(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 26 998 T2** 2004.10.21

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 797 072 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 26 998.1**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 104 324.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **13.03.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.09.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **02.01.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.10.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G01C 15/00**

(30) Unionspriorität:
9019896 19.03.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, LI, SE

(73) Patentinhaber:
Kabushiki Kaisha Topcon, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg

(72) Erfinder:
Ohtomo, Fumio, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP; Hirano, Satoshi, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP

(54) Bezeichnung: **Geodätisches Laserinstrument**

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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Laserüberwachungsinstrument, mit dem es möglich ist, unter Verwendung eines Laserstrahlenbündels eine horizontale Referenzebene zu bilden und insbesondere eine beliebig geneigte Einstellebene zu bilden, die um einen gegebenen Winkel zu der horizontalen Referenzebene geneigt ist.

[0002] Ein Laserüberwachungsinstrument wird momentan anstelle eines optischen Nivellierinstruments verwendet, um für einen weiten Bereich eine horizontale Referenzebene bereitzustellen.

[0003] In diesem Typ eines Laserüberwachungsinstruments wird ein Laserstrahlenbündel in einer horizontalen Richtung ausgestrahlt, um dadurch eine horizontale Referenzlinie zu bilden, oder wird ein Laserstrahlenbündel in einer horizontalen Richtung über ein Drehprisma ausgestrahlt und eine horizontale Referenzebene gebildet.

[0004] Im Architekturbauwesen und im Bauingenieurwesen werden die Positionierung und Einstellung einer horizontalen Ebene unter Verwendung der horizontalen Referenzebene ausgeführt. Beispielsweise wird ein Laserstrahlenbündel durch einen Photodetektor erfasst, um eine Referenzposition zu bestimmen, oder wird es zum Markieren verwendet, um eine Position für den Einbau eines Fensters beim Innenbau oder zum Einstellen der Waagerechtheit einer Decke zu bestimmen.

[0005] Wie der Anmelder in der offengelegten japanischen Patentveröffentlichung Nr. 6-26861 vorgeschlagen hat, wird das Laserüberwachungsinstrument dieses Typs nicht nur zum Einstellen der horizontalen Ebene, sondern auch zum Einstellen der Neigungsebene verwendet, wobei es bei der Bauausführung wie etwa bei einem geneigten Entwässerungssystem auf einer Straße oder beim Einstellen einer Steigung an einer Straße angewendet wird.

[0006] Anhand von **Fig.** 25 bis **Fig.** 32 wird nun eine Beschreibung einer Laserstrahlungseinheit **4** eines Laserüberwachungsinstruments gegeben, das in der offengelegten japanischen Patentveröffentlichung Nr. 6-26861 offenbart ist.

[0007] In der Mitte eines Gehäuses **5** ist eine Aussparung **6** in Form eines Kegelstumpfs vorgesehen, in der ein Haltesitz **7** ausgebildet ist. Der Haltesitz **7** besitzt Vorsprünge **9**, die an drei Positionen, die am Innenumfang einer ringförmigen Durchgangsbohrung **8** gleich geteilt sind, mit einer Fläche dritten Grades glatt vorstehen.

[0008] In der Durchgangsbohrung **8** ist ein Laserstrahler **10** angeordnet, der ein Laserstrahlenbündel aussendet, wobei ein Kopf **11** des Laserstrahlers **10** mit dem Haltesitz **7** in Eingriff ist und von ihm abgestützt wird. Der untere Abschnitt des Kopfes **11** ist kugelförmig ausgebildet, wobei dieser kugelförmige Abschnitt **11a** mit den drei Vorsprüngen **9** gleitend in Eingriff ist. Der Laserstrahler **10** ist in der Weise abgestützt, dass er gegen eine Vertikale in irgendeine Richtung geneigt werden kann.

[0009] In dem Kopf **11** ist ein Motorsitz **14** eingebaut, an dem ein Abtastmotor **15** befestigt ist. Auf der Antriebswelle des Abtastmotors **15** ist ein Zahnrad **16** in Eingriff, das mit einem später zu beschreibenden Abtastzahnrad **17** in Eingriff ist.

[0010] Die Achse des Laserstrahlers **10** ist auf den Kopf **11** des Laserstrahlers **10** ausgerichtet, wobei ein Spiegelhalter **13** über ein Lager **12** drehbar eingebaut ist. Das Abtastzahnrad **17** ist an dem Spiegelhalter **13** in Eingriff. Wie oben beschrieben wurde, ist das Abtastzahnrad **17** in der Weise mit dem Zahnrad **16** in Eingriff, dass der Spiegelhalter **13** durch den Abtastmotor **15** um die vertikale Achse gedreht werden kann. An dem Spiegelhalter **13** ist ein fünfseitiges Prisma **18** vorgesehen, wobei ein Laserstrahlenbündel, das von dem Laserstrahler **10** ausgesendet wird, als ein Referenzlaserstrahlenbündel **77** durch ein Strahlenfenster **19** in einer horizontalen Richtung ausgestrahlt wird.

[0011] Im Mittelabschnitt des Laserstrahlers **10** ist eine Sensorstützplatte **63** vorgesehen, an der feste Libellenrohre **20** und **21** befestigt sind, die als Neigungsdetektoren zum Erfassen einer Horizontalen dienen, so dass die Libellenrohre in zueinander senkrechten Richtungen liegen. Die festen Libellenrohre **20** und **21** sind elektrische Kapazitätserfassungs-Libellenrohre und geben elektrische Signale aus, die einem Neigungswinkel zu der horizontalen Ebene als Referenz entsprechen.

[0012] Am unteren Ende des Laserstrahlers **10** ist eine Grundplatte **64**, etwa in Form eines rechtwinkligen Dreiecks, befestigt und in der Nähe des Scheitels der Grundplatte **64** eine Säule **70** aufgestellt, an deren oberem Ende eine Kugel **67** befestigt ist. Über der Grundplatte **64** ist eine rechtwinklige L-förmige Neigungsgrundplatte **62** befestigt, wobei an dem L-förmigen Scheitel auf der Rückseite der Neigungsgrundplatte **62** eine konische Aussparung **99** ausgebildet ist, wobei die Kugel **67** in der Aussparung **99** in Eingriff ist. Die Oberseite der Neigungsgrundplatte **62** ist durch die Säule **70** abgestützt, wobei die Neigungsgrundplatte **62** um die Kugel **67** drehbar beweglich ist. Ferner ist zwischen der Neigungsgrundplatte **62** und der Grundplatte **64** eine Feder **68** befestigt. Somit wird die konische Aussparung **99** gegen die Kugel **67** gedrückt, wobei die Neigungs-

grundplatte **62** in **Fig.** 25 in Uhrzeigerrichtung gedrückt wird.

[0013] An der Neigungsgrundplatte **62** sind entlang Linien, die einander senkrecht entlang der L-Form schneiden, Libellenrohre **65** und **66** zur Einstellung eines beliebigen Winkels vorgesehen, die als Neigungsanstiegsdetektoren dienen.

[0014] Unter der Sensorstützplatte **63** ist eine Lagerplatte **72** positioniert, die von dem Laserstrahler **10** vorsteht. An der Grundplatte **64** sind Kippschrauben **52** und **53** drehbar an solchen Positionen eingebaut, dass diese ein Dreieck mit der Säule **70** als Scheitel bilden. Die oberen Enden jeder der Kippschrauben **52** und **53** sind durch die Halteplatte **72** drehbar abgestützt.

[0015] Das untere Ende der Neigungsschraube **52** steht von der Grundplatte **64** nach unten vor, wobei an einem vorstehenden Ende der Neigungsschraube **52** ein Neigungszahnrad **54** in Eingriff ist, das mit einem später zu beschreibenden Neigungszahnrad **56** in Eingriff ist. Das untere Ende der Neigungsschraube **53** steht aus der Grundplatte **64** nach unten vor. An einem vorstehenden Ende der Neigungsschraube **53** ist ein Neigungszahnrad **55** in Eingriff, das mit einem später zu beschreibenden Neigungszahnrad **57** in Eingriff ist.

[0016] Auf die Neigungsschraube **52** ist eine Neigungsmutter **48** geschraubt, an der ein Mutterstift **50** mit kreisförmigem Querschnitt vorsteht. Von derjenigen Endoberfläche der Neigungsgrundplatte **62**, die dem Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels näher ist, steht parallel zur Mittellinie des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels ein Neigungsstift **60** mit kreisförmigem Querschnitt vor, der mit dem Mutterstift **50** in Kontakt ist. Ferner erstrecken sich zwischen der Grundplatte **64** und der Lagerplatte **72** zwei parallele Führungsstifte **71**. Der Neigungsstift **60** läuft gleitfähig zwischen den zwei Führungsstiften **71**, so dass die Drehung der Neigungsgrundplatte **62** in einer horizontalen Richtung beschränkt ist, während sich der Neigungsstift **60** in einer vertikalen Richtung und außerdem um die Achse des Neigungsstifts **60** drehen kann.

[0017] Auf die Neigungsschraube **53** ist eine Neigungsmutter **49** geschraubt, an der ein Mutterstift **51** mit kreisförmigem Querschnitt vorsteht. Von derjenigen Endoberfläche der Neigungsgrundplatte **62**, die dem Libellenrohr **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels näher ist, steht parallel zur Mittellinie des Libellenrohrs **66** zum Einstellen des beliebigen Winkels ein Neigungsstift **61** mit kreisförmigem Querschnitt vor, der mit dem Mutterstift **51** in Kontakt ist.

[0018] Auf der unteren Oberfläche der Grundplatte **64** ist vertikal ein Fuß **73** aufgestellt, über den ein Neigungsdetektor **23**, der außerdem als Motorbasis dient, an der Grundplatte **64** befestigt ist. An der oberen Oberfläche des Neigungsdetektors **23** sind die Neigungsmotoren **58** und **59** vorgesehen. Das wie oben beschriebene Neigungszahnrad **56** ist an der Antriebswelle des Neigungsmotors **58** in Eingriff, und das wie oben beschriebene Neigungszahnrad **57** ist an der Antriebswelle des Neigungsmotors **59** in Eingriff, wobei diese mit den Neigungszahnrädern **54** bzw. **55** in Eingriff sind.

[0019] An der unteren Oberfläche des Neigungsdetektors **23** ist ein ringförmiger Reflexionsspiegel befestigt. An den dem Neigungsdetektor **23** gegenüber liegenden Positionen sind eine gegebene Anzahl (in der vorliegenden Ausführungsform 4) optischer Sensoren **24a**, **24b**, **24c** und **24d**, die jeweils eine Menge Lichtemitterelemente und Photodetektorelemente umfassen, auf dem gleichen Umfang um die Achse des Laserstrahlers **10** angeordnet, wenn das Gehäuse **5** und der Laserstrahler **10** in einer vertikalen Position sind.

[0020] Vom Kopf **11** des Laserstrahlers **10** sind die Neigungsarme **25** und **26** in einer horizontalen Richtung verlängert und, nachdem sie durch die konische Oberfläche der Aussparung **6** geleitet sind, in dem Gehäuse **5** positioniert. An der Spitze jedes der Neigungsarme **25** und **26** sind die Eingriffsstifte **27** und **28** vorgesehen. Die Eingriffsstifte **27** und **28** sind zylinderförmig konstruiert. Die Achsen dieser Zylinder kreuzen einander senkrecht, wobei eine Positionsbeziehung in der Weise bestimmt ist, dass diese in einer Ebene enthalten sind, die durch die kugelförmige Mitte des kugelförmigen Abschnitts **11a** geleitet ist. Für einen der Eingriffsstifte **27** und **28**, z. B. für den Eingriffsstift **27**, ist die horizontale Bewegung beschränkt, wobei er sich lediglich in einer vertikalen Richtung bewegen kann. Obgleich dies in der Figur nicht gezeigt ist, ist der Eingriffsstift **27** gleitfähig in einer Führungsnut in Eingriff, die in einer vertikalen Richtung verläuft, oder kann der Eingriffsstift **27** durch Federmittel wie etwa eine Feder usw. gleitfähig gegen die Wandoberfläche gedrückt werden, die in einer vertikalen Richtung verläuft.

[0021] An der Innenwand des Gehäuses **5** sind die Vorsprungsplatten **29** und **30** befestigt, wobei an der Vorsprungsplatte **29** ein Ebenenjustierungsmotor **31** angebracht ist und an der Vorsprungsplatte **30** ein Ebenenjustierungsmotor **32** angebracht ist. An der Drehwelle des Ebenenjustierungsmotors **31** ist ein Antriebszahnrad **33** in Eingriff, und an der Drehwelle des Ebenenjustierungsmotors **32** ist ein Antriebszahnrad **34** in Eingriff. Eine Gewindewelle **35**, die senkrecht zu dem Eingriffsstift **27** verläuft und sich von der Decke des Gehäuses **5** zu der Vorsprungsplatte **29** erstreckt, ist drehbar angeordnet und an ihr ein getriebenes Zahnrad **36** angebracht. Das getriebene Zahnrad **36** ist mit dem Antriebszahnrad **33** in

Eingriff. Auf die Gewindewelle **35** ist eine Gleitmutter **37** geschraubt, an der ein Stift **38** vorsteht, so dass er und der Eingriffsstift **27** miteinander gleitend in Kontakt sind.

[0022] Ähnlich ist eine Gewindewelle **39** drehbar vorgesehen, die senkrecht zu dem Eingriffsstift **28** verläuft und sich von der Decke des Gehäuses **5** zu der Vorsprungsplatte **30** erstreckt. An der Gewindewelle **39** ist ein getriebenes Zahnrad **40** angebracht, das mit dem Antriebszahnrad **34** in Eingriff ist. Auf die Gewindewelle **39** ist eine Gleitmutter **41** geschraubt, an der ein Stift **42** vorsteht, so dass er und der Eingriffsstift **28** gleitfähig miteinander in Kontakt sind.

[0023] An der Decke des Gehäuses **5** und zwischen der Gewindewelle **35** und der Gewindewelle **39** ist eine Federaufnahme **43** vorgesehen, zwischen der und dem Laserstrahler **10** eine Feder **44** angebracht ist, wobei der Laserstrahler **10** in Uhrzeigerrichtung um den Haltesitz **7** in **Fig.** 25 gedrückt wird.

[0024] Das Bezugszeichen **45** stellt in der Figur einen Batteriekasten dar, in dem eine Batterie zum Ansteuern des Laserüberwachungsinstruments untergebracht ist. Die Laserstrahlungseinheit **4** des wie oben beschriebenen Laserüberwachungsinstruments ist über die Pegeleinstellschrauben **46** für Pegeleinstellzwecke auf einem (nicht gezeigten) Dreibein montiert. Das Bezugszeichen **47** stellt ein Glasfenster dar, das den Spiegelhalter **13** umgibt.

[0025] In **Fig.** 30 ist eine Steuereinheit des herkömmlichen Instruments gezeigt.

[0026] Die Ergebnisse der Erfassung des festen Libellenrohrs **20** und des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels werden über eine Umschaltschaltung **85** in eine Winkelerfassungsschaltung **87** eingegeben und die Ergebnisse der Erfassung des festen Libellenrohrs **21** und des Libellenrohrs **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels über eine Umschaltschaltung **86** in eine Winkelerfassungsschaltung **88** eingegeben. In den Winkelerfassungsschaltungen **88** und **87** werden die Referenzwinkel **92** bzw. **91** eingestellt. Normalerweise betragen die Referenzwinkel **91** und **92** 0°.

[0027] Wenn über die Umschaltschaltung **85** ein Signal von dem festen Libellenrohr **20** in die Winkelerfassungsschaltung **87** eingegeben wird, erfasst diese eine Abweichung von dem Referenzwinkel **91**. Das Signal der Winkelerfassungsschaltung **87** wird in eine Motorsteuereinheit **89** eingegeben, die den Pegeljustiermotor **31** antreibt und steuert.

[0028] Wenn über die Umschaltschaltung **85** Signale von dem festen Libellenrohr **20** und von dem Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels in die Winkelerfassungsschaltung **87** eingegeben werden, gibt diese ein Signal aus, das der Abweichung entspricht. Dieses Signal wird in eine Neigungsantriebsschaltung **83** eingegeben, die den Neigungsmotor **58** antreibt und steuert. Wenn über die Umschaltschaltung **85** ein Signal von dem Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels in die Winkelerfassungsschaltung **87** eingegeben wird, erfasst diese eine Abweichung von dem Referenzwinkel **91**. Das Signal der Winkelerfassungsschaltung **87** wird in die Motorsteuereinheit **89** eingegeben, die den Pegeljustiermotor **31** antreibt und steuert.

[0029] Ein Signal der Winkelerfassungsschaltung **88** wird in eine Motorsteuereinheit **90** eingegeben, die den Pegeljustiermotor **32** antreibt und steuert. Das Signal der Winkelerfassungsschaltung **88** und das Signal von einer Einstelleinrichtung **82** für einen beliebigen Winkel werden in die Neigungsantriebsschaltung **84** eingegeben, die den Neigungsmotor **59** antreibt und steuert.

[0030] Die Winkelabweichungen der Winkelerfassungsschaltungen **87** und **88** werden in einen Entscheider **93** eingegeben. Der Entscheider **93** wählt eine Winkelabweichung der Winkelerfassungsschaltungen **87** oder **88** je nachdem, welche größer ist, aus, wobei ein Ausgangssignal, das der Änderung der auf diese Weise ausgewählten Winkelabweichung entspricht, an einen Anzeigeeinheitstreiber **94** ausgegeben wird, der auf einer Anzeigeeinheit **95** einen Wert anzeigt, der der Abweichung entspricht.

[0031] Eine von dem Referenzlaserstrahlenbündel **77** gebildete Referenzebene kann in einer horizontalen Richtung oder in irgendeinem gewünschten Winkel eingestellt werden. Im Folgenden wird eine Beschreibung der Pegeleinstelloperation des Laserüberwachungsinstruments zum Bilden der horizontalen Referenzebene gegeben.

[0032] Wenn die Laserstrahlungseinheit **4** montiert und noch keine Justierung vorgenommen worden ist, ist die Achse des Laserstrahlers **10** im Allgemeinen nicht auf die Vertikale ausgerichtet, wobei die festen Libellenrohre **20** und **21** in keiner horizontalen Position sind. Durch die Umschaltschaltungen **85** und **86** werden Signale von den festen Libellenrohren **20** und **21** in die Winkelerfassungsschaltungen **87** und **88** eingegeben.

[0033] Wenn die Referenzwinkel **91** und **92** 0° betragen, werden von den Winkelerfassungsschaltungen **87** und **88** Winkelabweichungssignale ausgegeben. Wenn die Winkelabweichungssignale ausgegeben werden, treiben die Motorsteuereinheiten **89** und **90** die Pegeljustiermotoren **31** und **32** in einer solchen Richtung, dass das Winkelabweichungssignal zu 0 gemacht wird.

[0034] Es wird nun eine Operation beschrieben, die

sich auf einen der Pegeljustiermotoren **31** und **32**, z. B. auf den ersteren, bezieht.

[0035] Wenn der Pegeljustiermotor **31** angetrieben wird, wird die Drehung des Pegeljustiermotors **31** über das Antriebszahnrad **33** und über das getriebene Zahnrad **36** auf die Gewindewelle **35** übertragen. Bei Drehung der Gewindewelle **35** wird die Gleitmutter **37** nach oben oder unten bewegt. Die Bewegung der Gleitmutter **37** nach oben oder unten wird über den Stift **38** und den Eingriffsstift **27** auf den Neigungsarm **25** übertragen und der Laserstrahler **10** geneigt.

[0036] Wie oben beschrieben wurde, ist die Bewegung des Eingriffsstifts **27** in einer horizontalen Richtung beschränkt, wobei er sich lediglich in einer vertikalen Richtung bewegen kann. Somit unterliegt die Neigungsrichtung des Laserstrahlers **10** einer Beschränkung, wobei er um die Achse des Eingriffsstifts **28** geneigt wird, die durch die Kugelmitte des kugelförmigen Abschnitts **11a** geleitet ist. Wenn nachfolgend der Pegeljustiermotor **32** angetrieben wird, wird die Gewindewelle **39** gedreht, wobei sich der Eingriffsstift **28** über den Stift **42** nach oben oder unten bewegt.

[0037] Die Bewegung des Eingriffsstifts **27** in einer horizontalen Richtung ist durch eine (nicht gezeigte) Nut beschränkt, während seine Bewegung in einer vertikalen Richtung durch den Stift **38** und die Feder **44** beschränkt ist. Dementsprechend kann sich der Eingriffsstift **27** lediglich um die Achse des Eingriffsstifts **27** drehen, der durch die kugelförmige Mitte des kugelförmigen Abschnitts **11a** geleitet ist.

[0038] Wenn sich der Stift **42** nach oben oder unten bewegt, was mit einer gleitenden Bewegung in axialer Richtung zwischen dem Stift **42** und dem Eingriffsstift **28** verknüpft ist, wird dem Eingriffsstift **28** eine vertikale Bewegung verliehen, wobei der Laserstrahler **10** um die Achse des Eingriffsstifts **27** geneigt wird. Da der Querschnitt des Eingriffsstifts **27** wie oben beschrieben kreisförmig ist, ändert sich die Neigung der Achse des Eingriffsstifts **27** auch dann nicht, wenn der Eingriffsstift **27** gedreht wird. Das heißt, eine Neigungsoperation durch jeden der Pegeljustiermotoren **31** und **32** übt keinen Einfluss auf die andere Neigungswelle, d. h. auf die Neigung der Achsen der Eingriffsstifte **27** und **28**, aus. Somit kann eine Neigungsjustierung einer Welle unabhängig von der der anderen Welle ausgeführt werden, wobei eine Neigungsjustierungsoperation und eine Steuersequenz in Bezug auf die Neigungsjustierungsoperation außerordentlich vereinfacht werden.

[0039] Der Laserstrahler **10** wird durch die Feder **44** in **Fig.** 25 in Uhrzeigerrichtung gedrückt. Dementsprechend folgt der Laserstrahler **10** genau der Bewegung der Gleitmutter **37**.

[0040] Da der kugelförmige Abschnitt **11a** des Laserstrahlers **10** wie oben beschrieben durch die Vorsprünge **9** an drei Punkten abgestützt ist, ist der Laserstrahler **10** stabil abgestützt, ohne zu wackeln, wenn er geneigt wird. Da der kugelförmige Abschnitt **11a** mit den Vorsprüngen **9** mit glatten gekrümmten Oberflächen in Kontakt ist, kann der Laserstrahler **10** in irgendeine Neigungsrichtung stetig und frei geneigt werden, wobei seine Stellung leicht justiert werden kann.

[0041] Wenn der Laserstrahler **10** geneigt wird und die Pegeleinstelloperation fortgesetzt wird, werden die Erfassungswerte der festen Libellenrohre **20** und **21** jenen der horizontalen Ebene angenähert. Schließlich wird die von den Motorüberwachungseinheiten **89** und **90** ausgegebene Winkelabweichung zu 0 gemacht, wobei die Pegeleinstelloperation abgeschlossen ist.

[0042] Die Erfassungsbereiche der festen Libellenrohre **20** und **21** sind schmal. Wenn ein gegebener Bereich überschritten wird, wird er in einen Sättigungszustand überführt. Daraufhin kann eine Neigungsrichtung erfasst werden, während der Wert des Neigungswinkels nicht erfasst werden kann. Aus diesem Grund sind die optischen Sensoren **24a**, **24b**, **24c** und **24d** vorgesehen, damit der Justierungsmechanismus, der die Pegeljustiermotoren **31** und **32**, die Antriebszahnräder **33** und **34**, die getriebenen Zahnräder **36** und **40**, die Gewindewellen **35** und **39**, die Gleitmuttern **37** und **41**, die Neigungsarme **25** und **26** usw. umfasst, nicht über den mechanischen Justierbereich hinaus betätigt werden kann. Genauer wird das von einem der optischen Sensoren **24a**, **24b**, **24c** und **24d** ausgesendete Licht durch den an dem Neigungsdetektor **23** vorgesehenen Reflexionsspiegel reflektiert und daraufhin von dem optischen Sensor empfangen und dabei erfasst, dass der Grenzwert des mechanischen Justierbereichs erreicht worden ist, wenn der mechanische Justierbereich erreicht ist. Daraufhin werden die Pegeljustiermotoren **31** und **32** angehalten oder wird auf der Anzeigeeinheit angezeigt, dass es der Grenzwert des mechanischen Justierbereichs ist, oder wird durch den Summer ein Alarm ausgegeben.

[0043] Wenn es in einen solchen Zustand gebracht wird, wird eine Grobjustierung ausgeführt, um unter Verwendung der Pegeleinstellschrauben **47** auf den Justierbereich einzustellen, und die Pegeleinstelloperation erneut gestartet.

[0044] Wenn die Pegeleinstelloperation abgeschlossen ist, wird aus dem Laserstrahler **10** ein Laserstrahlenbündel ausgestrahlt. Ferner wird der Laserstrahler **10** durch Antreiben des Abtastmotors **15** um die vertikale Achse gedreht. Dadurch, dass das Laserstrahlenbündel in einer horizontalen Richtung über das fünfseitige Prisma **18** ausgestrahlt und es

gedreht wird, wird durch das Laserstrahlenbündel eine horizontale Referenzebene gebildet.

[0045] Vom Start bis zum Abschluss der Pegeleinstellung ist in dem Prozess der Pegeleinstelloperation eine gewisse Zeit erforderlich. Während dieser Zeitdauer wird dem Betreiber ein Fortschritt der Pegeleinstelloperation angezeigt, um ihn zu benachrichtigen, dass die Pegeleinstelloperation richtig ausgeführt wird, so dass dem Betreiber sein unbehagliches Gefühl genommen wird.

[0046] Durch den Entscheider **93** wird beurteilt, dass die von den Winkelerfassungsschaltungen **87** und **88** ausgegebene Winkelabweichung groß oder klein ist. Es wird die größere Winkelabweichung ausgewählt und die Bedingung der Änderung der ausgewählten Winkelabweichung an den Anzeigeeinheitstreiber **94** ausgegeben. Ferner wird der Inhalt der Anzeige gemäß der Änderung der Winkelabweichung geändert und auf der Anzeigeeinheit **95** angezeigt.

[0047] Die größere Winkelabweichung wird deshalb ausgewählt, da für die Winkeljustierung mehr Zeit erforderlich ist, wenn die Winkelabweichung groß ist. Anstatt entweder die größere oder die kleinere Winkelabweichung auszuwählen, kann eine Summe der von den Winkelerfassungsschaltungen **87** und **88** ausgegebenen Winkelabweichungen erhalten werden, wobei der Inhalt der Anzeige gemäß der Summe der Winkelabweichungen geändert werden kann.

[0048] Die Beziehung zwischen der Winkelabweichung und der Zeit ist wie in **Fig.** 31 gezeigt. Anhand dieser Beziehung wird die Position zur Änderung des Anzeigeinhalts im Voraus eingestellt. Wenn zu der Position übergegangen wird, an der die Winkelabweichung eingestellt worden ist, wird die Anzeige umgeschaltet und der Betreiber über den Fortschritt der Pegeleinstelloperation benachrichtigt.

[0049] Nachfolgend wird eine Beschreibung des Falls gegeben, in dem die von dem Referenzlaserstrahlenbündel **77** gebildete Referenzebene auf einen beliebigen Winkel eingestellt wird, nachdem die horizontale Referenzebene gebildet worden ist.

[0050] Durch die Einstelleinrichtungen **81** und **82** für einen beliebigen Winkel werden in die Neigungsantriebsschaltungen **83** bzw. **84** die Zahlenwerte zum Neigen der Referenzebene eingegeben.

[0051] Daraufhin wird beurteilt, ob die Erfassungsergebnisse des festen Libellenrohrs **20** und des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels mit jenen des festen Libellenrohrs **21** und des Libellenrohrs **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels übereinstimmen, und versucht, die Ergebnisse anzugleichen. In diesem Fall sind die festen Libellenrohre **20** und **21** vorzugsweise in einer horizontalen Position, wobei sie aber nicht notwendig in einer horizontalen Position zu sein brauchen und alles in Ordnung ist, wenn sie in keinem gesättigten Zustand sind.

[0052] Wenn die Ausgangssignale der festen Libellenrohre **20** und **21** und die Ausgangssignale der Libellenrohre **65** und **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels miteinander übereinstimmen, werden die Libellenrohre **65** und **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels in der Weise geneigt, dass sie auf die Winkel ausgerichtet sind, die durch die Einstelleinrichtungen **81** und **82** für einen beliebigen Winkel eingestellt worden sind. Ferner wird der Laserstrahler **10** in der Weise geneigt, dass die Libellenrohre **65** und **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels in eine horizontale Position gebracht werden. Daraufhin wird die Drehachse des Laserstrahlers **10** in eine solche Position gedreht, dass wie gewünscht die Referenzebene mit einem beliebigen Winkel gebildet wird. Durch Drehen des Laserstrahlers **10** wird wie gewünscht die Laserstrahlenbündel-Referenzebene gebildet.

[0053] Im Folgenden wird eine konkretere Beschreibung gegeben. Da eine Winkeleinstelloperation für das Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels die gleiche wie die für das Libellenrohr **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels ist, wird im Folgenden lediglich eine Beschreibung für das Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels gegeben.

[0054] In die Umschaltschaltung **85** wird von einer Eingangseinheit oder von einer (nicht gezeigten) Steuereinheit ein Umschaltsignal eingegeben, während in die Winkelerfassungsschaltung **87** ein Signal von dem festen Libellenrohr **20** und ein Signal von dem Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels eingegeben werden. In der Winkelerfassungsschaltung **87** wird eine Abweichung der durch die zwei Libellenrohre **20** und **65** erfassten Winkel erhalten. Wenn es eine Abweichung gibt, wird das Abweichungssignal in die Neigungsantriebsschaltung **83** eingegeben.

[0055] Die Neigungsantriebsschaltung **83** treibt den Neigungsmotor **58** an. Das Neigungszahnrad **56** wird, angetrieben durch den Neigungsmotor **58**, gedreht, und seine Drehung über das Neigungszahnrad **54** auf die Neigungsschraube **52** übertragen, wobei die Neigungsmutter **48** in einer gewünschten Richtung nach oben oder unten bewegt wird. Der Mutterstift **50** der Neigungsmutter **48** ist mit dem Neigungsstift **60** in Eingriff, wobei die Neigungsgrundplatte **62** in einer solchen Richtung geneigt wird, dass die Abweichung zu 0 gemacht wird.

[0056] Die Neigung der Neigungsgrundplatte **62** wird durch das Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels erfasst und über die Umschalt-

schaltung **85** in die Winkelerfassungsschaltung **87** eingegeben.

[0057] Durch die Winkelerfassungsschaltung **87** wird eine Abweichung zwischen den erfassten Winkeln des festen Libellenrohrs **20** und des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels berechnet. Die Abweichung des Erfassungswinkels wird an die Neigungsantriebsschaltung **83** rückgekoppelt und der Neigungsmotor **58** angetrieben, bis die Abweichung des Erfassungswinkels zu 0 gemacht ist.

[0058] Wenn die Abweichung des Erfassungswinkels zu 0 gemacht ist, ist die Achse des Laserstrahlers **10** senkrecht zu der Ebene, die durch die Libellenrohre **65** und **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels erfasst wird.

[0059] Nachfolgend wird der Einstellwinkel durch die Einstelleinrichtung **81** für einen beliebigen Winkel in die Neigungsantriebssehaltung **83** eingegeben und eine Einstelloperation der Neigungsreferenzebene gestartet.

[0060] Der Neigungsmotor **58** in der Neigungsantriebsschaltung **83** wird in der Weise angetrieben, dass er in einen Winkel gedreht wird, der dem durch die Einstelleinrichtung **81** für einen beliebigen Winkel eingegebenen Einstellwinkel entspricht, wobei die Neigungsgrundplatte **62** in einer Richtung geneigt wird, die zu der zu erhaltenden Neigungsreferenzebene entgegengesetzt ist.

[0061] Als der Neigungsmotor **58** wird hier beispielsweise ein Schrittmotor verwendet. Der Neigungswinkel der Neigungsgrundplatte **62** und die Anzahl der für die Neigung erforderlichen Impulse des Schrittmotors werden im Voraus in der Neigungsantriebsschaltung **83** gespeichert, wobei die Anzahl der Impulse, die dem durch die Antriebseinrichtung **81** für einen beliebigen Winkel eingestellten Winkel entspricht, ausgegeben wird, um den Neigungsmotor **58** anzutreiben.

[0062] Die Neigungsschraube **52** wird durch den Neigungsmotor **58** gedreht und die Neigungsmutter **48** in einer gewünschten Richtung, beispielsweise in einer Richtung nach unten, bewegt.

[0063] Die Bewegung der Neigungsmutter **48** wird wie oben beschrieben über den Mutterstift **50** und den Neigungsstift **60** auf die Neigungsgrundplatte **62** übertragen und diese in **Fig.** 25 in Uhrzeigerrichtung um die Kugel **67** geneigt.

[0064] Der Neigungsstift **60** wird wie oben beschrieben durch den Führungsstift **71** geführt und lediglich in einer vertikalen Richtung geneigt. Somit hat die Neigung des Neigungsstifts **60** keinen Einfluss auf die Neigung des Libellenrohrs **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels.

[0065] Wenn die Neigungsgrundplatte **62** geneigt wird, wird ein Ausgangswert von der Winkelerfassungsschaltung **87** geändert, wobei ein von der Neigungsantriebsschaltung **83** berechnetes Vergleichsergebnis abnimmt.

[0066] Wenn das Vergleichsergebnis zu 0 gemacht wird, wird der Antrieb des Neigungsmotors **58** angehalten und die Neigungseinstelloperation der Neigungsgrundplatte **62** abgeschlossen. Ein Signal dieses Abschlusses wird außerdem in die Umschaltschaltung **85** eingegeben, wobei die Schaltung in der Weise umgeschaltet wird, dass lediglich das Signal von dem Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels für den Referenzwinkel **91** eingegeben wird.

[0067] Eine Neigungsoperation für das Libellenrohr **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels wird auf die gleiche Weise ausgeführt. Da der Neigungsstift **60** wie oben beschrieben durch den Führungsstift **71** geführt wird, übt die Neigungsoperation des Libellenrohrs **66** zum Einstellen eines beliebigen Winkels keinen Einfluss auf das Libellenrohr **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels aus. Somit kann die Neigungsoperation der Neigungsgrundplatte **62** in zwei Richtungen unabhängig voneinander gesteuert werden, wobei eine Steuersequenz in Bezug auf die Neigungsoperation der Neigungsgrundplatte **62** in zwei Richtungen einfach ist.

[0068] Wenn die Neigungseinstelloperation der Neigungsgrundplatte **62** abgeschlossen worden ist, wird die Neigungsoperation des Laserstrahlers **10** begonnen, um anhand des Erfassungsergebnisses des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels die Neigungsreferenzebene einzustellen. Die Einstelloperation der Neigung des Laserstrahlers **10** wird in der Weise ausgeführt, dass das Erfassungsergebnis des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines beliebigen Winkels die horizontale Richtung angibt. Die Operation ist die gleiche wie in dem Fall, in dem die Pegeleinstelloperation anhand der festen Libellenrohre **20** und **21** ausgeführt wird, wobei hier keine ausführliche Beschreibung gegeben wird.

[0069] **Fig.** 29 zeigt den Zustand, in dem die Einstelloperation der Neigungsreferenzebene abgeschlossen worden ist. Wenn die Einstelloperation der Neigungsreferenzebene abgeschlossen ist, ist die Neigungsgrundplatte **62** in einer horizontalen Position.

[0070] Um die Genauigkeit der Neigungsoperation der Neigungsgrundplatte **62** sicherzustellen, wird eine gleichzeitige Operation des festen Libellenrohrs **20** und des Libellenrohrs **65** zum Einstellen eines be-

liebigen Winkels ausgeführt. Dies kann jedes Mal ausgeführt werden, wenn die Neigungsoperation ausgeführt wird, oder nachdem sie in einer gegebenen Anzahl wiederholt worden ist.

[0071] **Fig.** 32 zeigt ein Beispiel einer Steuereinheit **96**, bei der die Einstelleinrichtungen **81** und **82** für beliebige Winkel integriert sind. Die Neigung der Neigungsgrundplatte **62** wird durch Neigen der zwei Achsen X-Y unterstützt, wobei die auf diese Weise eingestellten Zahlenwerte auf den Anzeigeeinheiten **97** und **98** angezeigt werden.

[0072] Oben wurde eine Beschreibung unter der Annahme gegeben, dass die Justierung in Bezug darauf, in welche Richtung die von dem Referenzlaserstrahlenbündel **77** gebildete Referenzebene geneigt wird, bereits abgeschlossen ist. Tatsächlich wird allerdings zuerst eine Operation ausgeführt, um genau in einer Richtung (in einer horizontalen Richtung) einzustellen, in die die Laserstrahlungseinheit **4** des Laserüberwachungsinstruments gerichtet werden soll.

[0073] In der Vergangenheit ist der Betrieb zum Einstellen in einer Richtung, in der geneigt werden soll, unter Verwendung eines Kollimators **75** ausgeführt worden, der, wie in **Fig.** 25 gezeigt ist, an der oberen Oberfläche der Laserstrahlungseinheit **4** angebracht ist. Die Neigungsrichtung des Neigungseinstellmechanismus in der Laserstrahlungseinheit **4** ist so konstruiert, dass sie parallel zur Längsrichtung des Libellenrohrs zum Einstellen und Erfassen der Neigung ist. Ähnlich ist die Kollimationsrichtung des Kollimators **75** so konstruiert, dass sie parallel ist. Außerdem ist die Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** darauf ausgerichtet. Die Operation zum Einstellen des Kollimators **75** in einer zu neigenden Richtung ist vollständig eine Operation, um die Laserstrahlungseinheit **4** zu drehen und zu bewegen und die Neigungsrichtung des Neigungseinstellmechanismus in der Laserstrahlungseinheit **4** und des Libellenrohrs in eine gegebene Richtung zu überführen. Normalerweise ist die Laserstrahlungseinheit **4** auf einem Dreibein angebracht, wobei nun eine Beschreibung der Operation an dem Dreibein gegeben wird.

[0074] Im Voraus wird in einer Richtung, in der die Neigung eingestellt werden soll, ein (nicht gezeigtes) Objekt wie etwa ein Target montiert. Dadurch, dass der Hauptkörper des Laserüberwachungsinstruments unter Verwendung des Kollimators **75** genau gegenüber dem Objekt eingestellt wird, wird die Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** in einer Richtung eingestellt, in die sie geneigt werden soll.

[0075] Die (nicht gezeigten) Schrauben zum Befestigen der Laserstrahlungseinheit **4** werden gelöst und die Laserstrahlungseinheit **4** wird gedreht. Durch Ausrichten des Objekts unter Verwendung des Kollimators **75** wird die Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** genau auf das Objekt eingestellt.

[0076] Aus der obigen Beschreibung ist offensichtlich, dass die Einstellung eines Neigungswinkels (eines Höhenwinkels) in einer Reihe von Einstelloperationen des Laserüberwachungsinstruments auf einer horizontalen Ebene als Referenz beruht und gemäß den Neigungsinformationen ausgeführt wird, die durch den Neigungsdetektor wie etwa durch ein Libellenrohr elektrisch erfasst werden, wobei es keinen Eingriff menschlicher Fehler von der Person gibt, die die Überwachung ausführt. Somit kann der Neigungswinkel mit hoher Genauigkeit eingestellt werden.

[0077] Allerdings wird in der Operation zum Einstellen der Laserstrahlungseinheit **4** in einer zu neigenden Richtung der Kollimator **75** verwendet, wobei es menschlicher oder künstlicher Beurteilung des Überwachers unterliegt zu beurteilen, ob sie tatsächlich übereinstimmt oder nicht. Ferner führt der Kollimator **75** die Ausrichtung ursprünglich aus, ohne eine hochwertige Technik zu erfordern, wobei die Ausrichtgenauigkeit im Unterschied zu der bei einem Kollimationsteleskop nicht sehr hoch ist. Aus diesem Grund treten in der Richtungseinstellung unter Verwendung des Kollimators **75** außer der niedrigen Genauigkeit des Kollimators **75** selbst auch menschliche Fehler auf, wobei die Einstellung der Richtung nicht mit hoher Genauigkeit ausgeführt wird. Im herkömmlichen Bauingenieurwesen, das keine sehr hohe Genauigkeit erfordert, gibt es kein Problem bei der Richtungseinstellung durch den Kollimator **75**, während im hoch mechanisierten Bauingenieurwesen, das in den letzten Jahren ausgeführt wird, eine hohe Genauigkeit erforderlich ist und das Problem der Genauigkeit entsteht.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0078] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Laserüberwachungsinstrument zu schaffen, mit dem es möglich ist, falls ein Höhenwinkel des Laserüberwachungsinstruments eingestellt wird, menschliche Fehler zu beseitigen und eine Richtungseinstellung des Laserüberwachungsinstruments mit hoher Genauigkeit und automatisch auszuführen.

[0079] Das Laserüberwachungsinstrument gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst wenigstens eine Objektreflektor-Erfassungseinheit, die ein Erfassungslaserstrahlenbündel ausstrahlt, eine Hauptkörper-Dreheinrichtung, die die Objektreflektor-Erfassungseinheit dreht, und einen Objektreflektor, der das Erfassungslaserstrahlenbündel zu der Objektreflektor-Erfassungseinheit reflektiert, wobei die Objektreflektor-Erfassungseinheit eine Lichtaussendeeinrichtung, die das Erfassungslaserstrahlenbündel

aussendet, eine Dreheinrichtung, die das Laserstrahlenbündel zur reziproken Abtastung ausstrahlt, eine Reflexionslicht-Erfassungseinheit, die das vom Objektreflektor reflektierte Laserstrahlenbündel empfängt und erfasst, sowie eine Abtaststeuereinheit, die die Dreheinrichtung steuert, umfasst. Außerdem schafft die vorliegende Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, das wenigstens eine Laserstrahlungseinheit, die ein Referenzlaserstrahlenbündel ausstrahlt, eine Objektreflektor-Erfassungseinheit, die ein Erfassungslaserstrahlenbündel in die gleiche Richtung wie das Referenzlaserstrahlenbündel ausstrahlt und die einteilig mit der Laserstrahlungseinheit vorgesehen ist, und eine Hauptkörper-Dreheinrichtung mit Drehmitteln, die die Objektreflektor-Erfassungseinheit drehen, und mit einer Drehsteuereinheit, die die Drehmittel steuert, und mit einem Objektreflektor, der das Erfassungslaserstrahlenbündel zu der Objektreflektor-Erfassungseinheit reflektiert, umfasst, wobei die Objektreflektor-Erfassungseinheit eine Lichtaussendeeinrichtung, die das Erfassungslaserstrahlenbündel aussendet, eine Dreheinrichtung, die das Laserstrahlenbündel zur reziproken Abtastung ausstrahlt, und eine Reflexionslicht-Erfassungseinheit, die das von dem Objektreflektor reflektierte Laserstrahlenbündel empfängt und erfasst, umfasst, wobei die Rotationssteuereinheit die Rotationsmittel anhand des Lichtempfangszustands (Photodetektionszustands) der Reflexionslicht-Erfassungseinheit steuert, so dass das Erfassungslaserstrahlenbündel zu dem Objektreflektor gerichtet ist. Das Laserüberwachungsinstrument gemäß der vorliegenden Erfindung enthält eine Laserstrahlungseinheit, die ein Ausstrahlungsreferenz-Laserstrahlenbündel neigt und durch Drehen und Ausstrahlen des Referenzlaserstrahlenbündels eine Referenzebene bildet, wobei die Objektreflektor-Erfassungseinheit mit der Laserstrahlungseinheit integriert ist, wobei die Objektreflektor-Erfassungseinheit ein Erfassungslaserstrahlenbündel in der gleichen Neigungsrichtung wie das Referenzlaserstrahlenbündel ausstrahlt, wobei die Objektreflektor-Erfassungseinheit ein Ausstrahlungserfassungs-Laserstrahlenbündel neigt und das Erfassungs-Laserstrahlenbündel in einer Neigungsrichtung ausstrahlt, wobei die Hauptkörper-Dreheinrichtung Drehmittel, die die Objektreflektor-Erfassungseinheit drehen, und eine Drehsteuereinheit, die die Drehmittel steuert, umfasst, und wobei die Drehsteuereinheit die Drehmittel in der Weise steuert, dass sie das Erfassungslaserstrahlenbündel anhand der Photodetektionsbedingungen der Reflexionserfassungseinheit zu dem Erfassungslaserstrahlenbündel richtet. Außerdem schafft die Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, das eine Laserstrahlungseinheit umfasst, die Neigungsmittel besitzt, die das Referenzlaserstrahlenbündel gegen eine horizontale Ebene neigen. Ferner schafft die Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, in dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit optische Mittel umfasst, die das Erfassungslaserstrahlenbündel in der Weise ausstrahlen, dass sie es in einer vertikalen Richtung fächerförmig verbreitern. Außerdem schafft die vorliegende Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit das Erfassungslaserstrahlenbündel für eine reziproke Abtastung in horizontaler Richtung und in vertikaler Richtung ausstrahlen kann. Außerdem schafft die Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit eine Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung, die ein vertikales Laserstrahlenbündel in einer vertikalen Richtung aussendet, und eine Vertikalkompensationseinrichtung, die das von der Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung ausgestrahlte vertikale Laserstrahlenbündel in eine vertikale Richtung lenkt, umfasst. Ferner schafft die Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Neigungsrichtung der Neigungsmittel der Laserstrahlungseinheit und die Richtung des Erfassungslaserstrahlenbündels von der Objektreflektor-Erfassungseinheit einen gegebenen Winkel bilden. Außerdem schafft die vorliegende Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit an der Laserstrahlungseinheit befestigt oder von ihr abgenommen werden kann. Außerdem schafft die Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Hauptkörper-Dreheinrichtung an der Laserstrahlungseinheit befestigt und von ihr abgenommen werden kann. Außerdem schafft die Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem eine Hauptkörper-Dreheinrichtung vorgesehen ist, die die Laserstrahlungseinheit und die Objektreflektor-Erfassungseinheit dreht, wobei die Hauptkörper-Dreheinrichtung an der Laserstrahlungseinheit befestigt oder von ihr abgenommen werden kann. Ferner schafft die vorliegende Erfindung ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Hauptkörper-Dreheinrichtung Rotationsbegrenzungsmittel, manuelle Drehmittel, die die Drehung eines Drehknopfes in die Drehung der Objektreflektor-Erfassungseinheit umsetzen, sowie Mittel, die eine Drehung zulassen, wenn eine Kraft ausgeübt wird, die höher als eine gegebene Drehkraft aufweist, umfasst. Die vorliegende Erfindung schafft ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit an der Laserstrahlungseinheit angebracht ist und bei dem die Laserstrahlungseinheit an der Hauptkörper-Dreheinrichtung angebracht ist. Die vorliegende Erfindung schafft ein Laserüberwachungsinstrument, bei dem die Laserstrahlungseinheit an der Objektreflektor-Erfassungseinheit angebracht ist und bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit an der Hauptkörper-Dreheinrichtung angebracht ist.

[0080] Somit erfasst gemäß der vorliegenden Erfindung die Objektreflektor-Erfassungseinheit die Position des Objektreflektors, wobei die Ausstrahlungsrichtung des Referenzlaserstrahls der Laserstrahlungseinheit automatisch eingestellt wird. Dies erleichtert es, durch das Laserstrahlenbündel eine Re-

ferenzlinie und eine Referenzebene zu bilden und die Arbeitseffizienz und -genauigkeit zu verbessern.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0081] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Laserüberwachungsinstruments einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0082] **Fig.** 2 ist eine Teilwegschnittansicht des Laserüberwachungsinstruments;

[0083] **Fig.** 3 ist eine schematische Zeichnung eines Teils einer Objektreflektor-Erfassungseinheit des Laserüberwachungsinstruments;

[0084] **Fig.** 4 ist ein Blockdiagramm, das ein optisches System und ein Steuersystem der obigen Ausführungsform zeigt;

[0085] **Fig.** 5(A) und **Fig.** 5(B) stellen jeweils ein Beispiel eines Objektreflektors dar;

[0086] **Fig.** 6(A) und **Fig.** 6(B) stellen jeweils ein Beispiel eines weiteren Typs des Objektreflektors dar;

[0087] **Fig.** 7(A), **Fig.** 7(B), **Fig.** 7(C) und **Fig.** 7(D) stellen jeweils eine Zeichnung zur Erläuterung der Operation der Ausführungsform dar;

[0088] **Fig.** 8 ist ein Blockdiagramm, das ein optisches System und ein Steuersystem einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0089] **Fig.** 9 ist ein Stromlaufplan eines Beispiels einer Reflexionslicht-Erfassungsschaltung der zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0090] **Fig.** 10 ist eine perspektivische Ansicht eines Objektreflektors, der in der zweiten Ausführungsform verwendet wird;

[0091] **Fig.** 11 stellt eine Zeichnung zur Erläuterung von Operationen der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung dar;

[0092] **Fig.** 12(A) und **Fig.** 12(B) stellen eine Beziehung von Ausgangssignalen des Objektreflektors, des Laserstrahlenbündels und der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung dar;

[0093] **Fig.** 13 ist eine perspektivische Ansicht eines Laserüberwachungsinstruments, das mit einem manuellen Justiermechanismus zum manuellen Justieren der Richtung der Laserstrahlungseinheit versehen ist;

[0094] **Fig.** 14 ist eine Teilwegschnitt-Vorderansicht des Laserüberwachungsinstruments;

[0095] **Fig.** 15 ist eine Draufsicht eines wesentlichen Teils des manuellen Justiermechanismus;

[0096] **Fig.** 16 ist eine Querschnittsansicht eines weiteren Beispiels der an der Laserstrahlungseinheit vorgesehenen Objektreflektor-Erfassungseinheit;

[0097] **Fig.** 17 ist eine Draufsicht eines wesentlichen Abschnitts der Objektreflektor-Erfassungseinheit;

[0098] **Fig.** 18 ist eine Querschnittsansicht eines nochmals weiteren Beispiels der an der Laserstrahlungseinheit vorgesehenen Objektreflektor-Erfassungseinheit;

[0099] **Fig.** 19 ist eine Draufsicht eines wesentlichen Abschnitts der Objektreflektor-Erfassungseinheit;

[0100] **Fig.** 20 ist eine Querschnittsansicht eines nochmals weiteren Beispiels der an der Laserstrahlungseinheit vorgesehenen Objektreflektor-Erfassungseinheit;

[0101] **Fig.** 21 ist eine Draufsicht eines wesentlichen Abschnitts der Objektreflektor-Erfassungseinheit;

[0102] **Fig.** 22(A) und **Fig.** 22(B) stellen jeweils ein Beispiel des Objektreflektors dar;

[0103] **Fig.** 23(A) und **Fig.** 23(B) stellen jeweils ein Beispiel eines weiteren Typs des Objektreflektors dar;

[0104] **Fig.** 24 ist eine Teilquerschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

[0105] **Fig.** 25 ist eine Querschnittsansicht eines herkömmlichen Instruments;

[0106] **Fig.** 26 ist ein Pfeildiagramm längs der Linie A-A aus **Fig.** 25;

[0107] **Fig.** 27 ist ein Pfeildiagramm längs der Linie B-B aus **Fig.** 25;

[0108] **Fig.** 28 ist ein Pfeildiagramm längs der Linie C-C aus **Fig.** 25;

[0109] **Fig.** 29 ist eine Zeichnung zur Erläuterung einer Operation des herkömmlichen Instruments;

[0110] **Fig.** 30 ist ein Blockschaltplan eines Steuersystems des herkömmlichen Instruments;

[0111] **Fig.** 31 ist ein Diagramm, das einen Zustand der Pegeleinstellung zeigt; und

[0112] **Fig.** 32 ist eine Veranschaulichung eines Beispiels einer Steuereinheit.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0113] Im Folgenden wird anhand der beigefügten Zeichnung eine Beschreibung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gegeben.

[0114] In der vorliegenden Erfindung ist in einer zu neigenden Richtung ein Objekt (ein Objektreflektor **168**) montiert. Eine Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** strahlt ein Erfassungslaserstrahlenbündel **170** zu dem Objektreflektor **168** aus, wobei das von dem Objektreflektor **168** reflektierte Erfassungslaserstrahlenbündel **170** von der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** selbst erkannt wird. Die Neigungsrichtung der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** in Bezug auf den Objektreflektor **168**, genauer die Neigungsrichtung eines eingebauten Neigungseinstellmechanismus, wird korrigiert.

[0115] Die Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** umfasst eine Laserstrahlungseinheit **4**, eine Objektreflektor-Erfassungseinheit **3**, die an dem oberen Abschnitt der Laserstrahlungseinheit **4** angebracht ist, und eine Hauptkörper-Dreheinrichtung **151**, die an dem unteren Abschnitt der Laserstrahlungseinheit **4** angebracht ist. Die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** strahlt zu dem Objektreflektor **168** das Laserstrahlenbündel **170** aus, um den Objektreflektor **168** zu erfassen, und die Laserstrahlungseinheit **4** strahlt ein Referenzlaserstrahlenbündel **77** aus (siehe **Fig.** 25), um eine Referenzlinie oder eine Referenzebene zu bilden. Das von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** ausgestrahlte Erfassungslaserstrahlenbündel **170** ist in der gleichen Richtung wie die Neigungsrichtung des Neigungseinstellmechanismus der Laserstrahlungseinheit **4** gerichtet. Die Laserstrahlungseinheit **4** ist die gleiche wie die, die in **Fig.** 25 gezeigt ist, wobei hier keine ausführliche Beschreibung gegeben wird.

[0116] Die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** ist auf einer (nicht gezeigten) Dreibeinbasis angebracht, und die Laserstrahlungseinheit **4** ist über der Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** an der Basis angebracht. Die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** ist an einer Dreibein-Anbringungsschraube **152** befestigt, die mittels einer Befestigungsschraube **159** an der unteren Oberfläche eines Batteriekastens **45** vorgesehen ist.

[0117] Ein Drehrahmen **154** ist über die Lager **155** drehbar an einem hohlen Befestigungsrahmen **156** angebracht. In der Mitte des Drehrahmens **154** ist eine hohle Welle **153** angebracht, die nach unten vorsteht und den Befestigungsrahmen **156** drehbar durchdringt. An der Welle **153** ist ein Drehzahnrad **157** befestigt. Ferner ist an der Welle **153** ein Musterring **158a** eines Codierers **158** befestigt, wobei an der Seite des Befestigungsrahmens **156** eine Erfassungseinheit **158b** des Codierers **158** angebracht ist.

[0118] An der unteren Oberfläche des Befestigungsrahmens **156** ist ein Drehmotor **160** vorgesehen, wobei mit dem Drehzahnrad **157** ein Antriebszahnrad **161** in Eingriff ist, das an der Antriebswelle des Drehmotors **160** angebracht ist. Der Codierer **158**, der den Musterring **158a** und die Erfassungseinheit **158b** umfasst, ist zwischen dem Drehrahmen **154** und dem Befestigungsrahmen **156** angeordnet, wobei durch den Codierer **158** ein relativer Drehwinkel zwischen dem Drehrahmen **154** und dem Befestigungsrahmen **156** erfasst wird, wobei der erfasste Drehwinkel in eine Drehsteuereinheit **169** eingegeben wird, die an dem Befestigungsrahmen **156** vorgesehen ist. Der Drehmotor **160** wird durch die Drehsteuereinheit **169** angetrieben, die außerdem die Drehung steuert.

[0119] In die Dreibein-Anbringungsschraube **152** ist die Befestigungsschraube **159** geschraubt, die die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** von unten durchdringt, wodurch die Laserstrahlungseinheit **4** und die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** miteinander verbunden sind. An der Befestigungsschraube **159** ist von unten ein Schraubloch zum Anbringen des Dreibeins ausgebildet, wodurch das (nicht gezeigte) Dreibein über das Schraubloch befestigt ist. Die Laserstrahlungseinheit **4** wird durch den Drehmotor **160** um die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** gedreht, wobei durch den Codierer **158** der Drehwinkel erfasst wird.

[0120] Nachfolgend wird anhand von **Fig.** 3 und **Fig.** 4 eine Beschreibung der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** gegeben. Die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** ist versehen mit einer Lichtaussendeeinrichtung **162**, einer Dreheinrichtung **163**, einer Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164**, einer Abtaststeuereinheit **165**, einer Lichtaussendeelement-Antriebseinheit **166** und einer Ausrichtanzeigeeinheit **167**.

[0121] Zunächst wird die Lichtaussendeeinrichtung **162** beschrieben. Zunächst sind auf der optischen Achse einer Laserdiode **101** eine Kollimatorlinse **102** und ein perforierter Spiegel **103** in dieser Reihenfolge von der Laserdiode **101** aus gesehen angeordnet, wobei das von der Laserdiode **101** ausgesendete Laserstrahlenbündel durch die Kollimatorlinse **102** zu einem parallelen Strahlenbündel gemacht wird und, nachdem es über den perforierten Spiegel **103** geleitet worden ist, zu der Dreheinrichtung **163** ausgestrahlt wird. Die Laserdiode **101** strahlt durch die Lichtaussendeelement-Antriebseinheit **166** ein Lichtstrahlenbündel aus. Das Lichtstrahlenbündel wird

durch die Lichtaussendelement-Antriebseinheit **166** in der Weise moduliert, dass das von der Laserdiode **101** ausgesendete Laserstrahlenbündel von anderem, externem Licht unterschieden werden kann.

[0122] Die Dreheinrichtung **163** strahlt in einer horizontalen Richtung das von der Lichtaussendeeinrichtung **162** ausgesendete Erfassungslaserstrahlenbündel **170** aus und tastet es ab. Um die optische Achse der Lichtaussendeeinrichtung **162** ist ein Spiegel **175** drehbar abgestützt, der die optische Achse des Laserstrahlenbündels von der Lichtaussendeeinrichtung **162** um 90° ablenkt und der über ein Zahnrad **177** und ein Abtastzahnrad **178** durch einen Abtastmotor **176** gedreht wird. Ein Codierer **105** ist in der Weise vorgesehen, dass er einteilig mit dem Spiegel **175** gedreht wird.

[0123] Der Codierer **105** umfasst eine Dreheinrichtung **109** und einen Detektor **107**, wobei er ein inkrementeller Codierer ist, der mit einem Zeiger zur Angabe der Referenzposition versehen ist. Durch Zählen eines Ausgangssignals von der durch den Zeiger angegebenen Referenzposition kann ein Winkel von der Referenzposition erfasst werden. Wenn der Zeiger zur Angabe der Referenzposition erfasst wird, stimmt die Ausstrahlungsrichtung des Laserstrahlenbündels mit der Neigungsrichtung des Neigungseinstellmechanismus überein oder stimmt die Ausstrahlungsrichtung mit der vorgegebenen Positionsbeziehung überein. Die vorgegebene Positionsbeziehung ist beispielsweise eine Richtung von 90° oder eine Richtung von 180°. Etwa unter dem gleichen Winkel um die Neigungsrichtung wird eine reziproke Abtastung ausgeführt.

[0124] Die Konstruktion ist so beschaffen, dass der Objektreflektor **168** das Laserstrahlenbündel zu der Dreheinrichtung **163** reflektiert, wenn das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** von der Dreheinrichtung **163** ausgestrahlt wird. Der Objektreflektor **168** ist beispielsweise so, wie in **Fig.** 5(A) oder **Fig.** 6(A) gezeigt ist. In dem in **Fig.** 5(A) gezeigten Objektreflektor **168** ist auf einer Grundplatte **121** eine Reflexionsschicht **122** ausgebildet, wobei das Lichtstrahlenbündel von der Dreheinrichtung **163** reflektiert wird, so dass das Licht wieder in die Dreheinrichtung **163** eintritt. Die Reflexionsschicht **122** ist eine Rückstrahlerfläche, die Perlen, sehr kleine Prismen usw. umfasst. In dem in **Fig.** 6(A) gezeigten Objektreflektor **168** sind die Reflexionsschichten **122** an den beiden Längsrändern einer Grundplatte **121** angeordnet. Damit das Reflexionslicht von dem Objektreflektor **168** leicht von dem Reflexionslicht von einem anderen unnötigen Reflektor unterschieden werden kann, sind zwei Reflexionsschichten vorgesehen.

[0125] Wenn der in **Fig.** 5(A) gezeigte Objektreflektor **168** von dem Erfassungslaserstrahlenbündel **170** abgetastet wird, wird das reflektierte Laserstrahlenbündel von dem Objektreflektor **168** in eine wie in **Fig.** 5(B) gezeigte Impulsform mit der gleichen Breite wie der Objektreflektor **168** überführt. Wenn der wie in **Fig.** 6(A) gezeigte Objektreflektor **168** von dem Erfassungslaserstrahlenbündel **170** abgetastet wird, wird das reflektierte Laserstrahlenbündel von dem Objektreflektor **168** in eine Zwei-Impuls-Form überführt, wie sie in **Fig.** 6(B) gezeigt ist, bei der im Vergleich zu der in **Fig.** 5(B) gezeigten der Mittelabschnitt fehlt.

[0126] Das Reflexionslaserstrahlenbündel von dem Objektreflektor **168** trifft auf den Spiegel **175** auf und wird daraufhin zu dem perforierten Spiegel **103** abgelenkt. Der perforierte Spiegel **103** lenkt das Reflexionslaserstrahlenbündel zu der Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** ab.

[0127] Nachfolgend wird eine Beschreibung der Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** gegeben.

[0128] Auf einer optischen Achse des Reflexionslichts des perforierten Spiegels **103** sind eine Kondensorlinse **110** und ein erster Photodetektor **114**, der Komponenten wie etwa eine Photodiode umfasst, in dieser Reihenfolge von dem perforierten Spiegel **103** aus gesehen angeordnet, so dass der erste Photodetektor **114** das Reflexionslaserstrahlenbündel von dem Objektreflektor **168** empfängt, wobei das Ausgangssignal von dem ersten Photodetektor **114** in eine Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** eingegeben wird. Die Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** ist mit einem (nicht gezeigten) elektrischen Filter ausgestattet, das ein Photodetektionssignal von dem Laserstrahlenbündel erfasst. Aus den von dem Photodetektor **114** kommenden Photodetektionssignalen wird ein moduliertes Laserstrahlenbündel entnommen, erfasst und von anderem externen Licht unterschieden. Ferner wird das Signal von der Signalverarbeitung wie etwa einer zu beschreibenden Verstärkung verarbeitet und an die Ausrichtungsanzeigeeinheit **167** ausgegeben.

[0129] Die Ausrichtungsanzeigeeinheit **167** umfasst eine Positionsidentifizierungseinrichtung **117** und eine Anzeigeeinheit **118**. In die Positionsidentifizierungseinrichtung **117** wird ein Signal, das einen Photodetektionszustand des ersten Photodetektors **114** von der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** zeigt, und außerdem ein Winkelsignal von dem Codierer **105** eingegeben, um eine Drehposition des Spiegels **175** an der Dreheinrichtung **163** zu erfassen. Das Winkelsignal von dem Codierer **105** ist ein Winkelsignal des Codierers **105**, das an den Photodetektionszustand angepasst ist, wenn das Reflexionslaserstrahlenbündel von dem Objektreflektor **168** empfangen wird. Somit kann dadurch, dass das Signal des Codierers **105** und das Winkelsignal von der Referenzposition empfangen wird, zum Zeitpunkt des Steigens und Fallens des Signals (siehe

Fig. 5(B)), das durch Empfangen des Reflexionslaserstrahlenbündels von dem in **Fig.** 5 gezeigten Objektreflektor **168** erhalten wird, die gewichtete Position des Objektreflektors **168**, d. h. die Mittelposition des Objektreflektors **168**, leicht erhalten werden.

[0130] Außerdem kann für den in **Fig.** 6 gezeigten Objektreflektor **168** dadurch, dass das Signal des Codierers **105** und das Winkelsignal von der Referenzposition erhalten wird, zum Zeitpunkt des Steigens und Fallens des Signals (siehe **Fig.** 6(B)), das durch Empfangen des Reflexionslaserstrahlenbündels erhalten wird, die gewichtete Position des Objektreflektors **168**, d. h. die Mittelposition des Objektreflektors **168**, erhalten werden.

[0131] Die Positionsidentifizierungseinrichtung **117** berechnet aus dem Photodetektionssignal der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** und aus dem Winkelsignal von dem Codierer **105** die gewichtete Position des Photosignals, d. h. die Mittelposition des Objektreflektors **168**, wobei das Ergebnis der Berechnung in die Anzeigeeinheit **118** und in die Drehsteuereinheit **169** eingegeben wird. Falls die Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** abweicht, gibt die Anzeigeeinheit **118** durch die Richtungspfeile **118a** oder **118c** die zu korrigierende Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** an. Falls die Laserstrahlungseinheit **4** dem Objektreflektor **168** richtig zugewandt ist, wird es durch den Anzeigesektor **118b** in der Mitte mitgeteilt.

[0132] Anhand von **Fig.** 7 wird nun eine Beschreibung der Einstellung der Neigungsrichtung und der Bildung der Neigungsreferenzebene gegeben.

[0133] Der Objektreflektor **168** wird in einer Messschräge montiert und die Richtung der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** unter Verwendung des Kollimators **75** etwa auf den Objektreflektor **168** ausgerichtet (**Fig.** 7(A)). Von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** wird das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** ausgestrahlt und der Spiegel **175** durch den Abtastmotor **176** in einem gegebenen Winkelbereich reziprok gedreht, um das Ausstrahlungslaserstrahlenbündel zur reziproken Abtastung auszustrahlen. Die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** wird angetrieben und die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** über die Laserstrahlungseinheit **4** gedreht. Genauer wird das von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** ausgestrahlte Erfassungslaserstrahlenbündel **170** zur reziproken Abtastung des Gesamtumfangs ausgestrahlt, um den Objektreflektor **168** zu erfassen.

[0134] Wenn das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** über den Objektreflektor **168** geleitet wird und das Reflexionslicht von dem Objektreflektor **168** von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** erfasst wird, wird auf der Anzeigeeinheit **118** unter Verwendung der erfassten Position als Referenz eine Positionsbeziehung zu der Ausstrahlungsrichtung des Erfassungslaserstrahlenbündels **170** angezeigt. Genauer schaltet die Anzeigeeinheit **118** den Pfeil **118a** ein, um die Richtung zu korrigieren (**Fig.** 7(B)), falls die Ausstrahlungsrichtung der Referenzrichtung abweicht. Falls die Ausstrahlungsrichtung mit der Referenzrichtung übereinstimmt, wird der Anzeigesektor **118b** eingeschaltet (**Fig.** 7(C)).

[0135] Um einen Fehler in der Neigungsrichtung der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** zu korrigieren, gibt es einen Fall, in dem der Codierer **105** in der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** vorgesehen ist und in dem der Codierer **158** an der Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** vorgesehen ist, während es außerdem einen Fall gibt, in dem der Codierer **158** nicht an der Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** vorgesehen ist. Zunächst wird eine Beschreibung des Falls gegeben, in dem der Codierer **158** vorgesehen ist. Wenn die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** ein Laserstrahlenbündel zur reziproken Abtastung ausstrahlt und den Objektreflektor **168** erfasst, wird aus dem Ausgangssignal des Codierers **105** der Fehler gegenüber der Neigungsrichtung der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** berechnet und an die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** ausgegeben. Die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** wird anhand des Ausgangssignals von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** in eine Richtung gedreht, in der der Fehler korrigiert wird. Der Betrag der Drehung wird von dem Codierer **158** berechnet.

[0136] Nachfolgend wird eine Beschreibung der Korrektur des Fehlers gegeben, falls der Codierer **158** an der Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** nicht vorgesehen ist. Wenn die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** ein Laserstrahlenbündel zur reziproken Abtastung des Objektreflektors **168** ausstrahlt, wird von dem Objektreflektor **168** ein steigendes oder ein fallendes Erfassungssignal erhalten. Falls der Zeiger in der Mitte der Position des Erfassungssignals an dem Codierer **105** positioniert ist, ist es die Neigungsrichtung der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1**. Daraufhin sollte die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** in der Weise gedreht werden, dass das Zeigersignal auf die Mitte des Erfassungssignals ausgerichtet ist. Allerdings muss durch Wiederholen der Erfassung und Drehung eine Rückkopplungsoperation ausgeführt werden.

[0137] Wenn die Ausstrahlungsrichtung des Erfassungslaserstrahlenbündels **170** mit der Referenzrichtung übereinstimmt, wird durch den Neigungseinstellmechanismus der Laserausstrahlungseinheit **4** ein Neigungswinkel des Laserstrahls in der Referenzrichtung eingestellt. Wenn die Einstellung des Neigungswinkels abgeschlossen ist, wird der Abtastmotor **15** (siehe **Fig.** 25 und 29) an der Laserstrahlungseinheit **4** angetrieben, das Referenzlaserstrahlenbündel für eine Rundumtastung ausgestrahlt und

eine Neigungsreferenzebene gebildet (**Fig.** 7(D)). Es ist beschrieben worden, dass die Neigungsreferenzebene nach dem Einstellen der Neigungsrichtung gebildet wird, obgleich die Referenzebene zuerst eingestellt werden kann. Selbst wenn nach dem Einstellen der Neigungsrichtung eine Abweichung der Referenzebene auftritt, kann sie leicht korrigiert werden. Falls die Richtungen etwa ausgerichtet sind, ist der Betrag der Korrektur klein.

[0138] Anhand von **Fig.** 8 wird nachfolgend eine Beschreibung einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gegeben. In dem Objektreflektor **168** der zweiten Ausführungsform ist die Reflexionsschicht **122** wie in **Fig.** 10 gezeigt auf der Grundplatte **121** ausgebildet. In der linken Hälfte der Reflexionsschicht **122** in der Figur ist ein /4-Doppelbrechungsglied **123** angebracht. Beispielsweise dient der frei liegende Abschnitt der Reflexionsschicht **122** als ein Polarisationserhaltungs-Reflexionssektor, der das Lichtstrahlenbündel reflektiert, währenddessen er die Polarisationsrichtung des einfallenden Strahlenbündels aufrecht erhält, während das /4-Doppelbrechungsglied **123** als ein Polarisationsumsetzungs-Reflexionssektor dient, der das Lichtstrahlenbündel durch Umsetzen der Polarisationsrichtung in Bezug auf das einfallende Strahlenbündel in der Weise reflektiert, dass sich die Polarisationsrichtung zwischen den aus diesen zwei Sektoren kommenden Laserstrahlenbündeln unterscheidet.

[0139] Die Reflexionsschicht **122** ist aus einem Reflexmaterial hergestellt und auf ihr sind eine Vielzahl sehr kleiner Eckwürfel oder kugelförmiger Reflektoren angeordnet. Das /4-Doppelbrechungsglied **123** besitzt eine Wirkung, dass das polarisierte Reflexionsstrahlenbündel eine Phasendifferenz von /4 in Bezug auf das einfallende Strahlenbündel besitzt.

[0140] Nachfolgend wird eine Beschreibung der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** in der zweiten Ausführungsform gegeben.

[0141] Auf der optischen Achse einer Laserdiode **101**, die ein linear polarisiertes Laserstrahlenbündel aussendet, sind eine Kollimatorlinse **102**, ein erstes /4-Doppelbrechungsglied **104** und ein perforierter Spiegel **103** in dieser Reihenfolge von der Laserdiode **101** aus gesehen angeordnet. Das von der Laserdiode **101** ausgesendete linear polarisierte Laserstrahlenbündel wird durch die Kollimatorlinse **102** in parallele Strahlenbündel überführt und durch das erste /4-Doppelbrechungsglied **104** in zirkular polarisiertes Licht umgesetzt. Das zirkular polarisierte Laserstrahlenbündel wird über den perforierten Spiegel **103** geleitet und zu der Dreheinrichtung **163** ausgestrahlt. Die Dreheinrichtung **163** strahlt das von der Lichtaussendeeinrichtung **162** kommende Laserstrahlenbündel zur Abtastung zu der Referenzebene aus.

[0142] Das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel von dem Objektreflektor **168** wird in der Dreheinrichtung **163** ausgestrahlt. Beim Auftreffen auf den Spiegel **175** wird das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel zu dem perforierten Spiegel **103** abgelenkt, der das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel zu der Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** ausstrahlt.

[0143] Nachfolgend wird die Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** beschrieben.

[0144] Auf der optischen Achse des Reflexionslichts des perforierten Spiegels **103** sind eine Kondensorlinse **110**, ein zweites /4-Doppelbrechungsglied **111**, eine Lochblende **112**, ein Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteiler **113** und ein erster Photodetektor **114**, der Komponenten wie eine Photodiode umfasst, in dieser Reihenfolge von dem perforierten Spiegel **103** aus gesehen angeordnet. Auf der optischen Achse des Reflexionslichts des Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteilers **113** ist ein zweiter Photodetektor **115** angeordnet, der Komponenten wie etwa eine Photodiode umfasst. Die Ausgangssignale von dem ersten Photodetektor **114** und von dem zweiten Photodetektor **115** werden in die Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** eingegeben.

[0145] Der Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteiler **113** teilt das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel, das in die Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** eintritt, und strahlt es zu dem ersten Photodetektor **114** und zu dem zweiten Photodetektor **115** aus. Das zweite /4-Doppelbrechungsglied **111** und der Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteiler **113** sind in der Weise angeordnet, dass das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel so, wie es von der Lichtaussendeeinrichtung **162** ausgesendet worden ist und, nachdem es zweimal über das /4-Doppelbrechungsglied **123** geleitet worden ist, zu der Haupteinheit zurückgekehrt ist, in den ersten Photodetektor **114** eintritt, während das Laserstrahlenbündel, das von der Reflexionsschicht **122** kommt und eine andere Polarisationsrichtung als das polarisierte Referenzlaserstrahlenbündel besitzt, in den zweiten Photodetektor **115** eintritt.

[0146] Anhand von **Fig.** 9 wird nun eine Beschreibung eines Beispiels der Erfassungsschaltung **116** für polarisiertes Reflexionslicht gegeben.

[0147] Die Ausgangssignale des ersten Photodetektors **144** und des zweiten Photodetektors **115** werden über die Verstärker **131** und **135** in einen Differenzverstärker **132** eingegeben, dessen Ausgangssignal über einen Synchron-Detektor **133** in einen Differenzverstärker **134** eingegeben wird. Die Ausgangssignale des ersten Photodetektors **114** und des zweiten Photodetektors **115** werden über die Verstärker **131** und **135** in einen Additionsverstärker **136** ein-

gegeben, dessen Ausgangssignal über einen Synchron-Detektor **138** in einen Differenzverstärker **139** eingegeben wird. Die Ausgangssignale der Differenzverstärker **139** und **134** werden in eine Abtaststeuereinrichtung **165**, in eine Lichtemitterelement-Ansteuereinrichtung **166** und in eine Ausrichtungsanzeigeeinheit **167** eingegeben. Die Lichtemitterelement-Ansteuereinrichtung **166** führt anhand eines Taktsignals von der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** eine Pulsmodulation an dem von der Laserdiode **101** ausgesendeten polarisierten Laserstrahlenbündel aus.

[0148] Das polarisierte Laserstrahlenbündel, das von der durch die Lichtemitterelement-Ansteuereinrichtung **166** angesteuerten Laserdiode ausgesendet wird, wird anhand des Taktsignals von einer Oszillatorschaltung **140** moduliert. Das von der Laserdiode **101** ausgesendete linear polarisierte Laserstrahlenbündel wird durch die Kollimatorlinse **102** in parallele Strahlenbündel überführt und, nachdem es über das erste /4-Doppelbrechungsglied **104** geleitet worden ist, in ein zirkular polarisiertes Laserstrahlenbündel überführt. Das zirkular polarisierte Laserstrahlenbündel wird über den perforierten Spiegel **103** geleitet und von dem Spiegel **175** zu der Referenzebene abgelenkt.

[0149] Der Spiegel **175** wird durch den Abtastmotor **176** über das Zahnrad **177** und über das Abtastzahnrad **178** in einem gegebenen Winkelbereich reziprok abgetastet. Das von dem Spiegel **175** ausgestrahlte polarisierte Laserstrahlenbündel tastet reziprok ab und führt durch die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** eine Rundumabtastung aus.

[0150] Durch die Drehabtastung wird das polarisierte Laserstrahlenbündel über den Objektreflektor **168** geleitet. Wenn das polarisierte Laserstrahlenbündel über den Objektreflektor **168** geleitet wird, wird es an ihm reflektiert, wobei das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel auf den Spiegel **175** auftrifft.

[0151] Wie oben beschrieben wurde, ist lediglich eine Hälfte des Objektreflektors **168** die Reflexionsschicht **122**, während an der anderen Hälfte das /4-Doppelbrechungsglied **123** angebracht ist. Somit ist das an dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** reflektierte polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel zirkular polarisiertes Licht, das den Polarisationszustand des auftreffenden polarisierten Laserstrahlenbündels aufrechterhält. Das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel, das über das /4-Doppelbrechungsglied **123** geleitet wird, an der Reflexionsschicht **122** reflektiert wird und weiter über das /4-Doppelbrechungsglied **123** geleitet wird, ist zirkular polarisiertes Licht, dessen Phase um /2 von dem Polarisationszustand des auftreffenden polarisierten Laserstrahlenbündels abweicht. Somit unterscheidet sich die Polarisationsrichtung gemäß der Reflexionsoberfläche.

[0152] Das an dem Objektreflektor **168** reflektierte polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel wird durch den Spiegel **175** um 90° abgelenkt und trifft auf den perforierten Spiegel **103** auf. Der perforierte Spiegel **103** reflektiert das Reflexionslaserstrahlenbündel zu der Kondensorlinse **110**. Das Reflexionslaserstrahlenbündel wird durch die Kondensorlinse **110** in konvergentes Licht überführt und tritt in das zweite /4-Doppelbrechungsglied **111** ein. Das Reflexionslaserstrahlenbündel, das als zirkular polarisiertes Licht zurückkehrt, wird durch das zweite /4-Doppelbrechungsglied **111** in linear polarisiertes Licht umgesetzt und tritt in die Lochblende **112** ein. Wie oben beschrieben wurde, weicht die Phase zwischen dem durch den frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **112** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündel und dem durch das /4-Doppelbrechungsglied **123** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündel um /2 ab. Somit unterscheidet sich die Polarisationsebene zwischen den zwei Reflexionslaserstrahlenbündeln, die durch das zweite /4-Doppelbrechungsglied **111** in linear polarisiertes Licht umgesetzt worden sind, um 90°.

[0153] Die Lochblende **112** bewirkt, dass das Reflexionslaserstrahlenbündel, dessen optische Achse von dem polarisierten Laserstrahlenbündel, das von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** ausgestrahlt wird, abweicht und ihm nicht richtig zugewandt ist, nicht in den ersten Photodetektor **114** und in den zweiten Photodetektor **115** eintreten kann. Das Reflexionslaserstrahlenbündel, das über die Lochblende **112** geleitet wird, tritt in den Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteiler **113** ein.

[0154] Der Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteiler **113** bewirkt, dass das polarisierte Laserstrahlenbündel mit der gleichen Polarisationsrichtung wie das von der Lichtaussendeeinrichtung **162** ausgesendete polarisierte Laserstrahlenbündel durchgelassen wird, während das polarisierte Laserstrahlenbündel mit einer Polarisationsrichtung, die sich von der des von der Lichtaussendeeinrichtung **162** ausgesendeten Polarisationslaserstrahlenbündels um 90° unterscheidet, reflektiert wird. Nachdem das Reflexionslaserstrahlenbündel durch den Polarisationsstrahlenbündel-Strahlteiler **113** durchgelassen worden ist, wird das Reflexionslaserstrahlenbündel in zwei polarisierte Lichtkomponenten geteilt, die einander senkrecht kreuzen, wobei der erste Photodetektor **114** und der zweite Photodetektor **115** jeweils die auf diese Weise geteilten Reflexionslaserlichtstrahlenbündel empfangen.

[0155] Wenn in dem Photodetektionszustand des ersten Photodetektors **114** und des zweiten Photodetektors **115** das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel zweimal über das /4-Doppelbrechungsglied

außerhalb der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** geleitet wird, d. h. das an dem /4-Doppelbrechungsglied **123** des Objektreflektors **168** reflektierte polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel in die Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** eintritt, ist die Menge des Lichts, das in den ersten Photodetektor **114** eintritt, wegen der Beziehung zwischen dem zweiten /4-Doppelbrechungsglied **111** und dem Strahlteiler **113** für die polarisierten Strahlenbündel größer als die Menge des Lichts, das in den zweiten Photodetektor **115** eintritt. Wenn das polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel nicht über das /4-Doppelbrechungsglied geleitet wird, d. h., wenn das an dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** des Objektreflektors **168** reflektierte polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel eintritt, ist die Menge des Lichts, das in den zweiten Photodetektor **115** eintritt, größer als die Menge des Lichts, das in den ersten Photodetektor **114** eintritt.

[0156] Dadurch, dass die Differenz der auftreffenden Lichtmenge des auf den ersten Photodetektor **114** auftreffenden polarisierten Reflexionslaserstrahlenbündels gegenüber der des auf den zweiten Photodetektor **115** auftreffenden Strahlenbündels ermittelt wird, kann identifiziert werden, ob das auftreffende polarisierte Reflexionslaserstrahlenbündel an dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** des Objektreflektors **168** reflektiert worden ist oder ob es an dem /4-Doppelbrechungsglied **123** reflektiert worden ist. Das heißt, es kann die Grenze zwischen dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** und dem /4-Doppelbrechungsglied **123**, d. h. die Mitte des Objektreflektors **168**, erfasst werden.

[0157] Im Folgenden wird eine ausführlichere Beschreibung gegeben.

[0158] Falls das Reflexionslaserstrahlenbündel zweimal über das /4-Doppelbrechungsglied **123** geleitet wird, ist die Menge des Lichts, das in den ersten Photodetektor **114** der Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** eintritt, größer als die Menge des Lichts, das in den zweiten Photodetektor **115** eintritt. Die Signale sind in "a" und "b" aus **Fig.** 11 gezeigt. Die Signale von dem ersten Photodetektor **114** und von dem zweiten Photodetektor **115** werden durch die Verstärker **131** und **135** verstärkt, und durch den Differenzverstärker **132** wird eine Differenz gebildet. Das Signal ist in

[0159] **Fig.** 11, "c", gegeben. Wenn durch den Takt **1** von der Oszillatorschaltung **140** eine synchrone Erfassung des Ausgangssignals des Differenzverstärkers **132** ausgeführt wird, wird eine positive Spannung (die in **Fig.** 11 durch "d" gezeigt ist) für eine Vorspannung erhalten. Wenn durch den Takt **2** eine synchrone Erfassung ausgeführt wird, wird eine negative Spannung (die in **Fig.** 11 durch "e" gezeigt ist) für eine Vorspannung erhalten. Dadurch, dass die Differenz zwischen den durch die synchrone Erfassung erhaltenen Spannungswerten genommen wird ("d" – "e"), ist das Ausgangssignal des Differenzverstärkers **134** eine positive Spannung (die in **Fig.** 11 durch "f" gezeigt ist) für eine Vorspannung.

[0160] Falls das Reflexionslaserstrahlenbündel nicht über das /4-Doppelbrechungsglied **123** geleitet wird, ist die Menge des in den zweiten Photodetektor **115** des Reflexionslichtdetektors **164** eintretenden Lichts größer als die Menge des Lichts, das in den ersten Photodetektor **114** eintritt. Das Signal ist in "h" und "i" aus **Fig.** 11 gezeigt. Die Signale von dem ersten Photodetektor **114** und von dem zweiten Photodetektor **115** werden durch die Verstärker **131** und **135** verstärkt, und durch den Differenzverstärker **132** wird eine Differenz gebildet. Das Signal ist in "j" aus **Fig.** 11 gezeigt. Wenn durch den Takt **1** von der Oszillatorschaltung **140** eine synchrone Erfassung des Ausgangssignals des Differenzverstärkers **132** ausgeführt wird, wird eine negative Spannung (die in **Fig.** 11 durch "k" gezeigt ist) für eine Vorspannung erhalten. Wenn durch den Takt **2** eine synchrone Erfassung ausgeführt wird, wird eine positive Spannung (die in **Fig.** 11 durch "l" gezeigt ist) für eine Vorspannung erhalten. Dadurch, dass die Differenz zwischen den durch die synchrone Erfassung erhaltenen Spannungswerten genommen wird ("k" – "l"), ist das Ausgangssignal des Differenzverstärkers **134** eine negative Spannung (die in **Fig.** 11 durch "m" gezeigt ist) für eine Vorspannung.

[0161] Falls der in **Fig.** 10 oder 12(A) gezeigte Objektreflektor **168** durch das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** abgetastet wird, besitzt das Ausgangssignal des Differenzverstärkers **134** der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** eine wie in **Fig.** 12(B) gezeigte Signalform. Wenn am Ausgang des Differenzverstärkers **134** ein positives Signal erscheint und wenn das Fallen eines negativen Signals innerhalb eines gegebenen Zeitintervalls gegenüber dem Fallen des positiven Signals stattfindet, identifiziert die Positionsidentifizierungseinrichtung **117**, dass es der Objektreflektor **168** ist, während die Grenzposition (der Signalwert ist 0) als die Mitte des Objektreflektors **168** beurteilt wird, wenn ein Fallen des Signals stattfindet.

[0162] Es braucht nicht erwähnt zu werden, dass das Vorzeichen (+ oder –) des Ausgangssignals des Differenzverstärkers **134** der Reflexionslicht-Erfassungsschaltung **116** umgekehrt ist, falls die Drehrichtung des polarisierten Laserstrahlenbündels im Fall der Verwendung des Objektreflektors **168** umgekehrt ist.

[0163] Die Korrektur der Richtung der Laserstrahlungseinheit **4**, nachdem die Mitte des Objektreflektors **168** erhalten worden ist, ist die gleiche wie in der

bereits beschriebenen Ausführungsform, wobei hier keine ausführliche Beschreibung gegeben wird.

[0164] Anhand von **Fig.** 13 bis **Fig.** 15 wird nachfolgend eine Beschreibung der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** gegeben, die mit einer manuellen Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** versehen ist, die die Laserstrahlungseinheit **4** manuell dreht und die Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** manuell justiert.

[0165] An einem hohlen Befestigungsrahmen **156** ist über ein Lager **155** ein Drehrahmen **154** drehbar angebracht. In der Mitte des Drehrahmens **154** ist eine hohle Welle **153** angebracht, die nach unten vorsteht und den Befestigungsrahmen **156** drehbar durchdringt. An der Welle **153** ist ein Befestigungsring **145** drehbar angebracht, wobei ein Schneckenrad **147** an der unteren Oberfläche des Befestigungsrings **145** mit einer Wellenscheibe **146** dazwischen in Eingriff ist. Es ist eine Feinjustierungsstange **142** vorgesehen, der den Befestigungsrahmen **156** drehbar durchdringt und an dessen Spitze ein Schneckengetriebe **143** mit dem Schneckenrad **147** in Eingriff ist. In den Befestigungsring **145** ist eine Befestigungsschraube **148** geschraubt, die den Befestigungsrahmen **156** drehbar durchdringt, so dass die Spitze der Befestigungsschraube **148** mit der Welle **153** in Kontakt gebracht werden kann. An dem vorstehenden äußeren Ende der Feinjustierungsstange **142** ist ein Drehknopf **199** vorgesehen, während an dem vorstehenden äußeren Ende der Befestigungsschraube **148** ein Befestigungsknopf **200** vorgesehen ist.

[0166] Es wird nun eine Beschreibung der Justierung der Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** gegeben.

[0167] Zur Grobjustierung wird der Befestigungsknopf **200** gedreht, um die Befestigungsschraube **148** zu lösen, und die Laserstrahlungseinheit **4** manuell in eine gewünschte Richtung gedreht. Zwischen dem Schneckenrad **147** und der Welle **153** gibt es durch die Wellenscheibe **146** eine Reibungskraft. Wenn die auf die Laserstrahlungseinheit **4** angewendete Drehkraft stärker als diese Reibungskraft erhöht wird, kann sie manuell gedreht werden. Zur Feinjustierung wird der Drehknopf **199** gedreht, um die Feinjustierungsstange **142** zu drehen, wobei über das Schneckengetriebe **143** und das Schneckenrad **147** eine feine Drehung der Laserstrahlungseinheit **4** erreicht werden kann.

[0168] Somit kann die Laserstrahlungseinheit **4** genau auf die gewünschte Richtung gerichtet werden. Wenn die Richtung der Laserstrahlungseinheit **4** bestimmt ist, wird die Befestigungsschraube **148** angezogen, um die Laserstrahlungseinheit **4** zu verriegeln.

[0169] Die **Fig.** 16 und 17 stellen jeweils ein weiteres Beispiel der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** dar. In einem Ausstrahlungsfenster des Laserstrahlenbündels ist eine Zylinderlinse **179** vorgesehen, die sich einteilig mit dem Spiegel **175** dreht. Dadurch, dass ein Erfassungslaserstrahlenbündel **170** über die Zylinderlinse **179** geleitet wird, wird es in einer vertikalen Richtung verbreitert, so dass es in ein fächerförmiges Strahlenbündel überführt wird. Somit wird dann, wenn das Lichtstrahlenbündel in einer vertikalen Richtung verbreitert ist, selbst dann ein Reflexionslicht von dem Objektreflektor **168** erhalten, wenn dessen Position in einer vertikalen Richtung von der optischen Achse des Laserstrahlenbündels abweicht. Der Erfassungsbereich des Objektreflektors **168** wird verbreitert, was die Anfangsmontage der Laserstrahlenbündel-Ausstrahlungseinheit **1** und des Objektreflektors **168** erleichtert.

[0170] In dem wie in **Fig.** 18 und 19 gezeigten Beispiel kann das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** in einer vertikalen Richtung reziprok abgetastet werden. In einem Halterblock **180** in konkaver Form ist über eine Drehwelle **181** mit einer horizontalen Achse ein Spiegel **175** beweglich abgestützt. An der Drehwelle **181** ist ein vertikales Abtastzahnrad **182** befestigt, mit dem ein Antriebszahnrad **184** eines Motors **183** für die vertikale Abtastung in Eingriff ist. Es ist ein Codierer **185** vorgesehen, der den Drehwinkel der Drehwelle **181** um die Drehwelle **181** erfasst.

[0171] Dadurch, dass der Spiegel **175** durch den Motor **183** für die vertikale Abtastung über das Antriebszahnrad **184** und das vertikale Abtastzahnrad **182** in einer vertikalen Richtung in einem gegebenen Bereich reziprok gedreht wird, kann das Laserstrahlenbündel in einer vertikalen Richtung zur Abtastung ausgestrahlt werden. Ferner kann dadurch, dass die Laserstrahlungseinheit **4** durch die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** gedreht wird, eine reziproke Abtastung in einer vertikalen Richtung und die Erfassung des Objektreflektors **168** durch Drehung in einer horizontalen Richtung erreicht werden. Somit kann der Objektreflektor **168** ähnlich wie bei der wie oben beschriebenen Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** auch dann erfasst werden, wenn er von der optischen Achse abweicht.

[0172] In dem wie in **Fig.** 20 und **Fig.** 21 gezeigten Beispiel kann das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** zur reziproken Abtastung in einer horizontalen Richtung ausgestrahlt werden und kann außerdem eine reziproke Abtastung des Erfassungslaserstrahlenbündels **170** in einer vertikalen Richtung erreicht werden.

[0173] Über eine Drehwelle **181**, die eine horizontale Achse in dem Halterblock **180** besitzt, ist drehbar ein Spiegelhalter **186** angebracht. An dem Spiegelhalter **186** ist der Spiegel **175** drehbar um die vertika-

le Achse **187** angebracht und in der Weise drehbar abgestützt, dass er in zwei Richtungen, d. h. um eine vertikale Achse und um eine horizontale Achse, gedreht werden kann. Durch den Abtastmotor **176** kann der Spiegel **175** über das Zahnrad **177** und über das Abtastzahnrad **178** in einer horizontalen Richtung reziprok gedreht werden. Außerdem kann der Spiegel **175** über das Antriebszahnrad **184**, das vertikale Abtastzahnrad **182** und den Spiegelhalter **186** durch den Motor **183** für die vertikale Abtastung in einer vertikalen Richtung reziprok gedreht werden. Somit kann durch Drehen der Laserstrahlungseinheit **4** in einer horizontalen Richtung abgetastet werden, während das Laserstrahlenbündel zur reziproken Abtastung in horizontaler und/oder vertikaler Richtung von der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** zu dem Objektreflektor **168** ausgestrahlt wird.

[0174] Der in **Fig.** 22 und **Fig.** 23 gezeigte Objektreflektor **168** wird verwendet, falls der Objektreflektor **168** wie im Fall der in **Fig.** 18 und **Fig.** 19 gezeigten Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** oder der in **Fig.** 20 und **Fig.** 21 gezeigten Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** durch Einstrahlen des Erfassungslaserstrahlenbündels **170** in horizontaler und vertikaler Richtung erfasst wird. Wenn der Objektreflektor **168** verwendet wird, kann die Mittelposition in einer horizontalen Richtung und in einer vertikalen Richtung erfasst werden.

[0175] Anhand von **Fig.** 22(A) wird hier eine Beschreibung des in der vorliegenden Ausführungsform verwendeten Objektreflektors **168** gegeben. In Bezug auf die Mittelposition der Grundplatte **121** sind an symmetrischen Positionen in Aufwärts-, Abwärts-, Links- und Rechtsrichtung die Reflexionsschichten **122** vorgesehen. Wie in **Fig.** 22(A) gezeigt ist, sind entlang der Außenränder der rechteckigen Grundplatte **121** die Reflexionsschichten **122** vorgesehen. Wenn das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** zur Abtastung in einer vertikalen Richtung zu dem Objektreflektor **168** ausgestrahlt wird, werden, wie in **Fig.** 22(B) gezeigt ist, wie bei der Abtastung in einer horizontalen Richtung zwei Reflexionslichtstrahlenbündel in Impulsform empfangen. Dadurch, dass die gewichtete Position des Photodetektionslichtstrahlenbündels berechnet wird, kann die Mittelposition in einer vertikalen Richtung identifiziert werden.

[0176] Somit kann durch die Abtastung in einer horizontalen Richtung die Mittelposition in einer horizontalen Richtung identifiziert werden. Nachfolgend wird an der Mittelposition in einer horizontalen Richtung die Abtastung in einer vertikalen Richtung ausgeführt, wobei die Mittelposition in einer vertikalen Richtung, d. h. die Mittelposition des Objektreflektors **168**, erhalten werden kann. Dadurch, dass die Mitte des Objektreflektors **168** erfasst wird, kann ein Neigungswinkel erfasst werden. Außerdem kann durch den Neigungsmechanismus in der Laserstrahlungseinheit **4** ein Neigungswinkel des Referenzlaserstrahlenbündels von der Laserstrahlungseinheit **4** in der Weise eingestellt werden, dass er mit dem erfassten Neigungswinkel übereinstimmt.

[0177] **Fig.** 23 stellt ein weiteres Beispiel des Objektreflektors **168** dar. In diesem Fall wird die reziproke Abtastung in einer vertikalen Richtung ausgeführt, während die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** gedreht wird. Daraufhin wird die Abtastung in einer horizontalen Richtung ausgeführt, wobei als die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** aus **Fig.** 8 die Reflexionslicht-Erfassungseinheit **164** vorgesehen ist, die die Polarisationsrichtung der Laserstrahlenbündel erfassen kann.

[0178] Auf einer rechteckigen Grundplatte **121** ist eine Reflexionsschicht **122** ausgebildet. Die Oberfläche der Reflexionsschicht ist durch eine Diagonale geteilt, wobei in einem Abschnitt ein /4-Doppelbrechungsglied **123** befestigt ist, während der andere Abschnitt ein frei liegender Abschnitt der Reflexionsschicht **122** ist. Der frei liegende Abschnitt dient als Polarisationserhaltungs-Reflexionssektor, der das einfallende Lichtstrahlenbündel reflektiert, während er die Polarisationsrichtung aufrechterhält. Der Abschnitt mit dem /4-Doppelbrechungsglied **123** dient als Polarisationsumsetzungs-Reflexionssektor, der das einfallende Lichtstrahlenbündel reflektiert, während er die Polarisationsrichtung umsetzt. Somit unterscheidet sich die Polarisationsrichtung des Laserstrahlenbündels gemäß den zwei Reflexionssektoren. Die Breiten der Abtastrichtung sind in dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** und in dem Abschnitt mit dem /4-Doppelbrechungsglied **123** umgekehrt proportional zueinander, während sich die Abtastposition bewegt.

[0179] Das an dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** reflektierte Reflexionslaserstrahlenbündel besitzt eine Phase, die sich um /2 von der Phase des durch das /4-Doppelbrechungsglied **123** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündels unterscheidet. Dementsprechend unterscheiden sich die Polarisationsebenen in den zwei durch das /4-Doppelbrechungsglied **111** in linear polarisiertes Licht umgesetzten Reflexionslaserstrahlenbündeln um 90°. Somit gibt es, wie oben beschrieben wurde, zwischen dem an dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündel und dem an dem /4-Doppelbrechungsglied **123** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündel, wie in **Fig.** 23(B) gezeigt ist, einen Unterschied zwischen der Menge des Lichts, das in den ersten Photodetektor **114** eintritt, und der Menge des Lichts, das in den zweiten Photodetektor **115** eintritt.

[0180] Das Erfassungslaserstrahlenbündel **170** wird durch die drehende Ausstrahlung zur Abtastung auf den Objektreflektor **168** gerichtet, wobei die Abtast-

position in einer vertikalen Richtung bewegt wird. Die Intensität des Signals in dem an dem frei liegenden Abschnitt der Reflexionsschicht **122** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündel und in dem an dem /4-Doppelbrechungsglied **123** reflektierten Reflexionslaserstrahlenbündel ist umgekehrt proportional zueinander. Derjenige Punkt, an dem die beiden Signale übereinstimmen, ist die Mitte des Objektreflektors **168**. Somit kann die Mitte des Objektreflektors **168** durch die Erfassungsschaltung **116** für polarisiertes Reflexionslicht erfasst werden.

[0181] Falls der in **Fig.** 23 gezeigte Objektreflektor **168** verwendet wird, kann dadurch, dass eine reziproke Abtastung in einer horizontalen Richtung und eine weitere reziproke Abtastung in einer vertikalen Richtung ausgeführt werden, die Mitte des Objektreflektors **168** erfasst werden und ein Neigungswinkel erfasst werden. Der Neigungswinkel des Referenzlaserstrahlenbündels von der Laserstrahlungseinheit **4** wird durch den Neigungsmechanismus an der Laserstrahlungseinheit **4** in der Weise eingestellt, dass er mit dem erfassten Neigungswinkel übereinstimmt. Die konkrete Operation zum Einstellen des Neigungswinkels nach der Erfassung und Bildung der Referenzebene ist bereits beschrieben worden.

[0182] **Fig.** 24 zeigt eine Anordnung, bei der die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** und die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** integriert und unter der Laserstrahlungseinheit **4** vorgesehen sind, wobei ein Kompensationsmechanismus vorgesehen ist, so dass ein vertikales Laserstrahlenbündel in Abwärtsrichtung ausgestrahlt werden kann und ein vertikales Laserstrahlenbündel in einer vertikalen Richtung gerichtet werden kann. In dieser Figur ist die gleiche Komponente, wie sie in **Fig.** 2 gezeigt ist, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei die wesentliche Anordnung der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** die gleiche ist, wie sie in Verbindung mit **Fig.** 2 erläutert wurde, wobei hier keine ausführliche Beschreibung gegeben wird. Die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** wird durch einen Motor angetrieben, obgleich dies durch eine in **Fig.** 14 gezeigte manuelle Hauptkörper-Dreheinrichtung ersetzt sein kann, die mit dem Mechanismus zum Antreiben eines vertikalen Laserstrahlenbündels und mit einem Kompensationsmechanismus kombiniert ist.

[0183] In der Laserstrahlungseinheit **4** ist durch eine Befestigungsschraube **159** eine Verbindungsplatte **189** befestigt, über die die Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** befestigt ist, wobei an der unteren Oberfläche der Objektreflektor-Erfassungseinheit **3** die Hauptkörper-Dreheinrichtung **151** befestigt ist. Die von der Mitte des Drehrahmens **154** aufgehängte Welle **153** ist als Hohlkonstruktion konstruiert, wobei in der Welle **153** ein vertikaler Kompensator **190** vorgesehen ist.

[0184] Es wird nun eine Beschreibung des vertikalen Kompensators **190** gegeben. Ein beweglicher Block **193** ist über eine bewegliche Welle **192** beweglich an einer Lagerbasis **191** angebracht, wobei von dem beweglichen Block **193** ein Pendel **194** beweglich aufgehängt ist. An dem Pendel **194** ist ein Reflexionsspiegel **195** angebracht. An einer Position an dem Befestigungsrahmen **156**, die dem Reflexionsspiegel **195** zugewandt ist, sind eine Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung **198**, die eine Lichtaussendeeinrichtung **196** wie etwa eine Laserdiode umfasst, und ein optisches System wie etwa eine Kollimatorlinse **197** angeordnet.

[0185] Das von der Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung **198** ausgesendete Laserstrahlenbündel wird durch den Reflexionsspiegel **195** in Abwärtsrichtung ausgestrahlt. Da der bewegliche Block **193** und das Pendel **194** in zwei Richtungen frei beweglich sind, wird das von der Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung **198** ausgesendete vertikale Laserstrahlenbündel durch den Reflexionsspiegel **195** immer vertikal nach unten reflektiert, wobei die vorstehende Position des vertikalen Laserstrahlenbündels den Punkt für die Montage des Laserüberwachungsinstruments angibt.

[0186] Wie oben beschrieben wurde, wird die Richtung zur Montage des Überwachungsinstruments gemäß der vorliegenden Erfindung durch das Überwachungsinstrument selbst erfasst und die Richtung eingestellt. Somit gibt es keinen Einfluss eines menschlichen Fehlers und kann eine hohe Genauigkeit geschaffen werden. Durch Verbreitung des Erfassungslaserstrahlenbündels in einer vertikalen Richtung wird der Erfassungsbereich des Objektreflektors verbreitert. Dies erleichtert und vereinfacht die Positionierung des Laserüberwachungsinstruments mit dem Objektreflektor und verbessert die Arbeitseffizienz. Ferner kann die Position des Laserüberwachungsinstruments leicht auf die Referenzposition ausgerichtet werden, wenn das Laserstrahlenbündel in Abwärtsrichtung ausgestrahlt wird. Insbesondere ist es nützlich, falls das Laserüberwachungsinstrument in einer höheren Position als der Bodenhöhe montiert werden soll.

Patentansprüche

1. Laserüberwachungsinstrument, das umfasst: eine Laserstrahlungseinheit (**4**), die, indem sie sich dreht und Referenzlaserstrahlenbündel (**77**) ausstrahlt, eine Referenzebene bildet; eine Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**), die ein Erfassungslaserstrahlenbündel (**170**) ausstrahlt und einen Objektreflektor (**168**), der in einer Neigungseinstellrichtung installiert ist, anhand der Reflexion des Erfassungslaserstrahlenbündels (**70**) erfasst, wobei die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) versehen ist mit einer Lichtaussendeeinrichtung (**162**), die das Erfassungs-

laserstrahlenbündel (**170**) aussendet, einer Dreheinrichtung (**163**), die das Erfassungslaserstrahlenbündel (**170**) für eine reziproke Abtastung ausstrahlt, einer Reflexionslicht-Erfassungseinheit (**164**), die das vom Objektreflektor (**168**) reflektierte Laserstrahlenbündel empfängt und erfasst, sowie einer Abtaststeuereinheit (**165**), die die Dreheinrichtung (**163**) steuert; und eine Hauptkörper-Dreheinheit (**151**), die die Laserstrahlungseinheit (**4**) dreht und auf der Grundlage der Erfassung des Objektreflektors (**168**) auf den Objektreflektor (**168**) richtet, wobei die Neigung der Referenzebene auf die Richtung dieses Objektreflektors (**168**) eingestellt werden kann.

2. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) einen Codierer (**105**), der eine Drehposition der Dreheinrichtung (**163**) erfasst, und eine Positionsidentifizierungseinrichtung (**117**), die die Mittelposition des Objektreflektors (**168**) anhand von Signalen von der Reflexionslicht-Erfassungseinheit (**164**) und des Codierers (**105**) erfasst, aufweist; und bei dem die Hauptkörper-Dreheinheit (**151**) einen Drehmotor (**160**), der die Laserstrahlungseinheit (**4**) dreht, um sie auf den Objektreflektor zu richten, und eine Rotationssteuereinheit (**169**), die den Drehmotor (**160**) anhand eines Signals vom Positionsidentifizierer (**117**) steuert, aufweist.

3. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) optische Mittel umfasst, die das Erfassungslaserstrahlenbündel (**170**) in der Weise ausstrahlen, dass sie es in einer vertikalen Richtung fächerförmig verbreitern.

4. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) das Erfassungslaserstrahlenbündel (**170**) für eine reziproke Abtastung in horizontaler Richtung und in vertikaler Richtung ausstrahlen kann.

5. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) eine Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung (**198**), die ein vertikales Laserstrahlenbündel in einer vertikalen Richtung ausstrahlt, und eine Vertikalkompensationseinrichtung (**190**), die das von der Laserstrahlenbündel-Vertikalaussendeeinrichtung ausgestrahlte vertikale Laserstrahlenbündel in eine vertikale Richtung lenkt.

6. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Neigungsrichtung der Neigungsmittel der Laserstrahlungseinheit (**4**) und die Richtung des Erfassungslaserstrahlenbündels (**170**) von der Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) einen gegebenen Winkel bilden.

7. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) an der Laserstrahlungseinheit (**4**) befestigt oder von dieser abgenommen werden kann.

8. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Hauptkörper-Dreheinheit (**151**) an der Laserstrahlungseinheit (**4**) befestigt oder von dieser abgenommen werden kann.

9. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Hauptkörper-Dreheinheit (**151**) die Laserstrahlungseinheit (**4**) und die Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) drehen kann und die Hauptkörper-Dreheinheit an der Laserstrahlungseinheit (**4**) befestigt oder hiervon abgenommen werden kann.

10. Laserüberwachungsinstrument (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Hauptkörper-Dreheinheit (**151**) Rotationsbegrenzungsmittel, manuelle Drehmittel, die die Drehung eines Drehknopfes (**199**) in die Drehung der Objektreflektor-Erfassungseinheit (**3**) umsetzen, sowie Mittel, die eine Drehung zulassen, wenn eine Kraft ausgeübt wird, die höher als eine gegebene Drehkraft ist, aufweist.

Es folgen 26 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

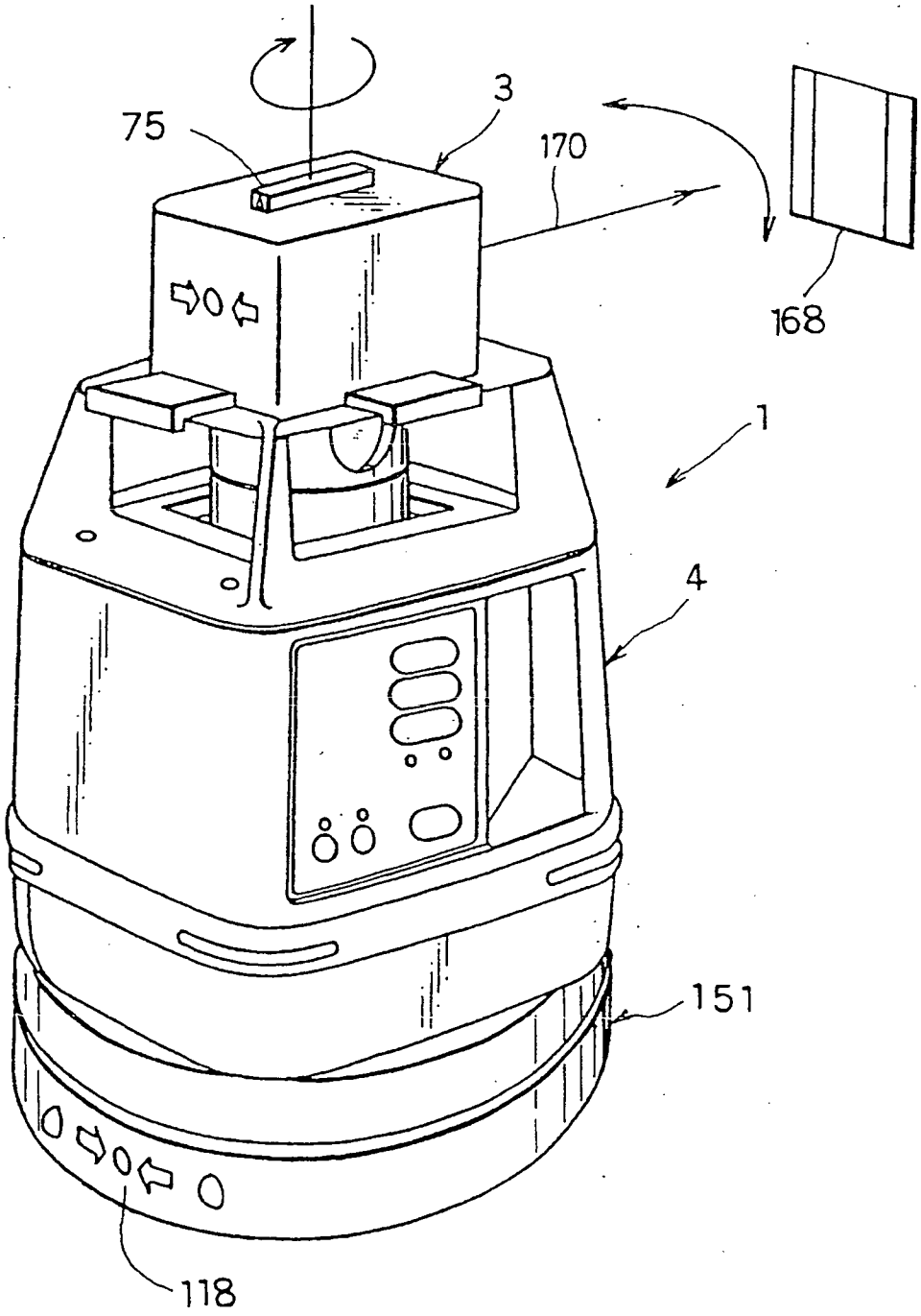


FIG.2

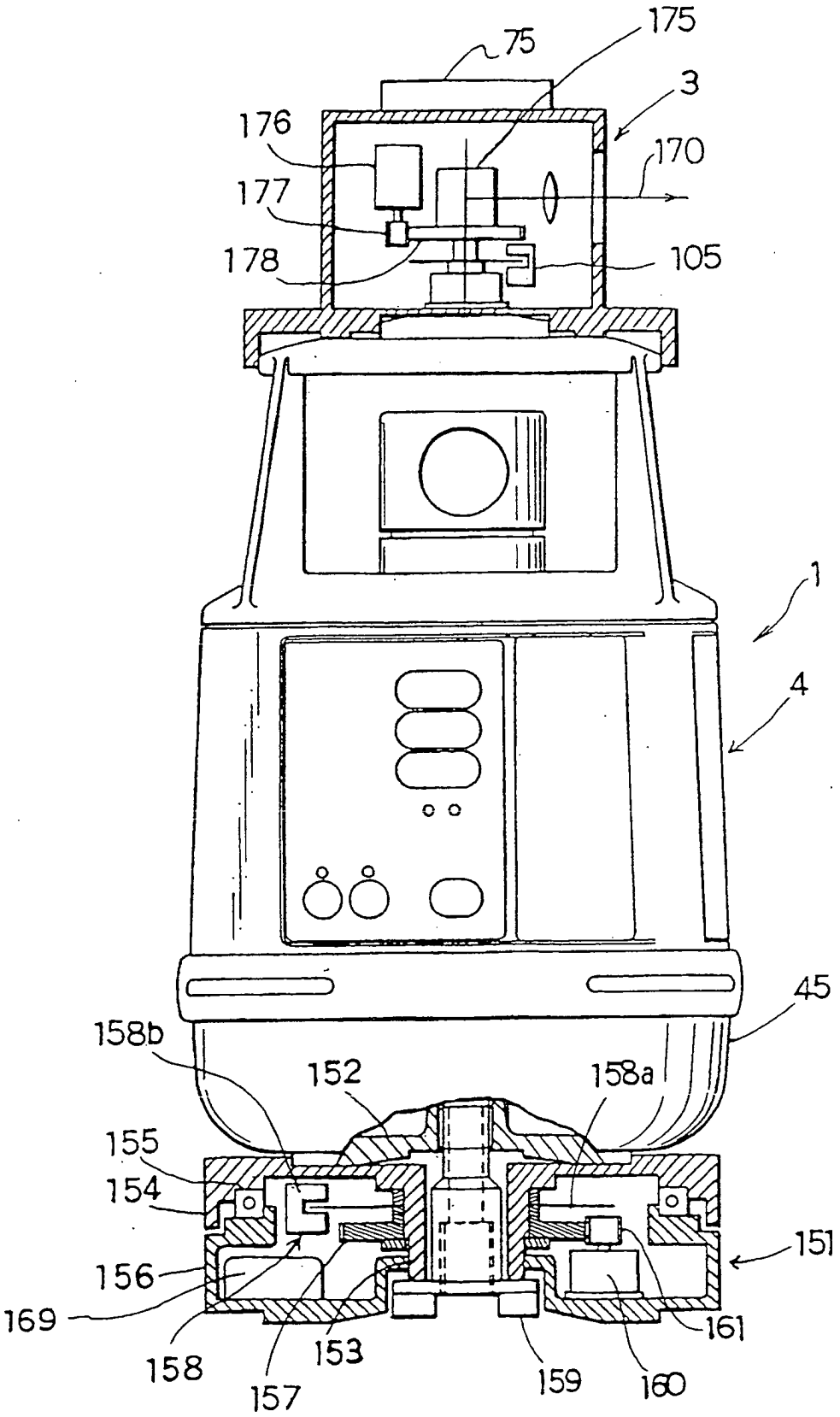

75
175
3
176
170
177
178
105
1
4
45
158b
152
158a
155
154
151
156
169
161
158
153
157
159
160

FIG.3

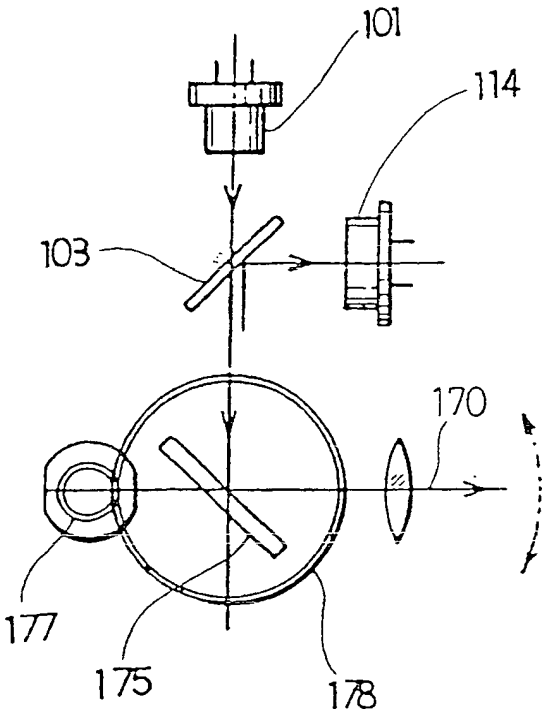


FIG.4

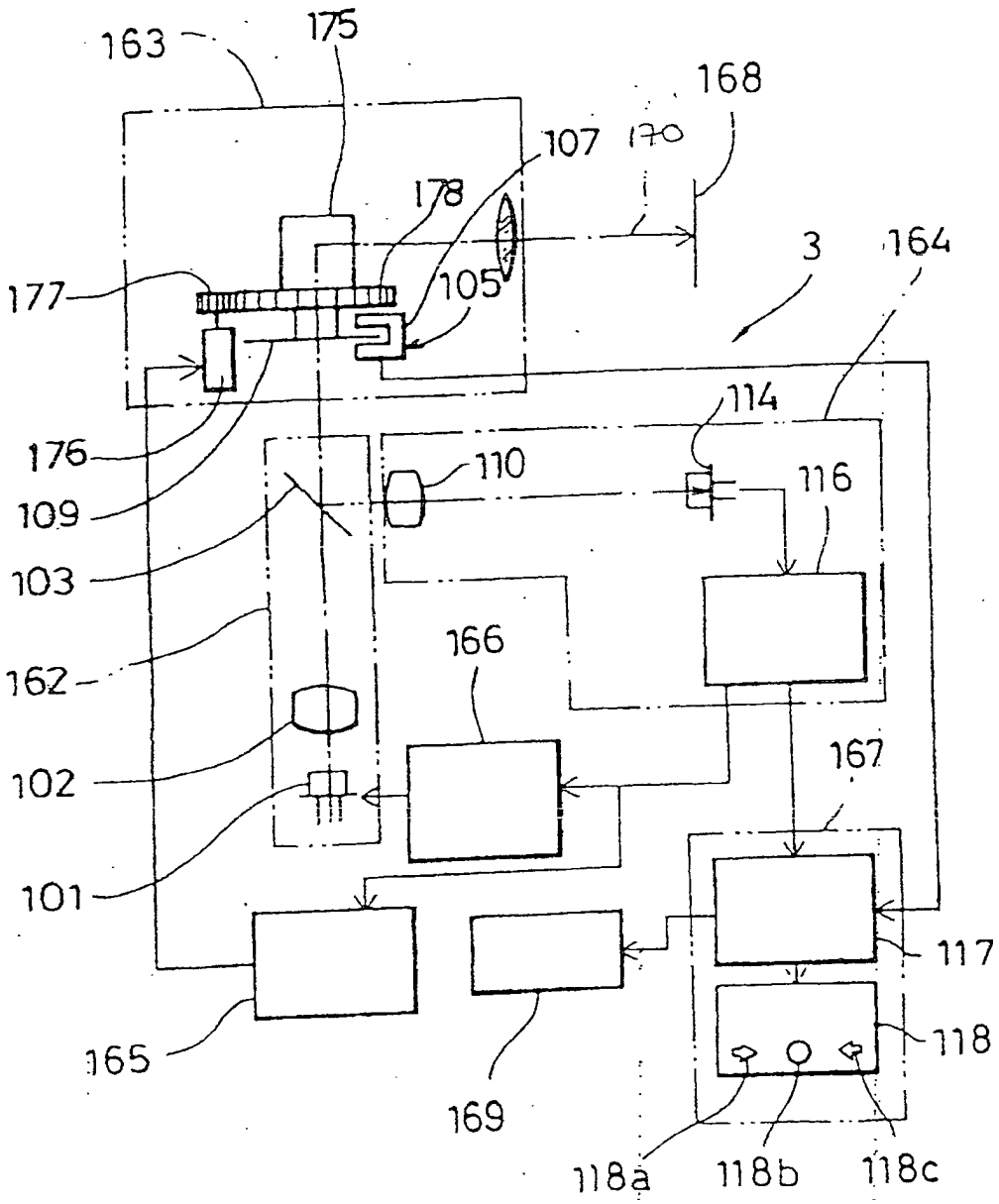

163
175
168
107
170
178
177
105
3
164
114
176
110
116
109
103
166
162
102
167
101
117
165
118
169
118a
118b
118c

FIG.5(A)

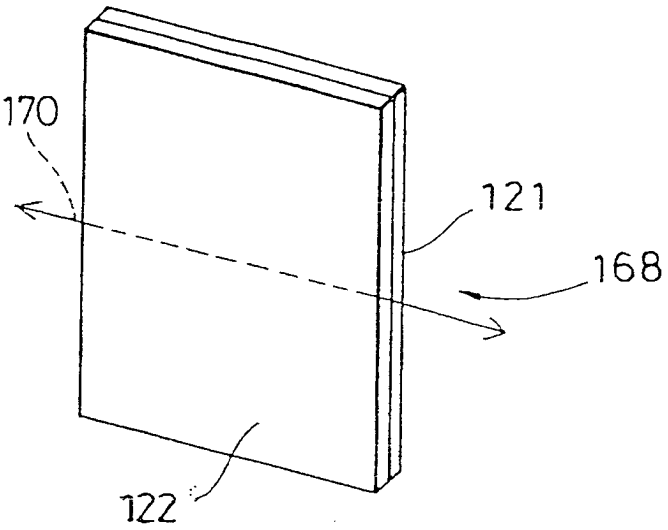


FIG.5(B)

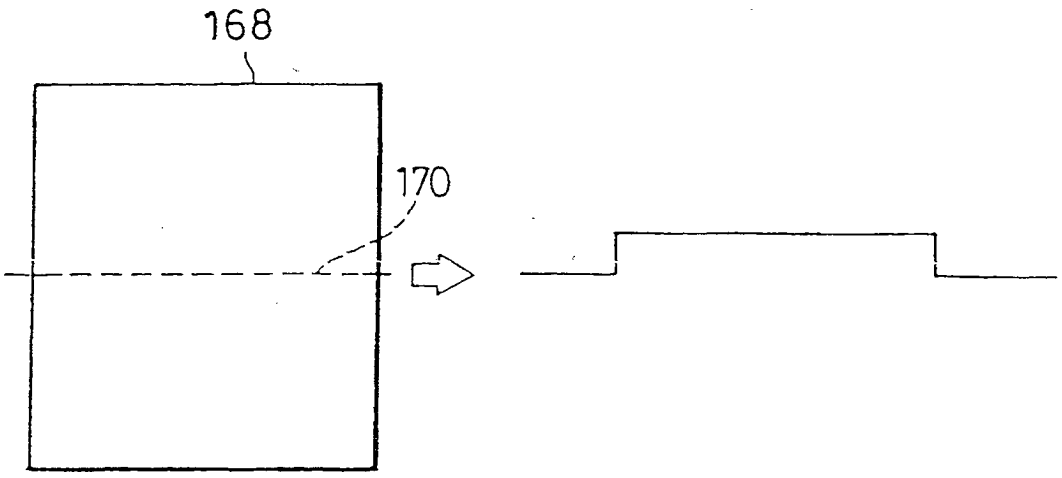


FIG.6(A)

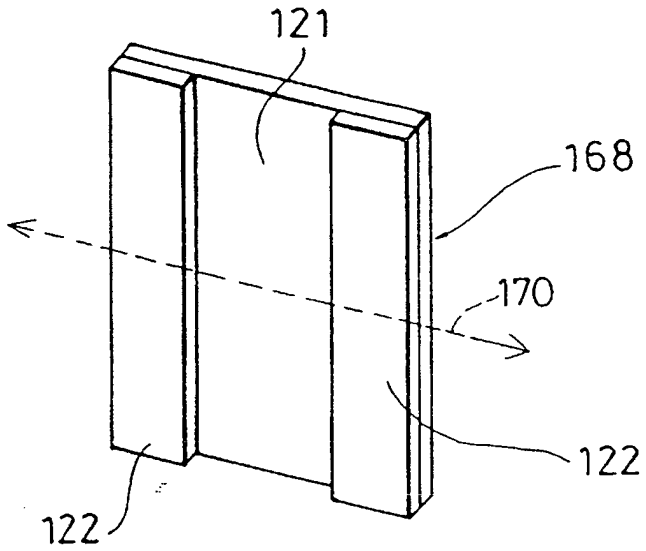


FIG.6(B)

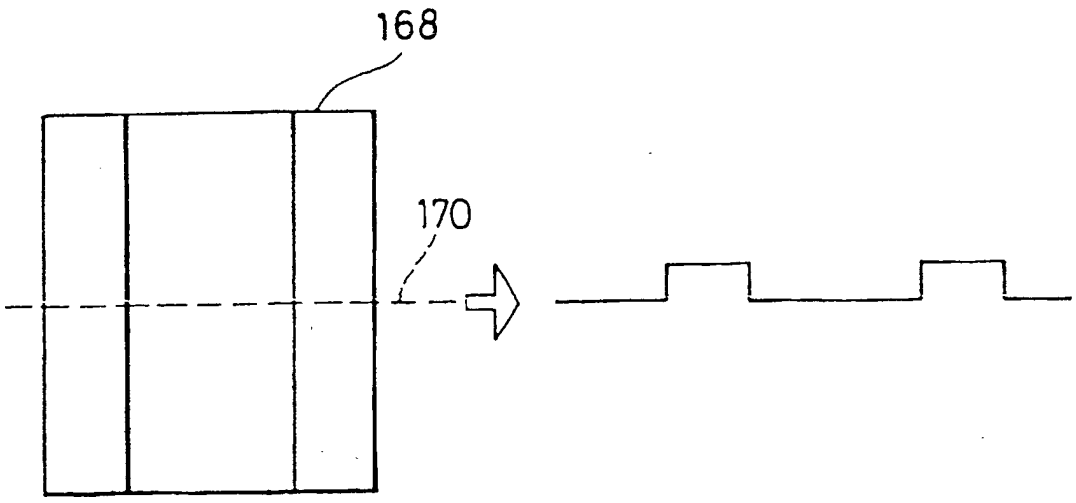


FIG.7(A)

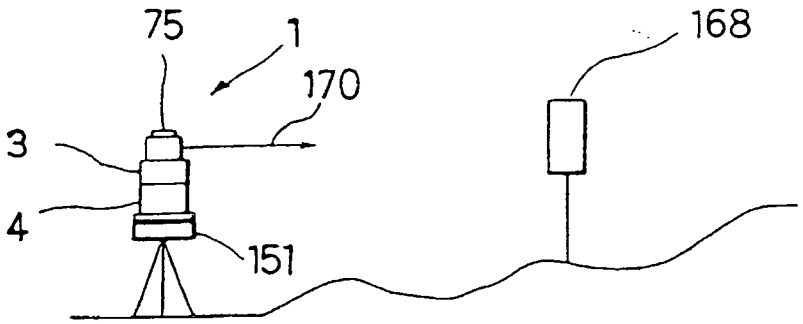


FIG.7(B)

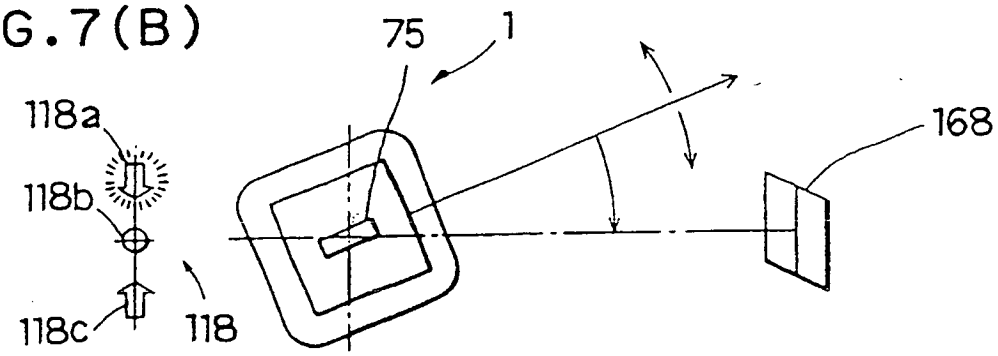


FIG.7(C)

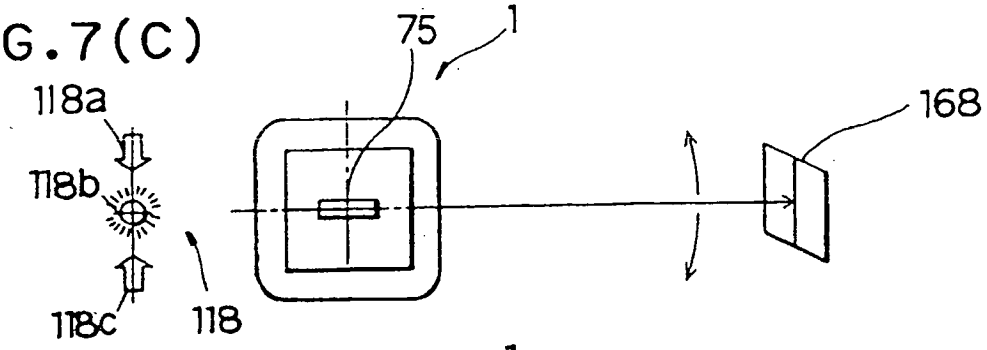


FIG.7(D)

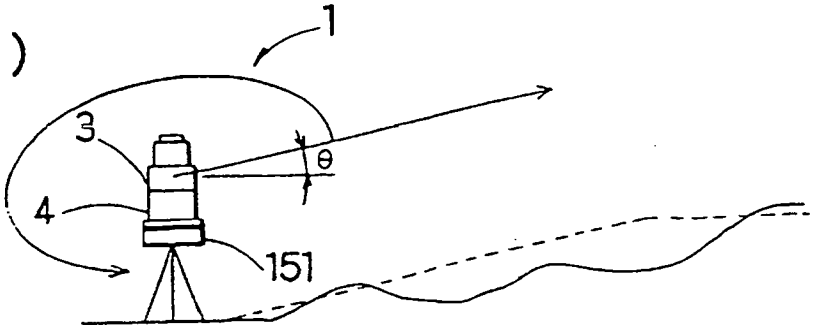


FIG.8

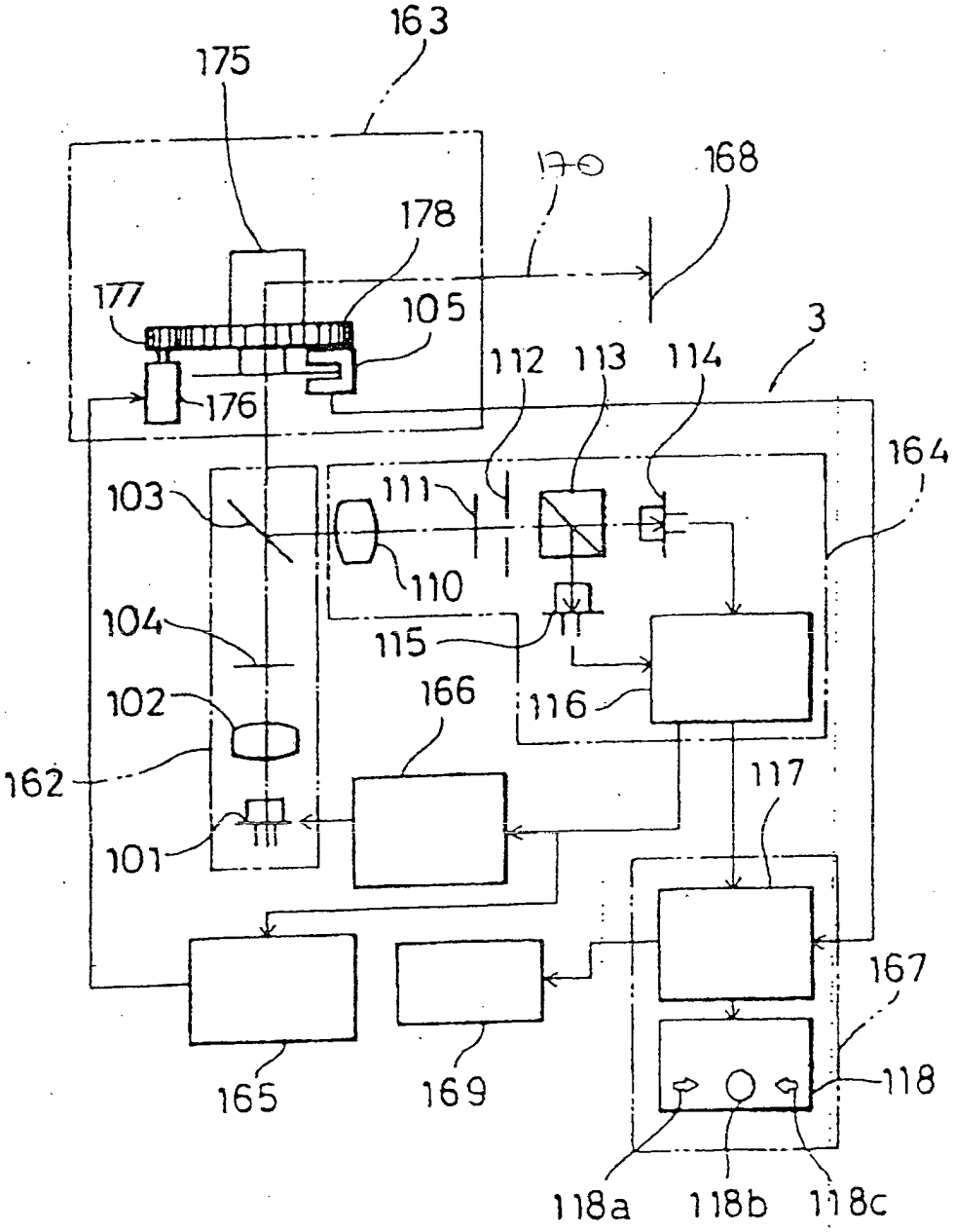

163
175
170
168
178
177
105
3
112
113
114
176
164
103
111
110
104
115
116
102
166
162
117
101
167
165
169
118
118a
118b
118c

FIG. 9

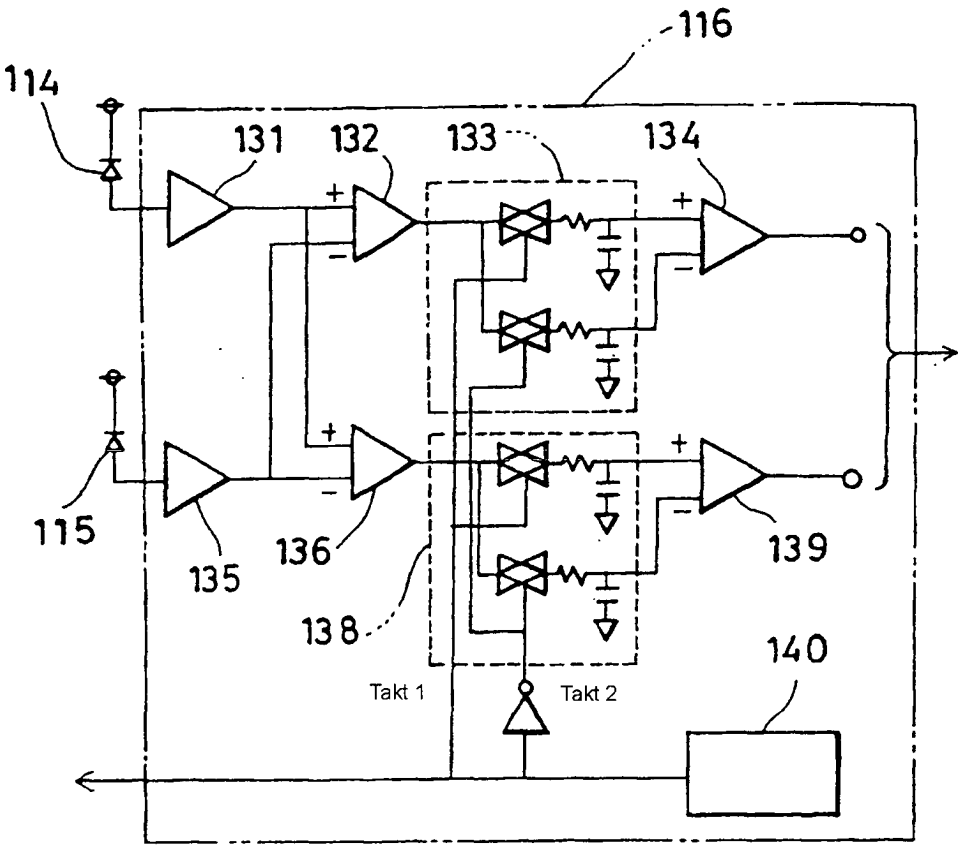

116
114
131
132
133
134
115
135
136
138
139
140
Takt 1
Takt 2

FIG. 10

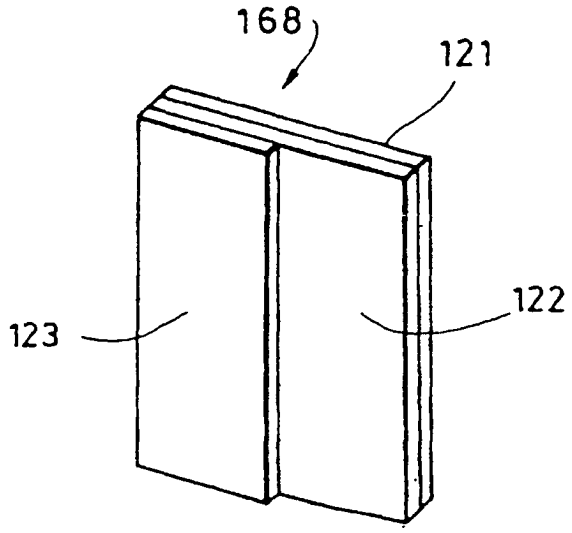

168
121
123
122

FIG.11

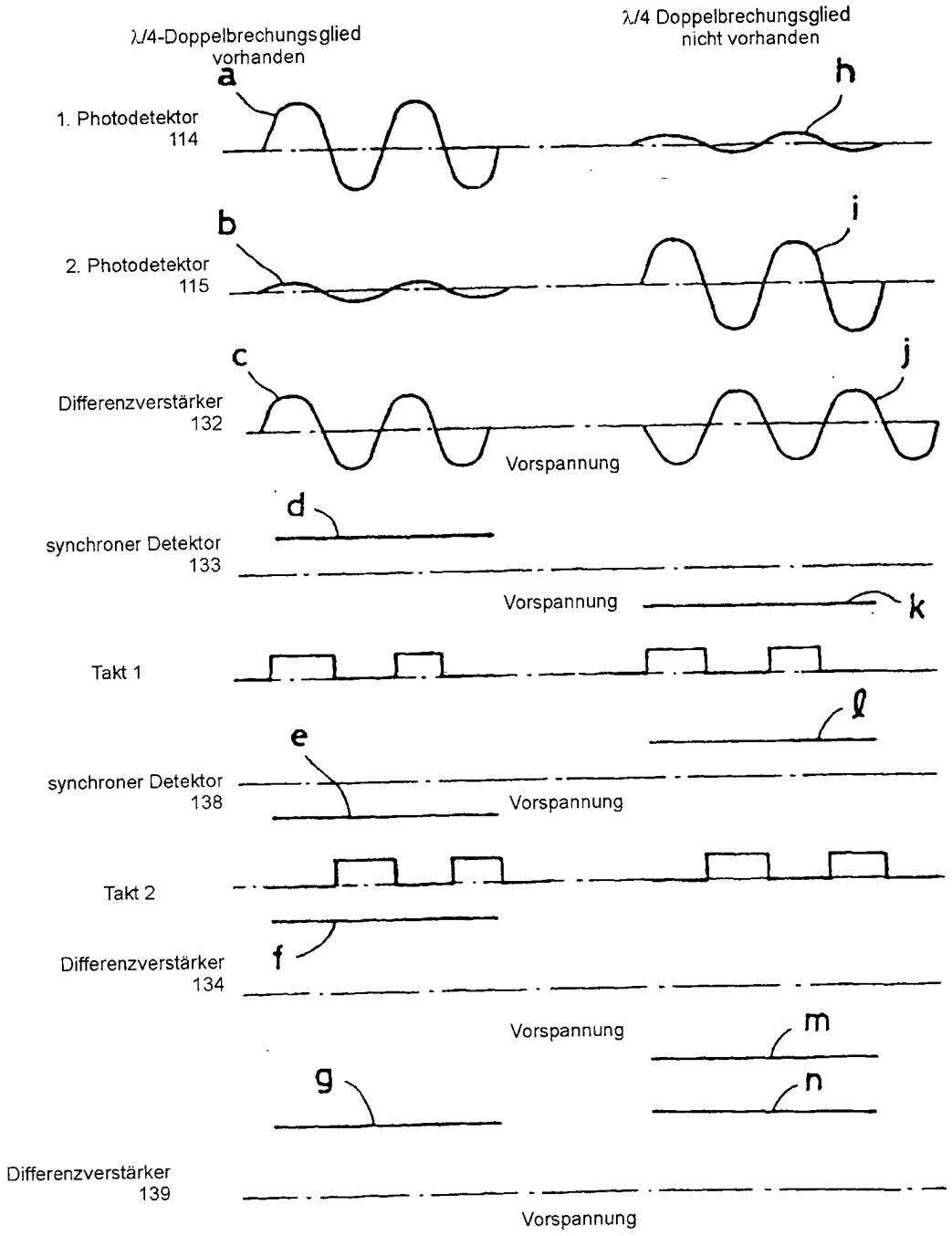

λ/4-Doppelbrechungsglied vorhanden
λ/4 Doppelbrechungsglied nicht vorhanden
a
h
1. Photodetektor 114
b
i
2. Photodetektor 115
c
j
Differenzverstärker 132
Vorspannung
d
synchroner Detektor 133
Vorspannung
k
Takt 1
l
e
synchroner Detektor 138
Vorspannung
Takt 2
f
Differenzverstärker 134
Vorspannung
m
g
n
Differenzverstärker 139
Vorspannung

FIG. 12(A)

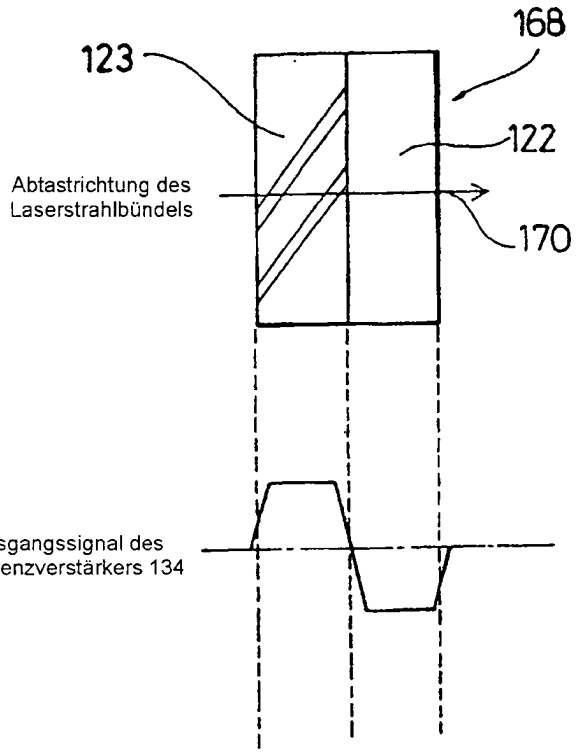


FIG. 12(B)

FIG.13

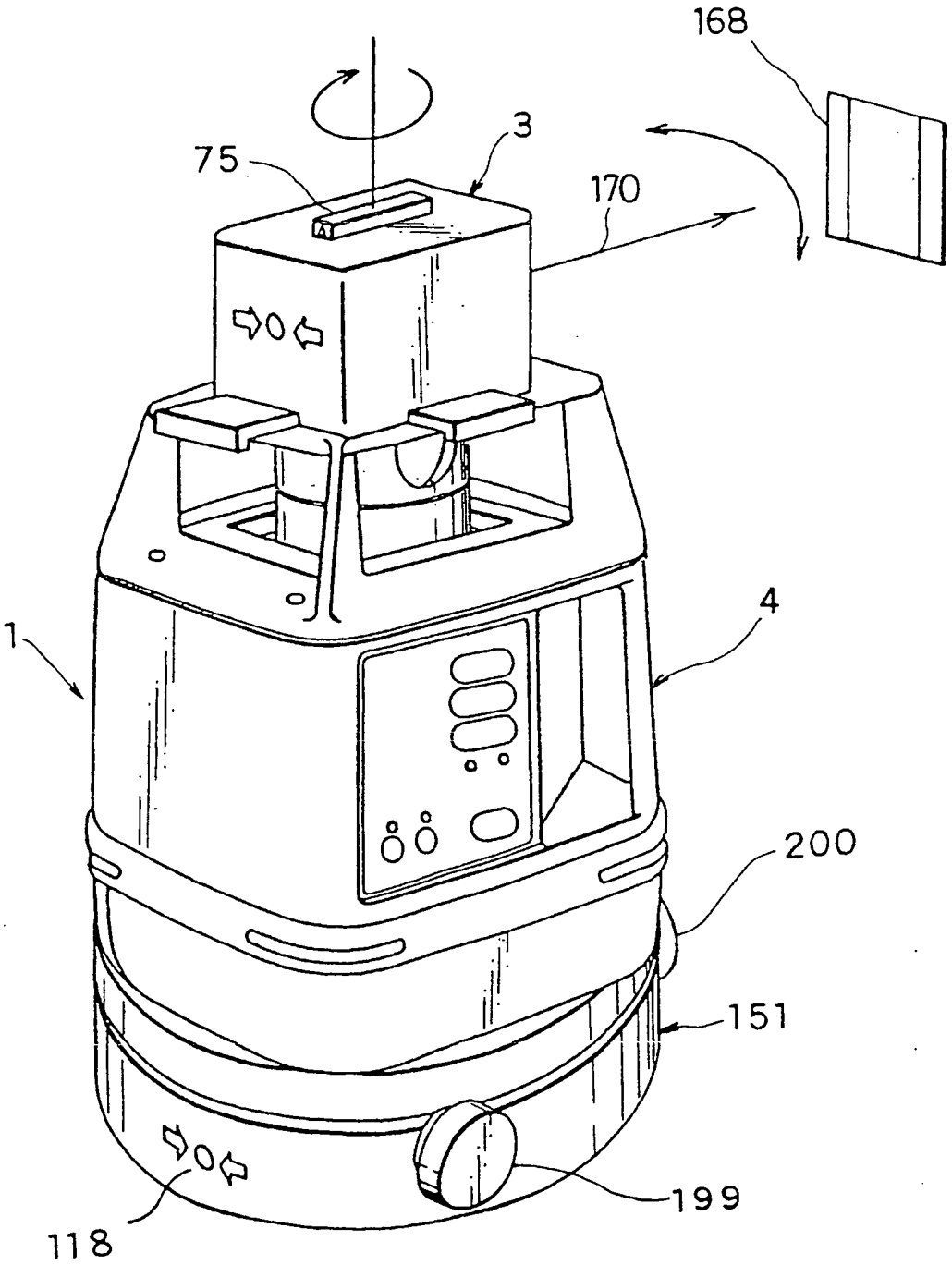


FIG.14

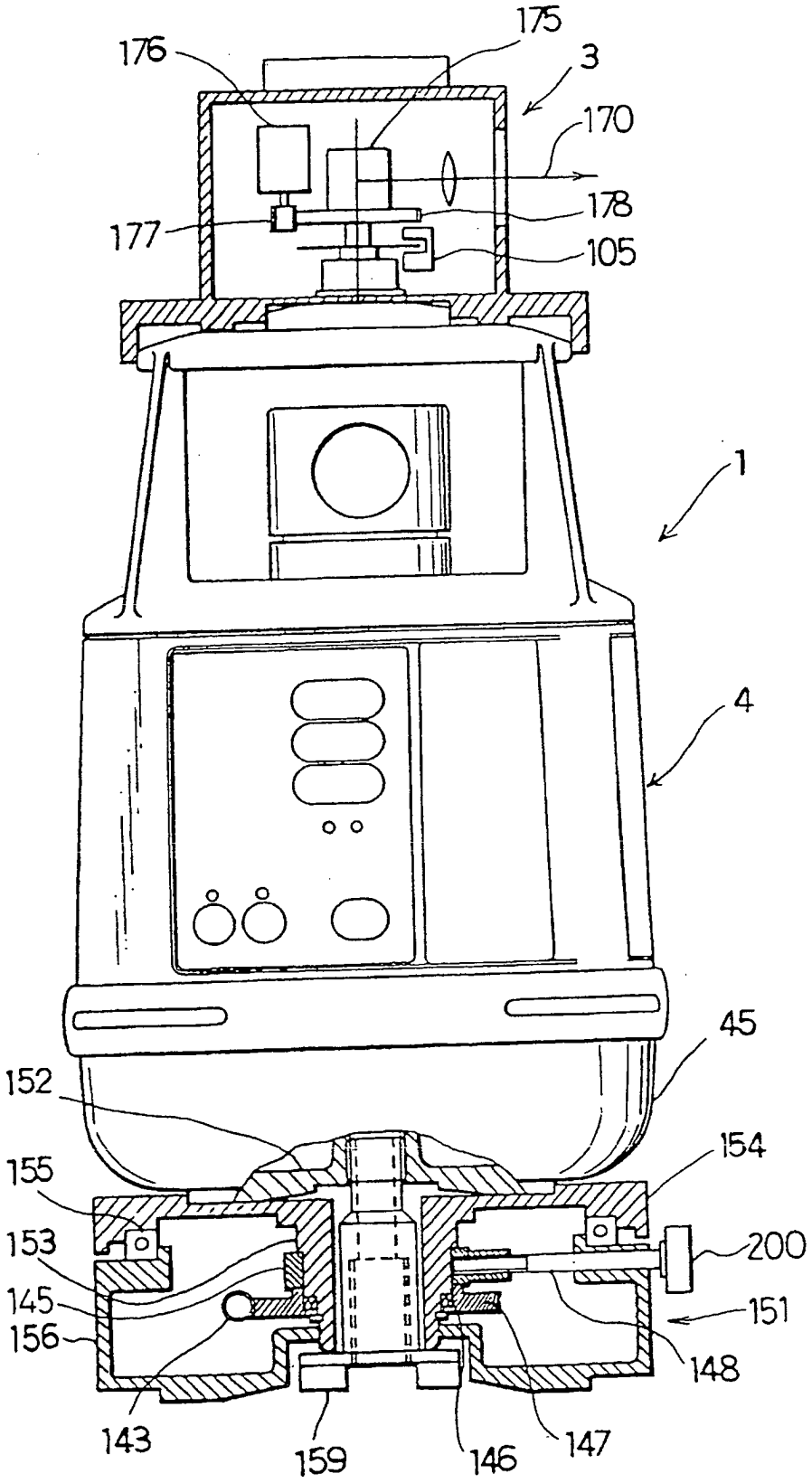

175
176
3
170
178
177
105
1
4
45
152
154
155
153
200
145
151
156
148
143
159
146
147

FIG.15

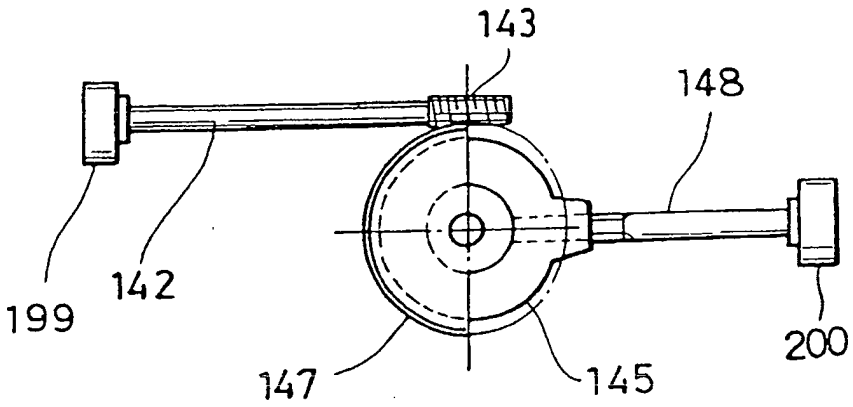


FIG.16

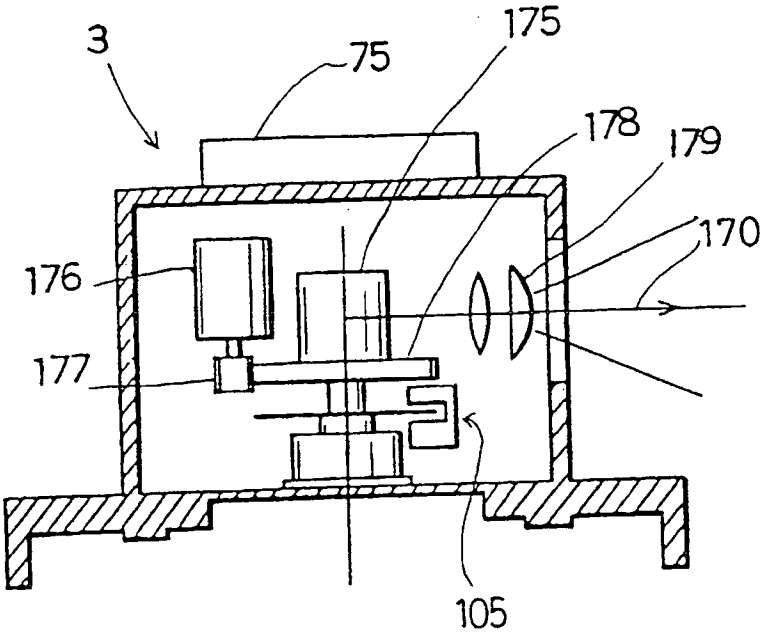


FIG.17

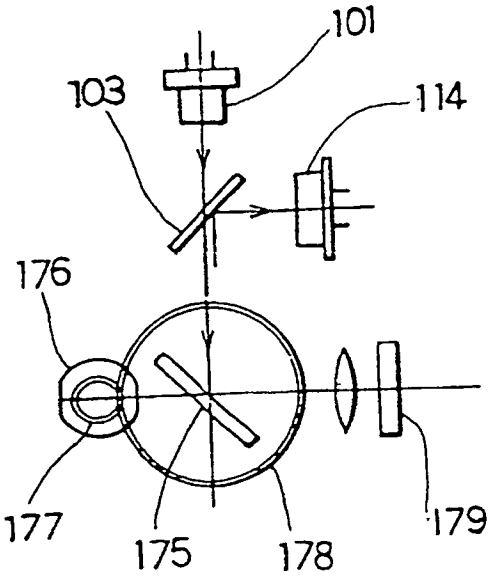


FIG.18

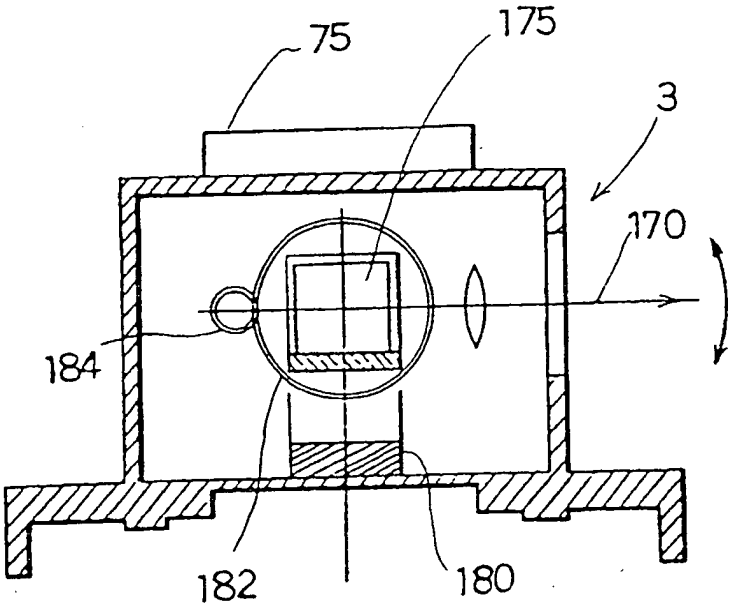


FIG.19

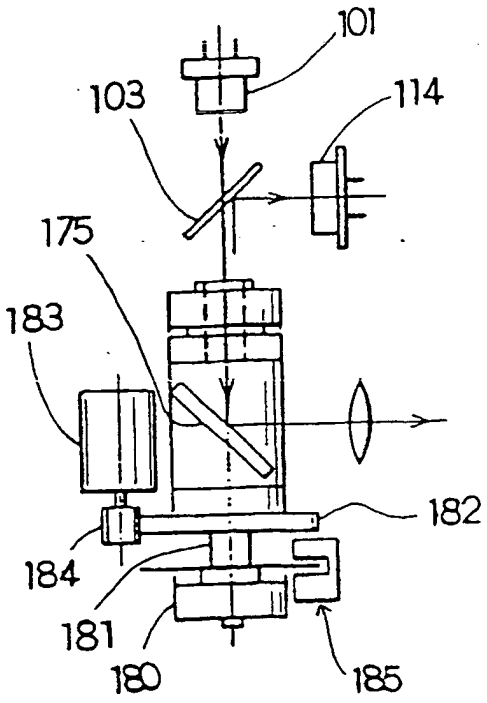


FIG.20

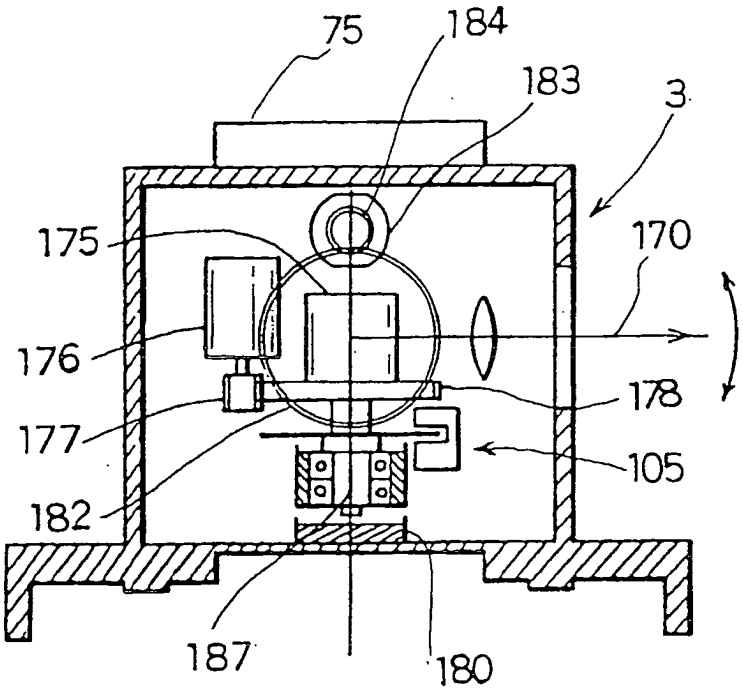

75
184
183
3
175
170
176
178
177
105
182
187
180

FIG.21

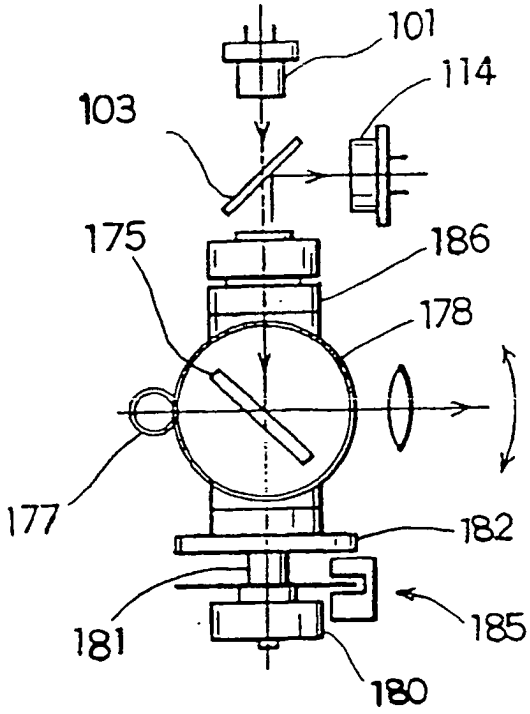

101
114
103
175
186
178
177
182
181
185
180

FIG.22(A)

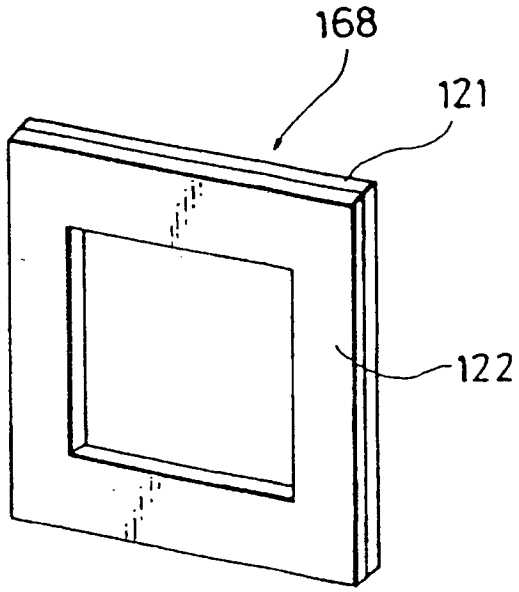


FIG.22(B)

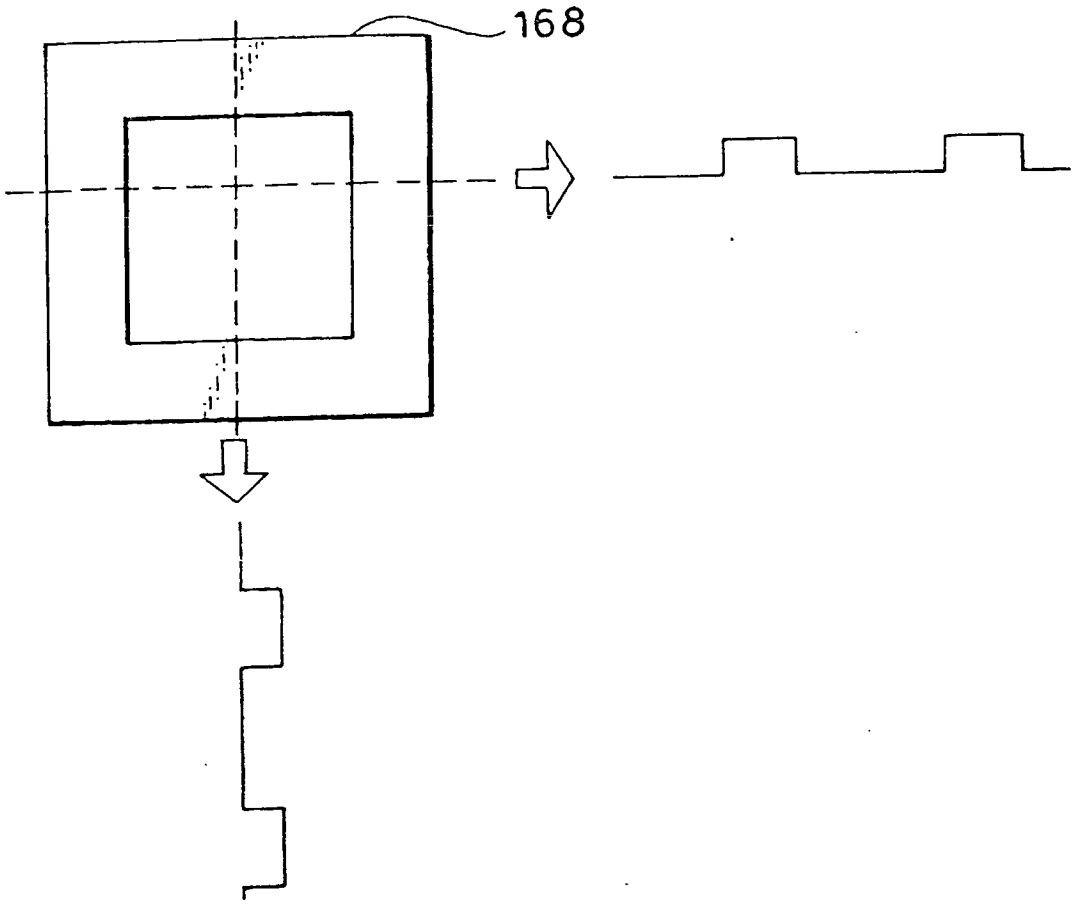


FIG. 23(A)

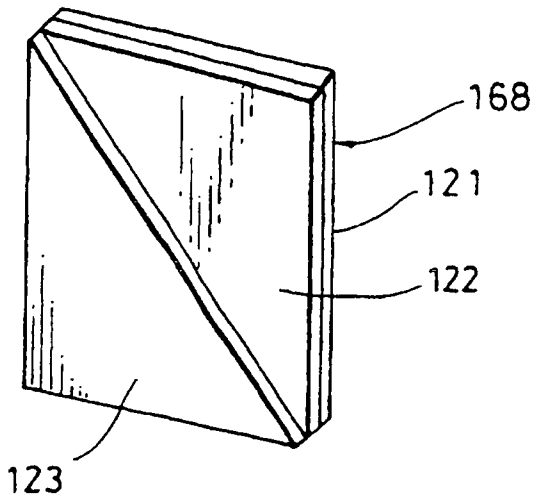


FIG. 23(B)

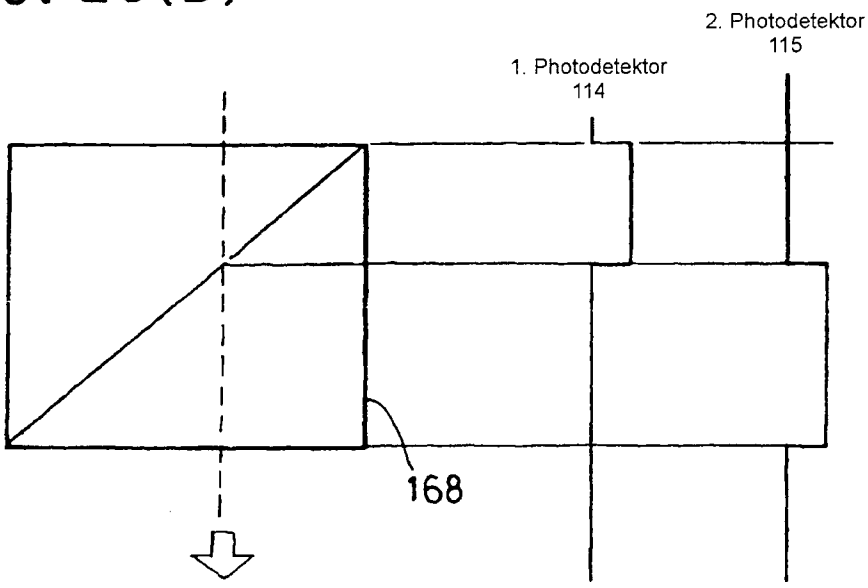


FIG.24

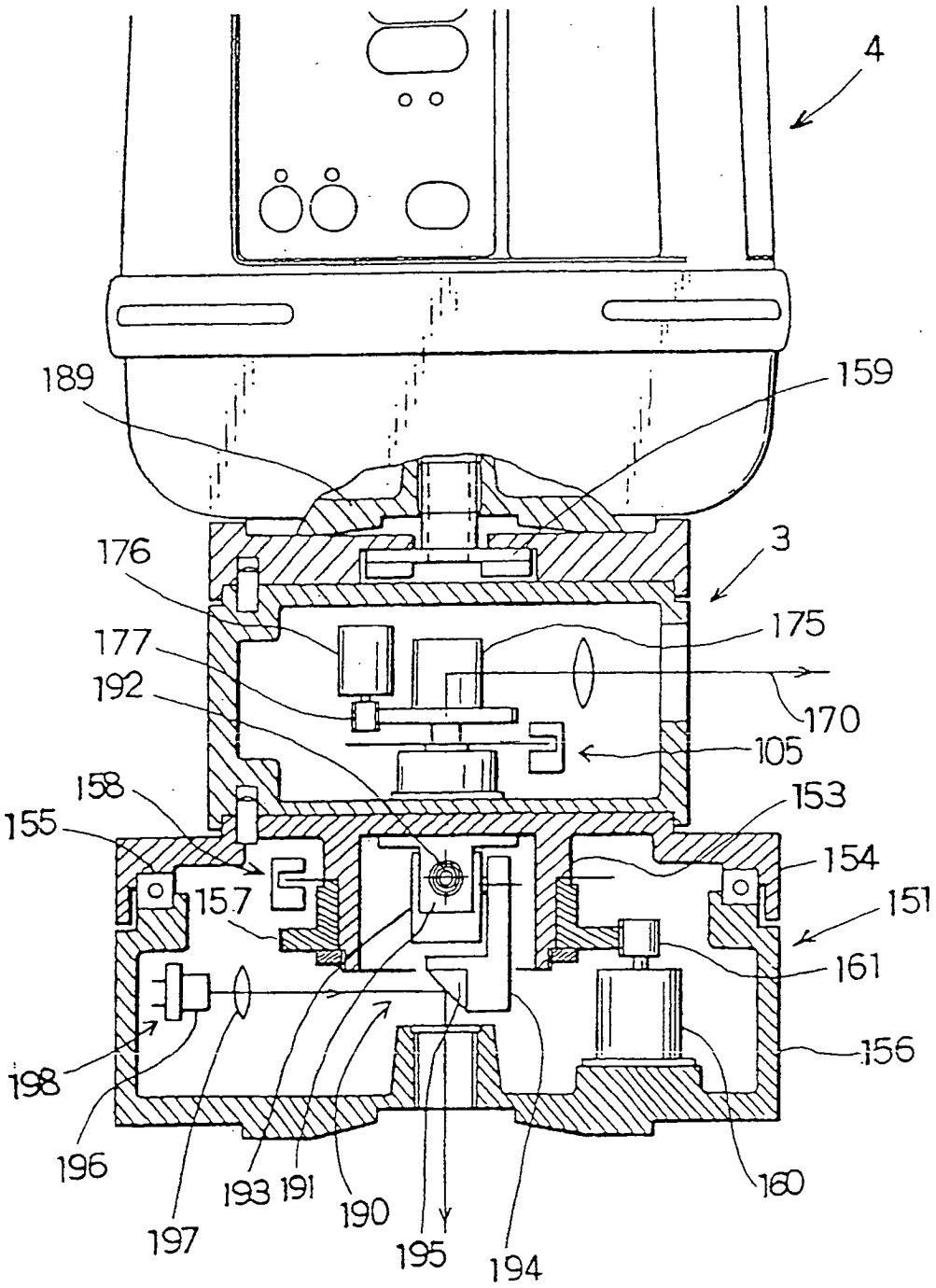

4
189
159
3
176
177
192
175
170
105
158
155
153
154
157
151
161
156
198
196
193
191
190
197
195
194
160

FIG.25

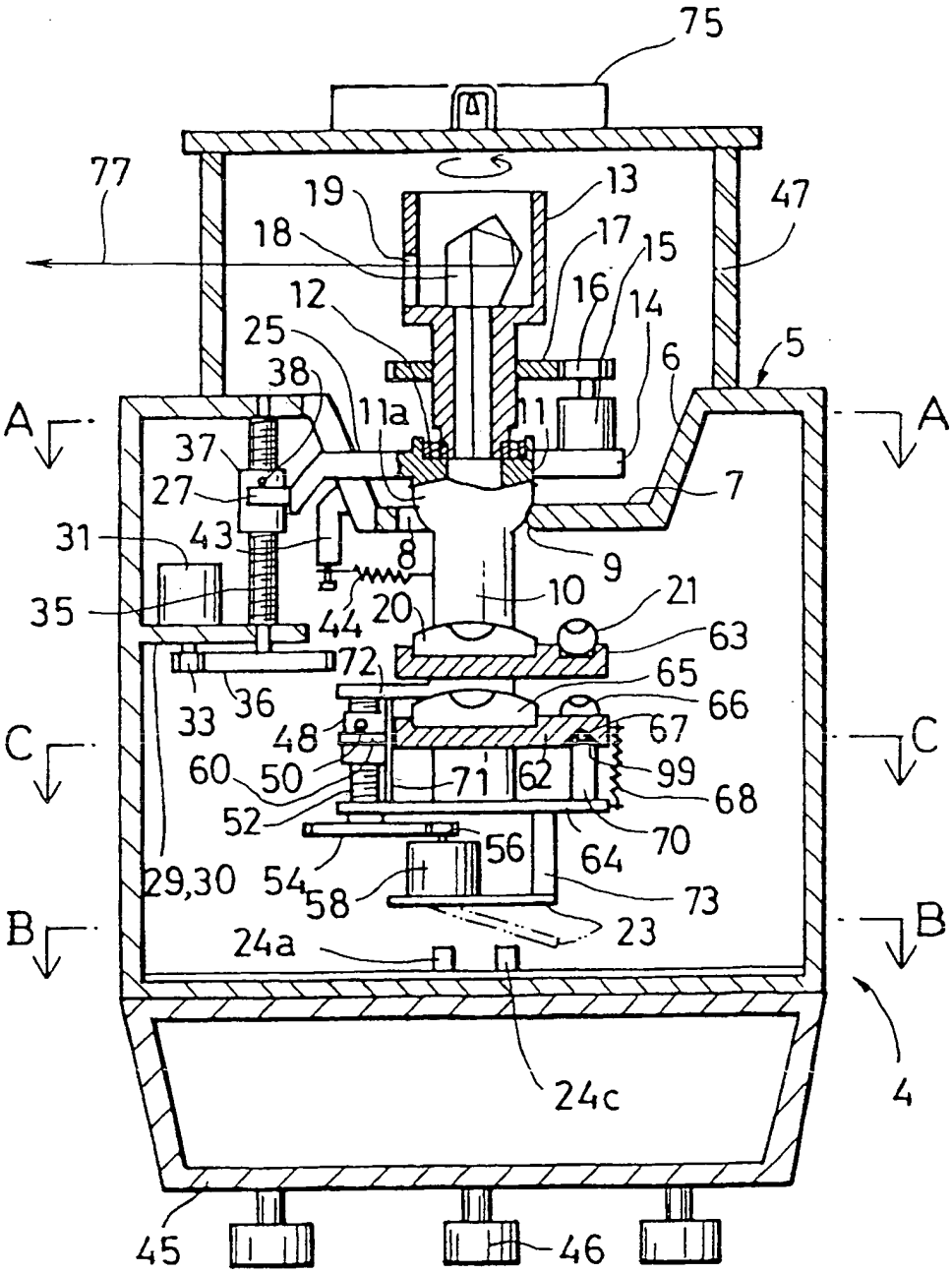

75
77
19
13
47
18
17
15
16
14
12
25
6
5
38
11a
11
A
A
37
27
7
31
43
8
9
35
10
21
20
44
63
72
65
36
33
66
48
67
C
C
60
50
71
62
99
68
52
70
56
64
29,30
54
58
73
B
B
24a
23
24c
4
45
46

FIG.26

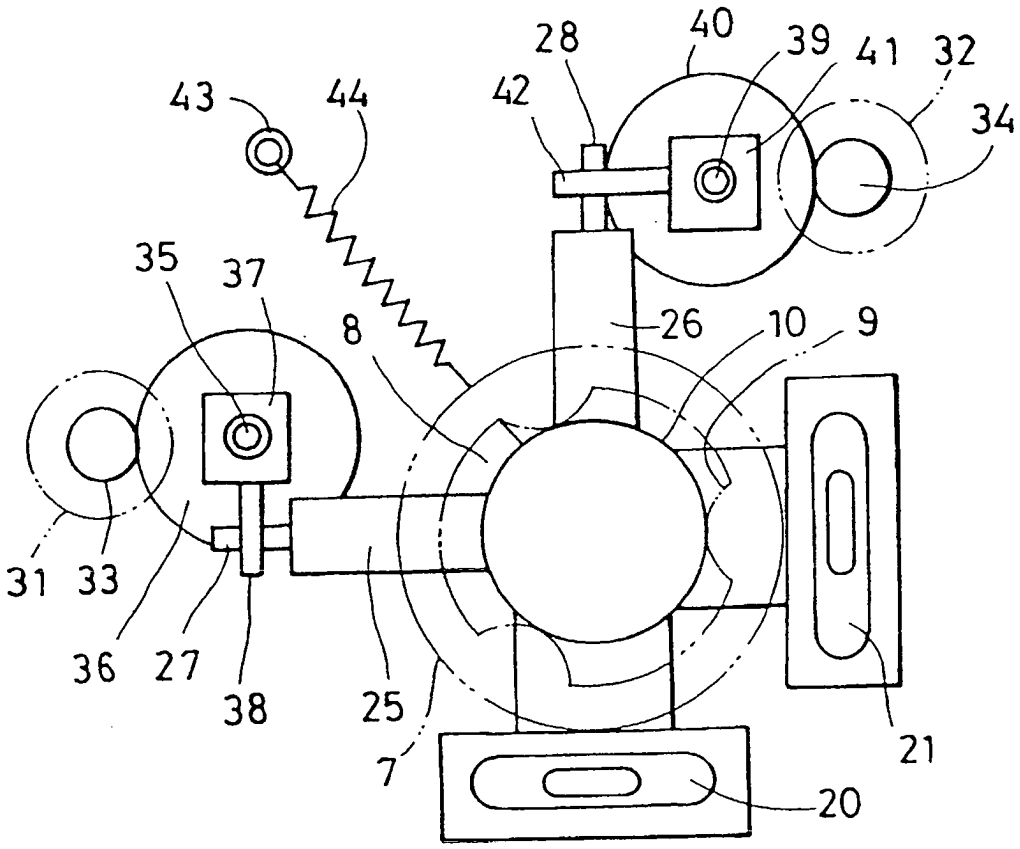

28
40
39
41
32
43
44
42
34
35
37
26
10
9
8
31
33
36
27
38
25
7
21
20

FIG.27

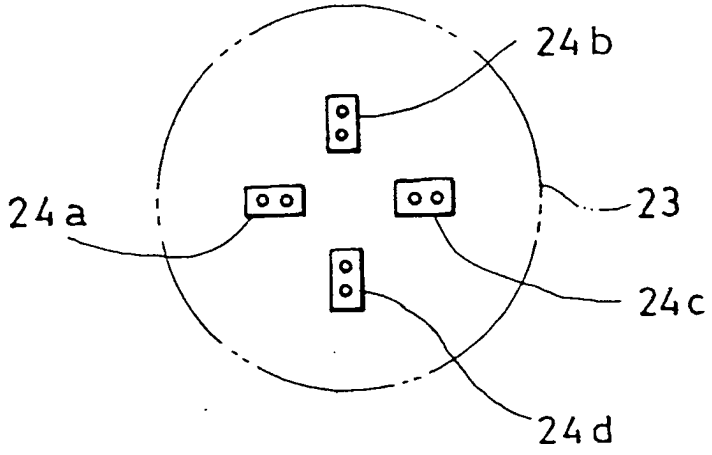

24b
24a
23
24c
24d

FIG.28

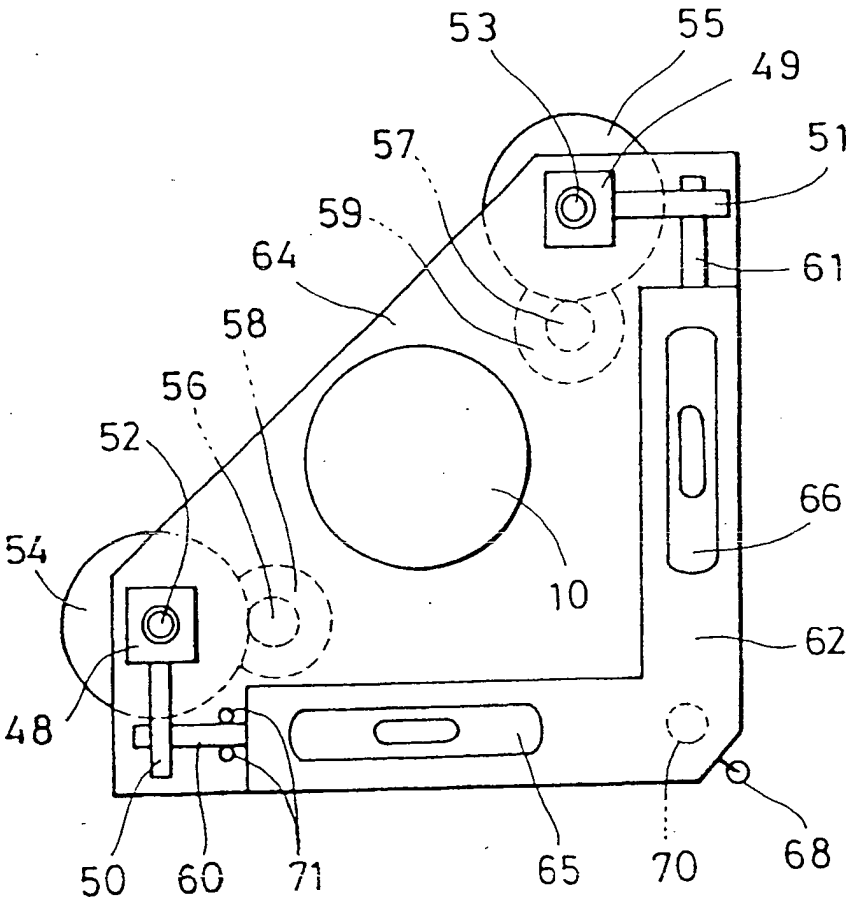


FIG.29

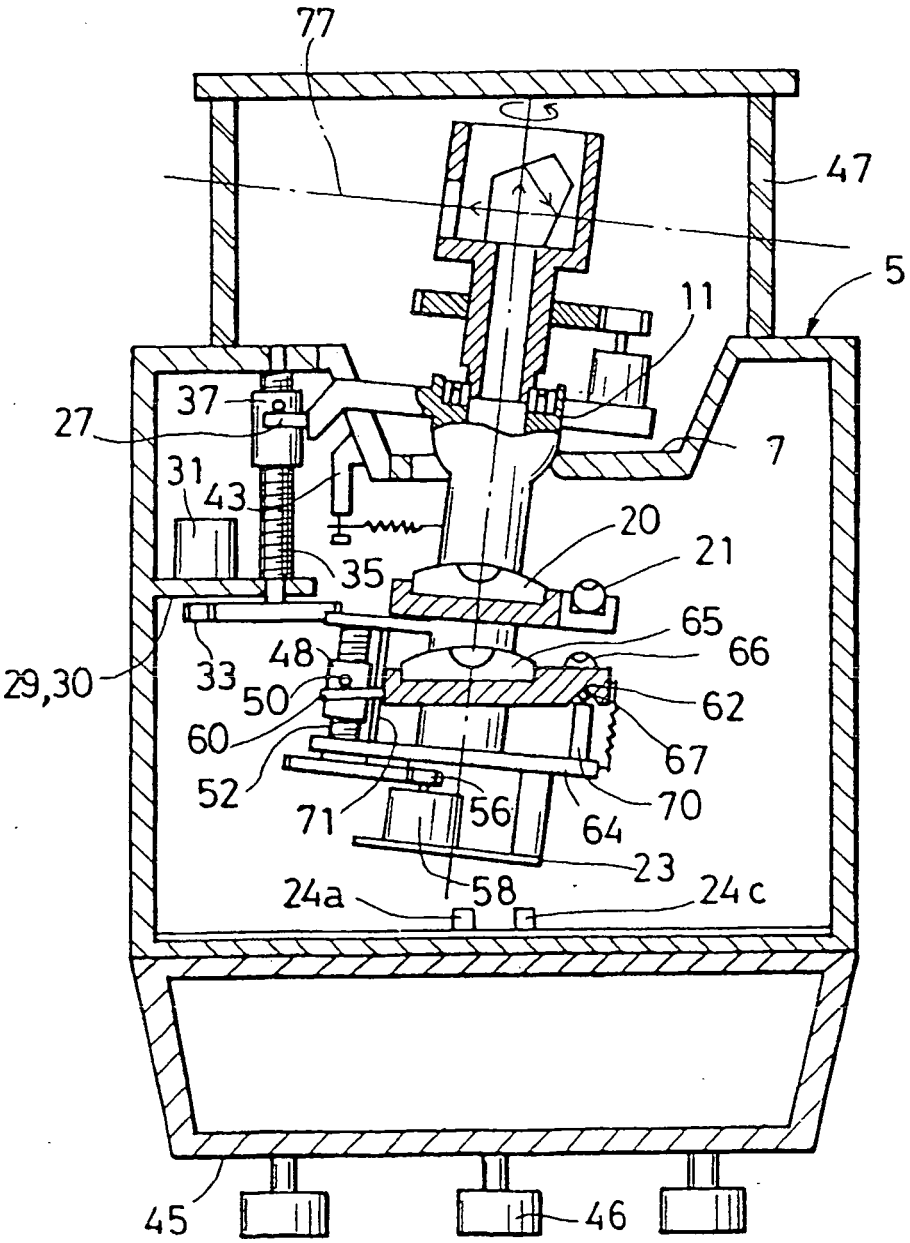

77
47
5
11
37
27
7
31
43
20
21
35
65
66
48
33
29,30
50
62
60
67
52
71
56
70
64
23
24a
58
24c
45
46

FIG.30

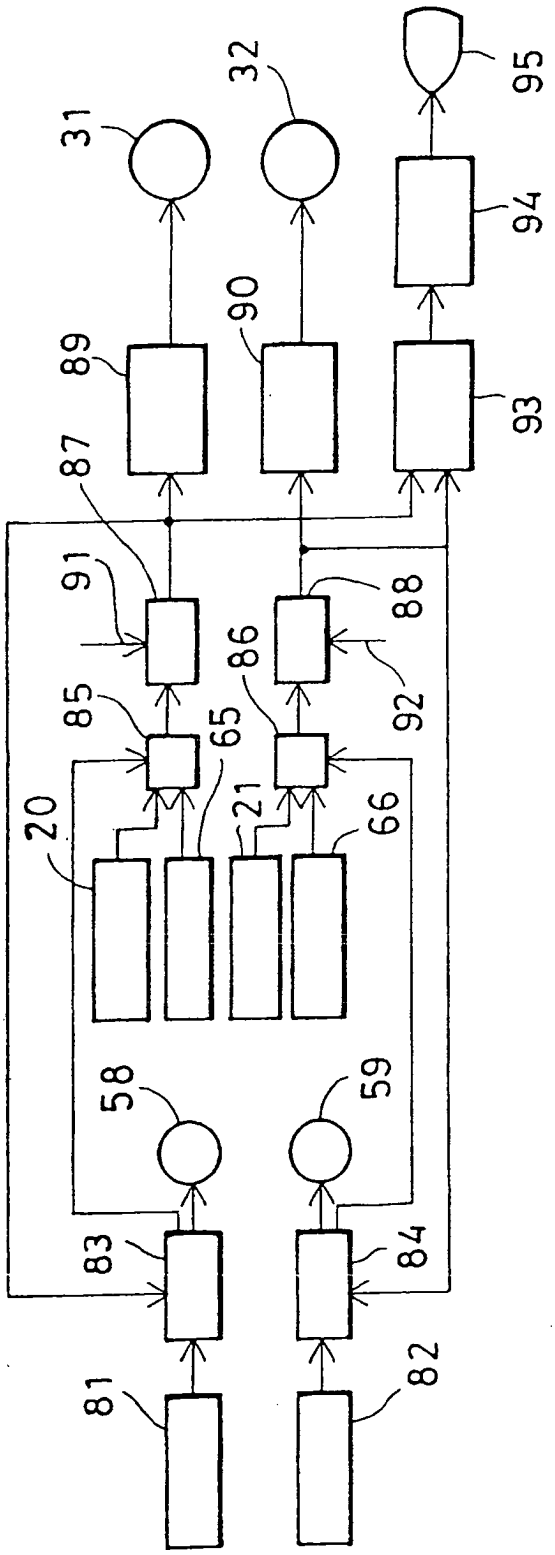


FIG. 31

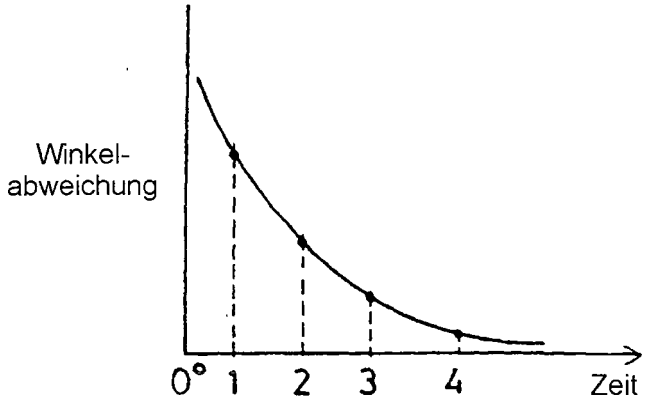
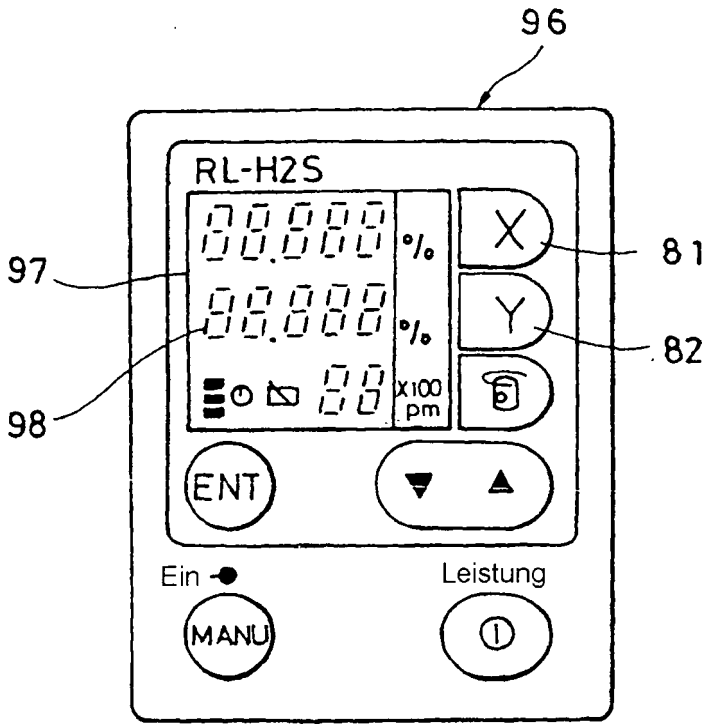

Winkel-
abweichung
0°
1
2
3
4
Zeit

FIG. 32


96
RL-H2S
00.000
%
00.000
%
00
x100
pm
X
Y
ENT
Ein
MANU
Leistung
97
98
81
82