



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 26 745 T2** 2006.02.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 860 684 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 26 745.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 301 280.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.02.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.08.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01C 9/06** (2006.01)
G01C 15/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

5397697 21.02.1997 JP

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Topcon, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(72) Erfinder:

Ohtomo, Fumio, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP;

Koizumi, Hiroshi, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP;

Kodaira, Jun-ichi, Itabashi-ku, Tokyo-to, JP

(54) Bezeichnung: **Neigungsmessvorrichtung**

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

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft mit einem oder mehreren Libellenrohren (bubble tubes) ausgestattete Neigungsdetektorvorrichtungen und insbesondere eine Neigungsdetektorvorrichtung für Präzisionsgeräte, wie beispielsweise mit einem elektronischen Libellenrohr des Lichtübertragungstyps ausgestattete Prüfgeräte.

[0002] Solche Prüfgeräte sind im Allgemeinen während des Prüfvorgangs an einer vorbestimmten Position installiert, und das Gerät wird für die jeweilige Prüfoperation auf einen Bezugspunkt unter Verwendung eines einstellbaren Neigungsdetektier-Mechanismus eingestellt. Wenn eingestellt, bietet das Prüfgerät für die nachfolgende Prüfung eine Bezugsfläche oder -linie, sodass die Einstellung des Gerätes auf die Bezugsposition mit einer hohen Genauigkeit durchgeführt werden muss.

[0003] Ein typischer Vertreter solcher Prüfgeräte ist ein Laser-Prüfgerät, wie in [Fig. 13](#) gezeigt. Dieses Gerät stellt eine Bezugsfläche mittels horizontalen Projizierens eines Laserstrahls und gleichzeitigen Rotierens des Strahls um eine vertikale Achse herum bereit. Ein in der Bezugsfläche angeordneter Photodetektor (nicht gezeigt) empfängt und erfasst den Laserstrahl, sodass die notwendige Bezugslinie oder Bezugsfläche gebildet werden kann.

[0004] Bezug nehmend im größeren Detail auf [Fig. 13](#) kennzeichnet das Bezugszeichen 1 einen Lichtstrahl-Emitter, der in solch einer Weise gehalten ist, dass er in einer beliebigen Richtung geneigt werden kann. Oben auf dem Emitter 1 ist eine Rotationseinrichtung 2 befestigt, der um die optische Achse des Laserstrahl-Emitters herum rotierbar ist. Der Laserstrahl-Emitter 1 weist zwei Neigungssensoren 3 und 4, die elektronische Libellenrohre vom Übertragungstyp aufweisen, die in der Horizontalebene und zueinander senkrecht betrieben werden, und einen dritten in der Vertikalrichtung operierenden Neigungssensor 5 auf. Der Neigungssensor 5 und die Neigungssensoren 3 und 4 ebenso wie ein Neigungsdetektier-Controller (nicht gezeigt) bilden eine Neigungsdetektorvorrichtung.

[0005] Die Rotationseinrichtung 2, die den im Emitter emittierten vertikal ausgerichteten Laserstrahl in horizontaler Richtung auslenkt, wird mittels eines Abtast-Motors 6 rotiert, wodurch ein rotierender Laserstrahl 7 bereitgestellt wird, der in einer Horizontalebene um eine vertikale Achse herum rotiert.

[0006] Der Laserstrahl-Emitter 1 ist mittels horizontaler Arme 8 und 9 gehalten (Arm 9 ist in der Figur nicht sichtbar), die sich in rechten Winkeln zueinander erstrecken und an ihren entsprechenden Enden mittels eines Neigungsmechanismus gehalten sind.

[0007] Der Neigungsmechanismus weist zwei Sätze von Neigungs-Antriebseinheiten 16 und 17 (Neigungs-Antriebseinheit 17 ist nicht sichtbar), die mit den Armen 8 bzw. 9 gekuppelt sind, und eine Neigungs-Steuereinheit (nicht gezeigt) zum Steuern der Neigungs-Antriebseinheiten 16 und 17 auf. Jede der Neigungs-Antriebseinheiten 16 und 17 weist eine Schraube 11, die sich in der Richtung der optischen Achse des Laserstrahl-Emitters 1 erstreckt, eine Mutter 12, die auf die Schraube 11 geschraubt ist und mit dem Ende der Arme 8 und 9 im Kontakt ist, und einen Neigungs-Einstellmotor 15 zum Rotieren der Schraube 11 mittels Zahnräder 13 und 14 auf. In der Figur stellt das Bezugszeichen 18 eine Fokus-Einstellvorrichtung dar, die es ermöglicht, dass der Laserstrahl 7 mittels Bewegens einer im optischen Pfad des Laserstrahl-Emitters 1 angeordneten Kondensor-Linse 19 in der Richtung der optischen Achse fokussiert wird.

[0008] Wird der Lichtstrahl 7 von der Rotationseinrichtung 2 in der horizontalen Richtung projiziert, und wird die Rotationseinrichtung 2 mittels des Abtast-Motors 6 rotiert, wird eine Anstrahlfläche gebildet, die, wenn die Abtast-Position des Laserstrahls 7 mittels der Photodetektorvorrichtung auf eine vorbestimmte Position eingestellt ist, die gewünschte Bezugsfläche bereitgestellt.

[0009] Ist die Bezugsfläche einmal gebildet, kann sie verwendet werden, um einen umfassenden Bereich von Arbeitspositionen, beispielsweise des Einstellens von Fenster-Positionen beim Beenden von Innenarbeiten während des Hausbaus oder für die Bodennivellierung bei ziviler Ingenieurarbeit, zu bestimmen.

[0010] Jeder der Neigungssensoren 3, 4 und 5 der Neigungsdetektorvorrichtung hat den gleichen Aufbau und basiert auf einer Kombination eines lichtemittierenden Elements, eines photoelektrischen Umwandlungselements und eines Libellenrohrs, wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 14](#) bis 17 beschrieben.

[0011] Bei jedem Sensor ist ein lichtemittierendes Element 22, wie beispielsweise eine LED, auf einer Achse senkrecht zur Achse des Libellenrohrs 21 mit einem Paar von Photodetektor-Elementen 23 und 24 angeordnet, die an den gegenüberliegenden Seiten des Libellenrohrs 21 angeordnet sind. Die Detektoren 23 und 24 sind in Bezug auf die optische Achse des lichtemittierenden Elements 22 angeordnet und haben zueinander einen vorbestimmten Abstand. Signale von den Photodetektor-Elementen 23 und 24 werden einem Neigungsdetektier-Controller 25 eingegeben, siehe [Fig. 17](#).

[0012] Wie in [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) gezeigt, werden die zentralen Bestandteile des vom lichtemittierenden Element 22 emittierten Detektionslichts 26 dazu

gebracht zu divergieren, wenn sie durch die Luftblase **27** des Libellenrohrs **21** hindurchtreten, während die äußeren Bestandteile dazu gebracht werden, in Richtung der Photodetektor-Elemente **23** und **24** zu konvergieren. Die Photodetektor-Elemente **23** und **24** erfassen die vom Rohr aufgenommene Lichtmenge, wobei diese Menge gemäß der Lichtmenge, die durch die Luftblase **27** hindurchtritt, und der Lichtmenge variiert, die nur durch den Flüssigkeitsbereich **28** hindurchtritt.

[0013] Wie in **Fig. 17** gezeigt, weist der Neigungsdetektier-Controller **25** auf eine Vergleichs-Arithmetikeinheit **30**, der Photodetektorsignale von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** eingegeben werden, und einen Controller **31** zum Ausgeben eines Steuerungssignals basierend auf einem von der Vergleichs-Arithmetikeinheit **30** abgeleiteten Signal und basierend auf dem Unterschied der Signale von den Detektor-Einheiten **23** und **24**, sofern es einen gibt. Ein Treiberschaltkreis **32** treibt den Neigungs-Einstellmotor **15** basierend auf dem Steuerungssignal vom Controller **31**.

[0014] Das Hindurchtreten des Detektionslichts **26** durch das Libellenrohr **21** wird nun in größerem Detail und unter Bezugnahme auf **Fig. 14** bis **Fig. 16** sowie **Fig. 18** beschrieben.

[0015] **Fig. 14** zeigt, wie das Detektionslicht **26** durch das Libellenrohr **21** in der Längsrichtung hindurchtritt. In der Mitte wird, da das Detektionslicht **26** im Wesentlichen linear durch die Luftblase **27** und den Flüssigkeitsbereich **28** hindurchtritt, von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** der zentrale Kern des Detektionslichts **26** aufgenommen. Jedoch wird das Detektionslicht **26** an der Grenze zwischen der Luftblase **27** und der Flüssigkeit **28** reflektiert, sodass dieses von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** nicht aufgenommen wird. **Fig. 18** zeigt die von den Detektoren **23** und **24** in Bezug auf die Längsrichtung des Libellenrohrs **21** erfasste Lichtmenge. Der Bereich mit der geringsten Lichtmenge kennzeichnet den Grenzbereich zwischen der Luftblase **27** und dem Flüssigkeitsbereich **28** dar.

[0016] **Fig. 15** ist eine Querschnittsansicht durch die Luftblase **27** des Libellenrohrs **21**. Licht, das im Wesentlichen linear durch das Libellenrohr **21** hindurchtritt, erreicht die Photodetektor-Elemente **23** und **24**. Abgesehen solcher zentraler Bestandteile werden andere Bestandteile des Detektionslichts **26**, die durch die Luftblase **27** hindurchtreten, um einen Betrag abhängig vom Radius der Krümmung der Luftblase **27** und des Libellenrohrs **21** divergierend abgelenkt. Im Gegensatz dazu werden Bestandteile des Detektionslichts **26**, die nur durch den Flüssigkeitsbereich **28** um die Blase herum hindurchtreten, infolge der Brechung in Richtung der Photodetektor-Elemente **23** und **24** konvergierend abgelenkt.

Andere durch die Grenzfläche der Luftblase hindurchtretenden Bestandteile des Detektionslichts werden hauptsächlich an der Oberfläche der Blase reflektiert und nicht von den Photodetektor-Elementen aufgenommen.

[0017] **Fig. 16** ist eine Querschnittsansicht des Flüssigkeitsbereichs **28**. Bestandteile des Detektionslichts **26**, die linear durch die Mitte des Libellenrohrs **21** hindurchtreten, erreichen die Photodetektor-Elemente **23** und **24**. In ähnlicher Weise werden Bündel, die durch den Flüssigkeitsbereich **28** des Libellenrohrs **21** hindurchtreten, abgesehen vom zentralen Bereich, infolge der Brechung in Richtung der Photodetektor-Elemente **23** und **24** konvergierend abgelenkt. Vorzugsweise sind die Photodetektor-Elemente **23** und **24** von einer geringen Breite in Bezug auf den Rohrdurchmesser, sodass das Auftreten von Störlicht reduziert ist, und da die Photodetektor-Elemente **23** und **24** lediglich eine geringe Breite aufweisen, werden nur die Bestandteile des Detektionslichts **26** erfasst, die tatsächlich durch das Libellenrohr **21** hindurchtreten, und dies erhöht den Photodetektions-Kontrast.

[0018] **Fig. 18** stellt graphisch den Änderungsbeitrag des übertragenen Lichts in Bezug auf die Länge des Libellenrohrs **21** dar. An der Grenze der Luftblase **27** wird das Detektionslicht **26** hauptsächlich reflektiert, sodass die Menge des übertragenen Lichts extrem gering ist. Durch das Hindurchtreten in der Nähe der Grenze der Luftblase **27** wird der optische Pfad des Detektionslichts **26** geändert, und dessen Reflexion wird verstärkt, sodass das Verhältnis des durch das Libellenrohr **21** hindurchtretenden Detektionslichts **26** zur Detektion weiter reduziert ist. Demgemäß ist der Bereich G zwischen den beiden Grenzen der Luftblase **27** der Bereich, in dem die Menge des erfassten Lichts reduziert ist, und wenn sich die Luftblase **27** bewegt, bewegt sich der Bereich G ebenfalls. Daher wird sich die von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** erfasste Menge des übertragenen Lichts ändern, weshalb es möglich ist, eine beliebige Neigung infolge der Änderung der entsprechenden Ausgaben der Photodetektor-Elemente **23** und **24** zu erfassen.

[0019] Wie in **Fig. 14** gezeigt, und in dem Fall, dass sich das Libellenrohr **21** in horizontaler Lage befindet, befindet sich die Luftblase **27** in der Mitte des Libellenrohrs **21**, und die Mengen des in die Photodetektor-Elemente **23** und **24** eintretenden Detektionslichts **26**, sind zueinander gleich. Daher gibt es nach der Vergleichsoperation in der Vergleichs-Arithmetikeinheit **30** zwischen dem Signal vom Photodetektor-Element **23** und dem Signal vom Photodetektor-Element **24** keine Abweichung, und es wird kein Treibersignal zum Treiberschaltkreis **32** ausgegeben.

[0020] Jedoch sind, wenn das Laserprüfgerät ge-

neigt wird, sodass die Luftblase **27** des Libellenrohrs **21** in [Fig. 14](#) nach rechts bewegt wird, die Bestandteile des in das Photodetektor-Element **24** eintretenden Detektionslichts **26** weniger, und Bestandteile des in das Photodetektor-Element **23** eintretenden Detektionslichts **26** sind mehr. Demgemäß gibt es in den Photodetektor-Signalen, die der Vergleichs-Arithmetikeinheit **30** eingegeben werden, einen Unterschied. Das resultierende Abweich-Signal wird dem Controller eingegeben, der seinerseits ein Steuersignal zum Treiberschaltkreis **32** ausgibt, der dann den Neigungs-Einstellmotor **15** einstellt, bis der Unterschied in den Photodetektor-Signalen von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** beseitigt ist.

[0021] Als die Photodetektor-Elemente **23** und **24** kann ein beliebig geeigneter Photosensor, CCD- oder Linear-Sensor verwendet werden.

[0022] Bei dem System gemäß dem Stand der Technik, wie oben beschrieben, gibt es den Nachteil, dass das durch die Luftblase **27** hindurchtretende Detektionslicht **26** oder das aufgrund des Körpers des Libellenrohrs **21** konvergierend abgelenkte Detektionslicht **26** von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** erfasst wird. Demgemäß gibt es, wie in [Fig. 18](#) zu sehen, eine Photodetektier-Abstufung über den Bereich G. Dies bedeutet, dass bei der Neigungsdetektorvorrichtung vom herkömmlichen Typ, wie oben beschrieben, und wobei die Neigung gemäß der Differenz zwischen der Lichtmenge im Bereich G und der Lichtmenge an beiden Seiten des Bereichs G erfasst wird, die Genauigkeit des Gerätes verringert ist, wenn es im Bereich G eine beliebige Menge einer Photodetektion gibt. Jedoch ist es oft schwierig, die Neigung zu erfassen, wenn der Unterschied in der Photodetektion gering ist. Eine Lösung dafür wäre, ein Photodetektor-Element mit einer noch geringeren Breite zu verwenden, allerdings ist dies nachteilig, da das Photodetektions-Signal ebenso verringert wird.

[0023] Im Rahmen der Erfindung wird versucht, eine verbesserte Neigungsdetektorvorrichtung verbesserter Empfindlichkeit und Genauigkeit zu schaffen.

[0024] Ein Dokument aus dem Stand der Technik, EP-A-0349074, offenbart eine Blasen-Neigungsdetektorvorrichtung, aufweisend ein Libellenrohr, das eine Flüssigkeit in einer Luftblase enthält, eine Lichtquelle, die einen Lichtstrahl auf das Rohr emittiert, Photodetektoren an gegenüberliegenden Seiten des Rohrs, Mittel zum Detektieren und Vergleichen der Ausgabe der Detektoren und die Abdeckung, um die auf die Detektoren auftreffende Lichtmenge zu reduzieren. Die Vorrichtung arbeitet, indem durch die Achse des Libellenrohrs hindurchtretendes Detektionslicht blockiert wird, um die Erfassungsgenauigkeit zu erhöhen.

[0025] Dieses Dokument aus dem Stand der Technik ist nicht auf das Problem gerichtet, dass Licht infolge des peripheren Bereichs des Körpers des Libellenrohrs konvergierend abgelenkt wird.

[0026] Erfindungsgemäß ist eine Libellen-Neigungsdetektorvorrichtung geschaffen, die aufweist ein Libellenrohr (bubble tube) (**21**), das eine Flüssigkeit (**28**) und eine in der Flüssigkeit ausgebildete Luftblase (**27**) enthält, eine Lichtquelle (**22**), derart angeordnet, dass ein Detektionslichtstrahl auf das Libellenrohr entlang einer Achse ausgerichtet ist, ein Paar von Photodetektor-Elementen (**23**, **24**), positioniert an der von der Lichtquelle aus gegenüberliegenden Seite des Libellenrohrs und in gleichen Abständen zueinander an gegenüberliegenden Seiten der Achse entlang der Länge des Rohrs angeordnet, und Mittel (**30**) zum Detektieren und Vergleichen der Ausgabe von den beiden Detektoren als Folge des Auftreffens von durch das Libellenrohr von der Lichtquelle übertragenen Lichts darauf, gekennzeichnet durch die Bereitstellung einer zwischen dem Libellenrohr und den Detektoren (**23**, **24**) angeordneten Abblend-Platte (**35**, **37**, **37'**, **38**), wobei die Abblend-Platte mindestens einen Schlitz aufweist, der in ihr parallel zur Längsachse des Libellenrohrs ausgebildet ist, und wobei die Abblend-Platte verhindert, dass der Detektionslichtstrahl infolge der in den peripheren Bereichen des Rohrs entfernt von der Blase enthaltenen Flüssigkeit gebrochen wird.

[0027] Bei einem Ausführungsbeispiel weist die Abblend-Platte zwei Längsschlitze auf, wobei zusätzlich zu der Abblend-Platte eine feste Maskierplatte (**29**) an oder in der Nähe der Photodetektor-Flächen der Detektoren vorgesehen ist.

[0028] Die Erfindung ist weiterhin unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben, bei der:

[0029] [Fig. 1](#) eine schematische Vorderansicht ist, die ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Blasen-Neigungs-Sensoreinrichtung zeigt;

[0030] [Fig. 2\(A\)](#) und [Fig. 2\(B\)](#) jeweils eine Seitenansicht des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung darstellen;

[0031] [Fig. 3](#) eine Ansicht entlang der Linie A-A in [Fig. 1](#) ist;

[0032] [Fig. 4](#) eine schematische Vorderansicht ist, die ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0033] [Fig. 5\(A\)](#) und [5\(B\)](#) jeweils eine Seitenansicht des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung darstellen;

[0034] **Fig. 6** eine schematische Seitenansicht ist, die eine Abwandlung des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung zeigt;

[0035] **Fig. 7** eine schematische Vorderansicht ist, die ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0036] **Fig. 8(A)** und **Fig. 8(B)** jeweils eine Seitenansicht des dritten Ausführungsbeispiels darstellen;

[0037] **Fig. 9** eine Ansicht entlang der Linie B-B in **Fig. 7** ist;

[0038] **Fig. 10** eine Seitenansicht gemäß einem anderen Aspekt oder einer anderen Version der Erfindung ist;

[0039] **Fig. 11** ein Diagramm ist, das das Verteilungsmuster des Lichts zeigt, das durch das Libellenrohr bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung hindurchtritt;

[0040] **Fig. 12** ein Blockdiagramm der Vorrichtung der Erfindung, wobei ein Zeilen-Sensor als Photodetektor-Element verwendet wird;

[0041] **Fig. 13** eine Querschnittsansicht eines Laser-Prüfgerätes gemäß dem Stand der Technik ist, ausgestattet mit einer Neigungsdetektorvorrichtung;

[0042] **Fig. 14** eine schematische Vorderansicht eines herkömmlichen Exemplars ist;

[0043] **Fig. 15** ein Diagramm entlang der Linie C-C in **Fig. 14** ist;

[0044] **Fig. 16** ein Diagramm entlang der Linie D-D in **Fig. 14** ist;

[0045] **Fig. 17** ein Blockschaltdiagramm ist, wie beim herkömmlichen Exemplar verwendet; und

[0046] **Fig. 18** ein Diagramm ist, das die Verteilung der Lichtmenge zeigt, die durch das Libellenrohr bei der Vorrichtung vom herkömmlichen Typ hindurchtritt.

[0047] Bezug nehmend nun auf die Zeichnung:

[0048] **Fig. 1** bis **Fig. 3** stellen ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dar. In diesen Figuren sind den Komponenten, die gleich denen in den **Fig. 14** bis **Fig. 16** sind, die gleichen Bezugszeichen vergeben. Grundsätzlich ist die Anordnung der Neigungsdetektorvorrichtung die gleiche wie die von **Fig. 17**. Demgemäß ist eine weitere ausführliche Beschreibung der Figur nicht erforderlich, abgesehen in Bezug auf die durch die Erfindung eingeführten Modifikationen.

[0049] Wie beim Stand der Technik weist die Blasen-Neigungsdetektorvorrichtung ein Libellenrohr **21**, wobei ein lichtemittierendes Element **22** wie beispielsweise eine LED an einer Seite des Rohrs angeordnet ist, und ein Paar von Photodetektor-Elementen **23** und **24** auf, die an der anderen Seite des Libellenrohrs **21** angeordnet sind. Die Detektionselemente sind in Bezug auf die optische Achse des lichtemittierenden Elements **22** symmetrisch mit einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet. Erfindungsgemäß ist eine Lichtabblend-Platte **35** zwischen den Photodetektor-Elementen **23** und **24** und dem Libellenrohr **21** sowie parallel zu den Photodetektor-Elementen **23** und **24** angeordnet. Die Lichtabblend-Platte **35** ist mit einem Schlitz **36** versehen, der parallel zur Achse des Libellenrohrs **21** verläuft, und der solch eine Breite aufweist, dass das durch den Körper des Libellenrohrs **21** konvergierend abgelenkte Detektionslicht **26** blockiert wird, wie in **Fig. 2** gezeigt. Signale von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** werden einem Neigungsdetektier-Controller **25** eingegeben.

[0050] **Fig. 2(A)** ist ein Querschnittsansicht durch die Luftblase **27**. Wie vorher werden die zentralen Bestandteile des Detektionslichts **26** im Wesentlichen linear durch das Libellenrohr zu den Photodetektor-Elementen **23** hindurchtreten. Lichtbestandteile, die andere sind als die zentralen Lichtbestandteile, die durch die Blase hindurchtreten, werden um einen Betrag abhängig vom Radius der Krümmung der jeweiligen Luftblase und des Libellenrohrs divergierend abgelenkt. Schließlich werden periphere Bestandteile **33** des Detektionslichts **26**, die durch den Flüssigkeitsbereich **28** des Libellenrohrs **21** aber nicht durch oder in der Nähe der Blase hindurchtreten, infolge der Brechung konvergierend abgelenkt, allerdings werden sie in diesem Fall infolge der Lichtabblend-Platte **35** zu den Photodetektor-Elementen **23** und **24** blockiert. Auf diese Weise erreichen nur die zentralen Bestandteile des übertragenen Lichts die Photodetektor-Elemente **23** und **24**.

[0051] Demgemäß ist die Menge des im Bereich G übertragenen und erfassten Lichts reduziert. Der Unterschied zwischen der Lichtmenge im Bereich G und der Menge des Detektionslichts **26**, das durch den Flüssigkeitsbereich **28** und das Libellenrohr **21** hindurchtritt, ohne durch die Luftblase **27** hindurchzutreten, ist daher reduziert. Daher tritt ein großer Unterschied in den von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** erfassten jeweiligen Mengen des Lichts auf, wenn sich die Luftblase **27** im Libellenrohr **21** bewegt, wenn beispielsweise das Libellenrohr **21** geneigt wird. Umso größer ist daher die von der Vergleichs-Arithmetikeinheit **30** zu berechnende Differenz, und umso stärker ist das Ausgabesignal, was alles zu einer Verbesserung der Erfassungsgenauigkeit beiträgt.

[0052] [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) stellen ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung dar, bei dem zwischen den Photodetektor-Elementen **23** und **24** und dem Libellenrohr **21** eine Lichtabblend-Platte **37** angeordnet ist. Die Lichtabblend-Platte **37** weist die Form eines Rechtecks mit einer geringeren Breite als die der Photodetektor-Elemente **23** und **24** auf. In diesem Fall blockiert die Abblend-Platte **37** axial übertragene Lichtbestandteile **34**, die entlang oder in der Nähe der Achse des Libellenrohrs **21** verlaufen.

[0053] Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, wie oben beschrieben, werden nahezu alle der durch die Mitte der Luftblase **27** verlaufenden Lichtbestandteile des Detektionslichts **26** blockiert, und nur die durch den Abschnitt in der Nähe des Körpers des Libellenrohrs **21** hindurchtretenden Bestandteile des Detektionslichts **26** erreichen die Photodetektor-Elemente **23** und **24**. Als ein Ergebnis sind die Photodetektions-Mengen in den Photodetektor-Elementen **23** und **24** stark reduziert, sodass der Unterschied zwischen der Lichtmenge des durch die Luftblase **27** hindurchtretenden Detektionslichts **26** und der Lichtmenge des Detektionslichts **26**, das durch den Flüssigkeitsbereich **28** des Libellenrohrs **21** hindurchtritt, ohne durch die Luftblase **27** hindurchzutreten, vergrößert ist. Demgemäß tritt, wenn sich die Luftblase **27** im Libellenrohr **21** beispielsweise infolge des Neigens bewegt, eine noch größere Differenz zwischen den von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** erfassten Lichtmengen auf. Die von der Vergleichs-Arithmetikeinheit **30** berechnete Differenz wiederum wird größer, und dies trägt wiederum zur Verbesserung der Erfassungsgenauigkeit bei.

[0054] Bei der alternativen Anordnung von [Fig. 6](#) ist die Lichtabblend-Platte **37'** zwischen dem Libellenrohr **21** und dem lichtemittierenden Element **22** angeordnet und blockiert axial übertragene Lichtbestandteile **34** des vom lichtemittierenden Element **22** emittierten Detektionslichts **26**, bevor die Lichtbestandteile in das Libellenrohr **21** eintreten. Der Effekt ist der gleiche wie bei [Fig. 5](#).

[0055] [Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#) stellen ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung dar, bei dem eine Lichtabblend-Platte **38** zwischen den Photodetektor-Elementen **23** und **24** und dem Libellenrohr **21** wie beim ersten Ausführungsbeispiel angeordnet ist. Jedoch ist in diesem Fall die Lichtabblend-Platte **38** mit zwei Schlitzfenstern **39** und **40** versehen, die parallel zur Achse des Libellenrohrs **21** verlaufen.

[0056] Die Lichtabblend-Platte **38** blockiert die peripheren Übertragungs-Lichtbestandteile **33** des Detektionslichts **26**, die durch das Libellenrohr **21** hindurchtreten, sowie die axial übertragenen Lichtbestandteile **34**. Daher werden nahezu alle durch den Abschnitt mit der Luftblase **27** hindurchgetretenen Lichtbestandteile des Detektionslichts **26** blockiert,

und die Mengen des Lichts, die von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** erfasst werden, sind stark reduziert. Als ein Ergebnis ist das Verhältnis der Menge des Detektionslichts **26**, das durch den Flüssigkeitsbereich des Rohrs hindurchtritt, welcher Bereich eine anderer ist als die Luftblase **27**, zur Menge des Lichts im Bereich G weiter erhöht. Daher ist die mittels der Berechnung der Vergleichs-Arithmetikeinheit **30** erlangte Abweichung stark vergrößert, und dies trägt weiter zu einer Verbesserung in der Erfassungsgenauigkeit bei.

[0057] Nun bewegend zu [Fig. 10](#) müssen Photodetektor-Elemente **23** und **24** notwendigerweise eine bestimmte Größe haben, sodass eine bestimmte Menge von Störlicht unvermeidlich ist. Beispielsweise tritt Detektionslicht **26**, das sich auf die Luftblase **27** auswirkt, entweder gerade durch sie hindurch oder divergiert gemäß seines Einfallswinkels auf die Blase. Da der überwiegende Teil des divergierenden Lichts die Detektoren verpassen kann, kann ein bestimmter Teil der Divergenz-Lichtbestandteile weiterhin die Photodetektor-Oberfläche erreichen und zu Störlicht werden. In Bezug auf Störlicht ist es bevorzugt, dass die Photodetektor-Fläche in der Längsrichtung des Libellenrohrs rechteckig ist und nahezu dessen Breite entspricht, und vorzugsweise ist, wie in [Fig. 10](#) gezeigt, eine Maske **29** nahezu angrenzend oder in enger Nähe zu den Photodetektor-Oberflächen der Photodetektor-Elemente **23** und **24** vorgesehen. Auf diese Weise kann das Auftreten von Störlicht reduziert werden.

[0058] Wenn gewünscht, kann die Verwendung der Maske **29** mit einer Lichtabblend-Platte **38**, wie beispielsweise in [Fig. 8](#) gezeigt, kombiniert werden. Durch Kombinieren der Maske **29** mit der Lichtabblend-Platte **38** werden die durch den Abschnitt mit der Luftblase **27** hindurchtretenden Bestandteile des Detektionslichts durch die Lichtabblend-Platte **38** blockiert, und das Störlicht wird mittels der Maske **29** am Eintreten gehindert und dies trägt weiter zur Verbesserung der Erfassungsgenauigkeit bei.

[0059] Durch das Vorsehen der Lichtabblend-Platten, **35**, **37**, **37'** und **38** ist die Gesamtmenge des zur Erfassung durch die Photodetektor-Elemente **23** und **24** zur Verfügung stehenden Lichts reduziert, allerdings ist die Empfindlichkeit des Systems wesentlich höher, sodass es daher kein Problem gibt. Daher ist es mittels erfindungsgemäßen Erhöhen des Verhältnisses der Menge des Detektionslichts **26**, das durch den Flüssigkeitsbereich **28** des Rohrs hindurchtritt, welcher Bereich ein anderer ist als die Luftblase **27**, zur Menge des im Bereich G übertragenen Lichts möglich, die Erfassungsgenauigkeit zu verbessern.

[0060] Dies ist mittels [Fig. 11](#) gezeigt, die eine Kurve darstellt, die die Verteilung des von den Photodetektor-Elementen **23** und **24** erfassten Lichts zeigt,

abgedeckt durch die Erfindung und entlang der Länge des Rohrs gemessen. Dies kennzeichnet, dass es nahezu keine Photodetektion im Luftblasen-Bereich G gibt, und dass das Verhältnis der Menge des im Bereich G übertragenen Lichts zu dem über den Flüssigkeitsbereich übertragenen Lichts groß ist. Wird dieser Unterschied mit dem Bereich G in [Fig. 18](#) verglichen, die die Lichtmengenverteilung bei einer Vorrichtung des herkömmlichen Typs zeigt, wird der Blockiereffekt der Abblend-Platten **35**, **37**, **37'** und **38** dieser Erfindung deutlich.

[0061] Im Stand der Technik kann jeder beliebig geeignete Photosensor, CCD- oder Linear-Sensor, Zeilen-Sensor usw. als die Elemente **23** und **24** verwendet werden. Ein geeigneter Schaltkreis zur Verwendung bei der Erfindung, wenn Zeilen-Sensoren als die Photodetektor-Elemente **23** und **24** verwendet werden, ist in [Fig. 12](#) gezeigt.

[0062] Ein Controller **44** gibt einem Abtast-Treiberschaltkreis **45** ein Abtast-Treibersignal aus, und der Abtast-Treiberschaltkreis **45** seinerseits treibt einen Zeilen-Sensor **41** basierend auf dem Abtast-Treibersignal vom Controller **44**. Das Photodetektor-Signal vom Zeilen-Sensor **41** wird von einem Verstärker **42** verstärkt und wird einer Arithmetikeinheit **43** eingegeben. Die Arithmetikeinheit **43** berechnet dann die Verteilung des Photodetektor-Signals und vergleicht dann die berechnete Verteilung mit einer Bezugsverteilung, wobei ein Neigungsbetrag berechnet werden kann, und das Ergebnis der Berechnung wird dem Controller **44** eingegeben. Der Controller **44** treibt dann den Neigungs-Einstellmotor **15** über den Treiberschaltkreis **32**, um die Neigung zu korrigieren.

[0063] Zusammenfassend wird daher im Rahmen der Erfindung versucht, den Unterschied und das Verhältnis des durch die Luftblase eines elektronischen Libellenrohrs des Übertragungstyps übertragenen Lichts zu der durch den Flüssigkeitsbereich übertragenen Menge vergrößert, was daher zu einer Verbesserung in der Neigungs-Erfassungsgenauigkeit beiträgt.

Patentansprüche

1. Libellen-Neigungsdetektorvorrichtung, aufweisend ein Libellenrohr (**21**), das eine Flüssigkeit (**28**) und eine in der Flüssigkeit ausgebildete Gasblase (**27**) aufweist, eine Lichtquelle (**22**), die für die Richtung eines Detektionslichtstrahls auf die Libelle entlang einer Achse positioniert ist, ein Paar von Fotodetektor-Elementen (**23**, **24**), die an der der Lichtquelle entgegengesetzten Seite des Rohrs und in gleichen Abständen voneinander an entgegengesetzten Seiten der Achse entlang der Länge des Rohrs angeordnet sind, und Mittel (**43**) zum Detektieren und Vergleichen der sich auf den Einfall von Licht hin ergebenden Ausgabe von den beiden Detektoren, das von

der Lichtquelle durch die Libelle hindurch übertragen wird, gekennzeichnet durch das Vorsehen einer zwischen dem Libellenrohr (**21**) und den Detektoren (**23**, **24**) angeordneten Abblend-Platte (**35**, **37**, **37'**, **38**), wobei die Abblend-Platte mindestens einen Schlitz aufweist, der in ihr parallel zur Längsachse des Libellenrohrs (**21**) ausgebildet ist, sodass die Abblendplatte geeignet ist, den Detektionslichtstrahl zu blockieren, der durch die Flüssigkeit gebrochen wird, die in den von der Gasblase entfernten peripheren Bereichen des Rohrs enthalten ist.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abblend-Platte (**38**) zwei Längsschlitze (**39**, **40**) aufweist, die in ihr parallel zur Längsachse des Libellenrohrs (**21**) und an entgegengesetzten Seiten der Achse der Libelle in gleichem Abstand voneinander ausgebildet sind, sodass die Abblend-Platte geeignet ist, den Detektionslichtstrahl, der von der Flüssigkeit gebrochen wird, die in von der Blase entfernten peripheren Bereichen des Rohrs enthalten ist, sowie den Detektionslichtstrahl zu blockieren, der durch die Achse des Libellenrohrs hindurchtritt.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei zusätzlich zur Abblendplatte eine feste Maskenplatte (**29**) auf oder in der Nähe der Photodetektier-Flächen der Detektoren vorgesehen ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

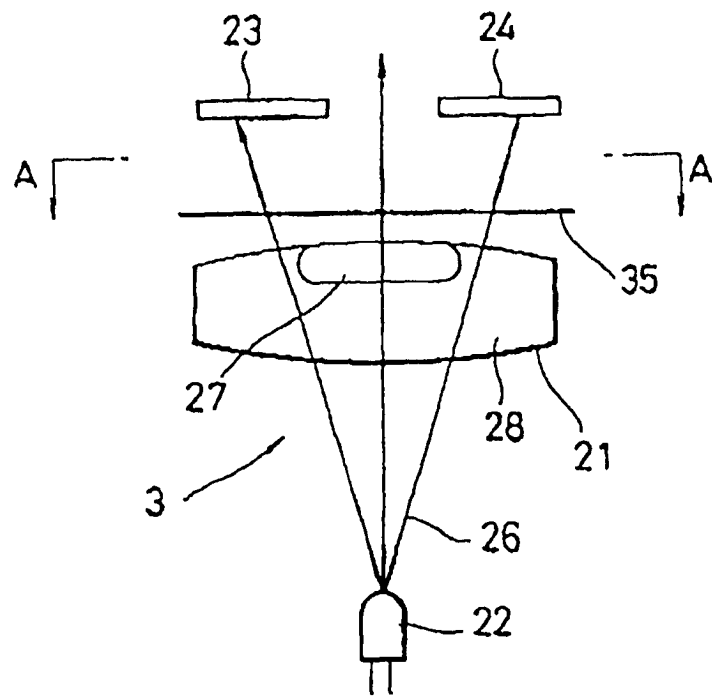


FIG. 2A

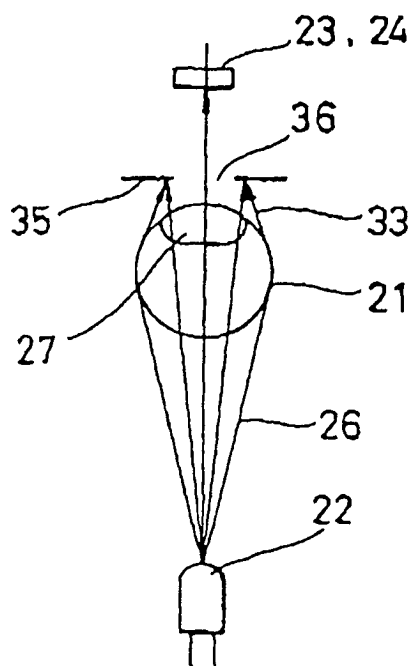


FIG. 2B

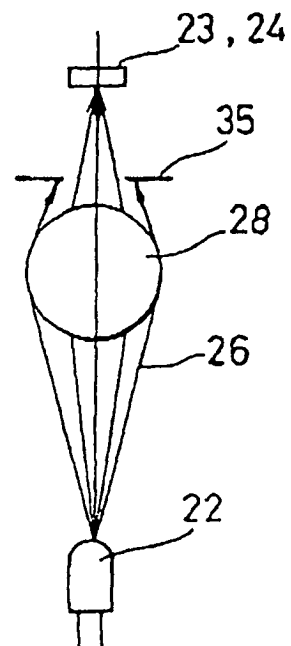


FIG. 3

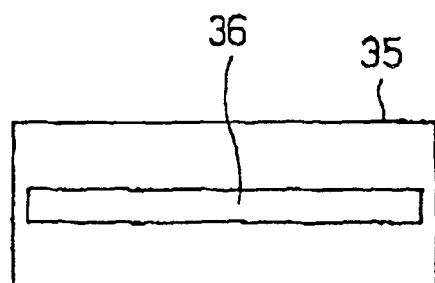


FIG. 4

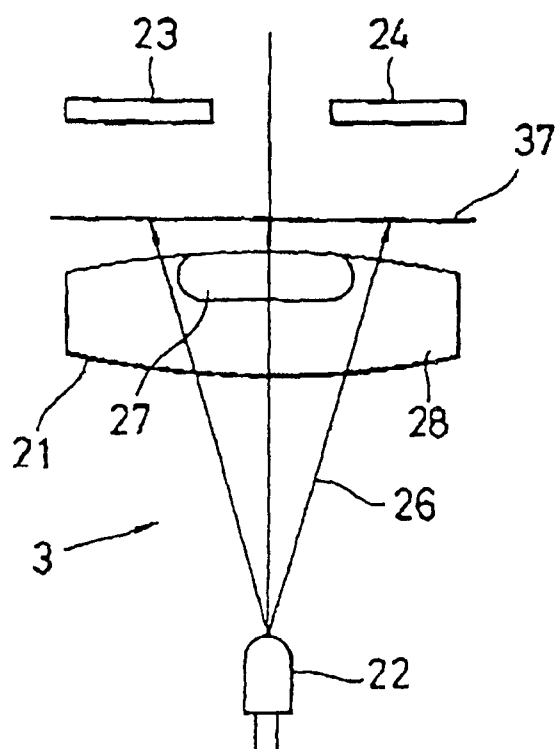


FIG. 5A

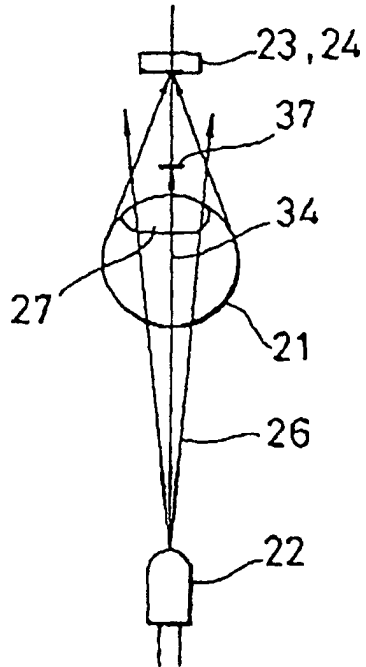


FIG. 5B

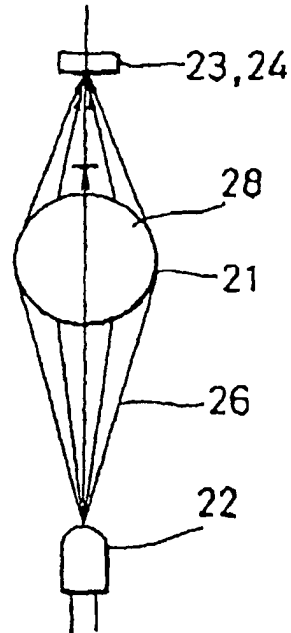


FIG. 6

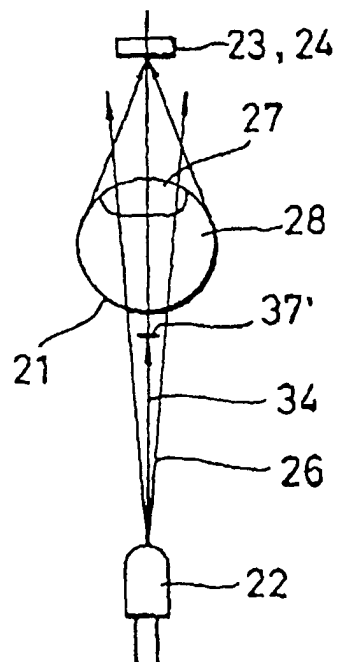


FIG. 7

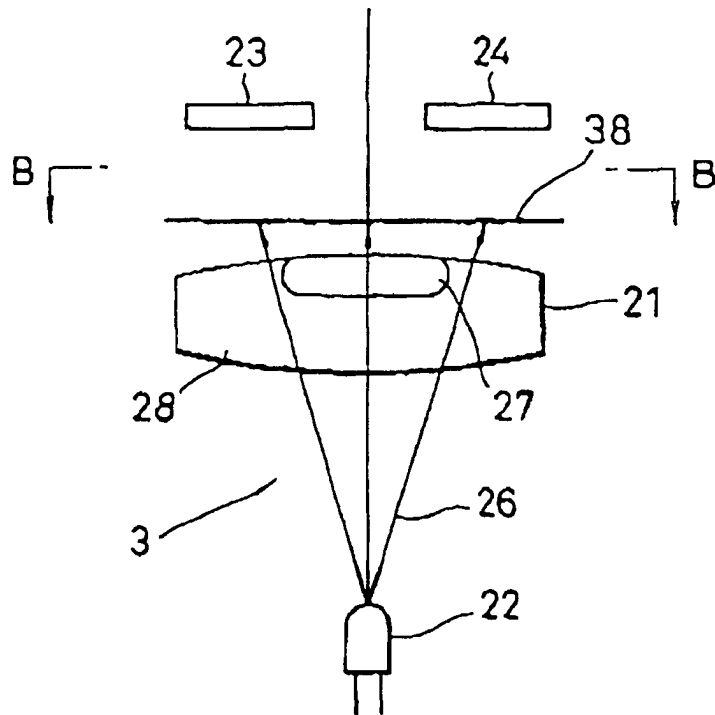


FIG. 8A

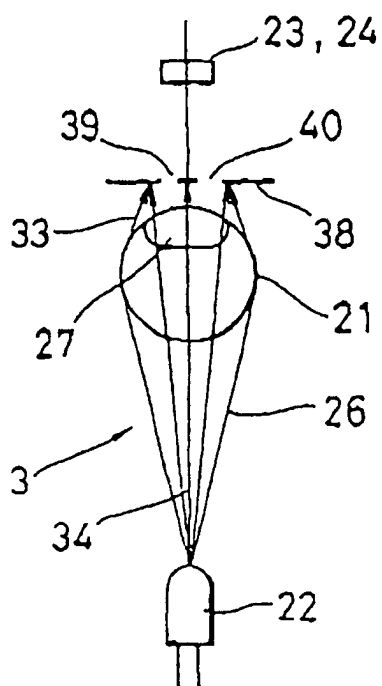


FIG. 8B

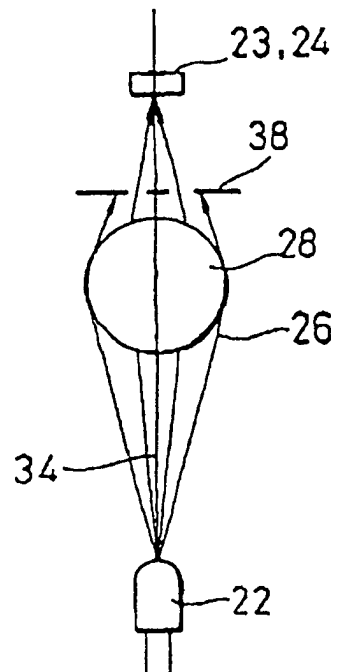


FIG. 9

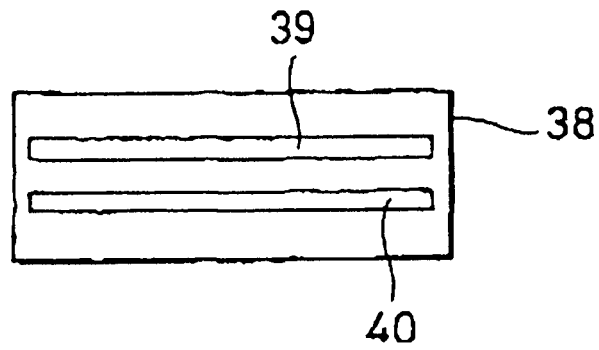


FIG. 10

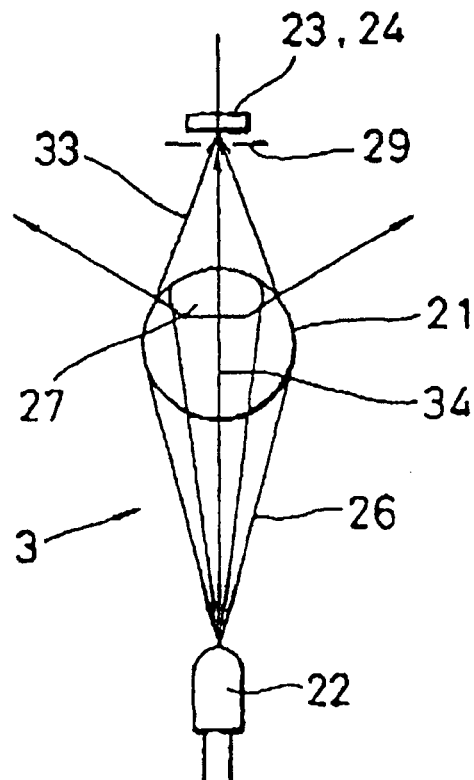


FIG.11

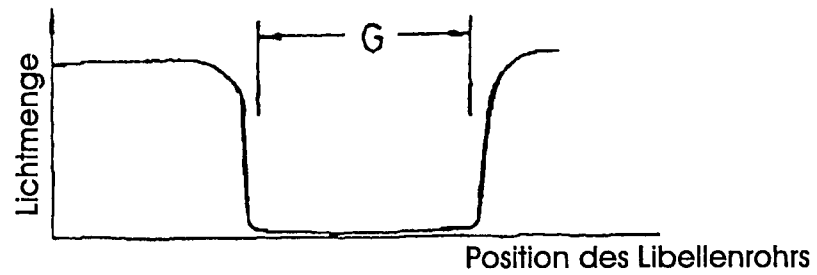


FIG.12

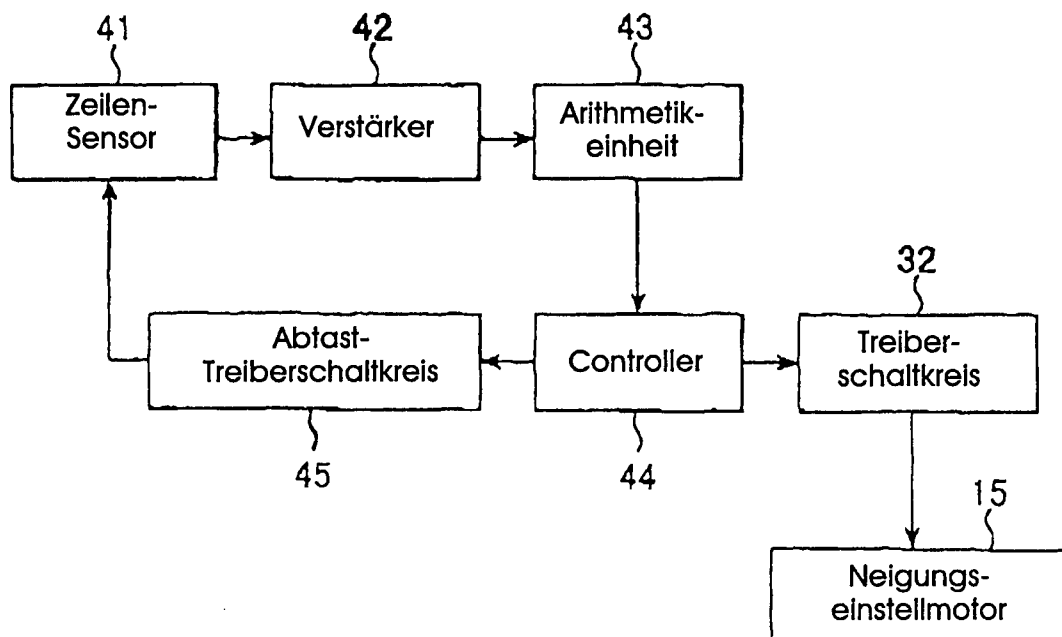


FIG.13 Stand der Technik

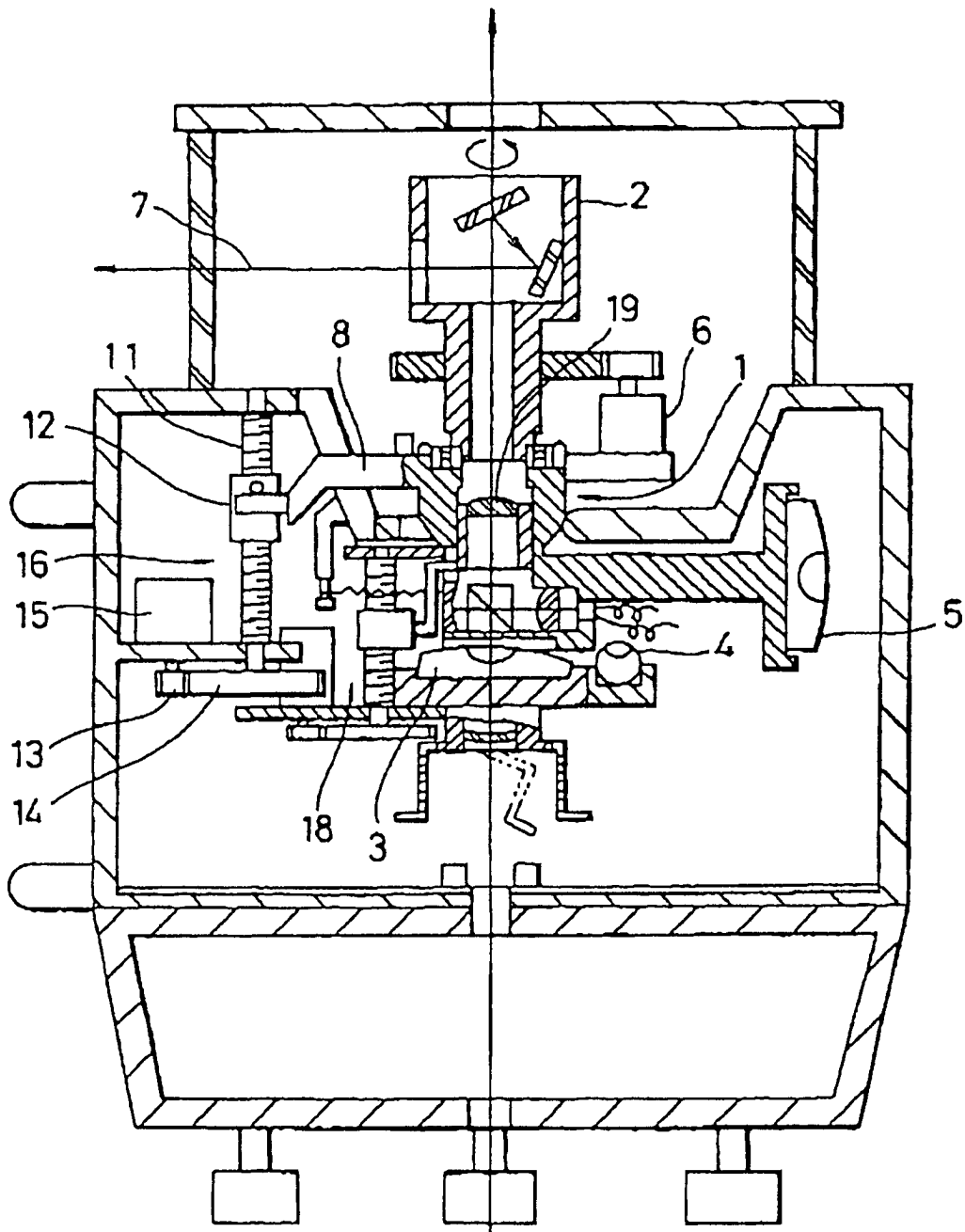


FIG.14 Stand der Technik

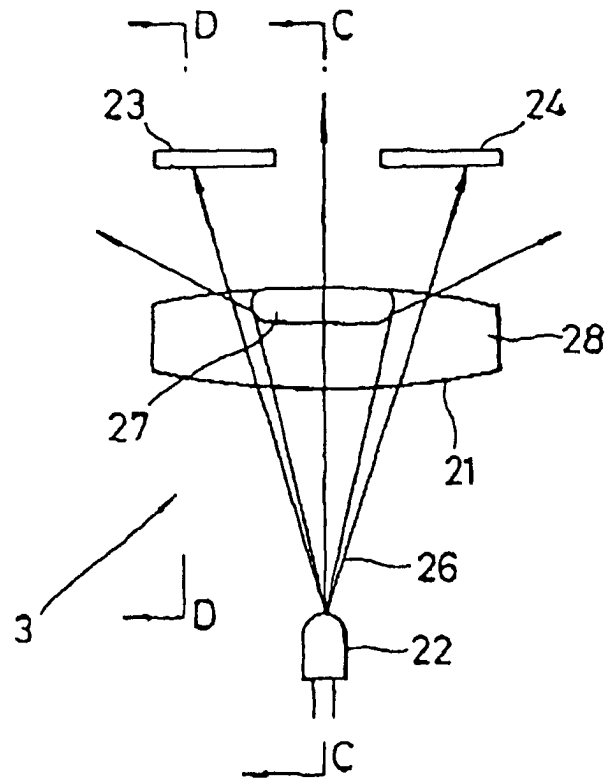


FIG.15 Stand der Technik

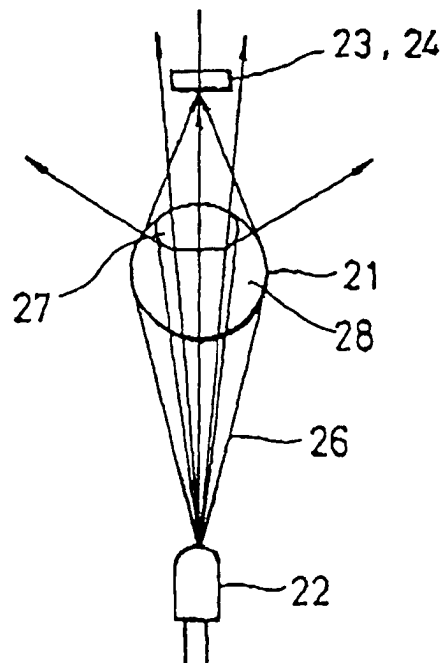


FIG.16 Stand der Technik

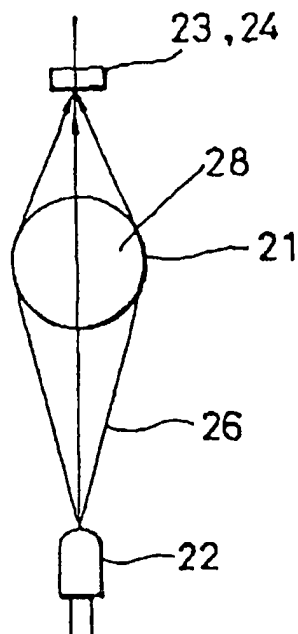


FIG.17 Stand der Technik

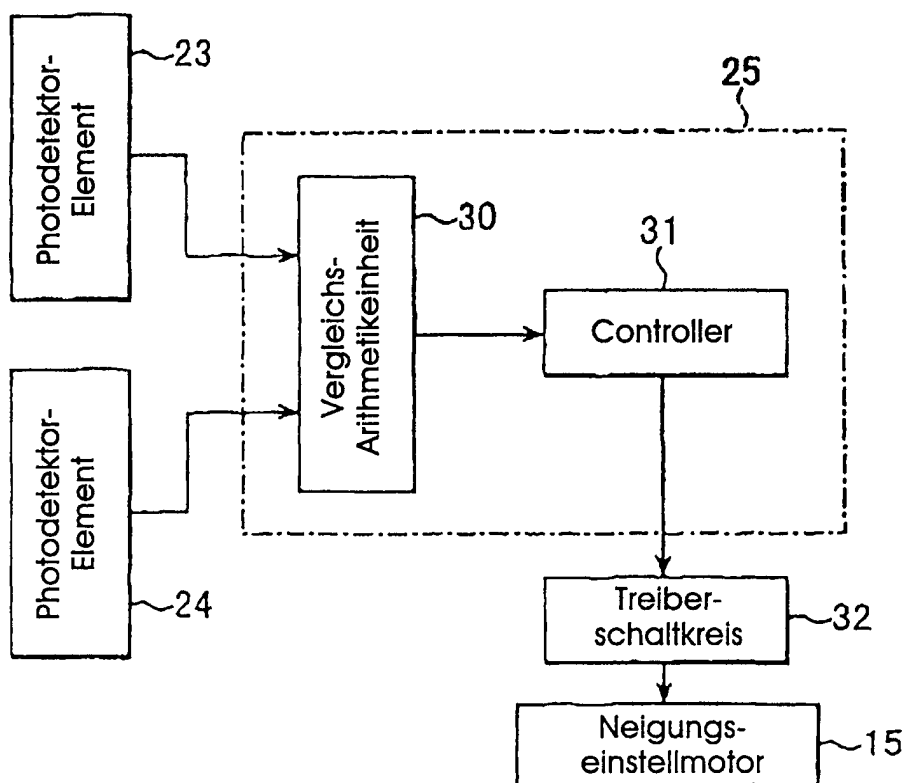


FIG. 18
Stand der Technik

