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

(10) **DE 698 36 672 T2** 2007.11.08

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 944 185 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 36 672.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP98/04487**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 945 612.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/020002**
(86) PCT-Anmeldetag: **05.10.1998**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **22.04.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.09.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **20.12.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.11.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***H04B 10/10*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
29359397 09.10.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Seiko Epson Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166 Gräfelfing

(72) Erfinder:
Kawase, Takeo, Nagano, JP; Kitamura, Shojiro, Nagano, JP

(54) Bezeichnung: **GERÄT UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN ÜBERTRAGUNG IN FREIEN RAUM**

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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine räumliche optische Übertragungsvorrichtung und ein Verfahren der räumlichen optischen Übertragung, mit denen Daten durch sich im Raum ausbreitendes Licht übertragen werden.

EINSCHLÄGIGER STAND DER TECHNIK

[0002] Die Übertragung von Daten mittels Licht, welches sich im Raum ausbreitet, ist beispielsweise durch IrDA (Infrarotdaten Assoziierung) verwirklicht worden. Im einzelnen erfordert die divergierende Art eines Übertragungsverfahrens, bei dem Licht in einem divergierenden Strahl übertragen wird, keine Kollinearität der optischen Achse und ermöglicht es, einen einfachen Sender und Empfänger vorzusehen. Um mit dieser Art von Sender des divergierenden Typs Daten optisch im Raum übertragen zu können, ist selbst für Betätigung auf kurze Entfernung (nicht über 1 m) eine starke Lichtleistung erforderlich, und wenn die Übertragungsentfernung um die 10 m beträgt, ist eine Lichtleistung von mindestens 500 mW nötig.

[0003] Mit zunehmender Datentransfergeschwindigkeit ist hierfür Breitbandübertragung und eine hohe Frequenz erforderlich, und um mit hoher Frequenz moduliertes Licht erfassen zu können, muß die Empfangsfläche der Empfangsoptik klein sein, und die elektrische Kapazität des Elements klein sein. Wenn beispielsweise Daten im 1 GHz-Wellenbereich übertragen werden und eine Photodiode als Photodetektor verwendet wird, darf die Lichtempfangsfläche nicht größer sein als 0,1 mm^2. Infolgedessen ist bei optischer Übertragung im Breitband angesichts des kleinen Lichtempfangsbereichs eine stärkere Lichtleistung erforderlich.

[0004] Bei dem Übertragungsverfahren des Strahlentyps hingegen, bei dem das Licht längs einer Geraden übertragen wird, kann die Lichtleistung geringer sein als bei dem divergierenden Typ, aber das Ausrichten der optischen Achse ist schwierig. Wenn die Positionen des Senders und Empfängers sich bewegen, ist insbesondere ein Mechanismus zum Verfolgen des Lichtstrahls nötig. Als Mechanismus zum Verfolgen des Lichtstrahls offenbart beispielsweise die japanische Patentanmeldung Offenlegungsnummer 8-181654, daß durch Erfassen eines Ziels, auf das der Lichtstrahls gerichtet ist, eine optische Achse auf der Grundlage von Bildinformationen justiert wird, die mittels einer Linse und einer ladungsgekoppelten Vorrichtung (CCD) erhalten werden.

[0005] Dabei ist nicht nur der Leistungsverbrauch einer solchen CCD groß, es ist auch unpraktisch, den Sender mit einem so komplexen Element wie einer CCD zu kombinieren. Darüber hinaus ist für die Analyse der Bildinformationen, die Erfassung des Ziels und das Steuern der Richtung des Lichtstrahls ein komplizierter Algorithmus erforderlich.

[0006] Um die genannten Schwierigkeiten zu überwinden ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine räumliche optische Übertragungsvorrichtung des Strahlentyps sowie ein Verfahren der räumlichen optischen Übertragung zu schaffen, mit denen der Lichtstrahl mit einfacher Steuerung verfolgt werden kann.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0007] Dieses Ziel wird mit einer räumlichen optischen Übertragungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 und einem Verfahren gemäß Anspruch 12 erreicht. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind der Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Lichtstrahl vom Nachführstrahlsender zum Nachführstrahlempfänger übertragen. Da dieser Lichtstrahl vom Divergenztyp ist, kann das Licht, selbst wenn die optische Achse geringfügig versetzt ist, vom Nachführstrahlempfänger empfangen werden.

[0009] Bei der vorliegenden Erfindung wird eine Koordinatenebene, die eine Vielzahl Koordinatenachsen einschließt, geschaffen. Diese Koordinatenebene hat eine feste Lagebeziehung mit dem Nachführstrahlsender, und die optischen Achsen einer Vielzahl von Lichtstrahlen befinden sich an unterschiedlichen Positionen auf jeder Koordinatenachse, wobei sich einander benachbarte Lichtstrahlen teilweise überlappen. Ferner zeigt die Lichtintensität jedes Lichtstrahls vom Nachführstrahlsender eine ungleichmäßige Verteilung längs der Koordinatenachse; durch einen Vergleich der Intensitäten einer Vielzahl von Lichtstrahlen, die sich längs der Koordinatenachse teilweise überlappen, kann deshalb die Stellung des Nachführstrahlempfängers in der Koordinatenebene erfaßt werden.

[0010] Anhand der Lichtintensitäten, die die Position des Nachführstrahlempfängers anzeigen, errechnet der Fehlerinformationserzeugerbereich die Positionsdifferenz zwischen einem im voraus festgelegten Bezugspunkt und der Position des Nachführstrahlempfängers. Der Fehlerinformationsstrahlsender sendet die Fehlerinformation an den Fehlerinformationsstrahlempfänger des Senders.

[0011] Im Sender wird anhand der Fehlerinformation die optische Achse des Lichtstrahls vom Nachführstrahlsender gesteuert und gleichzeitig wird die optische Achse des Lichtstrahls vom Datenstrahlsender gesteuert.

[0012] Wenn die genannte Steuerung durchgeführt wird, kann die optische Achse des Lichtstrahls vom Datenstrahlsender mit dem Datenstrahlempfänger zur Fluchtung gebracht werden. Da gemäß der vorliegenden Erfindung der Nachführstrahlempfänger nur Lichtstärken erfaßt, ist keine große Menge an elektrischer Leistung nötig, und der Algorithmus zum Berechnen der Fehlerinformation ist nicht kompliziert. Auf diese Weise kann mittels einfacher Steuerung der Lichtstrahl von einem Datenstrahlsender nachgeführt werden.

[0013] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Anspruch 4 kann die Positionsdifferenz zwischen dem Nachführstrahlempfänger und dem Bezugspunkt berechnet werden.

[0014] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Anspruch 5 kann die Richtung der optischen Achsen durch die Linse gesteuert werden.

[0015] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Anspruch 8 wird der Reflexionswinkel des Lichts geändert, wodurch die Richtung der optischen Achsen geändert werden kann.

[0016] Ein Laser mit Oberflächenabstrahlung macht es möglich, ohne weiteres eine Vielzahl von Lichtemissionsteilen zu schaffen, und da die Lichtstrahlrichtungen zur Fluchtung gebracht werden können, ist dies auf die vorliegende Erfindung anwendbar.

[0017] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Anspruch 10 kann sowohl der Datenstrahlsender als auch der Nachführstrahlsender im Laser mit Oberflächenabstrahlung ausgebildet werden. Es sei darauf hingewiesen, daß zwar ein Lichtemissionsteil so gestaltet ist, daß er Licht unter einem schmalen Winkel entsprechend dem Datenstrahlsender abstrahlt, während aber die restlichen Lichtemissionsteile divergierendes Licht in Übereinstimmung mit dem divergierenden Nachführstrahlsender abstrahlen.

[0018] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vielzahl von Nachführstrahlen des divergierenden Typs von einem Lichtempfangsteil im Empfänger empfangen. Die Nachführstrahlen überlappen einander teilweise längs einer Koordinatenachse, und die optische Intensität jedes Nachführstrahls ist ungleichmäßig verteilt. Durch einen Vergleich der Intensitäten der einander teilweise überlappenden Lichtstrahlen kann also die Position des Lichtempfangsteils erfaßt werden, der die Nachführstrahlen im Empfänger empfängt. Außerdem kann die Positionsdifferenz zwischen dem Lichtempfangsteil und einem gegebenen Bezugspunkt berechnet werden, um die Fehlerinformation zu erhalten.

[0019] Wenn die optischen Achsen der Nachführstrahlen auf der Grundlage der Fehlerinformation gesteuert werden, ergibt sich eine relative Bewegung der Position des Lichtempfangsteils für den Empfang der Lichtstrahlen im Empfänger, denn die Koordinatenebene und die Nachführstrahlen haben ja eine feste Lagebeziehung. Wenn dann veranlaßt wird, daß der Lichtempfangsteil mit dem Bezugspunkt zusammenfällt, kann die optische Achse des Datenstrahls gesteuert werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Es zeigt:

[0021] Fig. 1 ein Schema eines ersten Ausführungsbeispiels einer räumlichen optischen Übertragungsvorrichtung;

[0022] Fig. 2 einen Laser mit Oberflächenabstrahlung und dessen Steuerbereich für die optische Achse;

[0023] Fig. 3 Nachführstrahlen;

[0024] Fig. 4A bis Fig. 4D die Wirkung des ersten Ausführungsbeispiels;

[0025] Fig. 5 einen Schaltkreis im Empfänger vom Empfangen der Nachführstrahlen bis zum Aussenden des Fehlerinformationsstrahls;

[0026] Fig. 6 einen Schaltkreis im Sender vom Empfangen des Fehlerinformationsstrahls bis zum Einstellen der optischen Achse;

[0027] Fig. 7 ein zweites Ausführungsbeispiel des Steuerbereichs für die optische Achse;

[0028] Fig. 8 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Steuerbereichs für die optische Achse; und

[0029] Fig. 9 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Steuerbereichs für die optische Achse.

Beste Art und Weise zum Ausführen der Erfindung

[0030] Die vorliegende Erfindung soll nun anhand einer Anzahl bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Hinweis auf die Zeichnungen beschrieben werden.

ERSTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0031] In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer räumlichen optischen Übertragungsvorrichtung schematisch gezeigt. Diese räumliche optische Übertragungsvorrichtung umfaßt einen Sender **10** und einen Empfänger **20**. Der Sender **10** weist Laser mit Oberflächenabstrahlung **12** und **14**, einen Fehlerinformationsstrahlempfänger **16** und einen Steuerbereich für die optische Achse **18** auf. In Fig. 2 sind die Laser mit Oberflächenabstrahlung **12** und **14** sowie

der Steuerbereich für die optische Achse **18** gezeigt.

[0032] Der Laser mit Oberflächenabstrahlung **12** hat eine Vielzahl (vier) Lichtemissionsteile **12a**, und jeder Lichtemissionsteil **12a** wirkt als Nachführstrahlsender. Von den Lichtemissionsteilen **12a** werden Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 (siehe Fig. 3) ausgestrahlt. Wenn das von den Lichtemissionsteilen **12a** ausgestrahlte Licht durch eine Linse **11** hindurchtritt, wird es mit einem verhältnismäßig großen Divergenzwinkel abgestrahlt. Der Divergenzwinkel hat vorzugsweise ein Vollwinkelhalbmaximum (full angle half maximum) von mindestens 5 Grad. Noch mehr bevorzugt sind mindestens 10 Grad angemessen.

[0033] Fig. 3 zeigt die Nachführstrahlen. In dieser Figur umfaßt die Koordinatenebene P die orthogonalen X- und Y-Achsen. Die Koordinatenebene P ist eine Ebene, auf die die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 projiziert werden, und zwischen den X- und Y-Achsen und den Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 besteht eine feste Lagebeziehung.

[0034] In der Koordinatenebene P befinden sich die optischen Achsen A1 und A2 der Nachführstrahlen X1, X2 an verschiedenen Stellen auf der X-Achse, und die optischen Achsen A3 und A4 der Nachführstrahlen Y1 und Y2 befinden sich an verschiedenen Stellen auf der Y-Achse. Ferner sind alle Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 so ausgelegt, daß sie einander teilweise überlappen.

[0035] Die Lichtstärke jedes der Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 zeigt eine ungleichmäßige Verteilung. Ein Beispiel der Verteilung der Lichtstärke der Nachführstrahlen X1 und X2 ist unterhalb der Koordinatenebene P dargestellt. Wie hier gezeigt, haben die Nachführstrahlen X1 und X2 die größte Intensität in der Nähe der optischen Achsen A1 und A2, die sich mit zunehmender Entfernung von den optischen Achsen A1 und A2 längs der X-Achse verringert. Ähnlich haben auch die Nachführstrahlen Y1 und Y2 die größte Stärke in der Nähe der optischen Achsen A3 und A4, und diese nimmt mit zunehmender Entfernung von den optischen Achsen A3 und A4 längs der Y-Achse ab. Es sei darauf hingewiesen, daß hier die Lichtstärke die Größe der Lichtenergie anzeigt, die in der Empfangsoptik in Strom oder Spannung umgewandelt wird.

[0036] Der Laser mit Oberflächenabstrahlung **14** hat einen Lichtemissionsteil **14a**, und dieser Lichtemissionsteil **14a** dient als Datenstrahlsender. Licht vom Lichtemissionsteil **14a** tritt durch eine Linse **13** hindurch und aus dieser als Lichtstrahl mit verhältnismäßig kleinem Divergenzwinkel aus. Der Divergenzwinkel dieses Datenstrahls **40** ist vorzugsweise kleiner als der Divergenzwinkel der Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2. Vorzugsweise hat der Divergenzwinkel des Strahls ein Vollwinkelhälftenmaximum von nicht mehr als 5 Grad. Noch mehr bevorzugt wäre es, wenn er nicht größer wäre als 3 Grad. Der Datenstrahl **40**, der vom Lichtemissionsteil **14a** ausgeht, überträgt Daten vom Sender **10** zum Empfänger **20**.

[0037] Wie allgemein bekannt, ist es mit Lasern mit Oberflächenabstrahlung **12** und **14** möglich, die Lichtrichtung leicht auszufluchten. Selbst die Schaffung der Vielzahl von Lichtemissionsteilen **12a** wie im Laser mit Oberflächenabstrahlung **12** bringt auch keine besondere Vergrößerung der Kompliziertheit bei der Herstellung mit sich.

[0038] Der Steuerbereich für die optische Achse **18** umfaßt, wie Fig. 2 zeigt, die beiden Linsen **11** und **13** sowie Stellglieder **17** und **19**.

[0039] Die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 von den als Nachführstrahlsender wirkenden Lichtemissionsteilen **12a** treten durch die eine Linse **11** hindurch. Genauer gesagt treten die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 durch Stellen abseits der Achse der Linse **11** hindurch und werden gebrochen. In Fig. 2 beispielsweise sendet der Lichtemissionsteil **12a** in der oberen Position den Nachführstrahl Y2 aus, der von der Linse **11** gebrochen und von der Achse der Linse **11** nach unten längs der optischen Achse A4 abgelenkt wird.

[0040] Der Datenstrahl **40**, den der als Datenstrahlsender wirkende Lichtemissionsteil **14a** ausstrahlt, tritt durch die andere Linse **13** hindurch. Die optische Achse Ax des Datenstrahls **40** verläuft durch einen Punkt abseits der Achse der Linse **13** entsprechend der Bewegung der Linse **11**.

[0041] Die Stellglieder **17** und **19** sind so angeordnet, daß sie die Linsen **11** und **13** gleichzeitig in zwei Dimensionen in der Ebene orthogonal zu den durch die Mitten der Linsen **11** und **13** verlaufenden optischen Achsen bewegen. Wenn die Linsen **11** und **13** bewegt werden, ändern sich die Richtungen der optischen Achsen (beispielsweise A4) der Nachführstrahlen (beispielsweise Y2) und der optischen Achse Ax des Datenstrahls **40**, denn ihre Positionen gegenüber den Mittelpunkten der Linsen **11** und **13** ändern sich. Auf diese Weise steuert der Steuerbereich für die optische Achse **18** die optischen Achsen A1 bis A4 der Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 sowie die optische Achse Ax des Datenstrahls **40**.

[0042] Der in Fig. 1 gezeigte Fehlerinformationsstrahlempfänger **16** umfaßt eine Empfangsoptik und wandelt Lichtenergie in Strom oder Spannung um. Der Fehlerinformationsstrahlempfänger **16** hat eine verhältnismäßig große Lichtempfangsfläche in der Größenordnung von 1 cm^2. Da die elektrische Kapazität des Elements im Fehlerinformationsstrahlemp-

fänger **16** groß ist, kann es kein mit hoher Frequenz moduliertes Lichtsignal empfangen, ist aber geeignet, einen Lichtstrahl zu empfangen, der mit einer entsprechenden Minderung der Energiedichte zerstreut wurde. Der Fehlerinformationsstrahlempfänger **16** empfängt einen Fehlerinformationsstrahl **42**, den ein Fehlerinformationsstrahlsender **26** des Empfängers **20** aussendet.

[0043] Als nächstes wird der Empfänger **20** beschrieben. Der Empfänger **20** weist einen Nachführstrahlempfänger **22**, einen Datenstrahlempfänger **24** und den Fehlerinformationsstrahlsender **26** auf.

[0044] Der Nachführstrahlempfänger **22** empfängt die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2. Da die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 divergierende Strahlen sind, hat der Nachführstrahlempfänger **22** eine verhältnismäßig große Lichtempfangsfläche in der Größenordnung von 1 cm^2. Auf diese Weise kann eine große Menge optischer Energie in elektrische Energie umgewandelt werden.

[0045] Da der Datenstrahl **40** ein Lichtstrahl mit einem kleinen Divergenzwinkel ist, hat der Datenstrahlempfänger **24** eine verhältnismäßig kleine Lichtempfangsfläche in der Größenordnung von 0,1 mm^2. Hierdurch ist die Menge an optischer Energie, die in Strom oder Spannung umgewandelt werden kann, klein, aber ein mit hoher Frequenz moduliertes Lichtsignal kann in ein hochfrequentes elektrisches Signal umgewandelt werden.

[0046] Der Fehlerinformationsstrahlsender **26** sendet den Fehlerinformationsstrahl **42** des Divergenztyps aus; als Lichtquelle zum Aussenden des divergierenden Strahls kann eine Leuchtdiode verwendet werden.

[0047] Das Ausführungsbeispiel mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau und seine Arbeitsweise sollen nun beschrieben werden. Die Fig. 4A bis Fig. 4D zeigen die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels.

[0048] Zuerst werden, wie Fig. 4A zeigt, die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 in Folge als Impulse von den als Nachführstrahlsendern (siehe Fig. 2) dienenden Lichtemissionsteilen **12a** an den Nachführstrahlempfänger **22** ausgesendet (siehe Fig. 1). Es sei erwähnt, daß die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 in festen Intervallen emittiert werden können. Als Alternative können die Nachführstrahlen X1 und X2 kontinuierlich und die Nachführstrahlen Y1 und Y2 nach Intervallen emittiert werden.

[0049] Der Nachführstrahlempfänger **22** empfängt die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 in Folge und wandelt jede Lichtstärke in einen entsprechenden Strom oder eine entsprechende Spannung um. Selbst wenn die Nachführstrahlen X1, X2, Y1 und Y2 am Emissionspunkt die gleiche Lichtstärke haben, haben sie nicht notwendigerweise die gleiche am Nachführstrahlempfänger **22**. Aus diesem Grund ist, wie Fig. 4B zeigt, die Größe des Strom- oder Spannungswertes, der durch das Umwandeln der Lichtstärke erhalten wird, für jeden Impuls unterschiedlich.

[0050] Aus dem in Fig. 4B gezeigten Signal kann festgestellt werden, daß sich der Nachführstrahlempfänger **22** an der in Fig. 3 gezeigten Position befindet. Mit anderen Worten, die Lichtstärke jedes der Nachführstrahlen X1 und X2 ist, wie Fig. 3 zeigt, längs der X-Achse ungleichmäßig verteilt. Diese Verteilung ist am größten in der Nähe der optischen Achsen A1 und A2 und wird geringer mit zunehmender Bewegung entlang der X-Achse. Durch das Vergleichen der Intensität der Nachführstrahlen X1 und X2 kann, da X1 größer ist, festgestellt werden, daß der Nachführstrahlempfänger **22** sich in der Nähe der optischen Achse A1 des Nachführstrahls X1 befindet. Wenn dann die Differenz zwischen dem Wert entsprechend dem Nachführstrahl X1 und dem Wert entsprechend dem Nachführstrahl X2 gefunden wird, kann die Positionsdifferenz zwischen dem Nachführstrahlempfänger **22** und dem Nullpunkt O auf der Koordinatenebene P, der einen Bezugspunkt bildet, gefunden werden. Auf diese Weise wird die X-Koordinatenfehlerinformation erhalten.

[0051] Auf ähnliche Weise wird die V-Koordinatenfehlerinformation für die Nachführstrahlen Y1 und Y2 erhalten.

[0052] Als nächstes wird die X-Koordinatenfehlerinformation und die V-Koordinatenfehlerinformation digitalisiert und mit Hilfe des in Fig. 1 gezeigten Fehlerinformationsstrahls **42** wie in Fig. 4C gezeigt, vom Empfänger **20** an den Sender **10** übertragen.

[0053] Anhand der X-Koordinatenfehlerinformation und der V-Koordinatenfehlerinformation steuert der Sender **10** die optische Achse der Nachführstrahlen so, daß der Nachführstrahlempfänger **22** sich am Nullpunkt O in Fig. 3 befindet. Genauer gesagt werden auf der Grundlage der X-Koordinatenfehlerinformation und der V-Koordinatenfehlerinformation die Stellglieder **17** und **19** (siehe Fig. 2) entsprechend der Positionsdifferenz zwischen dem Nachführstrahlempfänger **22** und dem Nullpunkt O betätigt. Im einzelnen wird auf der Grundlage der X-Koordinatenfehlerinformation und der Y-Koordinatenfehlerinformation, wie in Fig. 4D gezeigt, eine Steuerspannung für die X-Achse und eine Steuerspannung für die Y-Achse berechnet und den Stellgliedern **17** und **19** zugeführt.

[0054] Auf diese Weise wird mit Hilfe der Stellglieder **17** und **19** die Linse **11** translatorisch bewegt und die optischen Achsen A1 bis A4 der Nachführstrahlen

bewegt. Hiermit bewegt sich auch die in Fig. 3 gezeigte Koordinatenebene P. So wird veranlaßt, daß die Position des Nachführstrahlempfängers **22** mit dem Nullpunkt O zusammenfällt.

[0055] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Linse **13** zusammen mit der Linse **11** bewegt. Mit anderen Worten, wenn die optischen Achsen A1 bis A4 der Nachführstrahlen sich ändern, ändert sich die optische Achse des Datenstrahls **40** gleichfalls in der gleichen Richtung. Im Empfänger **20** sind die Positionen des Nachführstrahlempfängers **22** und des Datenstrahlempfängers **24** so, daß beim Zusammenfallen der Position des Nachführstrahlempfängers **22** mit dem Nullpunkt O die optische Achse des Datenstrahls **40** mit dem Datenstrahlempfänger **24** ausgerichtet ist.

[0056] Wie vorstehend beschrieben, kann also die optische Achse des Datenstrahls **40** mit dem Datenstrahlempfänger **24** ausgerichtet werden, wenn man dafür sorgt, daß die Position des Nachführstrahlempfängers **22** mit dem Nullpunkt O zusammenfällt. Da diese Steuerung in einem spezifizierten Intervall erfolgt, wird die optische Achse tatsächlich ständig justiert.

[0057] Als nächstes zeigt Fig. 5 den Schaltkreis im Empfänger ab dem Empfang der Nachführstrahlen bis zur Emission des Fehlerinformationsstrahls. Wenn der Nachführstrahlempfänger **22**, wie diese Figur zeigt, die Nachführstrahlen empfängt, gibt er einen Strom in Abhängigkeit von deren Stärke aus, und je nach der Größe des Stroms wird von einem Strom-Spannung-Wandler **30** eine Spannung erzeugt. Dann wird eine erste Spannung entsprechend dem Nachführstrahl X1 in einem Abtastsignalspeicher **31** gehalten, und eine Spannung entsprechend dem Nachführstrahl X2 wird in einem weiteren Abtastsignalspeicher **32** gehalten. Von einem Steuerbereich **33** wird gesteuert, welcher der Abtastsignalspeicher **31** und **32** die Spannung hält. Die Spannungen der Abtastsignalspeicher **31** und **32** werden gleichzeitig an einen Differenzialverstärker **34** angelegt, und dann wird in Abhängigkeit von der Spannungsdifferenz ein analoges Signal ausgegeben. Dieses analoge Signal wird von einem A/D-Umsetzer **35** in ein digitales Signal umgesetzt und in einem Puffer **36**, gesteuert vom Steuerbereich **33**, gehalten. Dieses digitale Signal stellt die X-Koordinatenfehlerinformation dar.

[0058] Als nächstes wird auf ähnliche Weise die Y-Koordinatenfehlerinformation erzeugt und im Puffer **36** gehalten. Dann wird, gesteuert vom Steuerbereich **33** die X-Koordinatenfehlerinformation und die Y-Koordinatenfehlerinformation nacheinander an einen Treiber **37** ausgegeben, und der Fehlerinformationsstrahl **42** wird als Fehlerinformation vom Fehlerinformationsstrahlsender **26** emittiert. Der Fehlerinformationsstrahl **42** wird vom Fehlerinformationsstrahlempfänger **16** des Senders **10** empfangen.

[0059] Fig. 6 zeigt einen Schaltkreis im Sender ab dem Empfangen des Fehlerinformationsstrahls bis zum Justieren der optischen Achse. Wenn der Fehlerinformationsstrahlempfänger **16** gemäß dieser Figur den Fehlerinformationsstrahl **42** empfängt, wird ein Strom entsprechend dessen Stärke ausgegeben. In Übereinstimmung mit der Größe dieses Stroms wird von einem Strom-Spannung-Wandler **50** ein Spannungssignal erzeugt, es werden allein die notwendigen Signale von einem Datenfilter **52** ausgewählt und an einen Seriell/Parallel-Umsetzer **54** ausgegeben, wo das serielle Eingabesignal in ein paralleles Signal umgewandelt wird. Dieses parallele Signal wird in einen D/A-Umsetzer **55** eingegeben, und es wird ein analoges Signal entsprechend dem parallelen Signal ausgegeben. Auf diese Weise kann eine X-Achsensteuerspannung und eine Y-Achsensteuerspannung (siehe Fig. 4D) erhalten werden, und diese Spannungen werden über einen Treiber **56** an die Stellglieder **17** und **19** angelegt. Die Stellglieder **17** und **19** bewegen die Linsen **11** und **13** in einer translatorischen Bewegung.

[0060] Auf diese Weise werden nicht nur die optischen Achsen A1 bis A4 der Nachführstrahlen gesteuert, sondern auch die optische Achse des Datenstrahls **40**, um eine optische Übertragung vom Sender **10** zum Empfänger **20** zu ermöglichen. Für dieses Ausführungsbeispiel ist kein komplizierter Algorithmus erforderlich, und der Datenstrahl **40** kann mit einer einfachen Konstruktion empfangen werden.

ZWEITES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0061] Fig. 7 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Steuerbereichs für die optische Achse. Der in dieser Figur gezeigte Steuerbereich für die optische Achse **60** kann statt des in Fig. 2 gezeigten Steuerbereichs für die optische Achse **18** benutzt werden. Der Steuerbereich für die optische Achse **60** umfaßt einen Laser mit Oberflächenabstrahlung **62**, eine Linse **64** sowie Stellglieder **66** und **68**.

[0062] Bei diesem Ausführungsbeispiel hat der Laser mit Oberflächenabstrahlung **62** vier Lichtemissionsteile **62a**, die als Nachführstrahlsender fungieren, und einen Lichtemissionsteil **62b**, der als Datenstrahlsender fungiert. Da selbst bei dieser zusätzlichen Zahl von Lichtemissionsteilen das Verfahren zum Herstellen des Lasers mit Oberflächenabstrahlung nicht sonderlich beeinflußt wird, können die Lichtemissionsteile **62a** und **62b** an dem einen Laser mit Oberflächenabstrahlung **62** ausgebildet werden, wie hier beschrieben.

[0063] Bei diesem Ausführungsbeispiel können mittels einer einzigen Linse **64** die optischen Achsen der

Nachführstrahlen und des Datenstrahls justiert werden.

DRITTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0064] Fig. 8 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des Steuerbereichs für die optische Achse. Der in dieser Figur gezeigte Steuerbereich für die optische Achse **70** umfaßt zwei Galvanometerspiegel **72** und **75**, die jeweils geeignet sind, den Winkel eines Spiegels um eine Drehachse zu ändern. Mittels der beiden Galvanometerspiegel **72** und **75** ist eine Steuerung in den beiden X- und Y-Achsen möglich. Bei diesem Ausführungsbeispiel haben die Laser mit Oberflächenabstrahlung **74** und **76** und die Linsen **71** und **73** eine feste Lagebeziehung. Es sei erwähnt, daß die Laser mit Oberflächenabstrahlung **74** und **76** ähnlich aufgebaut sind wie die in Fig. 2 gezeigten Laser mit Oberflächenabstrahlung **12** und **14**.

[0065] Mittels der Galvanometerspiegel **72** und **75** kann die Einstellung der optischen Achse vorgenommen werden.

VIERTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0066] Fig. 9 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel eines Steuerbereichs für die optische Achse. Der in dieser Figur dargestellte Steuerbereich für die optische Achse **80** umfaßt Galvanometerspiegel **82** und **85**. Ein in dieser Figur dargestellter Laser mit Oberflächenabstrahlung **84** hat einen ähnlichen Aufbau wie der in Fig. 7 gezeigte Laser mit Oberflächenabstrahlung **62**, und mittels einer Linse **86** kann die Einstellung der optischen Achse durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Räumliche optische Übertragungsvorrichtung, aufweisend:
einen Sender (**10**), der mindestens vier Nachführstrahlsender (**12a**) eines Divergenztyps für die Emission von Licht unter einem weitem Winkel, einen Datenstrahlsender (**14a**) eines Strahlentyps für die Emission von Licht unter einem schmalen Winkel, einen Fehlerinformationsstrahlempfänger (**16**) und einen Steuerbereich für eine optische Achse (**18**) umfaßt; und
einen Empfänger (**20**), der einen Nachführstrahlempfänger (**22**), einen Datenstrahlempfänger (**24**), einen Fehlerinformationserzeugerbereich (**30**–**34**) und einen Fehlerinformationsstrahlsender (**26**) eines Divergenztyps umfaßt;
bei der die Nachführstrahlsender (**12a**) Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) der Reihe nach einzeln auf eine Koordinatenebene (P) ausstrahlen, die eine Vielzahl von Koordinatenachsen (X, Y) und eine feste Lagebeziehung zu den Nachführstrahlsendern (**12a**) hat; wobei die optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) von mindestens zwei der von den Nachführstrahlsendern (**12a**) ausgestrahlten Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) auf jeder Koordinatenachse an verschiedenen Positionen plaziert sind; und wobei einander benachbarte Lichtstrahlen unter den Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) einander auf einer der Koordinatenachsen (X, Y) teilweise überlappen, wobei die Lichtstärke jedes der von den Nachführstrahlsendern (**12a**) ausgestrahlten Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) eine ungleichmäßige Verteilung zeigt;
bei der der Nachführstrahlempfänger (**22**) in der Koordinatenebene (P) angeordnet ist, die Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) von den Nachführstrahlsendern (**12a**) empfängt und deren Stärke erfaßt;
bei der der Fehlerinformationserzeugerbereich (**30**–**34**) eine Positionsdifferenz zwischen dem Nachführstrahlempfänger (**22**) und einem Nullpunkt der Koordinatenebene (P) auf der Grundlage der erfaßten Stärke der Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) berechnet und Fehlerinformation erzeugt;
bei der der Fehlerinformationsstrahlsender (**26**) die Fehlerinformation an den Fehlerinformationsstrahlempfänger (**16**) überträgt; und
bei der der Steuerbereich für die optische Achse (**18**) die optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) der Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) von den Nachführstrahlsendern (**12a**) auf der Grundlage der Fehlerinformation steuert, so daß der Nachführstrahlempfänger (**22**) an dem Nullpunkt in der Koordinatenebene (P) positioniert wird, und auch die optische Achse des Lichtstrahls (**40**) vom Datenstrahlsender (**14a**) so steuert, daß sie dem Datenstrahlempfänger (**24**) entspricht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Stärke jedes der von den Nachführstrahlsendern (**12a**) ausgestrahlten Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) so verteilt ist, daß die Stärke weiter weg von der optischen Achse abnimmt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Fehlerinformation erzeugt wird, nachdem Signale, die auf allen der einzeln nacheinander ausgestrahlten Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) beruhen, der Reihe nach abgetastet und zwischengespeichert wurden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Fehlerinformationserzeugerbereich (**30**–**34**) anhand der erfaßten Stärke der Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) Intensitätssignale für jeden der Nachführstrahlsender (**12a**) erzeugt, die Differenz der Intensitätssignale für mindestens zwei der Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) berechnet, deren optische Achsen (A1, A2, A3, A4) auf der gleichen Koordinatenachse liegen, und Koordinatenfehlerinformation für jede Koordinatenachse erzeugt; und bei der die Fehlerinformation die gesamte Koordinatenfehlerinformation aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner aufweisend: mindestens eine Linse (**11**, **13**), durch die die Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) von den Nachführstrahlsendern (**12a**) und dem Datenstrahlsender

(**14a**) hindurchtreten, wobei der Steuerbereich für die optische Achse (**18**) die Linse (**11**, **13**) treibt und die optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) der Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) von den Nachführstrahlsendern (**12a**) und vom Datenstrahlsender (**14a**) steuert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Steuerbereich für die optische Achse (**18**) die Linse (**11**, **13**) in einer translatorischen Bewegung bewegt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei der der Steuerbereich für die optische Achse (**18**) ein elektromagnetisches Stellglied (**17**, **19**) umfaßt, welches die Linse (**11**, **13**) in einer translatorischen Bewegung bewegt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Steuerbereich für die optische Achse (**18**) einen Galvanometerspiegel umfaßt, der die Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) von den Nachführstrahlsendern (**12a**) und dem Datenstrahlsender (**14a**) reflektiert und die Richtung der optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) der Lichtstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) ändert.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der mindestens einer der Nachführ- und Datenstrahlsender (**12a**, **14a**) ein Lichtemissionsteil eines Lasers mit Oberflächenabstrahlung (**12**, **14**) ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der der Laser mit Oberflächenabstrahlung (**12**, **14**) eine Vielzahl von Lichtemissionsteilen umfaßt, und bei der einer der Lichtemissionsteile den Datenstrahlsender (**14a**) bildet, während die restlichen die Nachführstrahlsender (**12a**) darstellen.

11. Verfahren der räumlichen optischen Übertragung, aufweisend:
Ausstrahlen von mindestens vier divergierenden Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) einzeln der Reihe nach unter einem weiten Winkel von einem Sender (**10**), wobei die Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) mit einer Vielzahl von Koordinatenachsen (X, Y) einer Koordinatenebene (P) eine feste Lagebeziehung haben;
Empfangen der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) mittels eines Lichtempfangsteils (**22**) eines Empfängers (**20**) auf der Koordinatenebene (P) und Berechnen der Positionsdifferenz zwischen dem Lichtempfangsteil und einem Nullpunkt, um generierte Fehlerinformation zu erzeugen;
Übertragen der Fehlerinformation von dem Empfänger (**20**) an den Sender (**10**); und
Steuern von optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) und des Datenstrahls (**40**), der unter einem schmalen Winkel in dem Sender (**10**) ausgestrahlt wird, auf der Basis der Fehlerinformation;
bei dem die optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) von mindestens zwei der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) an linear unterschiedlichen Positionen auf jeder Koordinatenachse (X, Y) plaziert werden;
bei dem einander benachbarte Nachführstrahlen unter den Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) einander auf einer der Koordinatenachsen (X, Y) teilweise überlappen, die optische Dichte jedes der von den Nachführstrahlsendern (**12a**) ausgestrahlten Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) eine ungleichmäßige Verteilung zeigt, die Intensität dadurch erfaßt wird, daß die Nachführstrahlen von dem Lichtempfangsteil (**22**) des Empfängers (**20**) empfangen werden, und die Positionsdifferenz zwischen dem Lichtempfangsteil (**22**) und einem Nullpunkt auf der Koordinatenebene (P) auf der Grundlage der erfaßten Intensität berechnet wird, um die Fehlerinformation zu erzeugen; und
bei dem die optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) auf der Grundlage der Fehlerinformation so gesteuert werden, daß der Lichtempfangsteil (**22**) an dem Nullpunkt positioniert wird, und bei dem auch die optische Achse (A1, A2, A3, A4) des Datenstrahls (**40**) gesteuert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem jeder der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) eine solche Verteilung hat, daß die Intensität weiter weg von der optischen Achse (A1, A2, A3, A4) abnimmt.

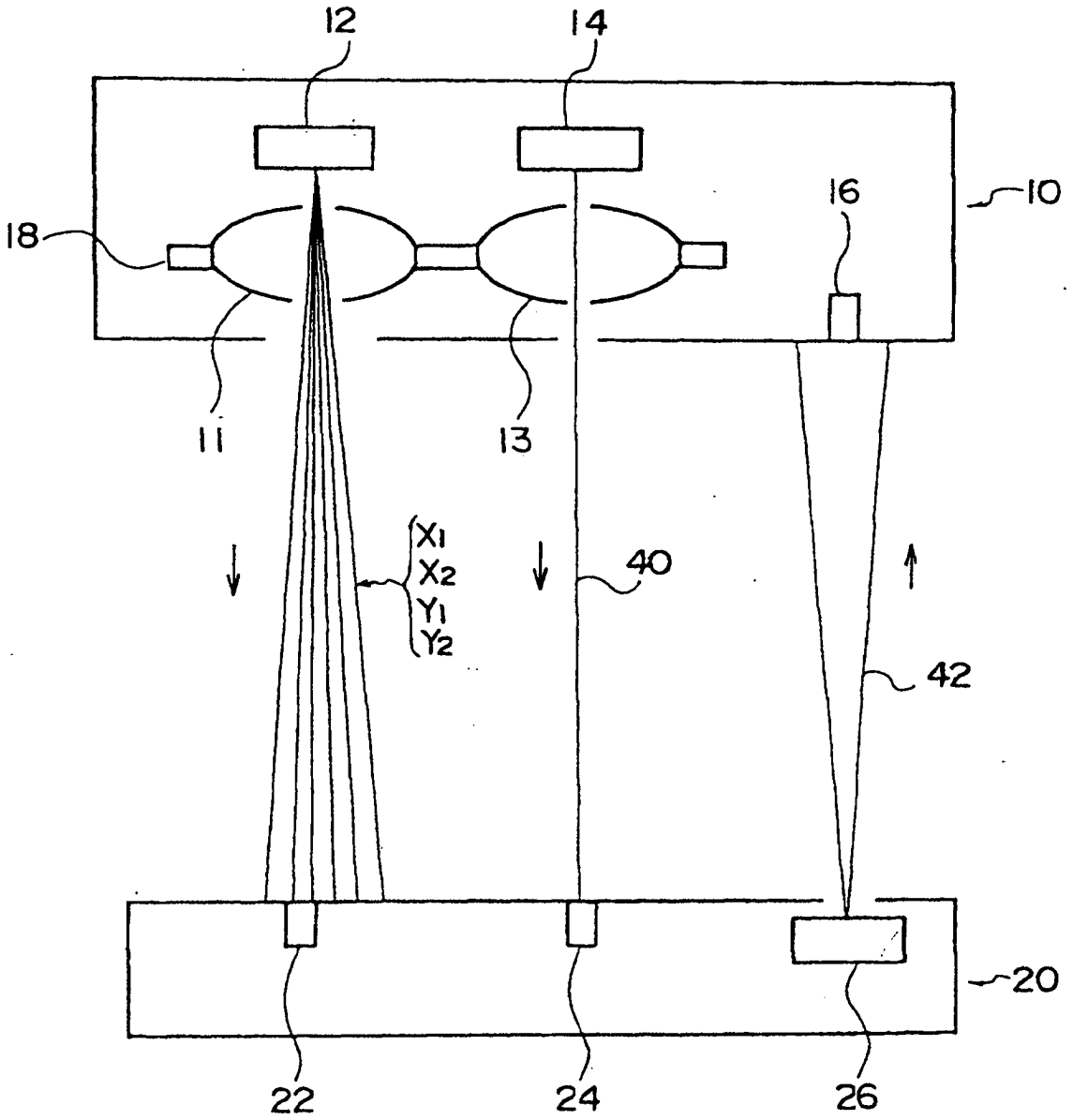
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, bei dem auf der Grundlage der erfaßten Intensität der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) ein Intensitätssignal für jeden der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) erzeugt wird, die Differenz des Intensitätssignals für die Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2), deren optische Achsen (A1, A2, A3, A4) sich auf der gleichen Koordinatenachse befinden, berechnet wird, und Koordinatenfehlerinformation für jede der Koordinatenachsen (X, Y) erzeugt wird; und bei dem die Fehlerinformation die gesamte Koordinatenfehlerinformation aufweist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Intensität jedes der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) als ein analoges Signal erfaßt wird, das analoge Signal zur Verwendung für die Berechnung der Fehlerinformation in ein digitales Signal umgesetzt wird und im Sender (**10**) die Fehlerinformation in ein analoges Signal umgesetzt wird für die Verwendung zum Steuern der optischen Achsen (A1, A2, A3, A4) der Nachführstrahlen (X1, X2, Y1, Y2) und des Datenstrahls (**40**).

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1



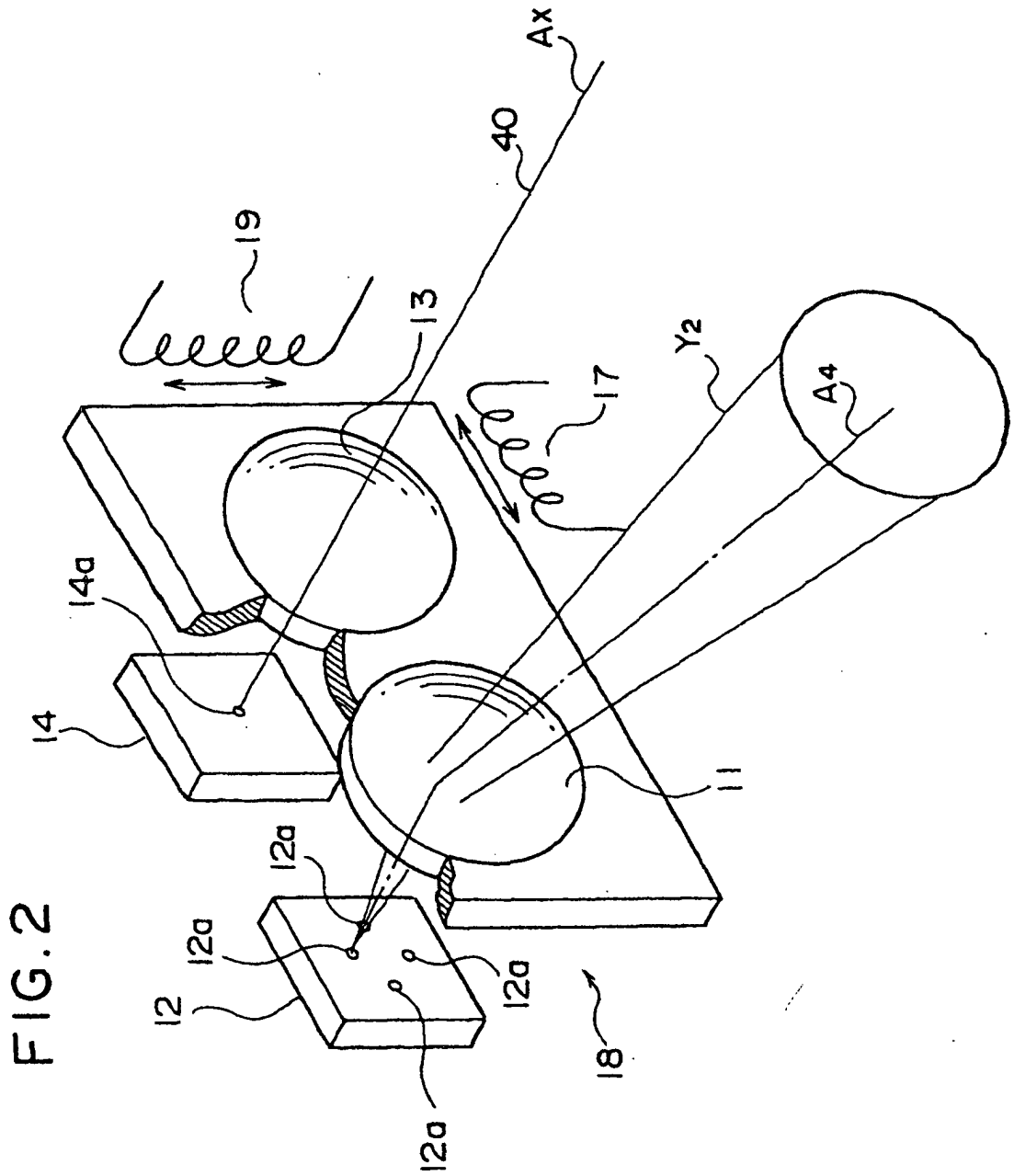
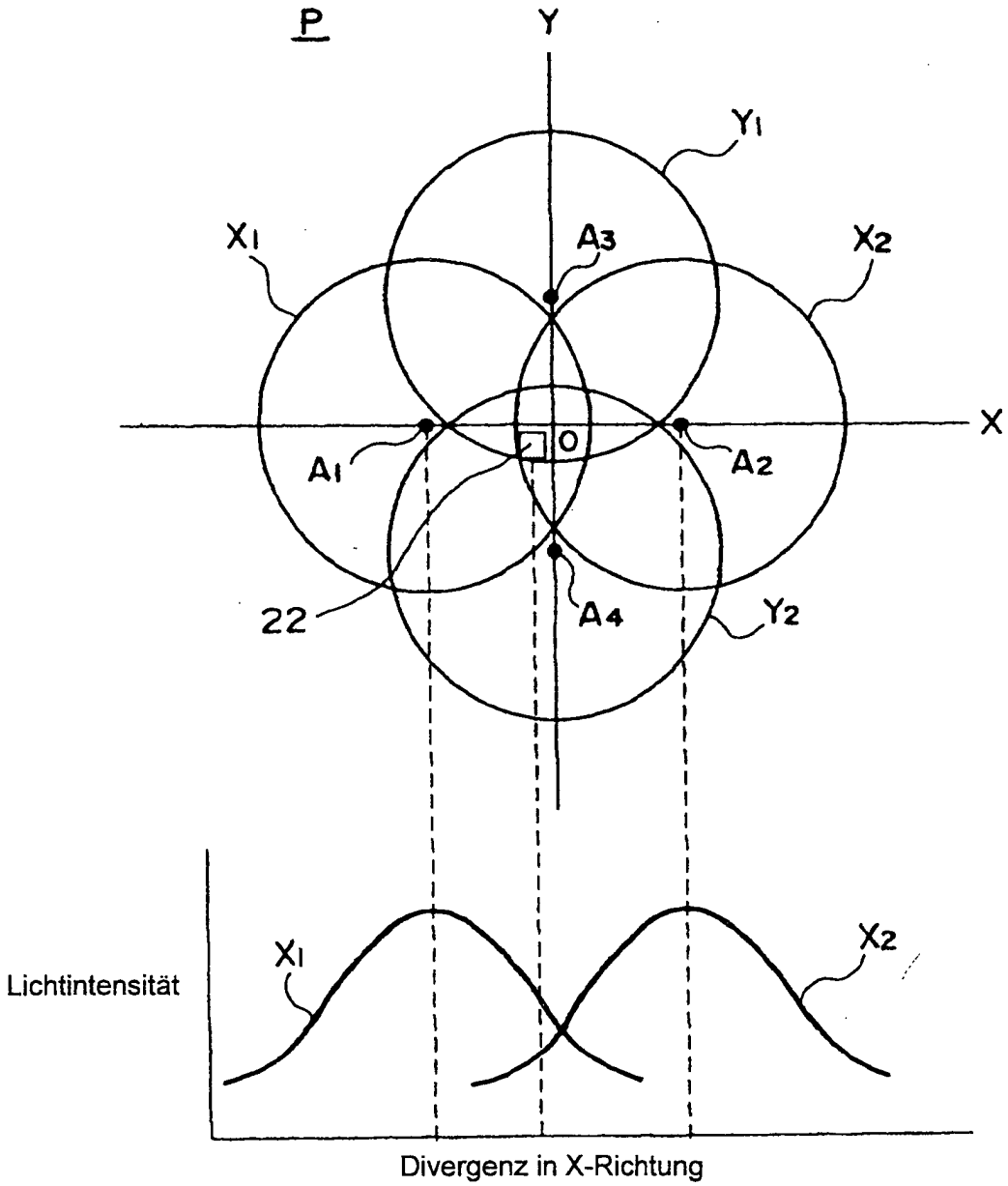


FIG. 2

FIG. 3


P
Y
Y1
X1
A3
X2
X
O
A1
A2
22
A4
Y2
X1
X2
Lichtintensität
Divergenz in X-Richtung

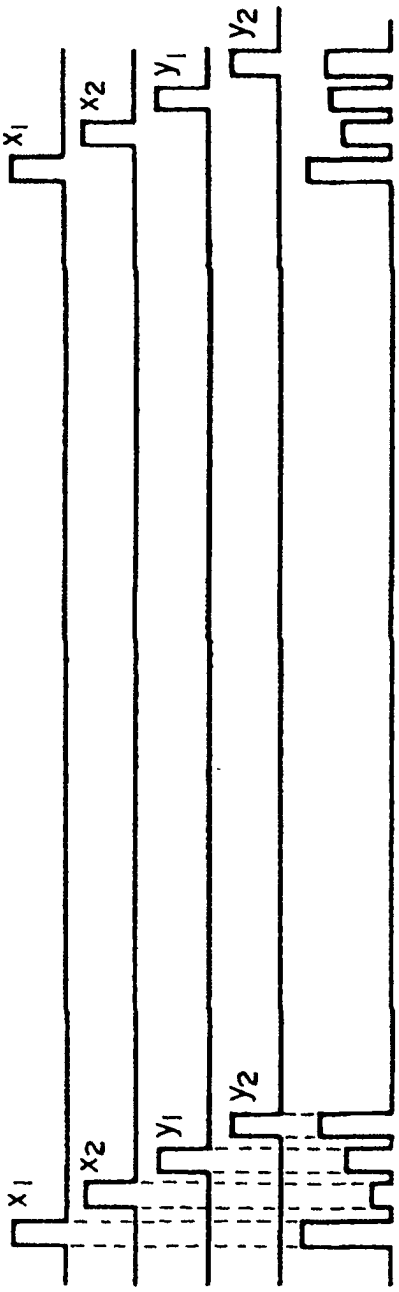


FIG.4A

FIG.4B



FIG.4C

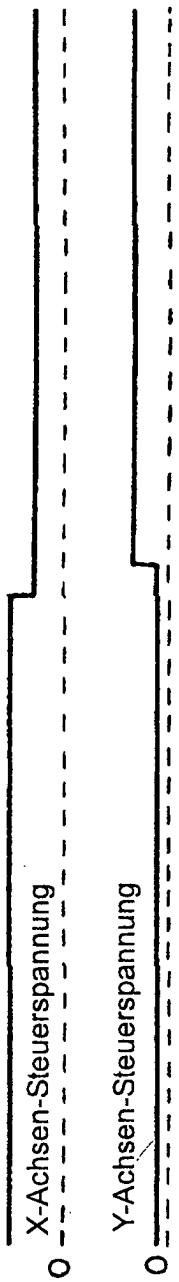


FIG.4D

FIG. 5

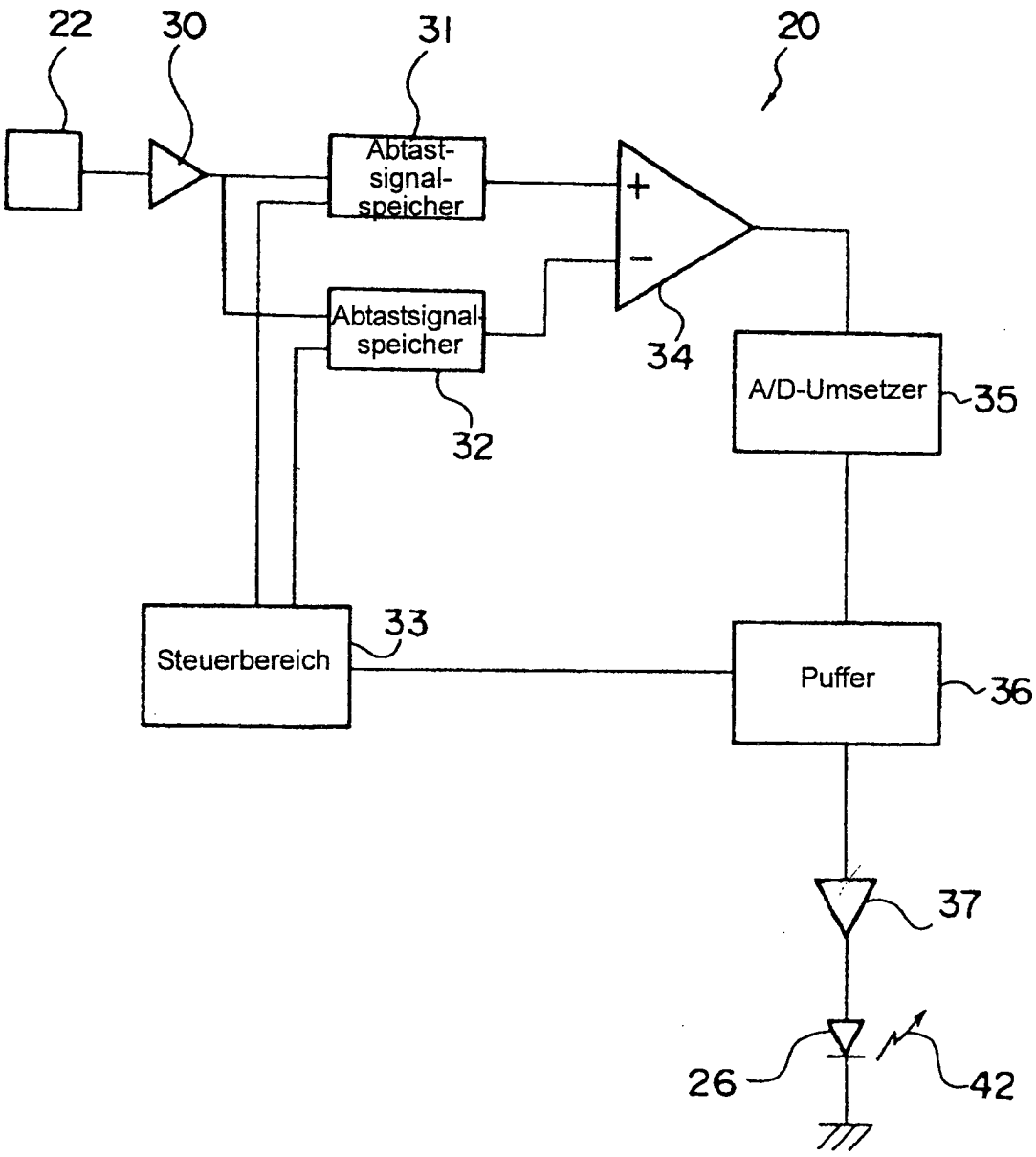

22
30
31
20
Abtast-
signal-
speicher
+
−
Abtastsignal-
speicher
34
A/D-Umsetzer
35
32
Steuerbereich
33
Puffer
36
37
26
42

FIG. 6

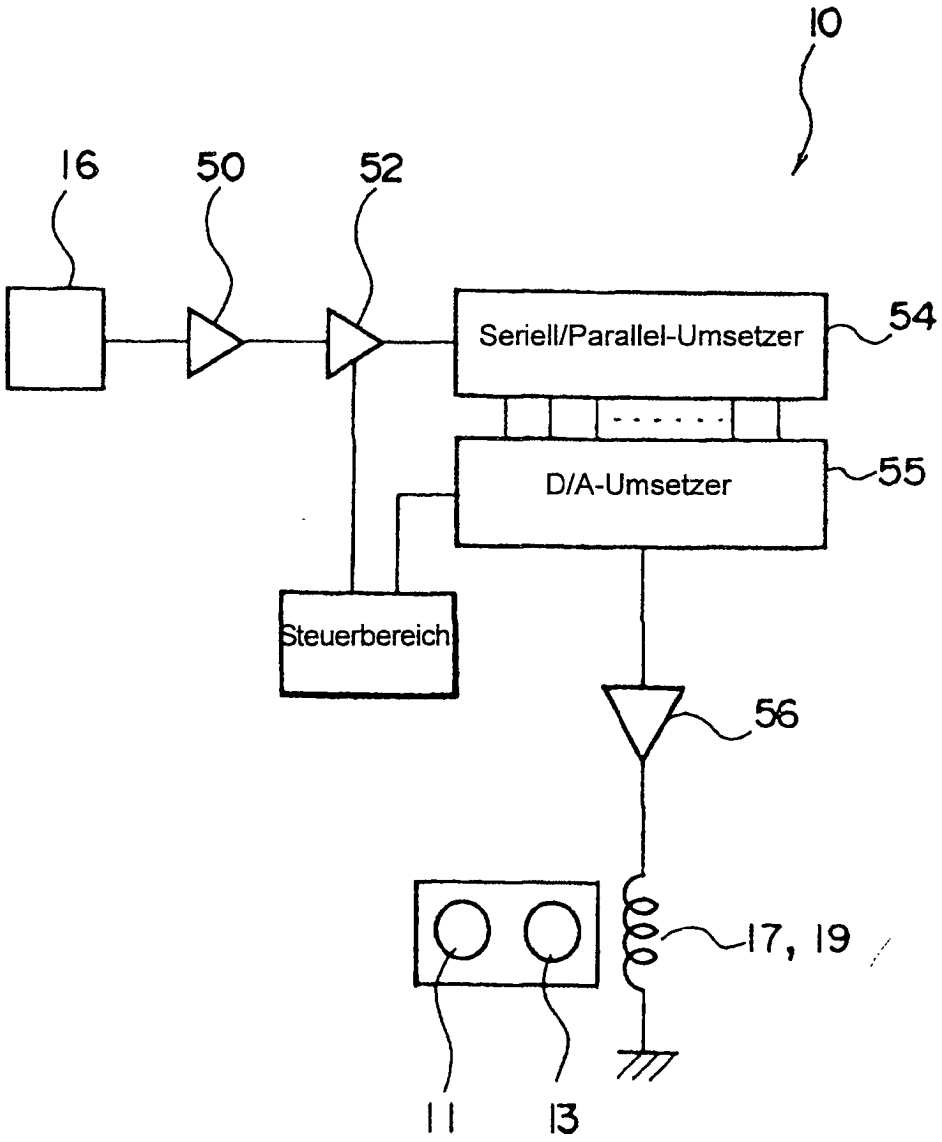
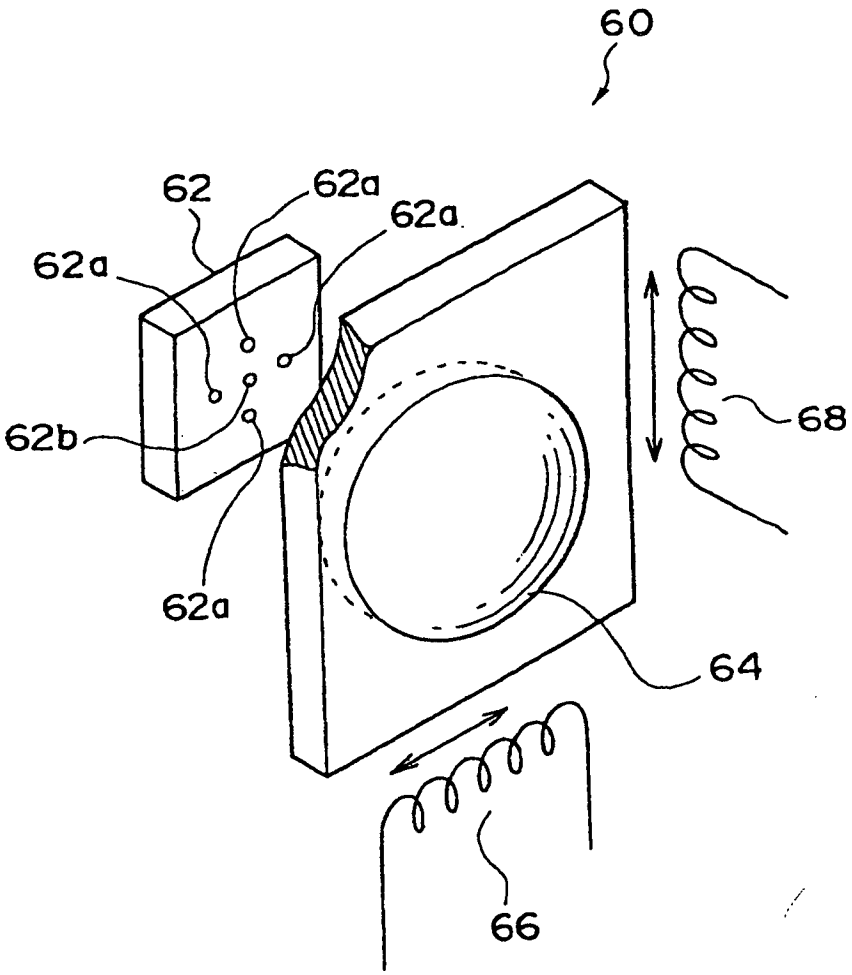

10
16
50
52
Seriell/Parallel-Umsetzer
54
D/A-Umsetzer
55
Steuerbereich
56
17, 19
11
13

FIG. 7



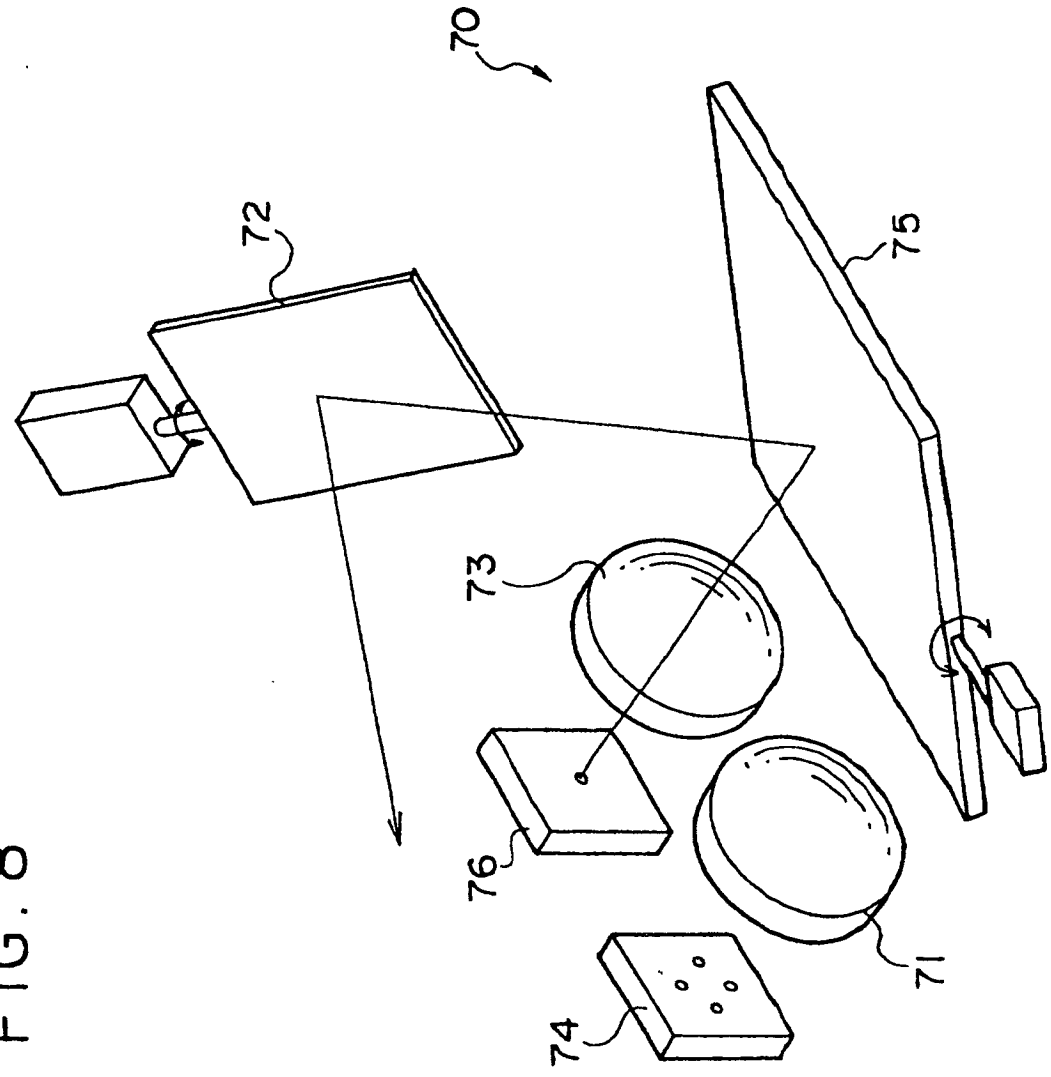


FIG. 8

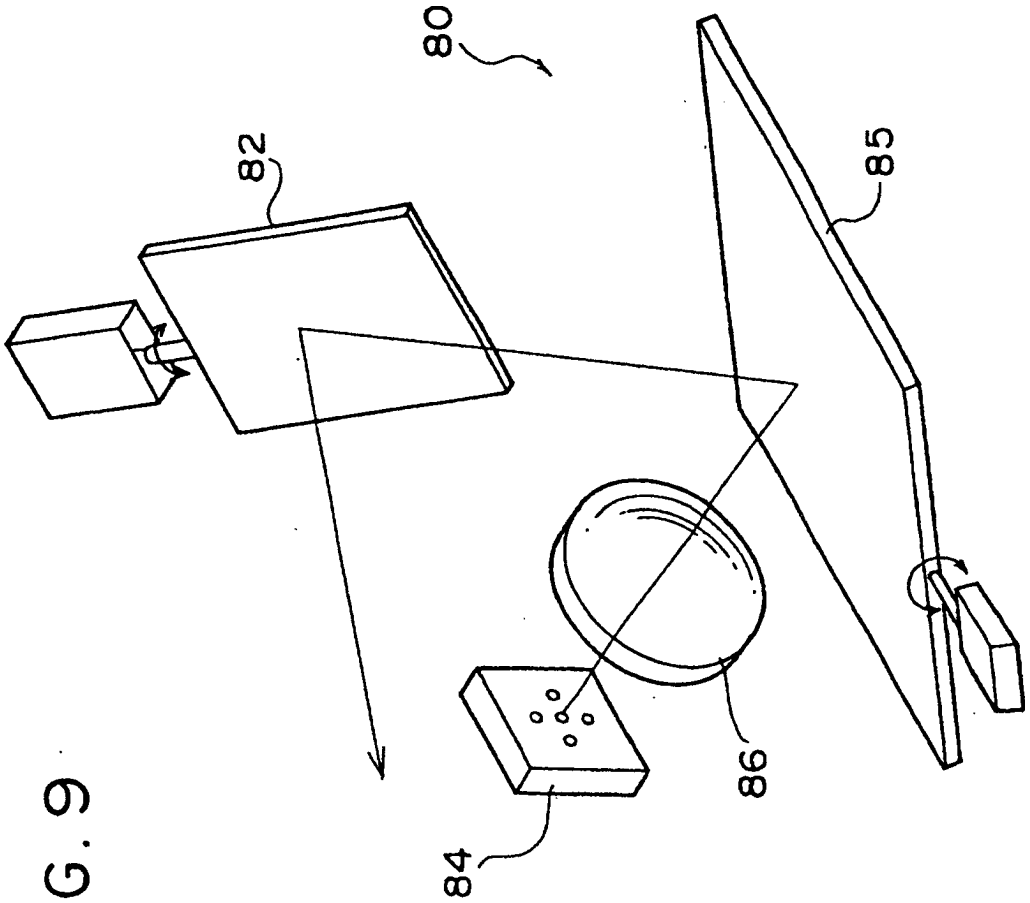


FIG. 9