht wird, um die mehreren Laserstrahlenbündel (**36**), die ausgesendet und rotiert werden, ungeachtet der Rotation der Dreheinrichtung (**38**) unter festgelegten Winkeln nach oben oder nach unten zu führen.

4. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wobei ein dem Laserstrahl-Austrittswinkel änderndes Organ (**58**) vorgesehen ist, das in einen Lichtweg von der Laserlicht aussendenden Einheit (**37**) zu der Dreheinrichtung (**38**) eingefügt oder aus diesem entfernt werden kann, wobei das den Laserstrahl-Austrittswinkel ändernde Organ (**58**) die Austrittswinkel der mehreren Laserstrahlenbündel (**36**), die von der Laserlicht aussendenden Einheit (**37**) abgestrahlt werden, ändert.

5. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wobei die Laserlicht aussendende Einheit (**37**) mehrere Licht aussendende Elemente (**44**) aufweist, die mehrere Laserstrahlenbündel (**36**) aussenden, wobei die Licht aussendenden Elemente (**44**) unabhängig voneinander angesteuert sind, wobei jedes der Licht aussendenden Elemente (**44**) mit verschiedenen Frequenzen moduliert sein kann.

6. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wobei die Laserlicht aussendende Einheit (**37**) mehrere Licht aussendende Einzelelemente (**44**), um die mehreren Laserstrahlenbündel (**36**) auszusenden, aufweist, wobei die Licht aussendenden Elemente (**44**) unabhängig voneinander angesteuert sind und wobei nur notwendige Bezugsebenen von jedem der Licht aussendenden Elemente (**44**) gebildet werden, indem sie ein- oder ausgeschaltet werden.

7. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wobei die Dreheinrichtung (**38**) ein Streuelement (**82**) aufweist, um die mehreren Laserstrahlenbündel (**36**) in den Laufrichtungen fächerförmig zu streuen.

8. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, das ferner ein Photodetektionssystem (**42**) aufweist, wobei das Photodetektionssystem (**42**) eine Photodetektionseinheit (**74**) zum Empfangen der mehreren Laserstrahlenbündel (**36**), die identifizierbar sind,

eine Photodetektionszustandsidentifizierung zum Identifizieren der Laserstrahlenbündel (36), die von der Photodetektionseinheit (74) empfangen werden, auf der Grundlage von gespeicherten Identifikationsdaten und zum Berechnen einer korrigierten Richtung auf der Grundlage eines Photodetektionssignals von der Photodetektionseinheit (74), und eine Anzeigeeinheit (79) zum Anzeigen eines Ergebnisses der Berechnung der Photodetektionszustandsidentifizierung (75) aufweist.

9. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 8, wobei die Photodetektionszustandsidentifizierung (75) Identifikationsdaten für jeden Typ von Laserstrahlenbündel (36) speichert und fähig ist, das Laserstrahlenbündel (36) auf der Grundlage der Identifikationsdaten zu identifizieren.

10. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 8, wobei die Photodetektionszustandsidentifizierung (75) basierend auf Photodetektionspositionen von zwei Laserstrahlenbündeln (36) und basierend auf den Neigungswinkeln der zwei Laserstrahlenbündel gemäß den Identifikationsdaten die Entfernung zu dem Dreh-Laserstrahlssystem (35) berechnet, wenn die Photodetektionseinheit (74) wenigstens zwei Laserstrahlenbündel (36) empfängt.

11. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 1, wobei die Dreheinrichtung (38) ein Streuelement aufweist, um mehrere Laserstrahlenbündel (36) in den Laufrichtungen fächerförmig zu streuen.

12. Dreh-Laserstrahlssystem nach Anspruch 9, wobei die Identifikationsdaten aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus dem Typ des Laserstrahlenbündels und dem Neigungswinkel des Laserstrahlenbündels besteht.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

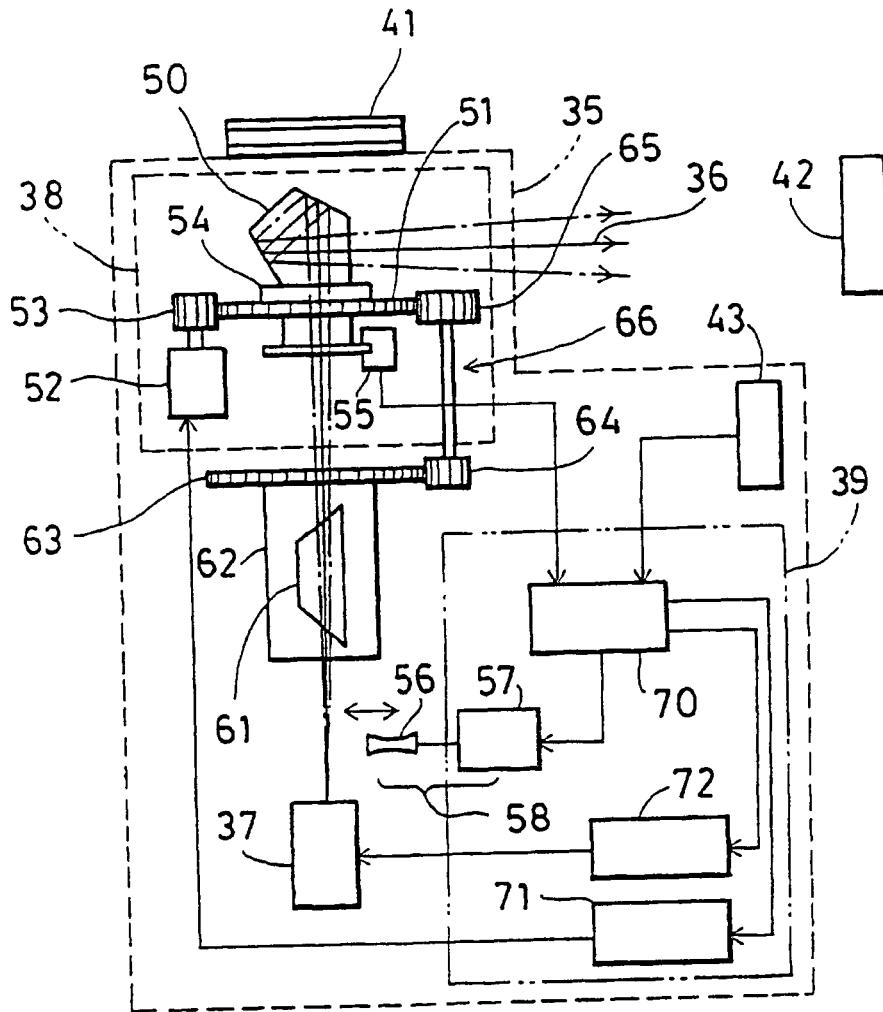


FIG. 2

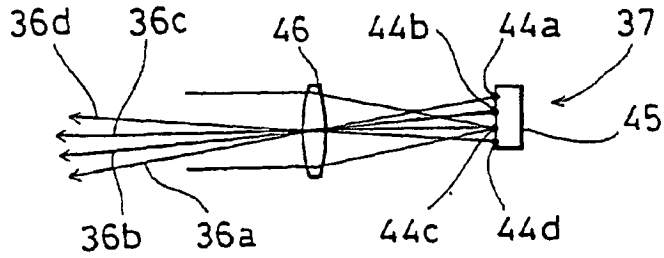


FIG. 3

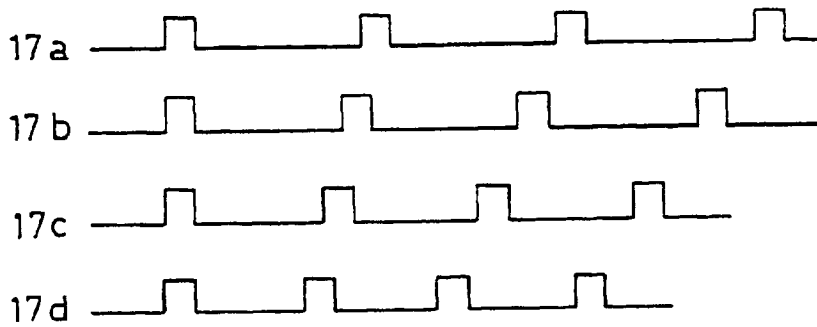


FIG. 4

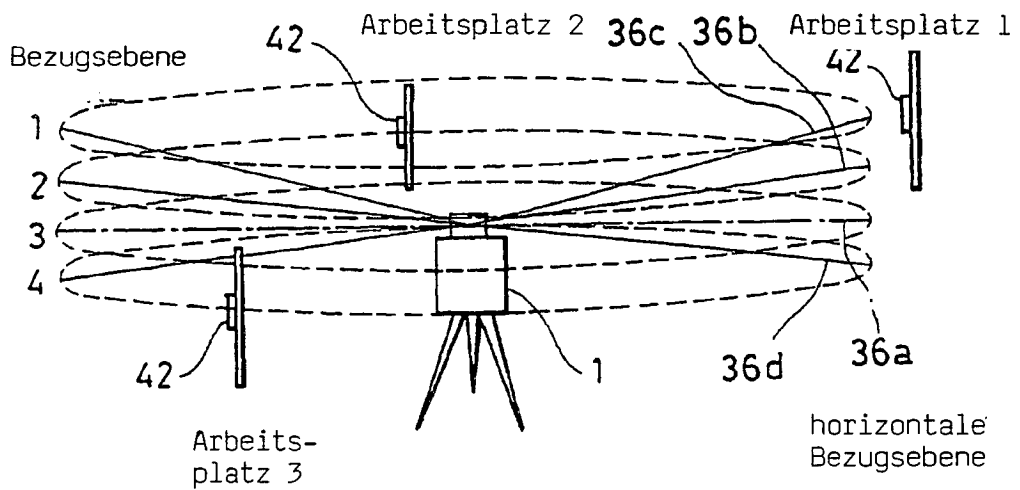


FIG. 5

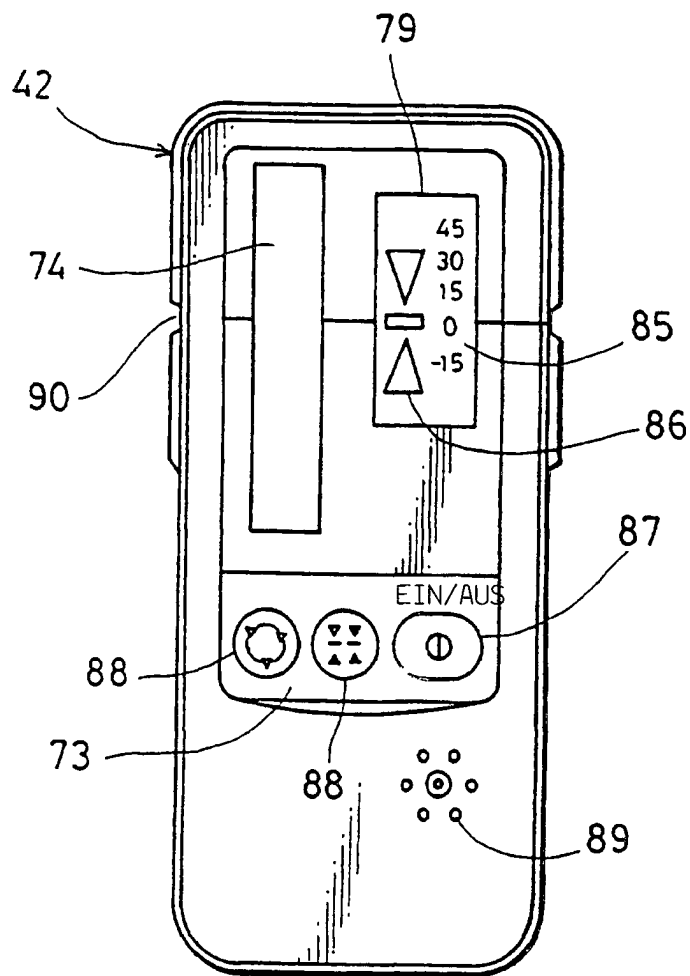


FIG. 6

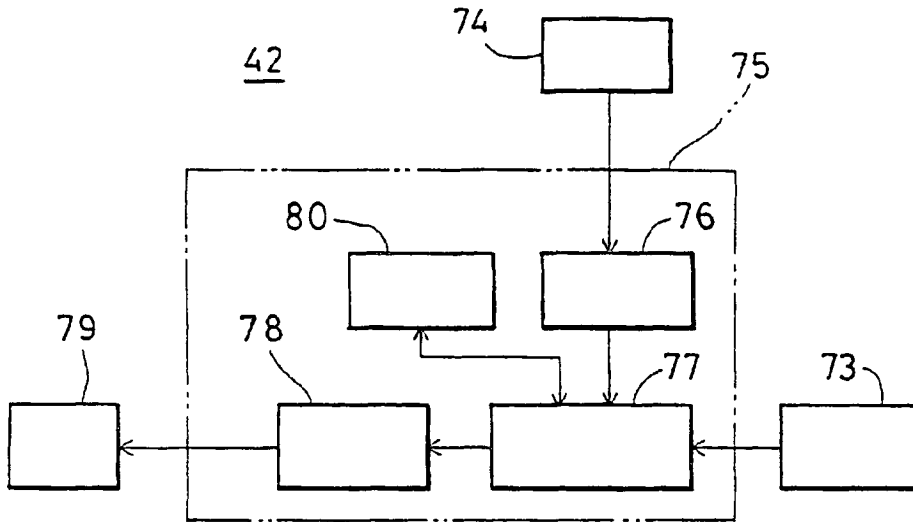


FIG. 7

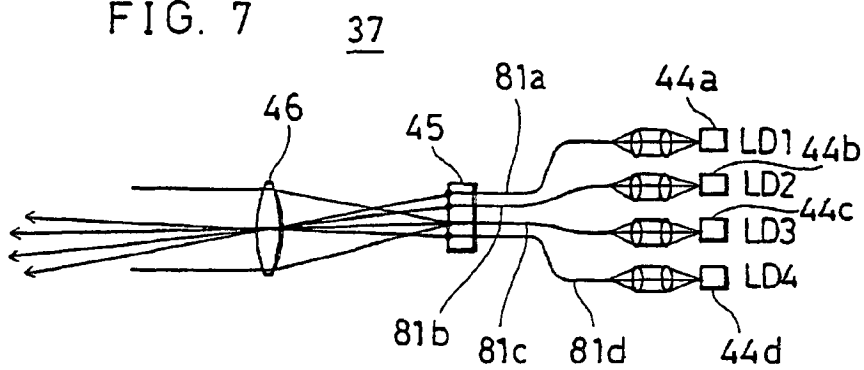


FIG. 8

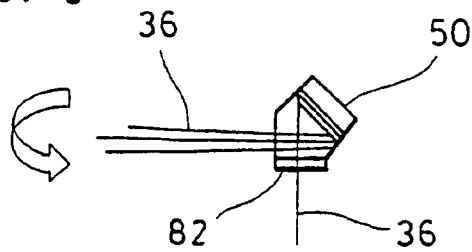


FIG. 9

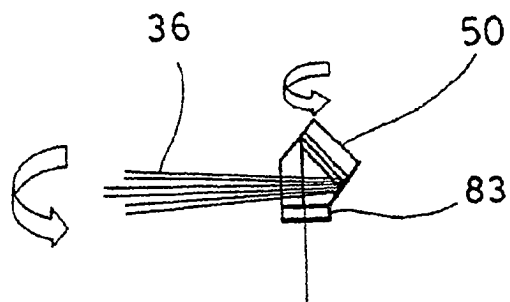
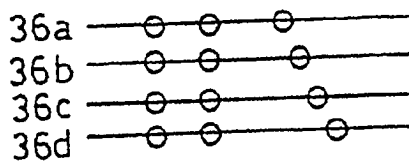
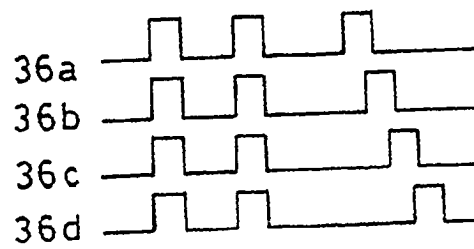


FIG. 10A



Strahlteilungszustand

FIG. 10B



Photodetektionssignal

FIG. 11

