



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 659 897 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 S 17/02
H 03 K 17/78

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

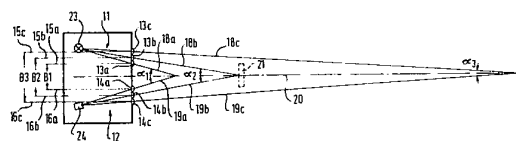
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

②① Gesuchsnummer:	5616/82	⑦③ Inhaber:	Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, Waldkirch (DE)
②② Anmeldungsdatum:	23.09.1982		
③③ Priorität(en):	05.10.1981 DE 3139558	⑦② Erfinder:	Fetzer, Günter, Gundelfingen (DE) Krank, Jürgen, Waldkirch (DE)
②④ Patent erteilt:	27.02.1987		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	27.02.1987	⑦④ Vertreter:	Patentanwälte Schaad, Balass, Sandmeier, Alder, Zürich

⑤④ **V-Lichtschranke.**

⑤⑦ Eine V-Lichtschranke weist einen Lichtsender (11), einen daneben angeordneten Lichtempfänger (12) und einen in Abstand vom Lichtsender (11) und Lichtempfänger (12) angebrachten Retroreflektor (21) auf. Der Lichtsender (11) und der Lichtempfänger (12) weisen mehrere nebeneinanderliegende optische Abbildungselemente (13a, 13b, 13c; 14a, 14b, 14c) mit seitlich versetzten optischen Achsen (15a, 15b, 15c; 16a, 16b, 16c) auf, um das bei nicht unterbrochener Lichtschranke am Photoempfänger (24) auftretende Signal möglichst unabhängig von der Stellung des Retroreflektors (21) entlang der Mittelachse (20) der Lichtschranke zu machen.



PATENTANSPRÜCHE

1. V-Lichtschranke mit einem Lichtsender, einem daneben angeordneten Lichtempfänger und einem im Abstand vom Lichtsender und Lichtempfänger angebrachten Reflektor mit einer deutlichen Reflexionsstreukeule, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtsender (11) und der Lichtempfänger (12) mehrere nebeneinanderliegende, optische Abbildungselemente (13a, 13b, 13c; 14a, 14b, 14c) mit seitlich versetzten optischen Achsen (15a, 15b, 15c; 16a, 16b, 16c) aufweisen.

2. Lichtschranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Achsen (15a, 15b, 15c; 16a, 16b, 16c) derart seitlich versetzt sind, dass die Schnittbereiche (17) der einzelnen Lichtstrahlbündel (18, 19) in Richtung der Lichtschrankenachse (20) zumindest aneinandergrenzen oder einander überlappen.

3. Lichtschranke nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittbereiche (17) derart einander überlappen, dass bei ununterbrochenen Lichtschrankenstrahlen und innerhalb der Schnittbereiche axial verschobenem Reflektor (21) das Empfangssignal am Lichtempfänger (12) im wesentlichen konstant ist und maximal um 30% des mittleren Empfangssignals schwankt.

4. Lichtschranke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Abbildungselemente Linsen, insbesondere Objektive (13a, 13b, 13c; 14a, 14b, 14c) sind.

5. Lichtschranke nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass benachbart der Lichtschrankenachse (20) zwei normale runde, ovale oder rechteckige Vollinsen (13a, 14a) mit zentrisch angeordneter optischer Achse (15a, 15b) und seitlich daran angrenzend Teillinsen (13b, 14b) vorgesehen sind, deren optische Achsen (15b, 16b) exzentrisch, und zwar zur Lichtschrankenachse (20) hin angeordnet sind.

6. Lichtschranke nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Achsen (15b, 16b) der Teillinsen mit dem Rand der innen angrenzenden Vollinse (13a, 14a) im wesentlichen zusammenfallen, d.h. die Teillinsen Halblinsen (13b, 14b) sind.

7. Lichtschranken nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Vollinsen (13a, 14a) als auch die Teillinsen (13b, 14b) gegebenenfalls korrigierte sphärische Linsen sind.

8. Lichtschranke nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen in Draufsicht einen rechteckigen Umriss haben und streifenförmig aneinandergesetzt sind (Fig. 4).

9. Lichtschranke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor ein Retroreflektor ist.

10. Lichtschranke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtsender (11) und der Lichtempfänger (12) zwei nebeneinanderliegende optische Abbildungselemente (13a, 13b; 14a, 14b) mit seitlich versetzten optischen Achsen (15a, 15b; 16a, 16b) aufweisen.

11. Lichtschranke nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Abbildungselemente (13a, 13b, 13c; 14a, 14b, 14c) aneinandergrenzen.

Die Erfindung betrifft eine V-Lichtschranke nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei üblichen V-Lichtschranken wird der universelle Einsatz durch die starke Signalabhängigkeit vom Reflektorabstand eingeschränkt. Der Grund dafür besteht im wesentlichen darin, dass die für diesen Lichtschrankentyp verwendeten Reflektoren (Reflexfolien bzw. gespritzte Kunststoffreflektoren) die auftretenden Strahlen nicht exakt in sich zurück reflektieren, sondern in einem mehr oder weniger grossen Streuwinkel. Mit anderen

Worten besitzen die für diese Zwecke im allgemeinen verwendeten Retroreflektoren keine idealen retroreflektierenden Eigenschaften, sondern sie weisen vielmehr eine ausgeprägte Reflexionsstreukeule auf, so dass unter einem bestimmten Winkel auftreffendes Licht innerhalb des Winkelbereiches dieser Reflexionsstreukeule zurückgeworfen wird. Das Vorhandensein einer derartigen ausgeprägten Reflexionsstreukeule bei den für derartige V-Lichtschranken verwendeten Retroreflektoren hat zur Folge, dass mit zunehmendem Abstand des Reflektors von der Lichtschranke ein immer kleinerer Ausschnitt des reflektierten, divergierenden Lichtbündels auf den Lichtempfänger trifft. Das Ausgangssignal des Lichtempfängers wird somit mit zunehmendem Reflektorabstand immer kleiner.

Wenn mit einer derartigen V-Lichtschranke relativ grosse Reflektorabstände realisiert werden sollen, muss die Systemempfindlichkeit so gross gemacht werden, dass auch der geringe Lichtstrom von Reflektoren in grossem Abstand zur Funktion ausreicht. Diese hohe Systemempfindlichkeit bedeutet jedoch, dass in kurzen Abständen von der Lichtschranke bereits wesentlich geringer reflektierende Gegenstände als der Reflektor, welche eigentlich als Hindernis erkannt werden sollten, nicht erkannt werden. Mit anderen Worten versagt die V-Lichtschranke bei hochreflektierenden Gegenständen in kurzem Abstand ihren Dienst.

Das Ziel der Erfindung besteht somit darin, eine V-Lichtschranke der eingangs genannten Gattung zu schaffen, bei der das vom Lichtempfänger bei ununterbrochenem Lichtschrankenstrahl empfangene Signal weitgehend unabhängig vom Reflektorabstand ist. Bezüglich bekannter V-Lichtschranken soll also der Abstandsreichweite, innerhalb dessen der Reflektor zur Erzielung eines einigermaßen konstanten Lichtempfangssignals angeordnet werden kann, wesentlich erweitert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruches 1 vorgesehen. Eine bevorzugte Ausführungsform des Reflektors geht aus Anspruch 9 hervor. Durch diese Ausbildung wird erreicht, dass von ein und derselben Lichtquelle bzw. zu ein und demselben Photoempfänger mehrere seitlich versetzte Lichtschrankenstrahlen ausgehen bzw. gelangen, welche entlang der Achse der Lichtschranke versetzte Schnittbereiche haben. Ein entlang der Lichtschrankenachse verschobener Retroreflektor mit ausgeprägtem Streuwinkel befindet sich somit über einen wesentlich erweiterten Abstandsbereich innerhalb der Schnittbereiche zweier Lichtschrankenstrahlen, so dass innerhalb eines relativ grossen Abstandsreiches eine weitgehende Konstanz des Ausgangssignals des Lichtempfängers bei ununterbrochenem Lichtschrankenstrahl erzielt wird. Je nach dem wie viele optische Abbildungselemente nebeneinander angeordnet werden, kann der Abstandsreichweite praktisch beliebig erweitert werden, innerhalb dessen der Retroreflektor angeordnet werden kann, ohne dass es zu einer wesentlichen Änderung des Empfangssignals bei ununterbrochener Lichtschranke kommt. Bevorzugt ist es allerdings, wenn für Sender und Empfänger nur jeweils zwei nebeneinander angeordnete optische Abbildungselemente vorgesehen sind, weil hierdurch für zahlreiche praktisch vorkommende Fälle eine voll ausreichende Konstanz des Ausgangssignals unabhängig vom Ort des Retroreflektors erzielt wird.

Aufgrund der Ausbildung nach Anspruch 2 werden die Signalschwankungen bei Axialverschiebungen des Retroreflektors von einem Schnittbereich in den nächsten minimal gehalten.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind durch die Ansprüche 3 und 4 gekennzeichnet.

Aufgrund der Ausbildung nach den Patentansprüchen 5 und 6 wird erreicht, dass die optischen Achsen der benachbarten Voll- bzw. Teillinsen näher aneinanderliegen als die Mitten der beiden Linsen, was für die Erzielung eines weitgehend konstanten Empfangssignals von besonderer Bedeutung ist.

Eine vorteilhafte bauliche Ausführungsform der Erfindung ist im Anspruch 8 definiert.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Patentansprüche 7, 10 und 11 gekennzeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

Fig. 1 schematisch eine V-Lichtschanke nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 schematisch eine erfindungsgemässe V-Lichtschanke mit je drei Linsen für den Lichtsender und den Lichtempfänger,

Fig. 3 eine besonders bevorzugte weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen V-Lichtschanke,

Fig. 4 eine Stirnansicht der Lichtschanke nach Fig. 3 entlang der Linie IV-IV in Fig. 3 und

Fig. 5 ein Diagramm des relativen Empfangssignals der V-Lichtschanke nach den Fig. 3, 4 in Abhängigkeit vom Reflektorabstand.

Nach Fig. 1 sind in einem schematisch angedeuteten Lichtschankegehäuse nebeneinander in einem Abstand R eine Lichtquelle 23 und ein Photoempfänger 24 angeordnet. Bei der Lichtquelle 23 kann es sich um eine Glühlampe oder eine sonstige optische Strahlungsquelle handeln.

Das Licht der Lichtquelle 23 wird durch ein in der Gehäusewand angeordnetes Rundobjektiv 13 zu einem parallelen Sendelichtbündel 18 zusammengepackt, welches unter einen Winkel $\alpha/2$ zur Mittelachse 20 der V-Lichtschanke verläuft. Die Mittelachse 20 der V-Lichtschanke wird durch die Mittelsenkrechte auf der Verbindungslinie der Lichtquelle 23 und des Photoempfängers 24 gebildet.

Auf der Mittelachse 20 der V-Lichtschanke ist ein gestrichelt angedeuteter Retroreflektor angeordnet, welcher jedoch eine so ausgeprägte Streucharakteristik hat, dass er zu einem weiteren in der Vorderwand des Gehäuses 22 vorgesehenen Objektiv 14 ein Reflexionslichtbündel 19 sendet. Die Bündel 18, 19 sind in der zeichnerischen Darstellung der Fig. 1 auch hinter dem Retroreflektor 21 fortgesetzt gezeigt, um deutlich zu machen, in welchem Bereich der durch das Objektiv 13 und die Lichtquelle 23 gebildete Lichtsender 11 sendet und aus welchem Bereich der durch das Objektiv 14 und den Photoempfänger 24 gebildete Lichtempfänger 12 Licht empfangen kann.

Die durch die Mitten der Objektive 13, 14 verlaufenden optischen Achsen 15, 16 verlaufen parallel zur Mittelachse 20 der V-Lichtschanke und weisen gleichen Abstand von der Achse 20 auf. Der Abstand ist mit B bezeichnet und bildet die Basis der V-Lichtschanke.

Das Sendelichtbündel 18 und das Empfangslichtbündel 19 überlappen sich in einem Schnittbereich 17. Ist der Retroreflektor 21 — wie das in Fig. 1 dargestellt ist — in der Mitte dieses Schnittbereiches 17 angeordnet, so erhält der Photoempfänger 24 den maximalen Lichtstrom und gibt somit das grösste Ausgangssignal ab. Hierzu ist es wichtig, dass der Retroreflektor 21 im wesentlichen die Querschnittsabmessungen des Sendelichtbündels 18 aufweist. Wird nun der Retroreflektor 21 in Richtung des Doppelpfeiles F, d.h. in Richtung der Mittelachse 20 hin und herverschieben, so vermindert sich bei ununterbrochener Lichtschanke das Ausgangssignal des Photoempfängers 24.

Durch Veränderung der Länge der Basis B und der Grösse des Winkels α zwischen den Lichtbündeln 18, 19 können der Ort und die Länge des Schnittbereiches 17 verändert werden.

Die bekannten V-Lichtschanken besitzen allgemein einen festen Abstand B der optischen Achsen 15, 16 sowie einen fest eingestellten Winkel α . Es sind allerdings auch schon V-Lichtschanken vorgeschlagen worden, bei denen diese Parameter einstellbar sind. Hierfür ist jedoch ein beträchtlicher mechanischer Aufwand erforderlich, ganz abgesehen davon, dass hierdurch die Genauigkeit der V-Lichtschanke beeinträchtigt werden kann.

Soll die V-Lichtschanke im Bereich geringer und grosser Reflektorabstände funktionieren, so wurden bisher die Basis B und der Winkel α extrem klein gemacht. Dies führt jedoch zu einem unerwünschten Maximum des relativen Empfangssignals bei Anordnung des Retroreflektors 21 in unmittelbarer Nähe des Lichtschankegehäuses 22. Bei Anordnung des Retroreflektors 21 in relativ grossem Abstand von der Lichtschanke wird zwar ein nur relativ wenig schwankendes Empfangssignal erzielt, welches aber einen relativ niedrigen Wert hat.

Bei der folgenden Beschreibung der erfindungsgemässen V-Lichtschanke bezeichnen gleiche Bezugszahlen entsprechende Teile wie in Fig. 1.

Nach Fig. 2 sind die Objektive 13, 14 der bekannten V-Lichtschanke nach Fig. 1 in drei unmittelbar aneinander angrenzende Objektive 13a, 13b, 13c bzw. 14a, 14b, 14c mit seitlich versetzten optischen Achsen 15a, 15b, 15c bzw. 16a, 16b, 16c unterteilt. Aufgrund dieser Anordnung schneiden sich die Sende- und Empfangslichtbündel 18a, 18b, 18c bzw. 19a, 19b, 19c an unterschiedlichen Stellen entlang der Mittelachse 20 der V-Lichtschanke. Je näher sich die beiden Bündel am Lichtschankegehäuse 22 schneiden, umso grösser ist der Winkel α . Der Winkel α_1 zwischen den Bündeln 18a, 19a ist also grösser als der Schnittwinkel α_2 zwischen den Lichtbündeln 18b, 19b, während letzterer grösser als der Winkel α_3 zwischen den Lichtbündeln 18c, 19c ist.

Die V-Lichtschanke nach Fig. 2 weist somit eine erste schmale Basis B1, eine zweite etwas breitere Basis B2 und eine dritte noch breitere Basis B3 auf, welche jeweils zu unterschiedlichen optimalen Reflektorabständen führen.

Aufgrund der erfindungsgemässen Anordnung gibt der Photoempfänger 24 praktisch das gleiche Ausgangssignal ab, ob nun der Retroreflektor 21 im Schnittbereich der Lichtbündel 18a, 19a bzw. 18b, 19b bzw. 18c, 19c angeordnet ist. Bei Anordnung des Retroreflektors 21 zwischen diesen Schnittstellen nimmt das Empfangssignal geringfügig ab. Durch geeignete Wahl der Basen B und der Winkel α kann jedoch dieser Abfall unterhalb eines vorbestimmten Grenzwertes gehalten werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 3 und 4 sind unmittelbar zu beiden Seiten der Mittelachse 20 zwei sphärische Linsen 13a, 14a angeordnet, welche nach Fig. 4 einen quadratischen Umriss haben. Unmittelbar angrenzend nach aussen liegen an den Frontobjektiven 13a, 14a halbsphärische Frontobjektive 13b, 14b an, welche ebenfalls einen quadratischen Umriss haben. Aufgrund der halbsphärischen Ausbildung der beiden äusseren Frontobjektive 13b, 14b liegen deren optische Achsen 15b, 16b unmittelbar am äusseren Rand der inneren sphärischen Vollobjektive 13a, 14a. Auf diese Weise ist die Basis B2 nur um ein geringeres Stück länger, als dies dem Abstand der Mitten der Frontobjektive 13a, 13b bzw. 14a, 14b entspricht. Die Schnittbereiche der Lichtbündel 18a, 19a bzw. 18b, 19b liegen somit näher aneinander, und es wird dadurch eine bessere Konstanz des Empfangssignals des Photoempfängers 24 erzielt.

Fig. 5 zeigt in gleichem Längenmassstab wie Fig. 3 die Abhängigkeit des relativen Empfangssignals E des Photoempfängers 24 vom Abstand x des Retroreflektors 21 von der Frontseite des Gehäuses 22.

Gemäss Fig. 5 steigt mit zunehmendem Reflektorabstand das Empfangssignal des Photoempfängers 24 zunächst bis zu einem Maximum bei x_1 an. Diese Stelle entspricht dem Schnittpunkt der Lichtbündel 18a, 19a. Bei weiterem Verschieben des Retroreflektors 21 entlang der Mittelachse 20 vom Gehäuse 22 weg fällt das Signal zunächst geringfügig bis zu einem Minimum bei x_3 ab. Diese Stelle entspricht etwa der Mitte zwischen den Schnittpunkten der Lichtbündel 18a, 19a bzw. 18b, 19b. Anschliessend steigt dann das relative Empfangssignal E wieder bis zu der Stelle x_2 an, an der sich die Lichtbündel 18b, 19b

schneiden. Danach erfolgt dann ein stetiger Abfall des Empfangssignals.

Die Halbwertsbreite H des relativen Empfangssignals E erstreckt sich also über einen sehr grossen Längenbereich, welcher bereits weit unter x_1 beginnt und erheblich oberhalb x_2 endet. Durch Einstellen der Schwelle der Lichtschränke auf ein relatives Empfangssignal (0,5) entsprechend der Halbwertsbreite H kann somit ein konstantes Ansprechverhalten der V-Lichtschränke über den Abstandsbereich entsprechend der Halbwertsbreite H erzielt werden. Unter Konstanz ist also vorliegend eine deutlich geringe Signal-Abnahme, als sie zur Erreichung der Schwelle der Lichtschränke erforderlich ist, zu verstehen.

Von besonderer Bedeutung ist bei der Erfindung auch noch, dass die von den Frontobjektiven 13a, 14a und 13b, 14b eingenommenen Flächenbereiche F_1 bzw. F_2 variiert werden können. Durch geeignete Wahl des Flächenverhältnisses F_1/F_2 ist es möglich, die Signalamplituden in den Schnittabständen x_1 , x_2 so festzulegen, dass diese bei einem vorgegebenen Reflektor- und Lichtschränkentyp ungefähr gleich gross sind. Z.B. kann der Flächenbereich F_2 grösser als der Flächenbereich F_1 gemacht werden, falls auf der Messstrecke mit erheblichen Absorptionen zu rechnen ist. Der Hauptgrund, warum F_1 und F_2 unterschiedlich sein können aber nicht sein müssen, liegt darin, dass die vom Reflektor reflektierte Strahlung aufgrund der gegebenen Streukeule bei grossen Abständen geringer ist.

FIG. 1

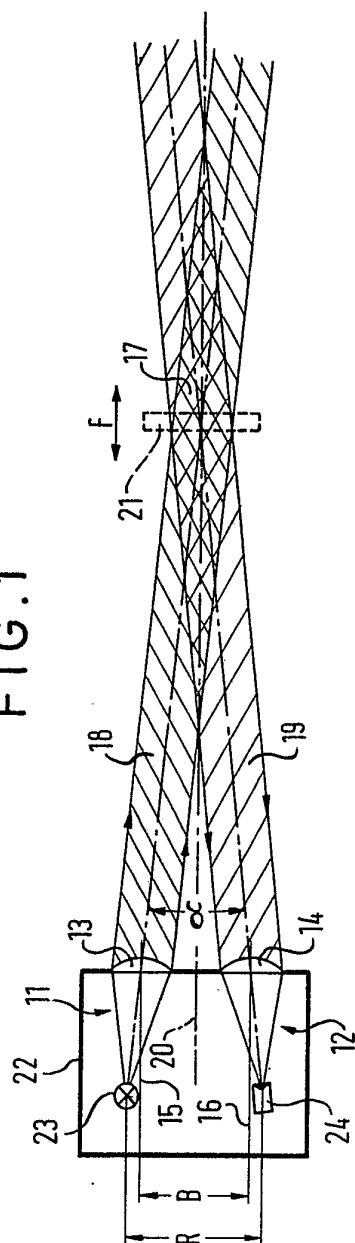


FIG. 2

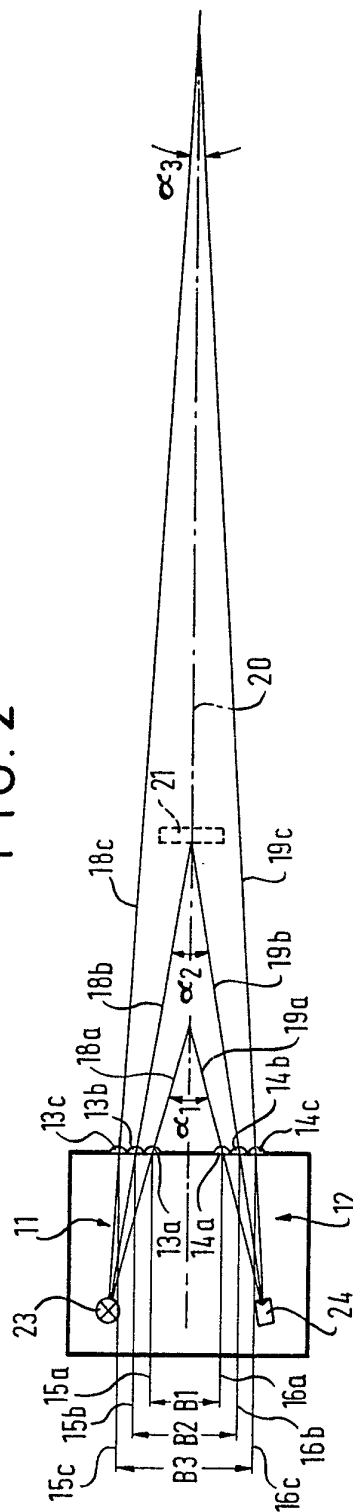


FIG. 3

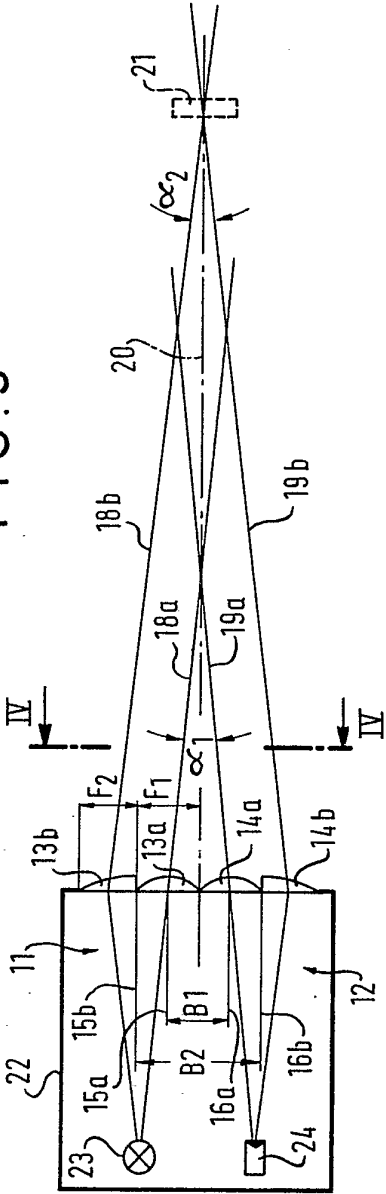


FIG. 4

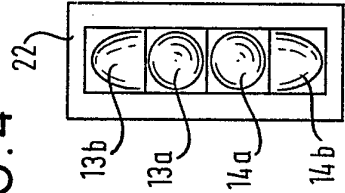


FIG. 5

