



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 795 733 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.1997 Patentblatt 1997/38

(51) Int. Cl.⁶: **F41G 1/35**

(21) Anmeldenummer: **97109111.1**

(22) Anmeldetag: **25.04.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **05.05.1995 CH 1307/95**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
96106501.8 / 0 741 275

(71) Anmelder: **Oerlikon-Contraves AG**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **Gerber, Peter**
8965 Berikon (CH)

(74) Vertreter: **Hotz, Klaus, Dipl.-El.-Ing./ETH**
Patentanwalt
c/o OK pat AG
Hinterbergstrasse 36
Postfach 5254
6330 Cham (CH)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 05 - 06 - 1997 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Optisches Zielhilfegerät**

(57) Das Zielhilfegerät umfasst eine Lichtquelle (11), ein Gehäuse (8) und einen schwenkbaren Halter (10) für zwei Ablenkoptiken (16, 17). In der Mittelstellung des Halters (10) tritt der gebündelte Strahl (12) der Lichtquelle (11) unverändert durch eine Öffnung (15) und breitet sich entlang der Geräteachse aus, um einen Zielpunkt zu markieren. In den abgeschwenkten Stellungen des Halters (10) tritt ein Lichtstrahl (12) durch eine der beiden Ablenkoptiken (16, 17), wo ein Teil des Lichts unverändert durchgelassen und ein Teil zu einem divergenten Lichtkegel abgelenkt wird. In diesem Fall erzeugt der unverändert durchgelassene Lichtanteil wiederum einen Strahl zur Markierung des Zielpunkts, während der abgelenkte Lichtanteil ein mittels Grating erzeugtes Beleuchtungsfeld bildet, das einen grösseren Zielbereich aufhellt und eine sichere Identifizierung des Ziels erlaubt. Damit wird es möglich, das Zielhilfegerät auch im Dunkeln einzusetzen oder Signale gerichtet und gestreut zu übertragen.

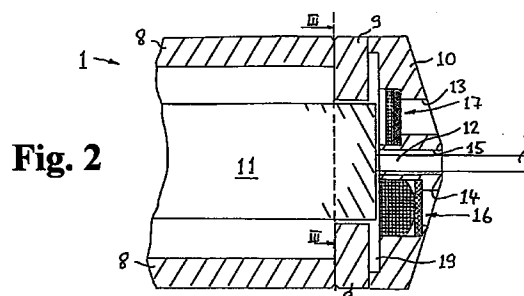


Fig. 2

EP 0 795 733 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Zielhilfegerät und eine Ablenkoptik, sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Zielhilfegerätes, wie auch ein Holographisches Phasengitter für ein solches Gerät gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

Zielhilfegeräte dieser Art werden zum Beispiel zur Ausrichtung von Waffen verwendet. Sie erzeugen in der Regel einen gebündelten Lichtstrahl, der mit nur kleinem Abstand und im wesentlichen parallel zur Schussachse verläuft. Der auf dem Ziel sichtbare Lichtpunkt zeigt sodann im wesentlichen den Einschusspunkt an.

Für den Einsatz in grosser Dunkelheit sind solche Geräte nicht gut geeignet, da sie mit ihrem hellen Punkt den Beobachter blenden. Weiterhin ist für den Zielvorgang über kurze Distanzen sowie zur sicheren Beleuchtung kleiner auf dem Ziel befindlicher Objekte eine grossflächigere Beleuchtung erforderlich. In solchen Situationen muss deshalb zusätzlich eine Beleuchtung eingesetzt werden, die es entweder und vorzugsweise dem Auge oder einem Nachtsichtgerät erlaubt, die groben Konturen des Zielbereichs zu erfassen. Dies ist jedoch relativ umständlich.

Es stellt sich deshalb die Aufgabe, ein Zielhilfegerät der eingangs genannten Art bereitzustellen, dass sich insbesondere auch für den Einsatz im Dunkeln gut eignet.

Diese Aufgabe wird vom Gerät gemäss Anspruch 1 erfüllt.

Erfindungsgemäss wird also das Licht von der Lichtquelle in zwei Teile aufgeteilt, wobei der erste Teil zur Erzeugung des gebündelten Lichtstrahls dient, um in bekannter Weise den Zielpunkt als Lichtpunkt zu markieren. Der zweite Teil des Lichts wird jedoch zur Erzeugung eines divergenten Beleuchtungsfeldes mit einem durch Grating erzeugten ringförmigen Anteil verwendet. Dieses Beleuchtungsfeld hat in der Regel ungefähr konische Form und erstreckt sich vorzugsweise etwa konzentrisch um den gebündelten Lichtstrahl. Im Ziel hellt es die Umgebung des Lichtpunktes auf und erlaubt es, die Lage des Zielpunkts und die Art des Ziels zu identifizieren.

Vorzugsweise ist die Lichtquelle so aufgebaut, dass sie einen im wesentlichen gebündelten Strahl aussendet, wobei ein Teil der Lichtleistung dieses Strahls von der Ablenkoptik in seiner Divergenz im wesentlichen nicht beeinflusst wird, während ein anderer Teil zur Erzeugung des Beleuchtungsfeldes in divergente Richtungen gebeugt wird.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Ablenkoptik als holographisches Grating auszuführen. Dieses ist vorteilhafterweise, da besonders effizient, als sogenanntes Phasengitter auszuführen (H. Treiber, M. Treiber, Lasertechnik, Band 2, Holographie, frech-Verlag, Stuttgart, 1987, Seiten 59-61). Hierbei wird die ebene Lichtwelle eines kollimierten Laserstrahls lateral zu seiner Ausbreitungsrichtung räumlich in seiner Phase verändert, wodurch der Lichtstrahl je nach Mass

der ortabhängigen Phasenänderung zu einem wesentlichen Teil in andere Ausbreitungsrichtungen gebeugt wird. Hergestellt wird diese ortsabhängige Phasenänderung lateral zur Ausbreitungsrichtung des kollimierten Lichtstrahls mittels Durchstrahlung eines optisch dichten Mediums, dessen Durchstrahlungslänge wegen seiner Formgebung ortsabhängig variiert oder dessen optischer Brechungsindex eine entsprechende Ortsabhängigkeit aufweist. Zur Erzeugung eines zusätzlichen Lichtkegels, dessen Projektion auf einer in den Ausbreitungspfad eingegrachten ebenen Fläche einen Kreis ergibt, wird ein holographisches Phasengitter verwendet, welches die Phase der in dieses Gitter senkrecht einfallenden ebenen Lichtwelle mit einer konstanten Periode längs des Abstands von einer Mittelachse des Strahls verändert, wobei um diese Achse Rotations-symmetrie besteht.

Als Lichtquelle wird vorzugsweise ein Laser verwendet, der Licht im sichtbaren oder infraroten Spektralbereich emittiert. Infrarot-Laser eignen sich insbesondere zur Kombination mit Nachtsichtgeräten.

Als ein wesentlicher Vorteil der Verwendung holographischer Phasengitter ergibt sich eine grosse Einsparung an Raum und Masse, dadurch wiederum eine geringere Empfindlichkeit bezüglich grosser Beschleunigungen.

Weiterhin erweist es sich als äusserst vorteilhaft und bedingt eine wesentliche Einsparung an konstruktivem Aufwand, dass eine Verschiebung des holographischen Phasengitters senkrecht zur optischen Achse im Gegensatz zu der einer Linsenoptik relativ unkritisch ist.

Gegenüber der ebenfalls denkbaren Anwendung lichtbrechender Linsenoptik mit entsprechenden Zonen verschwindender Brechkraft zur Erzeugung eines kollimierten Strahlanteils besteht bei Verwendung eines nicht vollständig den einfallenden Lichtstrahl beugenden Gitters der Vorteil, dass der verbleibende ungebeugte Rest des kollimierten Lichtstrahls seine ursprünglichen Ausmasse behält und keiner ungewollten erhöhten Beugung unterliegt. Da ein solcher ungebeugter Lichtstrahl bei gegebenem optischen Leistungsanteil eine geringere optische Flächenleistungsdichte aufweist, sind bei Erfüllung der für die Sicherheit des menschlichen Auges massgeblichen Kriterien höhere Grenzleistungen zulässig. Weiterhin ist anzumerken, dass sich die ungleichmässige seitliche Ausdehnung des in das Gitter einstrahlenden kollimierten Lichtstrahls nicht wesentlich auf die Form des gebeugten Lichtstrahls auswirkt.

Weitere Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise des erfindungsgemässen Zielgeräts,

Figur 2 einen horizontalen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäss-

ses Zielgeräts,

Figur 3 einen Schnitt entlang Linie III-III von Figur 2,

Figur 4 einen Schnitt entlang Linie IV-IV von Figur 3, 5

Figur 5 eine schematische Darstellung eines holographischen Phasengitters,

Figur 6 eine Beleuchtung und Markierung eines Ziels mit dem erfindungsgemässen Zielhilfegerät, 10

Figur 7 eine tabellarische Uebersicht der Daten eines Zielhilfegeräts ohne Verwendung holographischer Phasengitter, 15

Figur 8 eine tabellarische Uebersicht der Daten eines Zielgeräts mit Verwendung holographischer Phasengitter. 20

Zuerst soll die Wirkungsweise des Zielgeräts anhand von **Figur 1** kurz erläutert werden. Das Zielgerät 1 besitzt eine Achse 2, die zum Beispiel parallel zur Schussachse einer Waffe justiert ist. Es erzeugt einerseits einen gebündelten Lichtstrahl 3, der sich entlang der Achse 2 ausbreitet. Gleichzeitig kann das Zielgerät jedoch auch einen divergenten Lichtkegel 4 erzeugen. Dieser Kegel hat einen Öffnungswinkel von z. B. etwa 10 mrad und besitzt die Achse 2 als Symmetrieachse.

Auf einem Zielobjekt 5 erzeugt der gebündelte Strahl 3 einen Lichtpunkt 6, der den Schnittpunkt der Achse 2 mit der Zielebene markiert. Sind die Waffe und das Zielgerät 1 richtig zueinander justiert, so entspricht der Lichtpunkt 6 im wesentlichen dem Einschusspunkt. Um den Lichtpunkt 6 herum bildet der Lichtkegel 4 einen erhellten Ring 7. Dieser erlaubt es dem Beobachter, nähere Ziele leichter mit der Achse 3 in Deckung zu bringen, da die Fleckgrösse eines ungebeugten Lichtstrahls nach kürzeren Entfernungen nur wenige mm beträgt.

Die **Figuren 2 - 4** zeigen Schnitte durch den Kopf eines erfindungsgemässen Zielgeräts 1. Das Gerät umfasst ein Gehäuse 8 mit vorderem Abschluss 9, einen Kopf mit Halter 10 und eine Lichtquelle 11. Ferner umfasst es noch eine Stromversorgung, Bedienungselemente und Justiervorrichtungen, deren Aufbau dem Fachmann bekannt ist und die deshalb in **Figur 2** nicht dargestellt werden.

Die Lichtquelle 11 ist in dieser Ausführung ein Halbleiterlaser, der Licht im infraroten oder sichtbaren Spektralbereich erzeugt. Die Lichtquelle 11 umfasst ferner eine (nicht gezeigte) Optik bekannter Ausführung, um das Licht der Laserdiode in einen möglichst parallelen Strahl 12 zu bündeln. Der Strahl 12 hat z. B. einen elliptischen Durchmesser von 3 x 5 mm.

Der Kopf umfasst einen Halter 10, in dem drei Öffnungen 13, 14 und 15 ausgespart sind. Der Halter 10 ist schwenkbar angeordnet, so dass jede der drei Öffnun-

gen in den Strahl 12 geschwenkt werden kann,

In der in **Figur 2** gezeigten Position tritt der Strahl 12 in die mittlere Öffnung 15. In dieser Öffnung sind keine optischen Elemente angeordnet, so dass der Strahl sie unverändert passiert. Somit erzeugt das Zielhilfegerät in dieser Stellung lediglich einen gebündelten Zielstrahl 3 aber keinen divergenten Beleuchtungskegel 4.

Durch einen Drehpunkt 18b kann der Halter 10 gegenüber dem Abschluss 9 verschwenkt werden. Dabei bildet eine Schraube 18b (Drehpunkt) die Schwenkachse und eine Schraube 18a läuft in einem Langloch 18c.

An der Innenseite des Halters 10 ist eine Aussparung 19 mit etwa nierenförmigem Umriss ausgefräst, in die das vordere Ende der Lichtquelle 11 eingreift. In den ausgeschwenkten Stellungen des Halters 10 steht die Lichtquelle 11 am Rand der Aussparung 19 an und bildet einen Anschlag.

In den seitlich ausgeschwenkten Stellungen des Halters 10 fällt der Strahl 12 der Lichtquelle 11 in eine der Öffnungen 13 oder 14. In jeder dieser Öffnungen ist je eine Ablenkoptik 16 bzw. 17 vorgesehen.

Die Ablenkoptik 17 wird als holographisches Phasengitter ausgeführt. **Figur 5** veranschaulicht die Struktur eines in der vorliegenden Erfindung zur Anwendung kommenden holographischen Phasengitters 33, welches aus in gleichmässigem Abstand zueinander um einen zentralen Punkt angeordneten ringförmigen Erhebungen eines optisch transparenten Materials besteht. Der Querschnitt 35 der Erhebungen ist aufgrund der Einfachheit des Herstellungsverfahrens rechteckig. Entlang eines beliebigen Durchmessers des äussersten der Kreise des Phasengitters 33 ergibt sich bei Durchstrahlung des Phasengitters eine rechteckförmige Änderung der Phase der ursprünglich ebenen Lichtwelle, da das Licht jeweils unterschiedlich lange Wege durch das optisch dichtere Medium des holographischen Phasengitters zurückzulegen hat. Im allgemeinen bleibt hierdurch ein Teil der optischen Leistung des Lichtstrahls unbeeinflusst, während der Rest der Lichtleistung grösstenteils in zwei zum ungebeugten Lichtstrahl spiegelbildlich angeordnete Lichtstrahlen gebeugt wird, wobei der Winkel zwischen gebeugten und ungebeugtem Lichtstrahl von einer Periode 37 der Erhebungen entlang des Querschnittes 35 abhängt und mit kürzerer Periode zunimmt. Da das resultierende Lichtfeld Rotationssymmetrie aufweist, formt das gebeugte Licht einen Kegel mit einer etwa dem Durchmesser des Phasengitters 33 bestrahlenden kollimierten Strahls 12 entsprechenden Wandstärke. Weitere Ausführungsformen fassen auf einer Variation der optischen Brechzahl eines das holographische Phasengitter beinhaltenden Mediums, welches auch mittels eines elektrischen Feldes beeinflusst werden kann.

Wie aus **Figur 5** ersichtlich, ist das Gitter des vorliegenden Ausführungsbeispiels derart gestaltet, dass die Phase der ursprünglich ebenen Lichtwelle in den entsprechenden ringförmigen Zonen sprunghaft um 0.73π

zunimmt, wodurch etwa 20% der Lichtleistung im ungebeugten Strahl verbleiben. Durch die Beeinflussung des elektrischen Feldes in einem entsprechenden Gitter wird das Mass der sprunghaften Phasenänderung einstellbar, womit auch die Aufteilung der Lichtleistung zwischen gebeugtem und ungebeugtem Lichtstrahl stufenlos und ohne Einsatz mechanischer Mittel regelbar ist.

Eine weitere Ausführungsform besteht in einem holographischen Gitter mit Variation der optischen Dämpfung anstatt der Phase des Lichtfeldes, wobei diese mit geeigneten Mitteln, z. B. Flüssigkristallzellen vorzunehmen ist.

In **Figur 6** wird eine Projektion des ungebeugten und gebeugten Lichts auf eine senkrechte Zielebene dargestellt. Der Lichtpunkt 6 weist hierbei eine zur Grösse der Projektion proportionale Divergenz von 0.5 mrad auf, die beim durch Beugung im holographischen Gitter erzeugten Ring 7 10 mrad beträgt. Die Stärke des Rings entspricht hierbei ungefähr der besagten Wandstärke des Lichtkegels 4 und somit dem Durchmesser des Lichtpunktes 6. Durch entsprechende Ausführung des holographischen Phasengitters ist je nach Einsatzzweck zusätzlich eine gleichmässige Beleuchtung eines Gebietes 39 zwischen dem Ring 7 und dem Lichtpunkt 6 vorgesehen, welches sich je nach Erfordernis auch ausserhalb des Rings 7 erstreckt. Die Lage des Mittelpunktes des Kreises 7 in der Zielebene ist kritisch bezüglich des senkrechten Einfalls des Lichtstrahls in das holographische Phasengitter, eine Verschiebung des Gitters senkrecht zur optischen Achse hingegen bewirkt lediglich eine ungleichmässige Stärke des Rings 7.

Da in den seitlich ausgeschwenkten Stellungen des Halters 10 ein Teil der Lichtleistung zur Erzeugung des Beleuchtungskegels 4 benötigt wird, sollte in diesen Stellungen die vom Zielgerät ausgestrahlte totale Lichtleistung vorzugsweise höher als in der mittleren Stellung des Halters 10 sein. Hierzu kann z. B. ein in **Figur 4** gestrichelt angedeuteter Stellungssensor 30 am Halter vorgesehen sein, der die Leistung der Lichtquelle 11 erhöht, wenn deren Licht durch eine der Ablenkoptiken 16 oder 17 geschickt wird. Alternativ kann auch in der zentralen Öffnung 15 des Halters 10 ein in **Figur 4** gestrichelt gezeichnetes Abschwächfilter 31 vorgesehen sein, das die Lichtleistung des Strahls 12 abschwächt.

Das beschriebene Zielgerät eignet sich für Einsätze aller Art. Das Gerät eignet sich insbesondere aber auch zur Kombination mit anderen optoelektronischen Hilfsystemen. So kann z.B. der von der Lichtquelle ausgesandte Strahl zeitlich moduliert und so mit Informations- bzw. Identifikationssignalen versehen werden, die dann gerichtet und gestreut übertragen werden.

Patentansprüche

1. Zielhilfegerät zur Erzeugung eines Lichtstrahls ent-

lang einer Zielachse mit einer Lichtquelle (11), **gekennzeichnet durch** mindestens eine Ablenkoptik (16, 17), die derart ausgestaltet ist, dass ein Teil des Lichtes der Lichtquelle (11) als im wesentlichen gebündelter Zielstrahl (3) entlang der Zielachse (2) und ein Teil des Lichtes der Lichtquelle (11) als divergentes, mit einem durch Grating erzeugten ringförmigen Anteil, Beleuchtungsfeld (4) aussendbar ist.

2. Zielhilfegerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Lichtquelle (11) ein im wesentlichen gebündelter Strahl (12) erzeugbar ist, und dass in der Ablenkoptik (16, 17) ein erster Teil des Strahls (12) zur Erzeugung des Zielstrahls (3) im wesentlichen unverändert durchlassbar und ein zweiter Teil zur Erzeugung des divergenten, mit einem durch Grating erzeugten ringförmigen Anteil, Beleuchtungsfelds (4) ablenkbar ist.
3. Zielhilfegerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablenkoptik (16, 17) in einen ersten (35) und einen zweiten Bereich unterteilt ist, wobei der erste Teil des Strahls (12) durch den ersten Bereich und der zweite Teil des Strahls (12) durch den zweiten Bereich tritt und wobei die Ablenkoptik (16, 17) im ersten Teil ausgespart ist.
4. Zielhilfegerät nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablenkoptik (16, 17) in einen ersten und einen zweiten Bereich unterteilt ist, wobei der erste Teil des Strahls (12) durch den ersten Bereich und der zweite Teil des Strahls (12) durch den zweiten Bereich tritt und wobei die Ablenkoptik (16, 17) im ersten Bereich optisch als planparallele Platte wirkt.
5. Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Lichtquelle (11) ein Strahl (12) erzeugbar ist und dass die Ablenkoptik (16, 17) beweglich angeordnet ist und in einer ersten Position im Gang des Strahls (12) und in einer zweiten Position ausserhalb des Gangs des Strahls (12) anordenbar ist.
6. Zielhilfegerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom Zielhilfegerät abgestrahlte Lichtleistung änderbar ist, wobei die Lichtleistung in der ersten Position der Ablenkoptik (16, 17) grösser als in der zweiten Position der Ablenkoptik (16, 17) ist.
7. Zielhilfegerät nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen beweglichen Halter (10) aufweist, wobei im Halter (10) eine oder mehrere Ablenkoptiken

- (16, 17) mit unterschiedlichen Eigenschaften angeordnet sind und dass der Halter (10) mindestens zwei Positionen aufweist, wobei in einer ersten Position der eine erste (16) der Ablenkoptiken, in einer zweiten Position eine zweite (17) der Ablenkoptiken und in einer dritten Position keine Ablenkoptik im Gang des Strahls (12) angeordnet ist.
8. Ablenkoptik für ein Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ablenkoptik (16, 17) in einen ersten und einen zweiten Bereich unterteilt ist, wobei ein durch den ersten Bereich fallender Lichtstrahl (12) nicht gestreut bzw. abgelenkt ist und ein durch den zweiten Bereich fallender Lichtstrahl (12) seitlich gestreut bzw. abgelenkt ist.
9. Verfahren zum Betreiben eines Zielhilfegeräts nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein im wesentlichen gebündelter Strahl (12) ein holographisches Phasengitter (33) teilweise ungebeugt passiert, teilweise aber in einen kegelförmigen Strahl gleichmässiger Ausleuchtung gebeugt wird.
10. Verfahren zum Betreiben eines Zielhilfegeräts nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein im wesentlichen gebündelter Strahl (12) ein holographisches Phasengitter (33) teilweise ungebeugt passiert, teilweise aber in einen kegelförmigen Strahl linienartiger Ausleuchtung gebeugt wird.
11. Holographisches Phasengitter für ein Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine unterschiedliche Stärke optisch dichten Materials für die Variation der Phase des durchstrahlenden Lichts entlang der Austrittsfläche des Phasengitters vorgesehen ist.
12. Holographisches Phasengitter für ein Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine unterschiedliche optische Dichte des Materials für die Variation der Phase des durchstrahlenden Lichts entlang der Austrittsfläche des Phasengitters vorgesehen ist.
13. Holographisches Phasengitter für ein Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine unterschiedliche optische Dichte des elektrooptischen Materials für die Variation der Phase des durchstrahlenden Lichts entlang der Austrittsfläche des Phasengitters durch ein homogenes oder in geeigneter Weise inhomogenes elektrisches Feld
- mit variabler Tiefe der Phasenänderung vorgesehen ist.
14. Holographisches Phasengitter für ein Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine unterschiedliche Durchlässigkeit des durchstrahlten Materials den Beugungseffekt erzeugt.
15. Holographisches Phasengitter für ein Zielhilfegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine unterschiedliche Durchlässigkeit des durchstrahlten Materials zur Erzeugung eines elektrisch regelbar ausgeprägten Beugungseffekts durch geeignete ortsabhängige Modulation der Dämpfung eines entsprechenden Materials vorgesehen ist.

Fig. 1

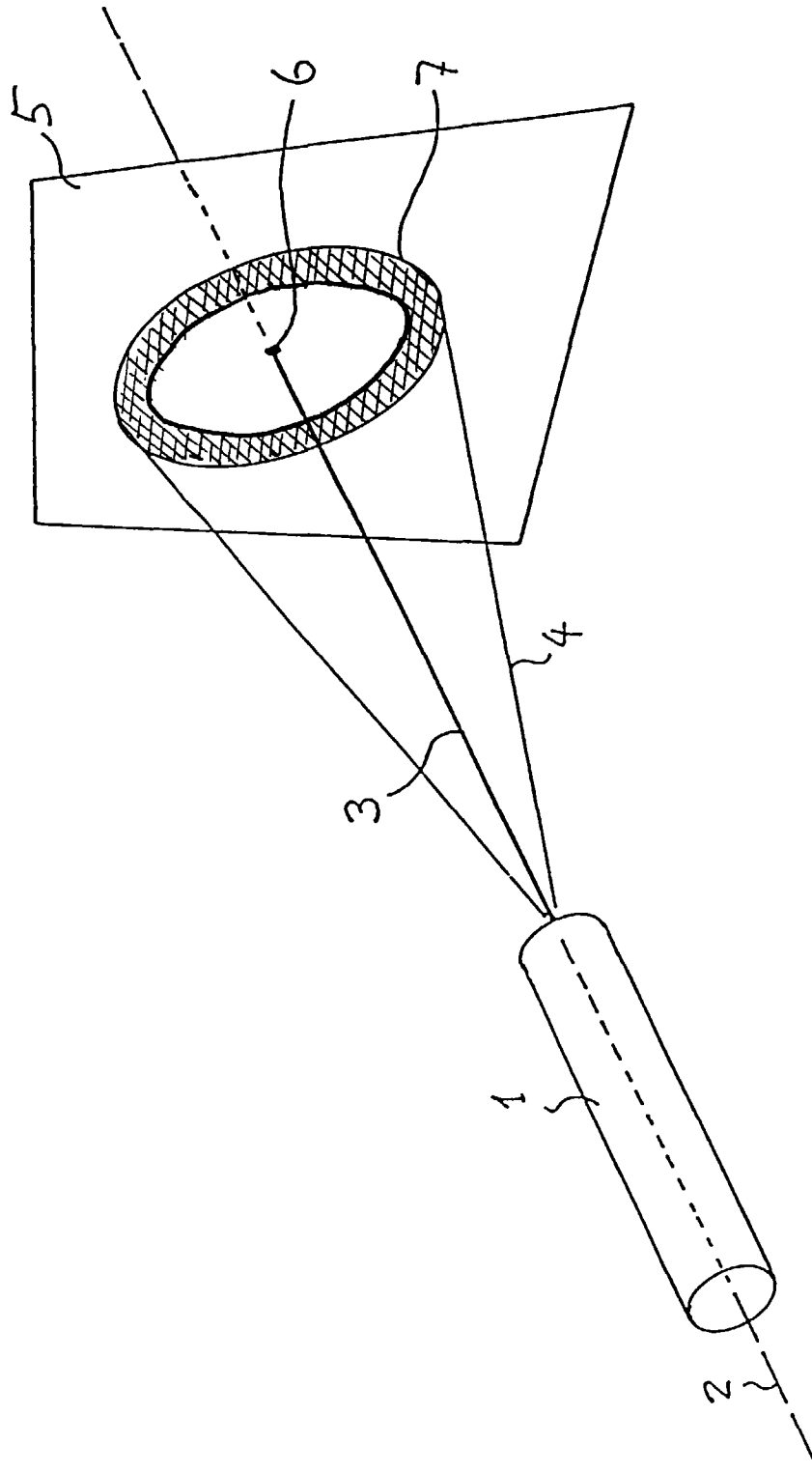


Fig. 2

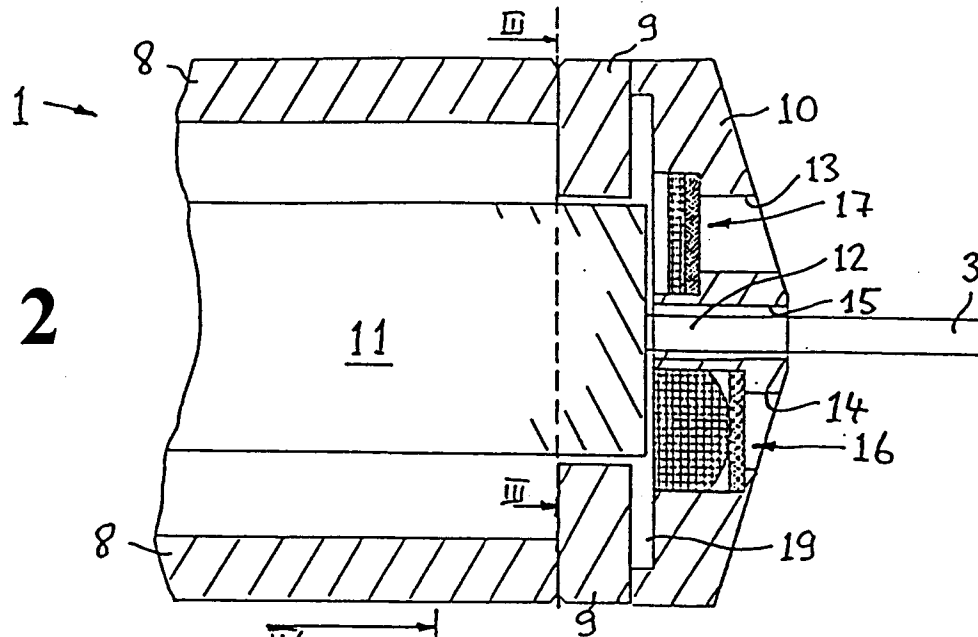


Fig. 3

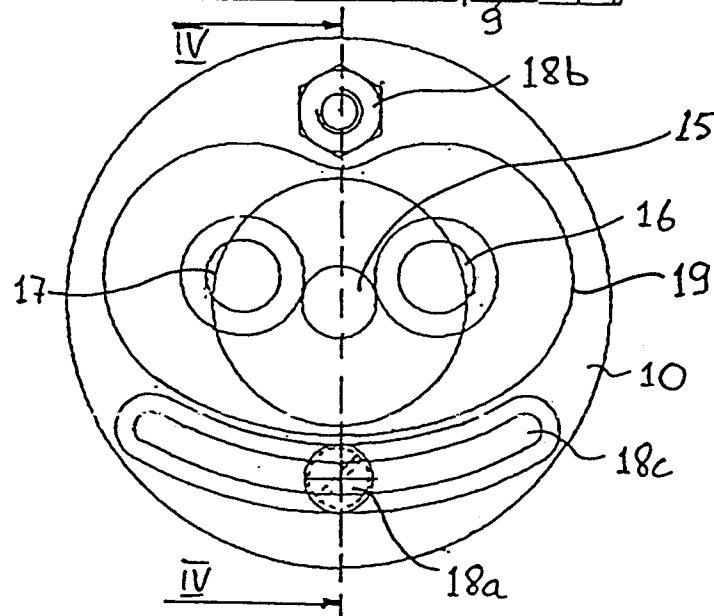
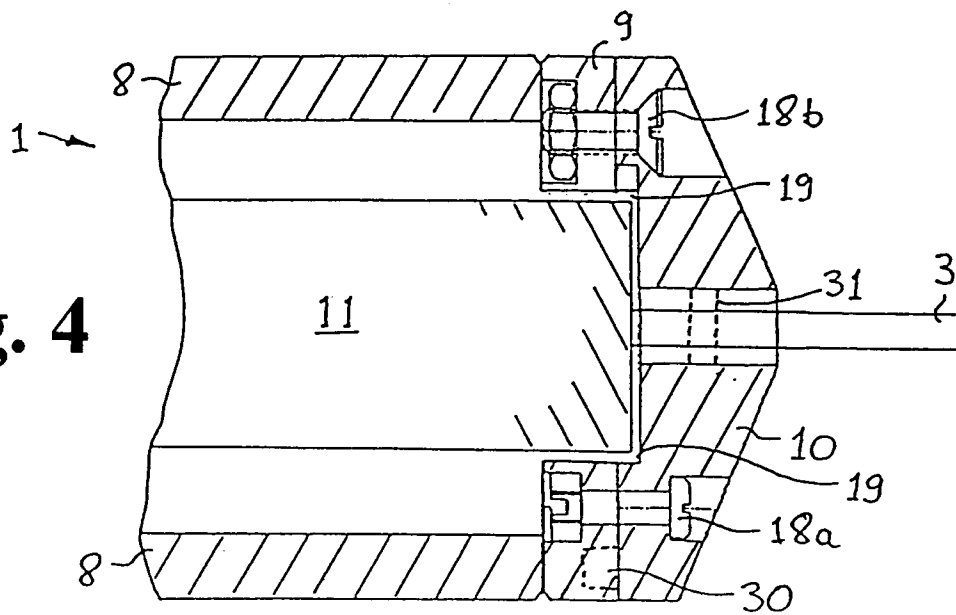


Fig. 4



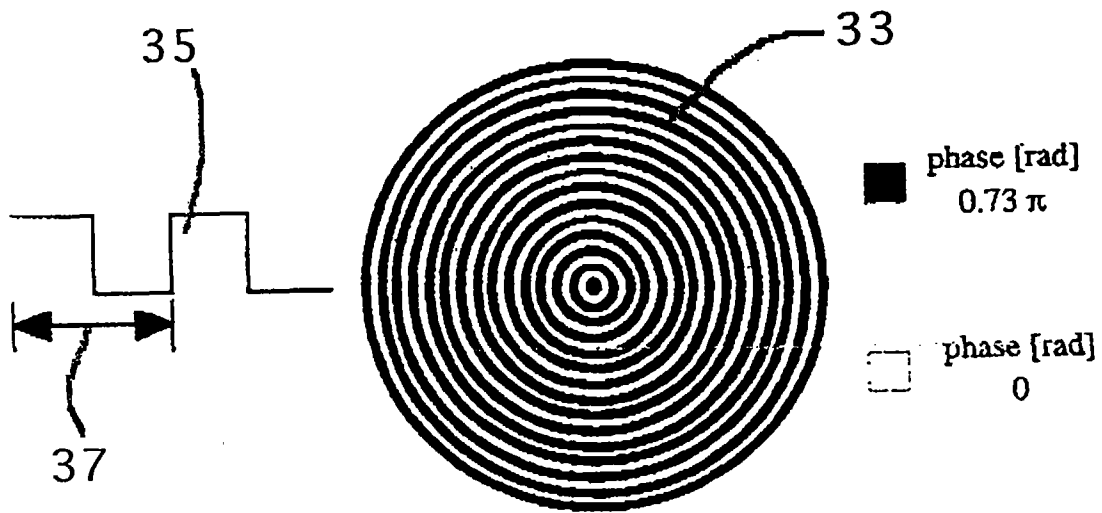


Fig. 5

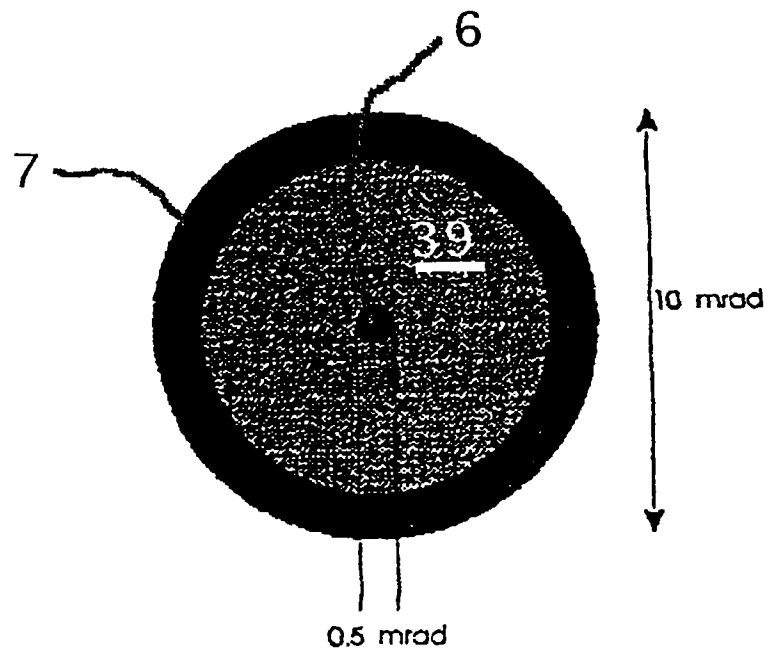


Fig. 6

IFF without Grating - Combat

	OLD Specs	Measured	NEW Specs
Wavelength	830 nm	815 nm	820 nm
Pulse Duration	2 μ s rectangular	1.7 μ s rectangular	2 μ s, nonrectangular
Peak Power	20 mW	22 mW	18 mW
Radiant Energy /Pulse	40 nJ	38 nJ	31.2 nJ
Radiant Energy /Pulse through 7 mm	24.8 nJ	25.8 nJ	23.4 nJ
Transmission through 7 mm	62%	76 %	75%
Exposure / Pulse through 7 mm	64 nJ/cm ²	71 nJ/cm ²	61 nJ/cm ²
IFF frequency	35 Hz	35.7 Hz	35 Hz
Groups per IFF	19	19	19
N	33'250	- 34'560	33'250

Fig. 7*IFF with Grating - Combat*

	OLD Specs	Measured	NEW Specs
Wavelength	830 nm	815 nm	820 nm
Pulse Duration	2 μ s rectangular	1.9 μ s rectangular	2 μ s nonrectangular
Peak Power	25 mW	28 mW	22.5 mW
Radiant Energy /Pulse	50 nJ	53 nJ	38.8 nJ
Radiant Energy /Pulse through 7 mm	31 nJ	41.8 nJ	29.1 nJ
Transmission through 7 mm	62%	78%	75%
Exposure / Pulse through 7 mm	80.5 nJ/cm ²	109 nJ/cm ²	75.6 nJ/cm ²
Cone angle	10 mrad	8.3 mrad	10 mrad
IFF frequency	237 Hz	233 Hz	250 Hz
Groups per IFF	19	19	19
N	225,150	220'930	225'150

Fig. 8