



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 43 21 265 A1 2009.02.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: P 43 21 265.4

(22) Anmeldetag: 25.06.1993

(43) Offenlegungstag: 26.02.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G01S 17/74 (2006.01)

G01S 7/48 (2006.01)

H04B 10/10 (2006.01)

H01S 3/10 (2006.01)

H01L 31/0304 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9207809 25.06.1992 FR

(74) Vertreter:

Prinz & Partner Patentanwälte, 80335 München

(71) Anmelder:

Thomson - CSF, Puteaux, FR

(72) Erfinder:

Defour, Martin, Croissy, S/Seine, FR; Couderc,  
Georges, Bures, S/Yvette, FR

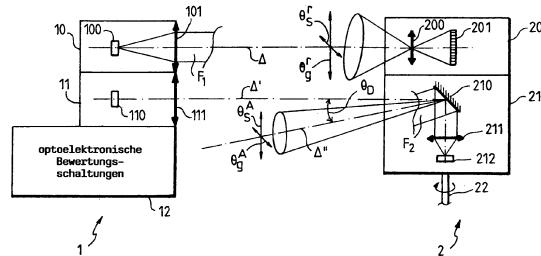
### Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Erkennungsanordnung mit optoelektronischem Antwortgeber

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Erkennungsanordnung vom Typ der Freund-Feind-Kennung (IFF) eines Objekts oder eines möglichen Ziels mit optoelektronischem Antwortgeber.

Nach der Erfindung enthält die Abfragevorrichtung (1) eine Quelle mit Laserdioden (100) zum Aussenden einer Abfragelaserstrahlung ( $F_1$ ) und einen Laserstrahlungsdetektor (110).

Die Antwortgebervorrichtung (2) dreht sich in Seitenwinkelrichtung (22), und sie enthält einen Laserstrahlungsdetektor (201), wobei der Höhenwinkel der erfaßten Strahlung bestimmt werden kann; ferner enthält sie einen Sender (21) mit einer Quelle mit Laserdiode (212) sowie Mittel (210) zur Reflexion in Höhenwinkelrichtung. Die mittlere Sendeachse ( $\Delta'$ ) ist in Seitenwinkelrichtung ( $\Theta_D$ ); sie eilt bei der Drehung nach.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Freund-Feind-Kennung eines Objekts oder eines möglichen Ziels in einem Beobachtungsfeld, und sie ist auf eine gegen Aufschaltungen geschützte Freund-Feind-Kennungsanordnung gerichtet.

**[0002]** Eine Freund-Feind-Kennungsanordnung, die unter der Abkürzung IFF (nach der englischsprachigen Bezeichnung "Identification of a Friend from a Foe") bekannter ist, ermöglicht einem gegebenen Abfragegerät, ein in seinem Beobachtungsfeld befindliches Objekt eindeutig als Freund oder als Feind zu erkennen. Der Erkennungsvorgang besteht darin, daß von der Abfragestation in Richtung zu einem zu identifizierenden Objekt ein codiertes Signal ausgesendet wird und daß dann für den Fall eines Freund-Objekts an der Abfragestation ein von diesem Objekt kommendes, ebenfalls codiertes Antwortsignal empfangen wird.

**[0003]** Die Freund-Feind-Kennungsanordnungen, die anschließend mit IFF bezeichnet werden, bestehen herkömmlicherweise aus einem Sender und einem Empfänger für die Abfragevorrichtung und aus einem einen Antwortgeber bildenden Empfänger/Sender-Gerät für die abgefragten Stationen, wobei die codierten Signale der Verbindung durch Funkwellen, Radarwellen oder Lichtwellen übertragen werden. Die Funkwellen und die Radarwellen haben wegen einer unzureichenden Richtwirkung ihrer Ausbreitung im Raum schwerwiegende Nachteile, was die Möglichkeit des Anpeilens eröffnet; ihnen fehlt es auch an "Festigkeit", was bedeutet, daß es möglich ist, sich auf sie aufzuschalten und falsche Echos zu erzeugen, was die Anordnung wenig zuverlässig macht. Solche Anordnungen erleichtern daher das Orten von Trägern, die mit solchen Wellen arbeitenden Abfragevorrichtungen oder Antwortgebern ausgestattet sind.

**[0004]** Bei IFF-Anordnungen ist es schwierig, die Gesamtheit der folgenden Eigenschaften bestmöglich zu verwirklichen:

- Diskretion der Abfrage,
- Diskretion der Antwort,
- Zuverlässigkeit der Antwort,
- Festigkeit gegen Aufschaltungen,
- dauernder richtwirkungsfreier Empfang und gerichtetes Senden,
- einfache Anwendbarkeit und Verwirklichung,
- automatischer oder nichtautomatischer Betrieb,
- Integration in alle Arten von Trägern.

**[0005]** Es soll also eine IFF-Anordnung geschaffen werden, die einfach, diskret, eindeutig, rundstrahlend, dauerhaft und fest gegen äußere Einflüsse ist, mit einer schwachen oder autonomen Versorgung arbeiten kann und auf mehrere Arten von Trägern an-

gebracht werden kann.

**[0006]** Dies ist der Grund dafür, daß die modernsten IFF-Anordnungen mit einer Abfragevorrichtung mit sehr großer Richtwirkung arbeiten, die mit Impulsen oder modulierbar arbeitende Lasersendemittel enthält, und von einer Antwortgebervorrichtung Gebrauch machen, die einen modulierbaren Reflektor, beispielsweise eine mit einem Modulatorschirm verbundene Rückstrahlvorrichtung enthalten. Unter diesen Bedingungen schickt der Reflektor die empfangene Sendung mit einer bestimmten durch die Abfragevorrichtung zu decodierenden Modulation zurück. Allgemein handelt es sich bei dieser Modulation um eine Tastmodulation, wobei diese Art der Modulation einen Betrieb mit hoher Spitzenleistung zuläßt und eine Vergrößerung der Übertragungsreichweite ermöglicht.

**[0007]** Lösungen mit Laserquellen sind in den französischen Patentanmeldungen FR-A-2 378 404 und FR-A-2 602 346 beschrieben. Diese Lösungen sind jedoch bezüglich des Schutzes nicht vollständig befriedigend, was im wesentlichen auf die begrenzte Ausdehnung des von den eingesetzten Reflexionsystemen überdeckten Empfangsfeldes und auf die Durchlässigkeit der angewendeten Bestätigungsverfahren zurückzuführen ist.

**[0008]** In einer französischen Patentanmeldung vom 6. September 1991 mit der Nr. 91 11049 sind ein IFF-Verfahren und eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens mit dem Ziel vorgeschlagen worden, den vorgenannten Nachteilen abzuheften.

**[0009]** Bei diesem Verfahren wird von einer "harten" Abfrageprozedur Gebrauch gemacht, d. h. einer Prozedur, die gut gegen eventuelle Aufschaltungen geschützt ist, die ausgelöst werden können

- bei jeder Station in einem Empfangsfeld, das den gesamten, das abgefragte Objekt umgebenden Raum überdeckt, und somit nach einer Ortung des zu erkennenden Objekts im Beobachtungsfeld der abfragenden Station;
- mit Hilfe von zwei kurzen Abfragevorgängen, die durch zwei codierte Laserimpulsfolgen verwirklicht werden, wobei auf jede Abfrage im Fall eines verbündeten Objekts eine Antwort folgt und wobei die Art der ersten Antwort, die sich durch ihren Amplitudenpegel zu erkennen gibt, das Aussen- den der zweiten Abfrage bedingt.

**[0010]** Die Erfindung hat ein gegen Aufschaltungen geschütztes IFF-Verfahren zum Ziel, mit dessen Hilfe ein durch eine Abfragestation geortetes Objekt erkannt werden kann, wobei die Abfragestation eine Abfragevorrichtung enthält, die in Richtung zu dem georteten Objekt einen impulsförmigen, codierten und gerichteten Laserstrahl sendet, und einen von einem befreundeten abgefragten Objekt zurückkom-

menden Laserstrahl empfängt und analysiert, wobei das befreundete Objekt eine Antwortgebervorrichtung enthält, die aktiv auf den empfangenen Strahl mit einem impulsförmigen, codierten und in Richtung der Abfragevorrichtung gerichteten Laserstrahl antworten kann, wobei das Verfahren folgende nacheinander ablaufende Schritte aufweist:

- durch Aussenden eines impulsförmigen und codierten Laserstrahls von der Abfragevorrichtung aus in Richtung zu einem zu identifizierenden Objekt wird eine erste Alarmabfrage bewirkt, nachdem dieses Objekt geortet worden ist;
- der vom abgefragten befreundeten Objekt empfangene Laserstrahl wird bestätigt, und nach der Bestätigung wird die Antwortgebervorrichtung des abgefragten befreundeten Objekts in einen scharfen Zustand versetzt, indem sie von einem passiven Zustand in einen aktiven Zustand übergeht und dafür bereit wird, aktiv zu antworten;
- die aktive oder passive Natur der von der Antwortgebervorrichtung kommenden und von der Abfragevorrichtung empfangenen Antwort auf die Alarmabfrage wird analysiert;
- durch Aussenden eines impulsförmigen und codierten Laserstrahls durch die Abfragevorrichtung in Richtung zu dem zu identifizierenden Objekt wird eine zweite Entscheidungsabfrage durchgeführt, wenn die erste Antwort passiv war;
- durch die scharf gemachte Antwortgebervorrichtung wird in Richtung zur Abfragevorrichtung eine aktive Antwort auf die zweite Abfrage erzeugt;
- die von der Antwortgebervorrichtung kommende und von der Abfragevorrichtung empfangene Antwort auf die Entscheidungsabfrage wird analysiert.

**[0011]** Die vorgenannte Patentanmeldung betrifft auch eine IFF-Anordnung zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens.

**[0012]** Um die festgesetzten Ziele zu erreichen, wird in der vorgenannten Patentanmeldung im Antwortgebereich ein Retro-Reflektor benutzt, der entsprechend der sogenannten "Katzenaugen"-Technik arbeitet und deren Vorteile, gleichzeitig auch deren Einschränkungen aufweist. Insbesondere ist es notwendig, eine leistungsstarke Laserquelle zu benutzen. Die erforderliche Leistung liegt typischerweise in der Größenordnung von Megawatt im Impulsbetrieb. Dies ist insbesondere auf die Tatsache zurückzuführen, daß das Ziel bei der Abfrage passiv ist und das Licht durch Reflexion zurücksendet. Daraus ergibt sich, daß die von der Abfragevorrichtung empfangene Leistung dem Kehrwert der vierten Potenz des Abstandes zwischen der Abfragevorrichtung und der Antwortgebervorrichtung proportional ist.

**[0013]** Mit Hilfe der Erfindung soll den Nachteilen bekannter Anordnungen abgeholfen werden, indem ein Teil der Lehre der vorgenannten Patentanmel-

dung aufgegriffen wird. Insbesondere wird dabei eine Laserdiode mit einer Leistung unterhalb des Wattbereichs im Impulsbetrieb angewendet.

**[0014]** Nach der Erfindung ist eine Anordnung zum Erkennen eines Objekts in einem Beobachtungsfeld mit einer Abfragevorrichtung und einer dem Objekt zugeordneten Antwortgebervorrichtung, die durch Laserstrahlung miteinander kommunizieren, wobei die Abfragevorrichtung Mittel zum Suchen und Markieren des zu erkennenden Objekts, optisch mit den Mitteln zum Suchen und Markieren gekoppelte Mittel zum Aussenden einer Abfrage-Laserstrahlung sowie Mittel zum Erfassen der Laserstrahlung aufweist, während die Antwortgebervorrichtung Mittel zum Erfassen der von den Sendemitteln der Abfragevorrichtung ausgesendeten Laserstrahlung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Antwortgebervorrichtung fest mit einem Bauteil verbunden ist, das ihm eine Drehbewegung verleiht, daß die Erfassungsmittel der Antwortgebervorrichtung ein Empfangsfeld mit einer ersten mittleren Erfassungssachse haben und Schaltungseinheiten zum Bestimmen des Seitenwinkels der Abfragevorrichtung bei der Erfassung der Abfragestrahlung aufweist, und daß ferner Mittel zum Aussenden einer Laserstrahlung als Reaktion auf den Empfang der Abfragelaserstrahlung vorgesehen sind, wobei die Laserstrahlung eine mittlere Sendeachse hat, die mit der ersten Achse einen von Null verschiedenen vorbestimmten Seitenwinkel bildet, wobei dieses Aussenden der Laserstrahlung als Reaktion auf die Erfassung der Abfragelaserstrahlung um ein vorbestimmtes Zeitintervall verzögert ist.

**[0015]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**[0016]** [Fig. 1](#) eine Übersichtsdarstellung einer Erkennungsanordnung nach der Erfindung,

**[0017]** [Fig. 2](#) eine bevorzugte Ausführungsform einer IFF-Anordnung nach der Erfindung,

**[0018]** [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) eine Darstellung zur Veranschaulichung des Verfahrens zum Bestimmen des Höhenwinkelwerts eines Abfragestrahls,

**[0019]** [Fig. 5](#) eine zweite Ausführungsform einer IFF-Anordnung nach der Erfindung,

**[0020]** [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) verschiedene Phasen des Betriebs von IFF-Anordnungen nach der Erfindung,

**[0021]** [Fig. 10](#) eine besondere Ausführung einer Baueinheit zur Höhenausrichtung der Lasersendung und

**[0022]** [Fig. 11](#) eine schematische Darstellung einer zusätzlichen Ausführung einer IFF-Anordnung nach

der Erfindung.

**[0023]** [Fig. 1](#) zeigt in schematischer Form in einem Übersichtsdiagramm eine IFF-Anordnung nach der Erfindung.

**[0024]** Die Anordnung enthält zwei Hauptvorrichtungen, nämlich eine Abfragevorrichtung **1** und eine Antwortgebervorrichtung **2**.

**[0025]** In der Abfragevorrichtung sind folgende Unterbaugruppen enthalten:

- Sendeschaltungen **10** mit wenigstens einer Sende-Laserdiode gemäß einem der wichtigen Merkmale der Erfindung;
- Empfangsschaltungen **11**, die insbesondere einen optoelektronischen Wandler, beispielsweise eine Photodiode enthalten.

**[0026]** Diese zwei Unterbaugruppen sind mit herkömmlichen optoelektronischen Zielbewertungsschaltungen **12** gekoppelt. Es handelt sich dabei beispielsweise um eine thermische Kamera, einen Feuerleitsucher oder eine andere üblicherweise zu diesem Zweck eingesetzte Vorrichtung.

**[0027]** Sie enthält ferner herkömmliche Steuer- und Signalverarbeitungsschaltungen, die in der Figur allgemein mit der Bezeichnung IFF-Steuereinheit **13** angegeben ist.

**[0028]** Wenn die optoelektronischen Bewertungsschaltungen **12** ein Ziel festgestellt haben, wird das Sende- und Empfangsfeld der Abfragevorrichtung in zweckmäßiger Weise so eingestellt, daß ein Abfragestrahl  $F_1$  ausgesendet wird. Dieser wird von der Laserdiode der Sendeschaltungen **10** ausgesendet, die von den Schaltungen **13** gesteuert wird. In herkömmlicher Weise ist dieser Strahl  $F_1$  derart codiert oder chiffriert, daß eine Abfragebotschaft mit übertragen wird, die nur von einem befundenen Ziel verstanden werden kann.

**[0029]** Am Ziel enthält die Antwortgebervorrichtung **2** im wesentlichen die folgenden Unterbaugruppen:

- Empfangsschaltungen **20**, die insbesondere einen optoelektronischen Wandler enthalten, der anschließend noch näher erläutert wird;
- Sendeschaltungen **21**, die insbesondere eine Laserdiode gemäß einem der wichtigen Merkmale der Erfindung enthält;
- eine Baueinheit **22** zum Drehen der Antwortgebervorrichtung, wenigstens deren Schaltungen **20** und **21**.

**[0030]** Die Anordnung enthält ferner herkömmliche (nicht dargestellte) Steuer- und Signalverarbeitungsschaltungen, die in den Schaltungen **20** und **21** integriert sein können oder nicht.

**[0031]** Im Verlauf der Drehung durchlaufen die Empfangsschaltungen **20** die Blickrichtung der Abfragevorrichtung **1** und erfassen die codierte Sendung (den Strahl  $F_1$ ), die eine Abfrageanforderung darstellt.

**[0032]** Das Ziel verfügt in diesem Augenblick über eine Ortsbestimmung der Abfragevorrichtung **1** hinsichtlich des Seitenwinkels und gegebenenfalls eine Ortsbestimmung hinsichtlich des Höhenwinkels: der Empfang kann beispielsweise mit Hilfe eines Photodiodenstabs erfolgen. Nach Empfang der Kennungsanforderung orientiert die Antwortgebervorrichtung **2** ihr Sendefeld in die von den Empfangsschaltungen **20** bestimmte Höhenwinkelrichtung. Die Laserdiode der Sendeschaltungen **21** sendet im Zeitpunkt des Durchgangs des Sendefeldes durch die von den Empfangsschaltungen **20** bestimmte Seitenwinkelrichtung einen codierten oder chiffrierten Antwortstrahl  $F_2$ .

**[0033]** Diese Aussendung erreicht die Abfragevorrichtung **1** und wird erfaßt, dann decodiert oder dechiffriert.

**[0034]** Die Organisation der Laser-IFF-Anordnung kann auf vielfältige Weise aufgebaut werden, insbesondere in folgender Weise:

- mit einem mit einer Abfragevorrichtung **1** und einer Antwortgebervorrichtung **14** ausgestatteten Angriffsfahrzeug, wie es in [Fig. 1](#) dargestellt ist;
- nicht für den Angriff vorgesehene andere Fahrzeuge (Geländefahrzeuge, Lastwagen, usw. ...), die nur mit einer Antwortgebervorrichtung **2** ausgestattet sind, die genau mit einer Antwortgebervorrichtung des Angriffsfahrzeugs übereinstimmt.

**[0035]** [Fig. 2](#) zeigt eine IFF-Anordnung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in einer genaueren Darstellung. Die Baueinheiten, die sie mit der Anordnung von [Fig. 1](#) gemeinsam hat, tragen die gleichen Bezugszeichen und werden hier nur bei Bedarf erneut beschrieben. In dieser Figur sind die Steuereinheit **13** und die optionale Antwortgebervorrichtung **14** weggelassen.

**[0036]** Wie beschrieben wurde, enthält die vollständige IFF-Anordnung in Wirklichkeit zwei Sende/Empfangs-Baueinheiten **10-11** bzw. **20-21**, die unterschiedliche Betriebsarten haben.

- Die erste Sende/Empfangs-Baueinheit **10-11** ist an Bewertungsschaltungen **12** angeschlossen und gewährleistet die Abfragefunktion.
- Die zweite Sende/Empfangs-Baueinheit **20-21**, die sich in Drehung befindet, gewährleistet die Antwortgeberfunktion.

**[0037]** Die Sendeschaltungen **10** enthalten eine Laserdiode **100** und eine Kollimatorlinse **101**, so daß ein Abfrage-Strahlenbündel  $F_1$  ausgesendet wird,

das aus im wesentlichen parallelen Strahlen besteht. Anders ausgedrückt, weist das Strahlenbündel  $F_1$  nur eine geringe Divergenz von typischerweise einigen mrd auf.

**[0038]** Die Antwortgebervorrichtung **2** besteht aus einem Sendekanal **21**, einem Empfangskanal **20** und einem Höhenablenkorgan. Die Baueinheit ist in Seitenwinkelrichtung beweglich (Organ **22**).

**[0039]** Der Sendekanal **21** enthält eine Diode **212** und eine Kollimatorlinse **211**. Das Sendefeld der Diode **212** wird in Höhenwinkelrichtung mit  $\Theta_s^A$  und in Seitenwinkelrichtung mit  $\Theta_g^A$  angegeben. Ein Höhenablenkorgan **210** ermöglicht die Höhenausrichtung der Achse  $\Delta'$  der Sendefelder.

**[0040]** Der Empfangskanal **2** enthält typischerweise einen Detektorstab **201** und eine Kollimationslinse **200**. Das Empfangsfeld ist in Höhenwinkelrichtung mit  $\Theta_s^r$  und in Seitenwinkelrichtung mit  $\Theta_g^r$  angegeben.

**[0041]** Die Sendeachse  $\Delta'$  ist in Seitenwinkelrichtung um einen Winkel  $\Theta_D$  bezüglich des Empfangswinkels ( $\Delta$  oder  $\Delta'$ , wobei diese Achsen parallel zueinander verlaufen) verschoben. Das Höhenablenkorgan **210** kann beispielsweise mit Hilfe eines galvanometrischen Spiegels verwirklicht sein.

**[0042]** Im Abfragemodus verfügt die Abfragevorrichtung **1** über eine von den Schaltungen **12** gelieferte Zielbewertung. Diese Peilung ermöglicht die Ausrichtung der auf dem optoelektronischen Bewertungsfühler angebrachten Abfragevorrichtung **1**.

**[0043]** Die Laserdiode sendet ein codiertes oder chiffriertes Strahlenbündel  $F_1$  zum Ziel aus.

**[0044]** Am Ziel dreht sich die Antwortgebervorrichtung **2** in Seitenwinkelrichtung (Organ **22**). Wenn das Empfangsfeld (Empfangsdetektorstab **201**) die Blickrichtung der Abfragevorrichtung **1** durchläuft, empfängt die Antwortgebervorrichtung **2** den durch das Strahlenbündel  $F_1$  übertragenen Abfragecode.

**[0045]** Sie leitet daraus zwei Informationen ab:  
 a) die Antwortgebervorrichtung **2** wird abgefragt;  
 b) die Seitenwinkel-Abfragerichtung kann mit großer Genauigkeit bestimmt werden, indem an dem Detektorstab eine Defokussierung und eine Interpolation durchgeführt werden.

**[0046]** Die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) veranschaulichen das Verfahren zum Bestimmen des Seitenwinkelwerts.

**[0047]** Wenn der Fall betrachtet wird, daß der den Detektorstab beleuchtende Fleck fokussiert ist, reduziert sich der Fleck  $T$  auf einen Punkt und beleuchtet nur ein einziges Element des Detektorstabs **201**, nämlich in [Fig. 3](#) das Element  $B_1$ . Wenn die Breite ei-

nes Elements einen Winkel von beispielsweise  $4^\circ$  repräsentiert, beträgt die erhaltene Genauigkeit  $\pm 2^\circ$ . Wenn der Fleck  $T$  sich in Richtung zum Element  $B_2$  des Detektorstabs **201** verschiebt, ergibt sich eine starke Änderung des Seitenwinkelwerts: eine stufenweise Messung.

**[0048]** Wenn im Gegensatz dazu das erfaßte Strahlenbündel defokussiert wird, wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, erweitert sich der Fleck  $T'$  über mehrere Elemente, beispielsweise über zwei lichtempfindliche Elemente  $B_1$  und  $B_2$ . Wenn die Ausgangsströme dieser zwei Elemente gemessen werden, kann ein als "Gewichtung" bezeichneter Prozeß angewendet werden, und die Mitte des Flecks, somit also der interpolierte Wert des Seitenwinkels, kann in analoger Weise bestimmt werden.

**[0049]** Diese Bestimmungsmittel sind bekannt; es erübrigt sich, sie hier erneut zu beschreiben.

**[0050]** Nachdem die gemäß den obigen Ausführungen erarbeiteten Informationen zur Verfügung stehen, wird mit Hilfe des Ablenkorgans **210** das Sendefeld der Laserdiode **212** in Richtung des Höhenwinkels ausgerichtet. Die Höhenwinkelausrichtung erfolgt genügend schnell, damit die Drehgeschwindigkeit der Antwortgebervorrichtung **2** und die Seitenwinkelverschiebung  $\Theta_D$  zwischen dem Sendekanal und dem Empfangskanal berücksichtigt werden, wobei das Aussenden durch die Diode **212** beim Durchgang der Peillinie durch die Abfragevorrichtung **1** (Achse  $\Delta$ ) erfolgt.

**[0051]** Das Aussenden eines Strahlenbündels  $F_2$  bildet die Antwort auf die Abfrage. Dieses Strahlenbündel  $F_2$  führt natürlich in bekannter Weise eine codierte oder chiffrierte Botschaft als Antwort auf die durch das Strahlenbündel  $F_1$  übertragene Nachricht mit sich.

**[0052]** [Fig. 5](#) zeigt eine zweite Ausführungsform einer IFF-Anordnung nach der Erfindung.

**[0053]** Die Laser-IFF-Anordnung enthält zwei identische Sende/Empfangs-Vorrichtungen, die jedoch unterschiedliche Betriebsarten haben:

- in einem ersten Modus ist die Vorrichtung feststehend und gewährleistet die Abfragefunktion;
- die Vorrichtung führt eine Drehbewegung aus und gewährleistet die Antwortgeberfunktion.

**[0054]** Die in [Fig. 5](#) dargestellte Vorrichtung **3** besteht aus einem Sendekanal **31**, einem Empfangskanal **30** und einem Höhenablenkorgan **310**. Die Baueinheit ist in Richtung des Seitenwinkels beweglich, was mittels des Drehantriebsorgans **32** erzielt wird.

**[0055]** Der Sendekanal **31** enthält zwei Dioden **313** und **312** sowie eine Kollimatorlinse **311**. Die Sende-

felder der Dioden **312** und **313** sind in Richtung des Höhenwinkels mit  $\Theta_s^A$ ,  $\Theta_s^E$  und in Seitenwinkelrichtung mit  $\Theta_g^A$ ,  $\Theta_g^E$  bezeichnet. Ein Ablenkorgan **310** ermöglicht die Ausrichtung der Achse  $\Delta'$  der Sendefelder in Richtung des Höhenwinkels.

**[0056]** Der Empfangskanal **30** enthält einen Stab **301** und eine Kollimatorlinse **300**. Das Empfangsfeld ist in Richtung des Höhenwinkels mit  $\Theta_s^r$  und in Richtung des Seitenwinkels mit  $\Theta_g^r$  bezeichnet.

**[0057]** Die Sendeachse  $\Delta'$  des von der Diode **313** ausgehenden Strahlenbündels fällt mit der Achse  $\Delta$  des Empfangs zusammen. Die Diode **313** wird im Abfragemodus benutzt. Im Gegensatz dazu ist die Sendeachse  $\Delta''$  des auf die Diode **312** zurückzuführenden Strahlenbündels in seitlicher Richtung um einen Winkel  $\Theta_D$  wie zuvor bezüglich der Empfangsachse ( $\Delta$ ) verschoben.

**[0058]** Im Abfragemodus verfügt die Vorrichtung **3** über eine Bewertung des (nicht dargestellten) Ziels wie im Fall der Abfragevorrichtung von [Fig. 2](#). Diese Peilung ermöglicht es, die auf dem optoelektronischen Bewertungsführer angebrachte Vorrichtung **3** auszurichten.

**[0059]** Die Laserdiode **313** sendet gegen das bewertete Ziel ein codiertes oder chiffriertes Strahlenbündel aus.

**[0060]** Am Ziel (oder bewertetem Objekt) befindet sich eine mit der Vorrichtung **3** übereinstimmende Vorrichtung im Antwortgebermodus. Die Anordnung befindet sich in Richtung des Seitenwinkels in Drehung (mittels des Organs **32**). Wenn das Empfangsfeld (Empfangsstab **301**) die Blickrichtung der Abfragevorrichtung durchläuft, empfängt sie das Abfragestrahlenbündel **F<sub>1</sub>**, das den Abfragencode mit sich führt.

**[0061]** Daraus werden wie folgt zwei Informationen abgeleitet:

- das Ziel wird abgefragt;
- die Seitenwinkelrichtung der Abfrage kann mit großer Genauigkeit bestimmt werden, indem eine Defokalisierung und eine Interpolation des Empfangsflecks auf dem Stab **301** in Übereinstimmung mit dem unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschriebenen Prozeß durchgeführt werden.

**[0062]** Nachdem diese Informationen erfaßt sind, richtet die Vorrichtung **3** mit Hilfe ihres Ablenkorgans **310** das Sendefeld der Laserdiode **312** in Richtung des Höhenwinkels aus. Die Höhenwinkelausrichtung ist genügend schnell, damit unter Berücksichtigung der Drehgeschwindigkeit der Vorrichtung **3** und der Seitenwinkelverschiebung  $\Theta_D$  zwischen dem Sendekanal und dem Empfangskanal das Senden der Dio-

de **312** beim Durchgang der Visierlinie an der Abfragevorrichtung erfolgt. Die Diode sendet ein codiertes oder chiffriertes Strahlenbündel **F<sub>2</sub>** aus. Dieses Aussenden stellt die Antwort auf die Abfrage dar.

**[0063]** Zum Festhalten der Ideen wird anschließend ein praktisches Ausführungsbeispiel einer IFF-Anordnung nach der Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) beschrieben. Es wird dabei angenommen, daß die Anordnung mit derjenigen übereinstimmt, die unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben wurde. Es werden daher die gleichen Bezeichnungen verwendet.

**[0064]** Eine Abfrageeinheit verfügt über eine Bewertung des Ziels, das sie erkennen will. Sie liefert an ihre Abfragevorrichtung **3** die Ortungsdaten des Ziels und richtet das Sendefeld der Abfrage-Laserdiode aus. Die Laserdiode **313** sendet mit der Folgefrequenz von 20 kHz eine codierte Kennungsabfrage aus 10 Bits in einem Feld mit  $\Theta_s^E = 0,1^\circ$  in Höhenwinkelrichtung und  $\Theta_g^E = 0,1^\circ$  in Seitenwinkelrichtung in Richtung zum Ziel aus.

**[0065]** Diese Phase bildet die Abfragephase. Sie ist durch [Fig. 6](#) veranschaulicht. Die Drehrichtung ist in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) durch die Pfeile **f** angegeben.

**[0066]** Das Ziel ist mit einer mit der Vorrichtung **3** übereinstimmenden Vorrichtung ausgetattet, die mit **3'** bezeichnet ist und im Antwortgebermodus arbeitet. Die Baueinheit der Vorrichtung **3'** wird in Seitenwinkelrichtung gedreht, und zwar mit einer typischen Drehzahl von 1000°/s. Für das Empfangsfeld gilt in Seitenwinkelrichtung  $\Theta_g^r = 4^\circ$  und in Höhenwinkelrichtung  $\Theta_s^r = 40^\circ$ , was das eines Stabs mit 10 Bildpunkten ist. Wenn im Verlauf der Drehung die Abfragevorrichtung **3** in das Empfangsfeld gelangt, empfängt ein Bildpunkt die von der Abfragevorrichtung abgeschickte Nachricht.

**[0067]** Dies Phase bildet die Empfangsphase der Kennungsanforderung. Diese Phase ist in [Fig. 7](#) dargestellt.

**[0068]** Die Kennungsanforderungsnachricht wird am Anfang einer Zeitperiode von 0,5 ms empfangen, die einer Drehung der Vorrichtung um  $0,5^\circ$  entspricht. Die Seitenwinkelablage zwischen dem Sendekanal und dem Empfangskanal ist fest und beträgt  $\Theta_D = 15^\circ$ . Zwischen dem Empfang der Nachricht und dem Eintritt der Abfrage in das Sendefeld Antwortgebervorrichtung wird sich die Vorrichtung in Seitenwinkelrichtung um  $15^\circ$  im Verlauf einer Zeitperiode von 15 ms gedreht haben. Unter Kenntnis des Empfangsbildpunkts auf den Detektorstab verfügt das Ziel über eine Höhenwinkelortung der Abfragevorrichtung. Während der Zeitperiode von 16 ms, die zum Ausrichten in Seitenwinkelrichtung erforderlich ist, richtet das Ablenkorgan (**310** in [Fig. 5](#)) das Sendefeld in die

zuvor bestimmte Höhenwinkelrichtung.

**[0069]** Diese Phase bildet die Phase der Vorbereitung der Antwort. Sie ist in [Fig. 8](#) dargestellt.

**[0070]** Wenn die Abfragevorrichtung **3** in das Sendefeld der Antwortgebervorrichtung **3'** gelangt, schickt diese mit Hilfe einer Laserdiode (**312** in [Fig. 5](#)) eine aus 10 Bits bestehende codierte Kennungsnachricht mit einer Folgefrequenz von 20 kHz ab. Diese Nachricht wird während des Durchgangs des Sendefeldes an der Abfragevorrichtung, also während 1 ms für ein Feld  $\Theta_s^A = 4^\circ$  und  $\Theta_g^A = 1^\circ$  übertragen (Durchgang des Sendefeldes durch einen Seitenwinkel von  $1^\circ$  mit der Geschwindigkeit von  $1000^\circ/\text{s}$ ).

**[0071]** Die Abfragevorrichtung **3** empfängt die Kennungsnachricht auf einem der Bildpunkte seines Empfangsstabs (**301** in [Fig. 5](#)).

**[0072]** Für den Fall der ersten Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) dargestellt ist, wird die Kennungsnachricht vom Detektor **110** empfangen.

**[0073]** Diese letzte Phase bildet die Antwortphase. Sie ist in [Fig. 9](#) dargestellt.

**[0074]** Die digitalen Werte, die für die Darlegung der hier zugrunde liegenden Ideen angegeben wurden, schränken natürlich den Schutzmfang der Erfindung nicht ein, sondern ergeben sich bei der beabsichtigten Anwendung aus einer technologischen Auswahl.

**[0075]** Bei zusätzlichen Ausführungsformen kann das Höhenwinkelablenkorgan, beispielsweise das in [Fig. 2](#) dargestellte Ablenkorgan **210**, durch einen Laserdiodenstab ersetzt werden, dessen Elemente getrennt gesteuert werden.

**[0076]** [Fig. 10](#) zeigt in schematischer Form eine solche Anordnung. Zur Vereinfachung ist ein Stab **B** dargestellt, der nur drei  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  enthält, die durch die Signale  $V_1$ ,  $V_2$  und  $V_3$  getrennt gesteuert werden.

**[0077]** Wenn angenommen wird, daß das mittlere Element  $L_2$  durch das Steuersignal  $V_2$  aktiviert wird, sendet es ein Strahlenbündel aus, das eine Kollimatorlinse  $L_c$  durchläuft und zu einem festen Spiegel  $M_f$  übertragen wird, der es in Form eines Strahlenbündels  $F$  reflektiert, das sich längs einer mit einer horizontalen Achse  $\Delta_H$  zusammenfallenden Achse ausbreitet. Wenn das in [Fig. 10](#) auf der linken Seite liegende Laserelement  $L_2$  durch das Steuersignal  $V_1$  aktiviert wird, wird in gleicher Weise ein Strahlenbündel  $F'$  ausgesendet. Die Ausbreitungsachse dieses Strahlenbündels bildet mit der Achse  $\Delta_H$  im dargestellten Beispiel einen Höhenwinkel von  $+\alpha$ . Wenn schließlich das Laserelement  $L_3$  durch das Steuersignal  $V_3$  aktiviert wird, wird ein Strahlenbündel  $F''$  aus-

gesendet, das mit der Achse  $\Delta_H$  einen Winkel von  $-\alpha$  bildet.

**[0078]** In Wirklichkeit wird natürlich eine wesentlich größere Anzahl von Elementen zur Erzielung eines größeren Höhenwinkelbereichs und daher einer größeren Auflösung verwendet.

**[0079]** Die Steuersignale  $V_1$  bis  $V_3$ , allgemeiner gesagt die Steuersignale  $V_n$ , werden für den Fall von  $n$  Laserelementen mit Hilfe herkömmlicher Schaltungen erzeugt, die die von den Empfangs-Photodetektorstäben (beispielsweise **301** in [Fig. 5](#)) bestimmten Höhenwinkelwerte empfangen.

**[0080]** Alle Laserelemente könnten natürlich auch gleichzeitig gesteuert werden. Diese Methode hat jedoch den Nachteil, daß ein divergierendes Vielfachstrahlenbündel erzeugt wird, das von einem möglichen Feind leichter entdeckt werden kann. Die Diskretion der IFF-Anordnung würde dadurch vermindert.

**[0081]** Diese Ausführungsform des Höhenwinkelablenkorgans in Form eines Laserdiodenstabs hat mehrere Vorteile:

- Reaktionsschnelligkeit gegenüber einem elektromechanischen Organ (beispielsweise einem galvanometrischen Spiegel);
- die Genauigkeit eines digitalen Verfahrens: Werte mit diskreten Winkeländerungen;
- eine verbesserte Stabilität aufgrund der Tatsache, daß der Ablenkspiegel feststehend ist; die Robustheit gegenüber Stößen wird ebenfalls verbessert.

**[0082]** Der Sendekanal könnte auch so aufgebaut werden, daß die Laserdiode ein innerhalb des Empfangsfeldes liegendes Sendefeld hat. Auf diese Weise könnte die Vorrichtung sowohl als Auflagevorrichtung als auch als Antwortgebervorrichtung eingesetzt werden.

**[0083]** [Fig. 11](#) zeigt schematisch diesen Prozeß. Es kann angenommen werden, daß es sich dabei um den Extremfall handelt, bei dem der Winkel  $\Theta_D$  (beispielsweise der in [Fig. 5](#) dargestellte Winkel) so bemessen ist, daß das Empfangsfeld  $C_R$  das Sendefeld  $C_e$  vollständig oder nahezu vollständig überdeckt. Genauer gesagt sind die mittleren Achsen dieser Felder um einen Winkel  $\gamma$  gegeneinander versetzt.

**[0084]** In [Fig. 11](#) ist die Drehrichtung der Antwortgebervorrichtung (beispielsweise der Vorrichtung **3'** von [Fig. 6](#)) durch den Pfeil  $f$  angegeben.

**[0085]** Die Antwortgebervorrichtung beginnt, die Abfragenachricht am Punkt  $P$  im Inneren des Empfangsfeldes  $C_R$  zu erfassen (wobei  $P$  auf der Seitenwinkelachse liegt). Die Antwortgebervorrichtung

dreht sich in der durch den Pfeil  $f$  angegebenen Richtung weiter. Vom Punkt  $P$  an verfügt sie über eine einen Drehwinkel  $\Theta$  entsprechende Zeitperiode, um die Abfragenachricht zu decodieren und den Höhenwinkel seiner Sendung (Feld  $C_E$ ) einzustellen.

**[0086]** Es ist zu erkennen, daß der Winkel  $\Theta$ , der eine ähnliche Rolle wie der Winkel  $\Theta_D$  in den zuvor beschriebenen Ausführungsformen spielt, klein ist, typischerweise in der Größenordnung von  $4^\circ$  liegt. Es ist daher notwendig, daß das Decodieren der Abfragenachricht sowie die Höhenwinkelpositionierung schnell durchgeführt werden.

**[0087]** Die erste Bedingung kann dadurch erfüllt werden, daß nur wenig Informationen übertragen werden und schnelle elektronische Schaltungen zum Einsatz kommen. Die zweite Bedingung kann erfüllt werden, indem von der in [Fig. 10](#) dargestellten Ausführungsform des Höhenablenkorgans Gebrauch gemacht wird. Wie angegeben wurde, kann die Höhenablenkung des ausgesendeten Strahlenbündels in einem sehr kurzen Zeitintervall erzielt werden, da keine in Bewegung befindlichen mechanischen Elemente vorhanden sind.

**[0088]** Ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen kann die Iff-Anordnung als Mittel zur optischen Kommunikation mit Hilfe von Laserstrahlenbündeln benutzt werden. Sobald das Abfragestrahlenbündel  $F_1$  am Ziel "eingerastet" ist, ist es möglich, eine feste zweiseitige oder einseitige Übertragungsverbindung zwischen zwei Vorrichtungen herzustellen.

**[0089]** Als Laserdiode kann eine Diode verwendet werden, die im Wellenlängenbereich von 1,3 bis 1,5  $\mu\text{m}$  sendet, vorzugsweise mit einer Wellenlänge von wenigstens 1,4  $\mu\text{m}$ . Im letztgenannten Fall wird die Okularsicherheit gewährleistet. Eine solche Diode kann eine Gallium-Indium-Arsen-Phosphor-Diode (GaInAsP-Diode) sein. Es wird beispielsweise ein Photodiodenstab aus Germanium (Ge) oder Indium-Gallium-Arsen (InGaAs) verwendet.

**[0090]** Wenn die Okularsicherheit keine Bedingung ist, kann auch eine Gallium-Arsen-Diode (GaAs-Diode) verwendet werden, die bei einer Wellenlänge von 0,8  $\mu\text{m}$  sendet. Der Detektor könnte auf der Basis von Silizium (Si) aufgebaut sein.

**[0091]** Diese Sender-Detektor-Paare haben den Vorteil, daß sie auf Halbleiterbauelemente zurückgreifen, die ohne weiteres zur Verfügung stehen, jedoch grenzen sie die Wahlmöglichkeiten nicht ein.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- FR 2378404 A [[0007](#)]
- FR 2602346 A [[0007](#)]
- FR 9111049 [[0008](#)]

**Patentansprüche**

1. Anordnung zum Erkennen eines Objekts in einem Beobachtungsfeld mit einer Abfragevorrichtung (1) und einer dem Objekt zugeordneten Antwortgebervorrichtung (2), die durch Laserstrahlung miteinander kommunizieren, wobei die Abfragevorrichtung (1) Mittel (12) zum Suchen und Markieren des zu erkennenden Objekts, optisch mit den Mitteln (12) zum Suchen und Markieren gekoppelte Mittel (10) zum Aussenden einer Abfrage-Laserstrahlung ( $F_1$ ) sowie Mittel (11) zum Erfassen der Laserstrahlung aufweist, während die Antwortgebervorrichtung (2) Mittel (20) zum Erfassen der von den Sendemitteln (10) der Abfragevorrichtung (1) ausgesendeten Laserstrahlung ( $F_1$ ) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Antwortgebervorrichtung (2) fest mit einem Bauteil (22) verbunden ist, das ihm eine Drehbewegung verleiht, daß die Erfassungsmittel (20) der Antwortgebervorrichtung (2) ein Empfangsfeld mit einer ersten mittleren Erfassungsachse ( $\Delta$ ) haben und Schaltungseinheiten zum Bestimmen des Seitenwinkels der Abfragevorrichtung (2) bei der Erfassung der Abfragestrahlung ( $F_1$ ) aufweist, und daß ferner Mittel (21) zum Aussenden einer Laserstrahlung ( $F_2$ ) als Reaktion auf den Empfang der Abfragelaserstrahlung ( $F_1$ ) vorgesehen sind, wobei die Laserstrahlung eine mittlere Sendeachse ( $\Delta''$ ) hat, die mit der ersten Achse ( $\Delta$ ) einen von Null verschiedenen vorbestimmten Seitenwinkel ( $\Theta_D$ ) bildet, wobei dieses Aussenden der Laserstrahlung ( $F_2$ ) als Reaktion auf die Erfassung der Abfragelaserstrahlung ( $F_1$ ) um ein vorbestimmtes Zeitintervall verzögert ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungsmittel (20) der Antwortgebervorrichtung einen Stab (201) mit Detektoren enthält, der an Mittel zum Bestimmen des Höhenwinkels der Abfragelaserstrahlung ( $F_1$ ) angeschlossen ist, und daß die Sendemittel (21) der Antwortgebervorrichtung (2) Mittel (210) zur Höhenablenkung der als Reaktion auf das Erfassen der Abfragelaserstrahlung ( $F_1$ ) ausgesendeten Laserstrahlung ( $F_2$ ) umfassen, wobei diese Mittel von den Mitteln zum Bestimmen des Höhenwinkels gesteuert sind.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenablenkmittel einen galvanometrischen Spiegel (210) enthalten.

4. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenablenkmittel einen Stab (B) mit Laserelementen ( $L_1$  bis  $L_3$ ) enthalten, der von Sendesteuersignalen ( $V_1$  bis  $V_2$ ) einer Laserstrahlung ( $F'$ ,  $F$ ,  $F''$ ) gesteuert wird, ferner Mittel ( $L_c$ ) zum Kollimieren der Strahlung sowie Mittel ( $M_f$ ) zum Reflektieren der Strahlung aufweisen, so daß die Strahlung entsprechend einer Folge vorbestimmter Richtungen ausgesendet wird, die in bezug auf eine vorbestimmte Achse ( $\Delta_H$ ) in Höhenrichtung diskrete Änderungs-

winkel ( $-\alpha$ ,  $+\alpha$ ) aufweisen.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfragevorrichtung und die Antwortgebervorrichtung jeweils von einer identischen Vorrichtung (3, 3') gebildet sind, daß die Sendemittel (31) erste (310, 311, 313) und zweite (310, 311, 312) Laserstrahlungsquellen enthalten, daß die erste Quelle in eine mittlere Richtung ( $\Delta'$ ) strahlt, die parallel zur mittleren Achse ( $\Delta$ ) des Empfangsfeldes der Empfangsmittel (30) sendet, während die zweite Quelle in eine mittlere Richtung ( $\Delta''$ ) sendet, die mit der mittleren Achse ( $\Delta$ ) des Empfangsfeldes einen vorbestimmten Seitenwinkel ( $\Theta_D$ ) bildet, und daß die Vorrichtung (3) im Abfragebetrieb unbeweglich ist und mittels der ersten Quelle eine Abfragelaserstrahlung aussendet, wobei die Vorrichtung (3') im Antwortgeberbetrieb in eine Drehbewegung versetzt ist und die Antwortlaserstrahlung von der zweiten Quelle ausgesendet wird.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfragevorrichtung und die Antwortgebervorrichtung jeweils von einer identischen Vorrichtung gebildet sind, daß die Sendemittel ( $C_E$ ) in einem Feld senden, das ganz oder teilweise im Empfangsfeld ( $C_R$ ) der Empfangsmittel liegt, wobei die mittleren Achsen dieser Felder um einen vorbestimmten Winkel ( $\gamma$ ) gegeneinander verschoben sind, so daß das Aussenden einer Strahlung als Antwort auf eine erfaßte Abfragestrahlung um ein vorgegebenes Zeitintervall verzögert ist, und daß die Vorrichtung im Abfragebetrieb unbeweglich ist, während sie im Antwortgeberbetrieb in eine Drehbewegung versetzt ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendemittel Laserdioden enthalten.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserdioden Gallium-Indium-Arsen-Phosphor-Dioden sind und daß die Detektoren Photodioden-Stäbe sind, die aus folgenden Typen gewählt sind: Germanium oder Indium-Gallium-Arsen.

9. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserdioden Gallium-Arsen-Dioden sind und daß die Detektoren Stäbe aus Silizium-Photodioden sind.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

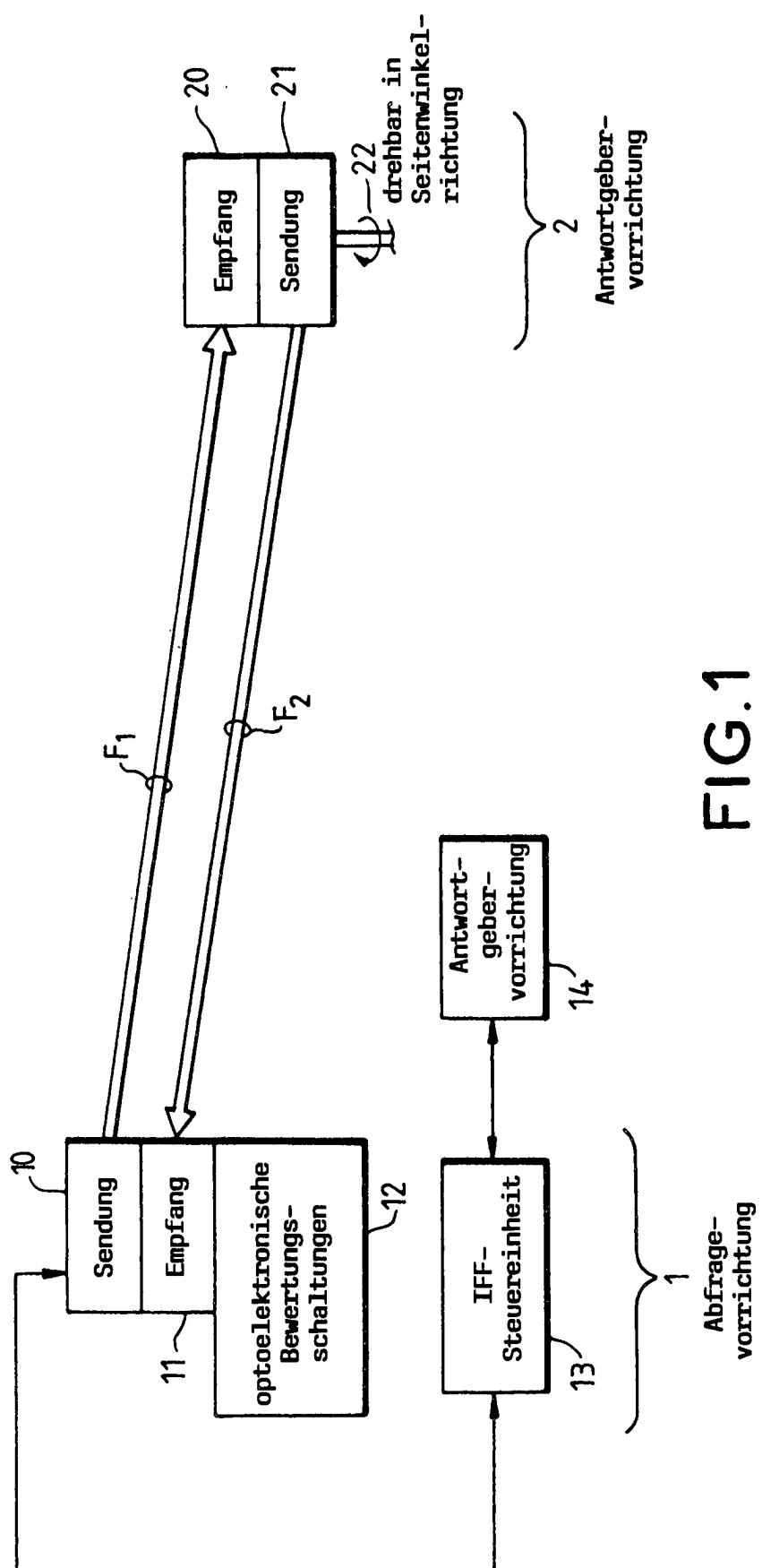


FIG. 1

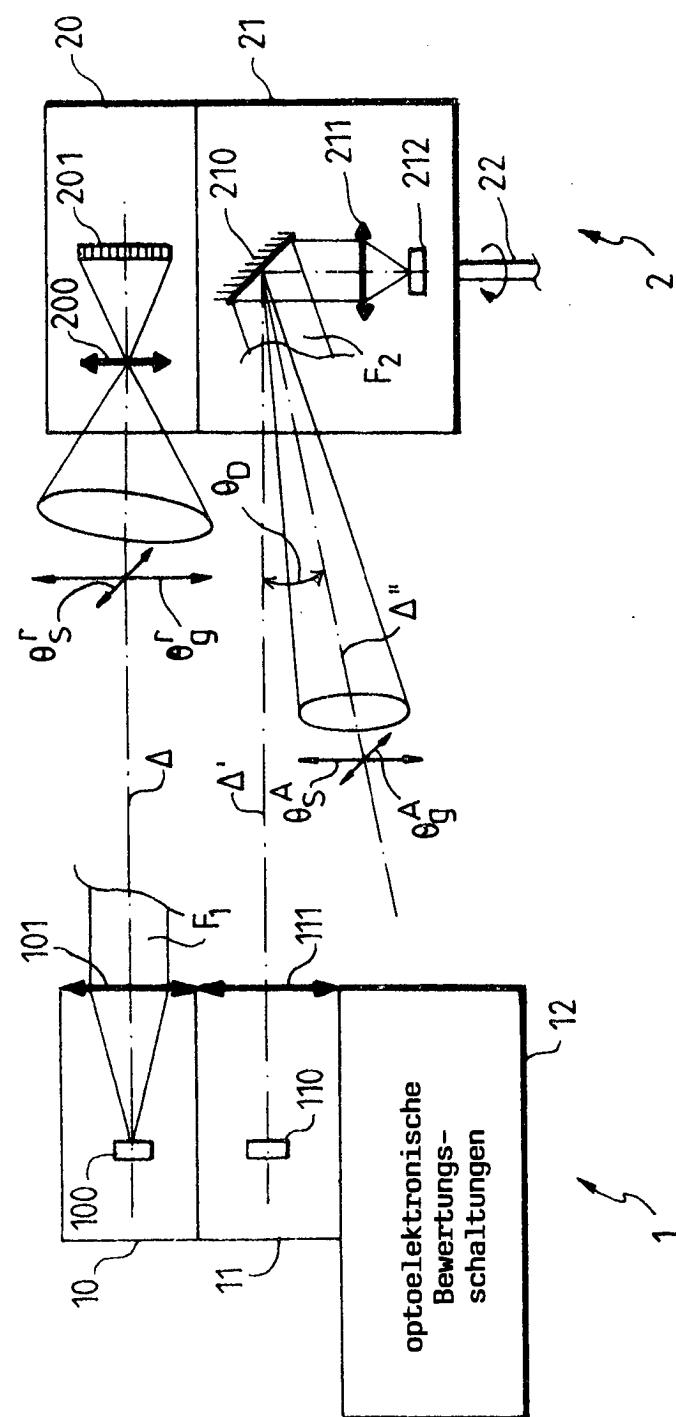
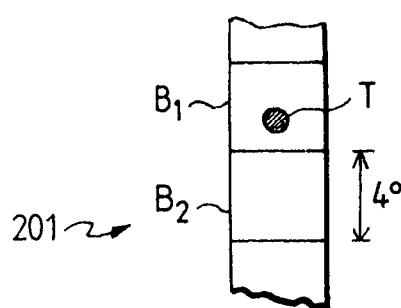
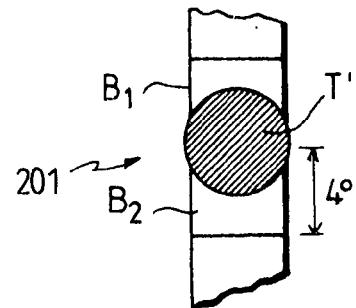


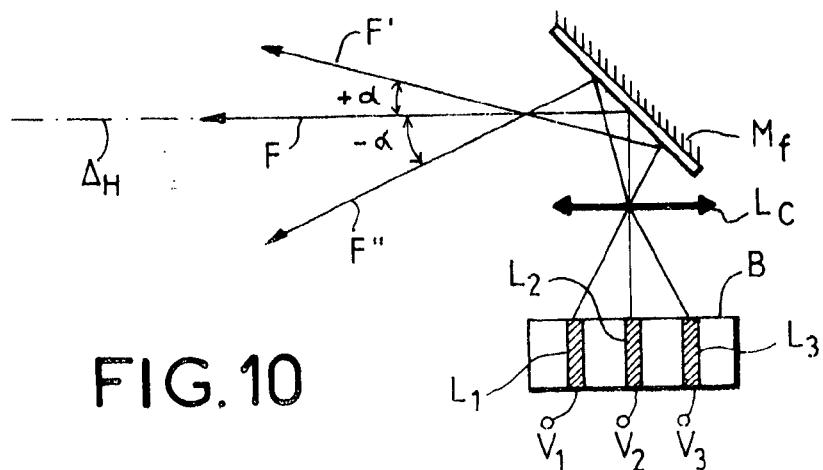
FIG. 2



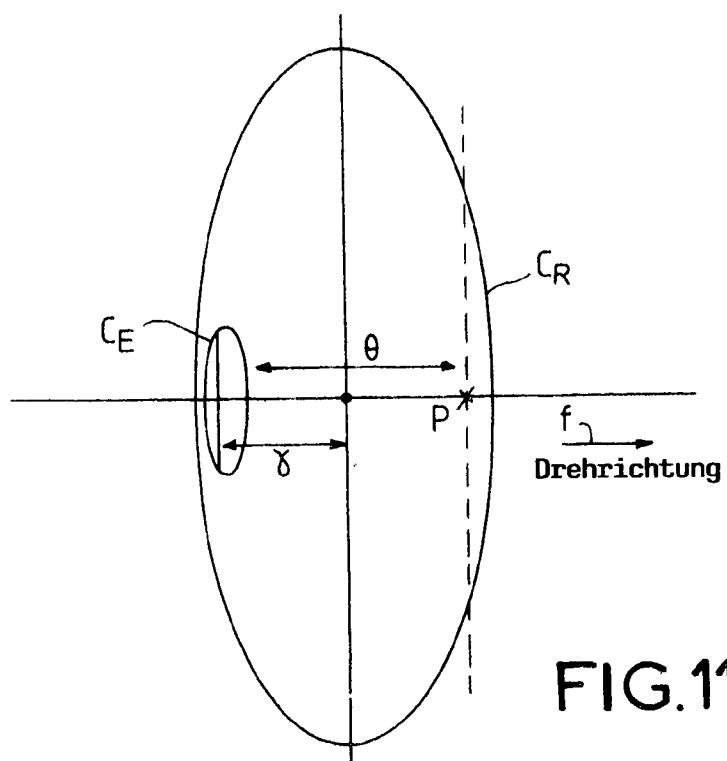
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 10**



**FIG. 11**

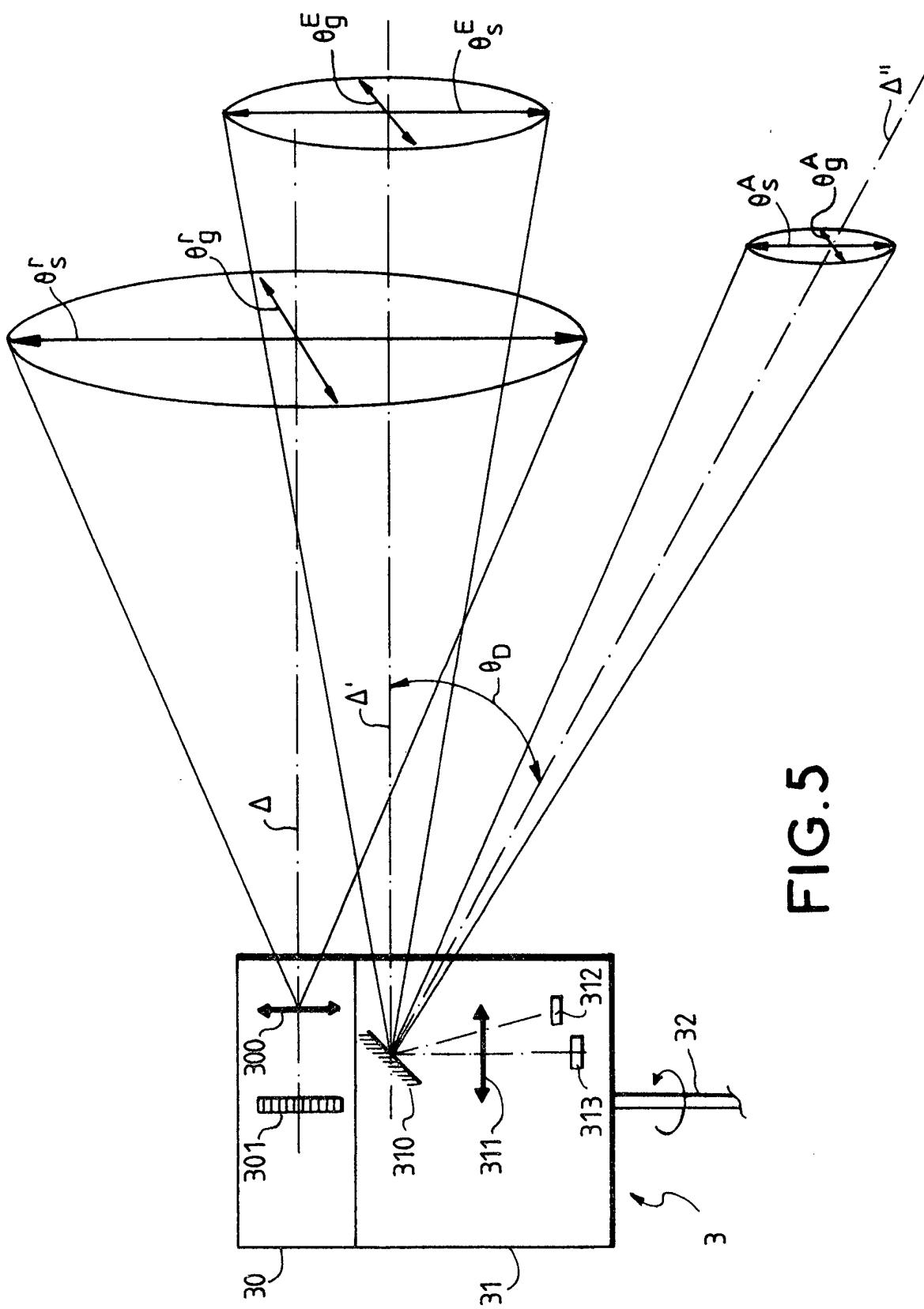
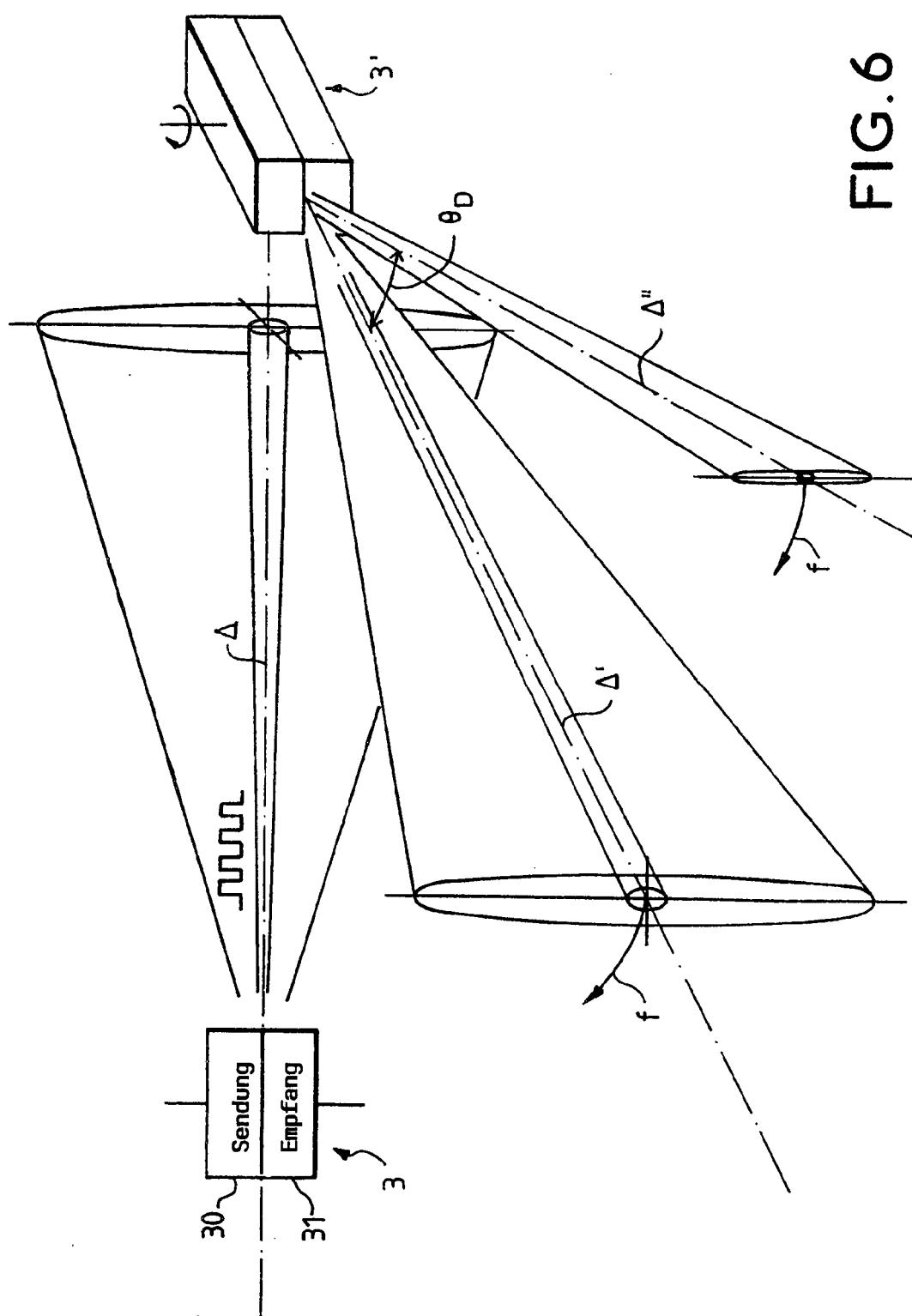


FIG. 6



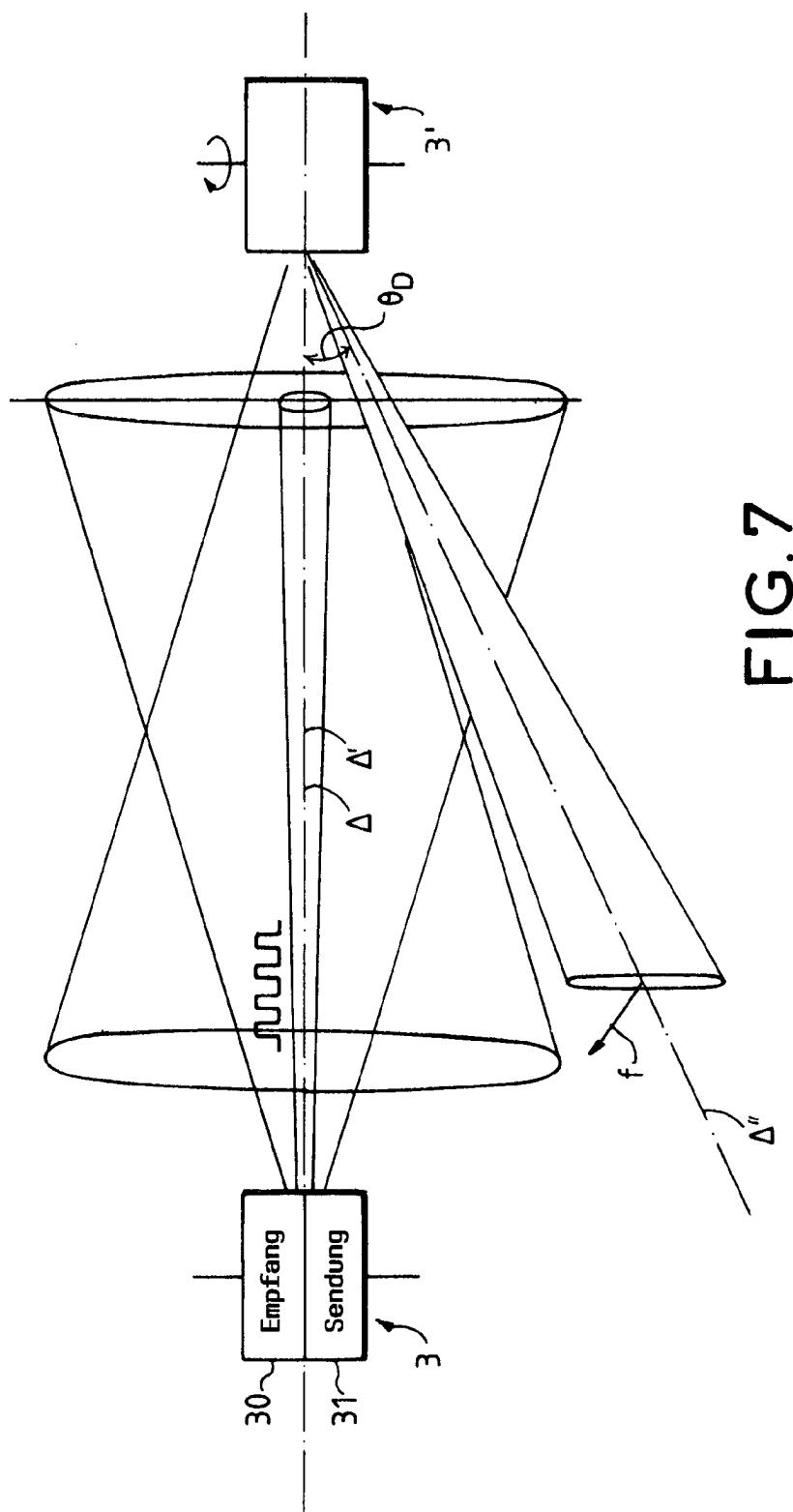


FIG. 7

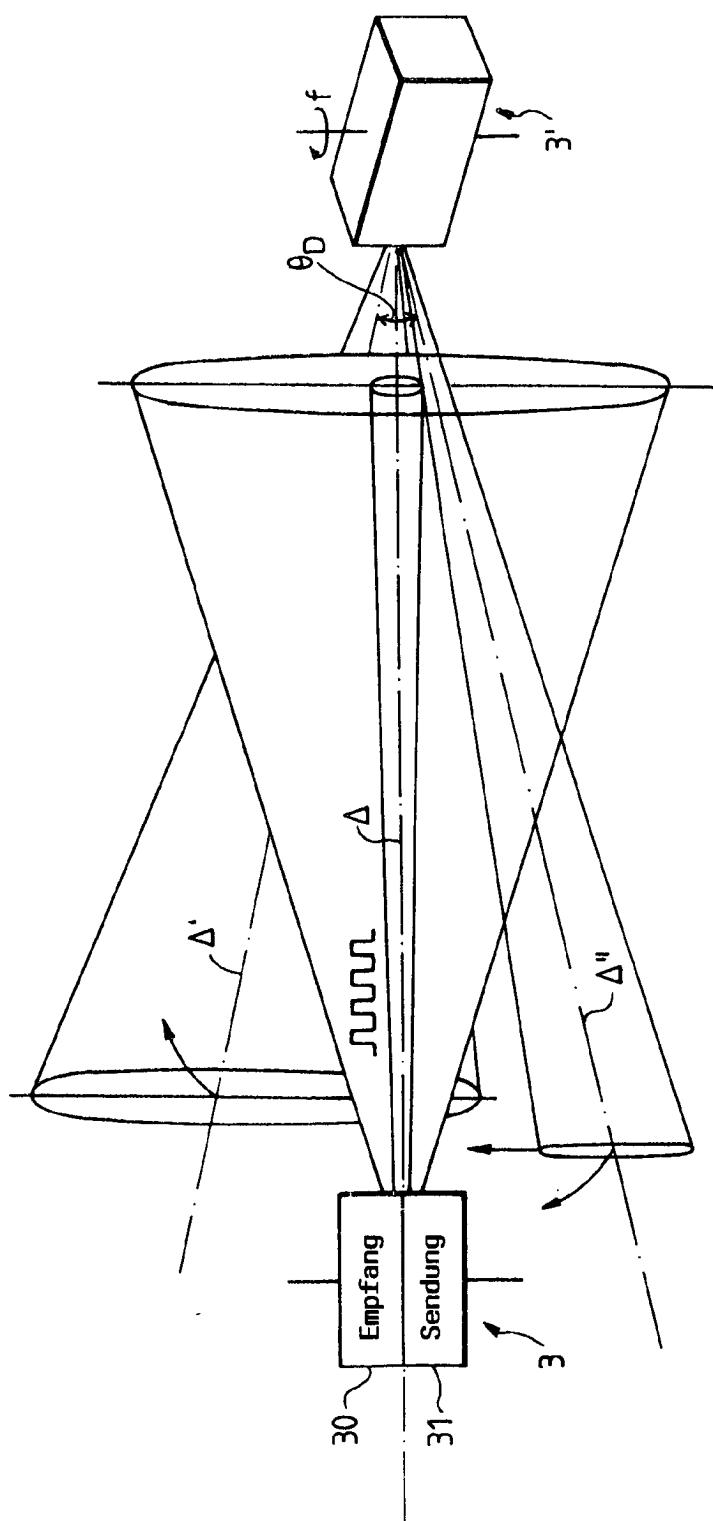


FIG. 8

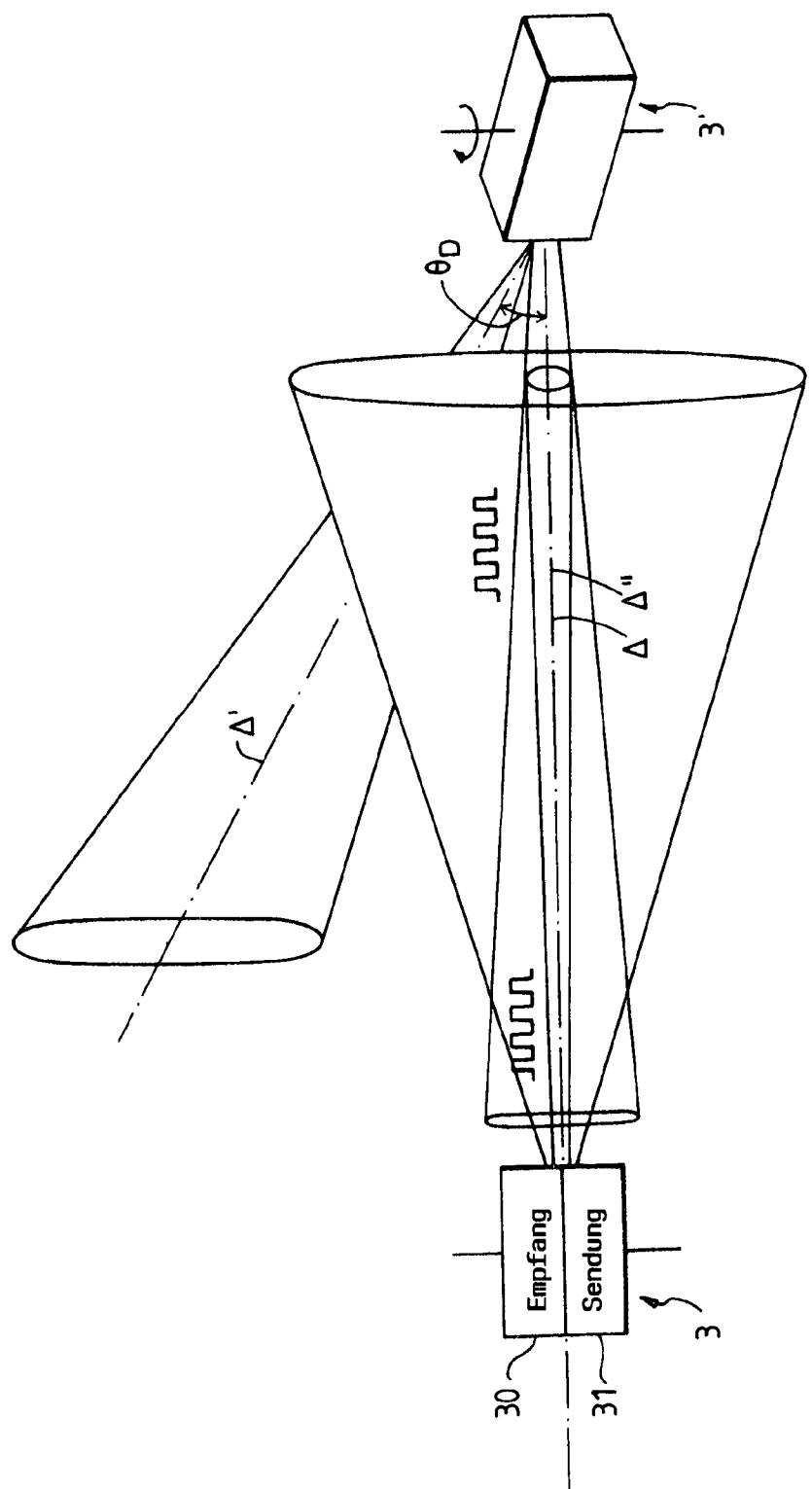


FIG. 9