



(10) **DE 20 2020 005 573 U1** 2021.11.25

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2020 005 573.5**
(22) Anmeldetag: **26.06.2020**
(67) aus Patentanmeldung: **10 2020 003 944.8**
(47) Eintragungstag: **18.10.2021**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **25.11.2021**

(51) Int Cl.: **H01S 3/23 (2006.01)**
H01S 3/101 (2006.01)
F41H 13/00 (2006.01)
G02B 1/11 (2015.01)
G02B 27/09 (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01)

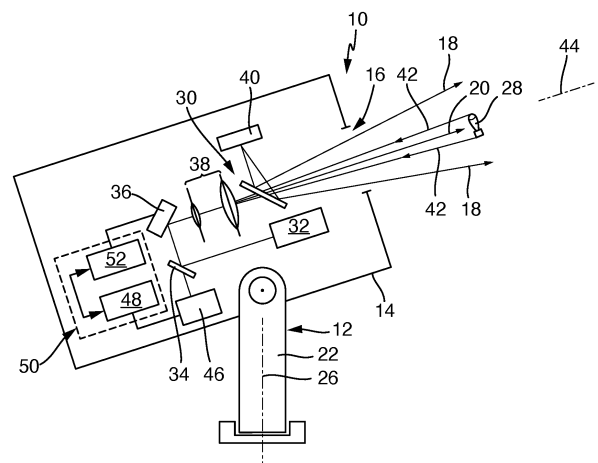
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**Rheinmetall Waffe Munition GmbH, 29345
Südheide, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**DREISS Patentanwälte PartG mbB, 70174
Stuttgart, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Laserstrahlvorrichtung mit einer Einkopplung eines Beleuchtungslaserstrahls in einen Wirklaserstrahl**

(57) Hauptanspruch: Laserstrahlvorrichtung (10) mit Mitteln zum Erzeugen eines von der Laserstrahlvorrichtung (10) ausgehenden Wirklaserstrahls (20), Mitteln zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls (18), und mit einem Einkoppelement (30) zum Einkoppeln des Beleuchtungslaserstrahls (18) in einen Strahlengang des von der Laserstrahlvorrichtung (10) abzustrahlenden Wirklaserstrahls (20), dadurch gekennzeichnet, dass das Einkoppelement (30) einen ersten Teilbereich (54) und einen zweiten Teilbereich (56) aufweist, der von dem ersten Teilbereich (54) verschieden ist, und dass die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls (20), die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls (18) und das Einkoppelement (30) relativ zueinander so angeordnet sind, dass der Wirklaserstrahl (20) auf den ersten Teilbereich (54) gerichtet ist und der Beleuchtungslaserstrahl (18) auf den zweiten Teilbereich (56) gerichtet ist, wobei der erste Teilbereich (54) für den Wirklaserstrahl (20) transparent ist und wobei der zweite Teilbereich (56) dazu eingerichtet ist, den Beleuchtungslaserstrahl (18) parallel zum Wirklaserstrahl (20) zu reflektieren.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laserstrahlvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine solche Laserstrahlvorrichtung wird als per se bekannt vorausgesetzt und weist Mittel zum Erzeugen eines von der Laserstrahlvorrichtung ausgehenden Wirklaserstrahls, Mittel zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls und ein Einkoppelement zum Einkoppeln des Beleuchtungslaserstrahls in einen Strahlengang des von der Laserstrahlvorrichtung abstrahlenden Wirklaserstrahls auf.

[0002] Der Wirklaserstrahl dient zur Bekämpfung von Zielen durch thermische oder nicht-thermische Störung (Blendern), Beschädigung oder Zerstörung. Beispiele solcher Ziele sind statische Ziele wie Minen und dynamische Ziele wie Flugkörper, oder Artilleriegeschosse (UAV's, etc.). Das Ausrichten der Laserstrahlvorrichtung erfolgt in der Regel zweistufig. In einer ersten Stufe wird das Ziel zum Beispiel durch ein elektrooptisches System, z.B. ein Radarsystem detektiert, und die Laserstrahlvorrichtung wird mechanisch vergleichsweise grob auf das Ziel ausgerichtet (Grobtracking). Das Ausrichten erfolgt zum Beispiel durch azimuthales Drehen einer die Laserstrahlvorrichtung tragenden Plattform (Turm) und auf der Plattform erfolgendes Schwenken der gegenüber der Plattform schwenkbaren Laserstrahlvorrichtung in der Elevationsrichtung. In einer zweiten Stufe wird das Ziel mit einem Beleuchtungslaserstrahl beleuchtet (Feintracking). Von dem beleuchteten Ziel reflektierte Beleuchtungsstrahlung wird durch einen für die Beleuchtungsstrahlung empfindlichen Sensor erfasst, ausgewertet und zur Feinausrichtung des Wirklaserstrahls durch Verstellung eines die Richtung des Wirklaserstrahls beeinflussenden Spiegels verwendet.

[0003] Das Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls kann grundsätzlich in drei unterschiedlichen Anordnungen verwirklicht werden, die mit jeweils unterschiedlichen Problemen behaftet sind.

[0004] In einer als abgesetzter Beleuchtungslaser bezeichneten ersten Anordnung ist eine zweite drehbare Plattform erforderlich, die mit hoher mechanischer Genauigkeit mit der Plattform des Mittels zur Erzeugung des Wirklaserstrahls elektrisch gekoppelt sein muss und die das Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls trägt. Nachteilig ist auch die Existenz von Abdeckungsbereichen, bei denen das Ziel durch das Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls verdeckt, bzw. umgekehrt das Ziel für den Wirklaserstrahl durch das Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls verdeckt wird.

[0005] In einer als achsparalleler Beleuchtungslaser bezeichneten zweiten Anordnung wird der ein Tele-

skop aufweisende Beleuchtungslaser mit Teilen seines Teleskops parallel zum Strahlengang des Wirklaserstrahls mit dem Mittel zur Erzeugung des Wirklaserstrahls mechanisch gekoppelt. Dies führt zu einem seitlichen Versatz beider Laserstrahlen, so dass der Beleuchtungslaserstrahl im Fernfeld nicht mit dem Wirklaserstrahl zusammenfällt, was den Feintrackingbereich, d.h. den sich senkrecht zum Beleuchtungslaserstrahl erstreckende Bereich, der mit dem Beleuchtungslaserstrahl beleuchtbar ist, einschränkt. Dieser seitliche Versatz kann zwar durch einen größeren Öffnungswinkel des Beleuchtungslaserstrahls kompensiert werden, dies erfordert aber eine nachteilig größere Sendeleistung des Beleuchtungslaserstrahls und/oder kleine Achsabstände.

[0006] In einer dritten Anordnung wird der Beleuchtungslaserstrahl in den Strahlengang des Wirklaserstrahls eingekoppelt. Dazu wird ein Einkoppelement verwendet, dass erstens eine hohe Transmission für die Wellenlänge des Wirklaserstrahls, zweitens eine für die hohe Leistung des Wirklaserstrahls ausreichend hohe Temperaturbeständigkeit, drittens eine hohe Reflexion für den Beleuchtungslaserstrahl in Transmissionsrichtung (zum Ziel hin) und viertens eine hohe Transmission für den Beleuchtungslaserstrahl in Reflexionsrichtung (vom Ziel zu einem für die Beleuchtungsstrahlung empfindlichen Sensor) aufweist.

[0007] Die vierte Forderung kann durch Verwendung eines optischen Elements mit polarisationsabhängiger Reflexion für die Wellenlänge des Beleuchtungslaserstrahls und Verwendung polarisierter Beleuchtungslaserstrahlung erfüllt werden. In der Transmissionsrichtung ist die Reflexion in der Polarisationsrichtung der Beleuchtungslaserstrahlung maximiert. In der Reflexionsrichtung (vom Ziel aus zum Sensor) wird nur die senkrecht zur Polarisation der Beleuchtungslaserstrahlung reflektierte Strahlung des Ziels transmittiert. Damit wird ein großer Teil der reflektierten Strahlung nicht verwendet. Dies kann nachteiliger Weise nur durch eine höhere Leistung des Beleuchtungslaserstrahls kompensiert werden.

[0008] Alternativ kann die vierte Forderung durch Verwendung eines Einkoppelements mit 50% Reflexion und 50% Transmission für die Wellenlänge des Beleuchtungslaserstrahls erfüllt werden. Damit kommt am Ziel nur etwa 50% der Leistung des Beleuchtungslaserstrahls an. In der Reflexionsrichtung werden vom Einkoppelement nur 50% zum Sensor transmittiert. Damit empfängt der Sensor im Vergleich zu dem abgesetzten, bzw. im Vergleich zu dem seitlich versetzten Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls weniger als 25% der Leistung. Dies kann nachteiliger Weise nur durch eine höhere Leistung des Beleuchtungslaserstrahls kompensiert werden.

[0009] Die vorliegende Erfindung basiert auf der dritten Anordnung und zeichnet sich dadurch aus, dass das Einkoppelement einen ersten Teilbereich und einen zweiten Teilbereich aufweist, der von dem ersten Teilbereich verschieden ist, und dass die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls, die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls und das Einkoppelement relativ zueinander in einer bestimmten Weise angeordnet sind. Gemäß dieser bestimmten Weise ist der Wirklaserstrahl auf den ersten Teilbereich gerichtet, und der Beleuchtungslaserstrahl ist auf den zweiten Teilbereich gerichtet. Dabei ist der erste Teilbereich für den Wirklaserstrahl transparent, und der zweite Teilbereich ist dazu eingerichtet, den Beleuchtungslaserstrahl parallel zum Wirklaserstrahl zu reflektieren.

[0010] Durch diese Merkmale wird der Vorteil einer hohen Genauigkeit der Ausrichtung, der sich bei der dritten Anordnung ergibt, erreicht, ohne dabei die oben beschriebenen Leistungsverluste in Kauf nehmen zu müssen.

[0011] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die oben genannten Leistungsverluste bei der vorliegenden Erfindung nicht oder allenfalls in einem deutlich kleineren Ausmaß auftreten.

[0012] Vorteilhaft ist auch, dass damit keine Reduzierung des Aperturdurchmessers des Wirklaserstrahls im Verhältnis zum Aperturdurchmesser des Richtsystems verbunden ist.

[0013] Die Erfindung erlaubt auch eine Verwendung von mehr als einem Beleuchtungslaserstrahl, wobei voneinander verschiedene Beleuchtungslaserstrahlen voneinander verschiedene Wellenlängen und Strahldurchmesser in der Zielebene aufweisen können.

[0014] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass sich die Wellenlänge des Wirklaserstrahls von der Wellenlänge des Beleuchtungslaserstrahls unterscheidet. Dadurch kann zum Beispiel der Teilbereich, der für den Beleuchtungslaserstrahl reflektierend sei soll, für den Wirklaserstrahl transparent ausgestaltet werden (z.B. durch entsprechende Reflexionsschichten AR/AR für den Wirklaserstrahl, AR/R nur für den Bereich des Sendezweiges Beleuchtungslaser AR/AR Beleuchtungslaser für Empfangsbereich, wobei R für reflektierend und AR für antireflektierend steht). Dadurch kann z.B. verhindert werden, dass Wirklaserstrahlung unerwünscht reflektiert wird und in der Laserstrahlvorrichtung vagabundiert.

[0015] Bevorzugt ist auch, dass der erste Teilbereich in Bezug auf den Strahlquerschnitt des Wirklaserstrahls ein zentraler Teilbereich ist. Der erste Teilbereich fällt also mit dem zentralen Bereich des Strahl-

querschnitts, in dem die höchste Leistungsdichte des Wirklaserstrahls herrscht, zusammen. Dadurch wird erreicht, dass ein möglichst großer Teil der erzeugten Wirklaserstrahlung auch abgestrahlt werden kann.

[0016] Weiter ist bevorzugt, dass der zweite Teilbereich in Bezug auf den Strahlquerschnitt des Wirklaserstrahls ein peripherer, außerhalb des zentralen Teilbereichs lokalisierter Teilbereich ist. In diesem Teilbereich ist bei einem Laserstrahl mit einem z.B. gaußförmigen Intensitätsprofil die Leistungsdichte sehr niedrig und damit der Einfluss auf die Feldverteilung des Beleuchtungslaserstrahls sehr gering.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das Einkoppelement eine planparallele Platte ist.

[0018] Eine planparallele Platte erlaubt eine Umlenkung des bevorzugt rechtwinklig zum Strahlengang des Wirklaserstrahls einfallenden Beleuchtungslaserstrahls in den Strahlengang des Wirklaserstrahls mit nur minimaler Beeinflussung des Wirklaserstrahls, der beim Durchgang durch die planparallele Platte nur einen kleinen lateralen Versatz erfährt.

[0019] Bevorzugt ist auch, dass der zweite Teilbereich des Einkoppelements mit einer Reflexionsschicht für den Beleuchtungslaserstrahl versehen ist. Die auf die Wellenlänge des Reflexionslaserstrahls abgestimmte Reflexionsschicht erlaubt eine erwünschte Umlenkung des Beleuchtungslaserstrahls durch Reflexion.

[0020] Weiter ist bevorzugt, dass die Reflexionsschicht für den Wirklaserstrahl transparent ist. Dadurch wird erreicht, dass auch die Bereiche niedriger Leistungsdichte des Wirklaserstrahls noch zur Bestrahlung des Ziels beitragen, und gleichzeitig wird verhindert, dass Wirklaserstrahlung dort reflektiert wird und anschließend unerwünscht in der Laserstrahlvorrichtung vagabundieren kann.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens der erste Teilbereich mit einer Antireflexionsschicht für den Wirklaserstrahl versehen ist. Auch diese Ausgestaltung trägt zu den im vorstehenden Absatz genannten Vorteilen bei.

[0022] Als Option können die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls eine Axicon Linse aufweisen, die dazu eingerichtet und angeordnet ist, ein kohärentes Beleuchtungslaserstrahlbündel, das einen kreisförmigen Strahlquerschnitt aufweist, zu einem Beleuchtungslaserstrahlbündel, das einen kreisringförmigen Laserstrahlbündelquerschnitt aufweist, zu erzeugen.

[0023] Mit einem kreisringförmigen Beleuchtungslaserstrahl wird nur der äußere Teilbereich des Einkoppelementes ausgeleuchtet. Damit wird der Beleuchtungslaserstrahl auf den Teilbereich konzentriert, an dem die umlenkende Reflexion stattfindet. Im Fernfeld ergibt sich daraus eine Intensitätsverteilung mit einem Maximum auf der optischen Achse. Über die Intensitätsverteilung kann ein nahezu beugungsbegrenzter zentraler Intensitätsfleck erzeugt werden. Bei geeigneter Wahl der Parameter kann dieser kleiner sein als der Wirklaserstrahl. Dadurch kann der Wirklaserstrahl sehr genau auf das Ziel oder einen Teil des Ziels feinausgerichtet werden.

[0024] Weiter ist bevorzugt, dass der Beleuchtungslaserstrahl als eine erste Alternative als Summe kohärent gekoppelter Beleuchtungslaserteilstrahlen erzeugt wird, die über das Einkoppelement um die Strahlrichtung des Wirklaserstrahls herum verteilt angeordnet und parallel zum Wirklaserstrahl ausgerichtet sind.

[0025] Eine zweite alternative Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass der Beleuchtungslaserstrahl als Summe nicht-kohärent gekoppelter Beleuchtungslaserteilstrahlen erzeugt wird. Die Reflexionsschichten sind dabei bevorzugt auf den Bereich der Beleuchtungsstrahlen beschränkt. Bei der Verwendung von nicht-kohärenten Beleuchtungslaserteilstrahlen kann der ringförmige zweite Teilbereich auch einzelne kleine Reflektoren ersetzt werden. Im Extremfall könnte man auch mit nur einem Beleuchtungslaserstrahl arbeiten.

[0026] Bevorzugt ist auch, dass die Beleuchtungslaserteilstrahlen konzentrisch und symmetrisch um den Wirklaserstrahl herum verteilt angeordnet sind.

[0027] Weiter ist bevorzugt, dass die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls dazu eingerichtet sind, im Fernfeld der von der Laserstrahlvorrichtung abgestrahlten Beleuchtungslaserstrahlung eine Intensitätsverteilung mit einem Maximum auf einer optischen Achse der Laserstrahlvorrichtung zu erzeugen.

[0028] Als Folge reflektiert das Ziel einen Teil der Beleuchtungslaserstrahlung auf der optischen Achse zurück, so dass die reflektierte Beleuchtungslaserstrahlung vom Einkoppelement entlang der optischen Achse des Einkoppelements transmittiert wird. Die am Rand des Einkoppelements auftretenden Transmissionsverluste sind gering, da der größte Teil der reflektierten Beleuchtungslaserstrahlung in der Nähe der optischen Achse konzentriert ist.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls dazu eingerich-

tet sind, den Beleuchtungslaserstrahl als einen continuous wave Laserstrahl zu erzeugen.

[0030] Bevorzugt ist auch, dass die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls dazu eingerichtet sind, den Beleuchtungslaserstrahl als einen gepulsten Laserstrahl zu erzeugen. Durch den alternierenden, bzw. gepulsten Betrieb kann bei gleicher mittlerer Leistung/ gleicher mittlerer Intensität und gleicher Spitzenintensität in der Zielebene die mittlere Leistung in den einzelnen Beleuchtungslasern reduziert werden. Dadurch kann vorteilhafterweise der NOHD (Nominal ocular hazard distance), also der Gefahrenbereich, innerhalb dessen bei direktem Blick in den Laserstrahl Gesundheitsschäden an den Augen auftreten können, reduziert werden, so wie es auch bei der Verwendung von mehreren nicht-kohärenten Mitteln zum Erzeugen von Beleuchtungslaserstrahlung der Fall ist. Solange die Strahlen sich noch nicht überlagern, gilt dies auch für kohärente Strahlung. Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0031] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0032] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

Fig. 1 eine Laserstrahlvorrichtung zusammen mit einer mechanischen Richtvorrichtung;

Fig. 2 ein Einkoppelement aus der **Fig. 1** zusammen mit ausgehender und reflektierter Beleuchtungslaserstrahlung in einer Seitenansicht;

Fig. 3 das Einkoppelement aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** in einer Vordersicht;

Fig. 4 einen seitlichen Querschnitt des Einkoppelements zusammen mit Intensitätsverläufen eines Wirklaserstrahls und eines Beleuchtungslaserstrahls;

Fig. 5 eine Vorderansicht einer Anordnung von vier Beleuchtungslaserteilstrahlen zusammen mit den beiden Teilbereichen des Einkoppelements;

Fig. 6 ein Beispiel einer Intensitätsverteilung;

Fig. 7 eine Überlappung eines ersten Beleuchtungslaserteilstrahls und eines zweiten Beleuchtungslaserteilstrahls;

Fig. 8 eine Ausrichtung eines ersten Beleuchtungslaserteilstrahls und eines zweiten Beleuchtungslaserteilstrahls;

Fig. 9 eine mögliche Anordnung zur Erzeugung eines Beleuchtungslaserstrahls aus einer Beleuchtungslaserstrahlquelle und einem Teleskop;

Fig. 10 eine mögliche Anordnung zur Erzeugung von zwei Beleuchtungslaserstrahlen aus einer Beleuchtungslaserstrahlquelle und einer Strahlweiche;

Fig. 11 Strahlengänge einer Laserstrahlvorrichtung **10** mit einer solchen Anordnung;

Fig. 12 blockbildartig einen groben Aufbau eines Hochlasers bzw. einer Laserwaffe;

Fig. 13 eine Darstellung der Richteinheit aus **Fig. 12**; und

Fig. 14 eine Teildarstellung der Laserwaffe mit einer Richteinheit.

[0033] Im Einzelnen zeigt die **Fig. 1** eine Laserstrahlvorrichtung **10** zusammen mit einer mechanischen Richtvorrichtung **12**. Die Laserstrahlvorrichtung **10** ist im Inneren eines Gehäuses **14** angeordnet. Das Gehäuse weist eine Apertur **16** auf, durch die hindurch ein Beleuchtungslaserstrahl und ein Wirklaserstrahl **20** aus dem Gehäuse **14** heraustreten kann. Die mechanische Richtvorrichtung **12** weist in dieser Ausgestaltung eine Drehplattform **22** und eine Schwenkachse **24** auf, die starr mit dem Gehäuse **14** verbunden ist und in der Drehplattform **22** schwenkbar gelagert ist. Die Drehplattform **22** ist um eine Drehachse **26** drehbar. Durch um die Drehachse **26** herum erfolgendes Drehen der Drehplattform **22** und um die Schwenkachse **24** herum erfolgendes Schwenken des Gehäuses **14** kann die aus der Apertur **16** austretende Laserstrahlung grob auf ein Ziel **28** ausgerichtet werden. Die grobe Ausrichtung wird zu Beispiel durch ein Radarsystem gesteuert. Die Einkoppelung kann zwischen den Elementen **34** und **16** liegen und liegt besonders bevorzugt zwischen den Elementen **38** und **16**.

[0034] Die Laserstrahlvorrichtung **10** weist Mittel zum Erzeugen eines von der Laserstrahlvorrichtung **10** ausgehenden Wirklaserstrahls **20**, Mittel zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls **18** und ein Einkoppelement **30** zum Einkoppeln des Beleuchtungslaserstrahls **18** in einen Strahlengang des von der Laserstrahlvorrichtung **10** abustrahlenden Wirklaserstrahls **20** auf. Die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls **20** umfassen einen Hochenergie-laser **32**, einen Umlenkspiegel **34**, der für die Wellenlänge des Wirklaserstrahls **20** reflektierend und für die Wellenlänge des Beleuchtungslaserstrahls **18** durchlässig ist, einen hinsichtlich seiner Orientierung

steuerbaren Tip Tilt Spiegel **36**, ein Wirklaserteleskop **38** und das Einkoppelement **30**.

[0035] Die Mittel zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls **18** umfassen einen Beleuchtungslaser **40** und das Einkoppelement **30**. Der Beleuchtungslaserstrahl **18** wird vom Einkoppelement **30** in den Strahlengang des Wirklaserstrahls **20** eingekoppelt. Die Beleuchtungslaserstrahlung besitzt bevorzugt eine andere Wellenlänge als die Wirklaserstrahlung.

[0036] Die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls **18** sind in einer Ausgestaltung dazu eingerichtet, den Beleuchtungslaserstrahl **18** als einen continuous wave Laserstrahl zu erzeugen. Alternativ sind die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls **18** dazu eingerichtet, den Beleuchtungslaserstrahl **18** als einen gepulsten Laserstrahl (repetierend) zu erzeugen.

[0037] Die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls **18** weisen zum Beispiel eine Axicon Linse auf, die dazu eingerichtet und angeordnet ist, ein Beleuchtungslaserstrahlbündel, das einen kreisförmigen Strahlquerschnitt aufweist, zu einem Beleuchtungslaserstrahlbündel, das einen kreisringförmigen Laserstrahlbündelquerschnitt aufweist, umzuformen. Alternativ dazu kann eine kohärente ringförmige Leistungsverteilung im Beleuchtungslaserstrahl **18** auch mit einer instabilen Resonatoranordnung erzeugt werden.

[0038] Der in den Strahlengang des Wirklaserstrahls **20** eingekoppelte Beleuchtungslaserstrahl **18** tritt durch die Apertur **16** aus dem Gehäuse **14** aus und erfasst bei korrekter Grobausrichtung das Ziel **28**. Die vom Ziel **28** reflektierte Beleuchtungslaserstrahlung **42** propagiert nah an der optischen Achse **44** des Einkoppelements **30** entlang durch das Einkoppelement **30** und das Wirklaserstrahlungsteleskop **38** hindurch und über den Tip-Tilt-Spiegel **36** zu dem Umlenkspiegel **34**, der für die Wellenlänge des Wirklaserstrahls **20** reflektierend und für die Wellenlänge des Beleuchtungslaserstrahls und der reflektierten Beleuchtungslaserstrahlung **42** durchlässig ist. Die reflektierte Beleuchtungslaserstrahlung **42** tritt durch den Umlenkspiegel **34** hindurch und wird von dem optischen Sensor **46** erfasst. Das dadurch erzeugte Signal des optischen Sensors **46** wird durch Auswertungssoftware **48** eines Steuergeräts **50** ausgewertet, und das Ergebnis der Auswertung wird von einer Ansteuereinheit **52** des Steuergeräts **50** zu einer Ansteuerung des Tip Tilt Spiegels **36** verwendet. Die Ansteuerung erfolgt so, dass der Tip Tilt Spiegel **36** einen ggf. ausgelösten Wirklaserstrahl **20** auf das Ziel **28** ausrichtet. Diese Ausrichtung stellt ein Feintracking dar.

[0039] **Fig. 2** zeigt das Einkoppelement **30** aus der **Fig. 1** zusammen mit ausgehender **18** und reflektier-

ter Beleuchtungslaserstrahlung **42** in einer Seitenansicht. **Fig. 3** zeigt das Einkoppelement **30** aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** in einer Vordersicht, d.h. wie es für einen auf der optischen Achse **44** zweiseitig lokalisierten Betrachter sichtbar sein könnte. Das Einkoppelement ist bevorzugt kreisrund und erscheint in der der **Fig. 3** aufgrund einer zur optischen Achse **44** geneigten Orientierung als elliptische Form.

[0040] Das Einkoppelement **30** ist in den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen jeweils eine kreisrunde planparallele Platte. Bei einem unter 45° erfolgenden Einbau ist die Platte bevorzugt so elliptisch, dass ihre Projektion in die Einfallrichtung und Ausfallrichtung kreisrund ist. Das Einkoppelement **30** weist einen ersten Teilbereich **54** und einen zweiten Teilbereich **56** auf, der von dem ersten Teilbereich **54** verschieden ist. Die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls **20**, die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls **18** und das Einkoppelement **30** sind relativ zueinander so angeordnet, dass der Wirklaserstrahl **20** auf den ersten Teilbereich **54** gerichtet ist und der Beleuchtungslaserstrahl **18** auf den zweiten Teilbereich **56** gerichtet ist. Die in der **Fig. 1** dargestellte Anordnung entspricht dieser Forderung.

Fig. 4 zeigt einen seitlichen Querschnitt des Einkoppelements **30** zusammen mit Intensitätsverläufen eines Wirklaserstrahls und eines Beleuchtungslaserstrahls. Die optische Achse des Einkoppelements liegt in dieser Darstellung innerhalb der Zeichnungsebene.

[0041] Der erste Teilbereich **54** ist in Bezug auf den Strahlquerschnitt des Wirklaserstrahls **20** ein zentraler Teilbereich **54**. Der erste Teilbereich **54** ist für den Wirklaserstrahl **20** und den Beleuchtungslaserstrahl **42** transparent, und der zweite Teilbereich **56** ist dazu eingerichtet, den Beleuchtungslaserstrahl **18** parallel zum Wirklaserstrahl **20** zu reflektieren.

[0042] Wenigstens der erste Teilbereich **54** ist mit einer Antireflexionsschicht **58** für den Wirklaserstrahl **20** versehen. Die Antireflexionsschicht **58** kann auf der Vorderseite und/oder auf der Rückseite des Einkoppelements **30** angeordnet sein. Bevorzugt ist auch der erste Teilbereich **54** mit der Antireflexionsschicht **58** beschichtet. Als Option weist der Teilbereich **54** beidseitig eine AR Schicht für den Beleuchtungslaserstrahl auf.

[0043] Der zweite Teilbereich **56** ist in Bezug auf den Strahlquerschnitt des Wirklaserstrahls **20** ein peripherer, außerhalb des zentralen (ersten) Teilbereichs **54** lokalisierter Teilbereich.

[0044] Der zweite Teilbereich **56** des Einkoppelements **30** ist mit einer Reflexionsschicht **60** für den Beleuchtungslaserstrahl **18** versehen. Die Reflexionsschicht **60** ist bevorzugt für den Wirklaserstrahl **20**

transparent. Dielektrische Beschichtungen, die entsprechend den Wellenlängen und dem gewünschten Reflexionsverhalten und Transmissionsverhalten auszuwählen sind, gehören zum Stand der Technik. Die Kurve **62** gibt schematisch-beispielhaft den Gauß-Kurven-förmigen Intensitätsverlauf des Wirklaserstrahls **20** nach dem Einkoppelement **30** an, der im zentralen Teilbereich **54** maximal ist und auch in den peripheren Teilbereichen **56** noch nicht gleich Null ist. Die Kurven **64** repräsentieren Intensitätsverläufe des im peripheren Bereich **56** reflektierten Beleuchtungslaserstrahls **18**.

[0045] **Fig. 5** zeigt eine Vorderansicht einer Anordnung von vier Beleuchtungslaserteilstrahlen zusammen mit den beiden Teilbereichen des Einkoppelements. Die Beleuchtungslaserteilstrahlen sind konzentrisch und symmetrisch um den (hier ausgeschalteten) Wirklaserstrahl herum verteilt angeordnet.

[0046] Die Summe dieser Beleuchtungslaserteilstrahlen **66** erzeugt dann, wenn es sich um zueinander kohärent gekoppelte Beleuchtungslaserteilstrahlen **66** handelt, im Fernfeld eine Intensitätsverteilung mit einem auf der optischen Achse der Laserstrahlvorrichtung **10** liegenden Intensitätsmaximum. Die optische Achse der Laserstrahlvorrichtung **10** fällt im Allgemeinen zumindest außerhalb der Laserstrahlvorrichtung **10** mit der optischen Achse des Einkoppelements **30** zusammen. **Fig. 6** zeigt ein Beispiel einer solchen Intensitätsverteilung.

[0047] Bei einer Verwendung von nicht-kohärent gekoppelten Beleuchtungslaserteilstrahlen kann das kreis-, bzw. kreisringförmige Teilbereiche aufweisende Einkoppelement auch durch einzelne, kleinere Einkoppelemente in Form von Reflektoren ersetzt werden. Die nicht-kohärent gekoppelten Beleuchtungslaserteilstrahlen können so ausgerichtet werden, dass sie sich im Zielbereich überlappend überlagern, um die Beleuchtungsintensität im Zielbereich zu erhöhen. **Fig. 7** zeigt eine solche Überlappung eines ersten Beleuchtungslaserteilstrahls **68**, bzw. Beleuchtungslaserteilstrahlbündels und eines zweiten Beleuchtungslaserteilstrahls **70**, bzw. Beleuchtungslaserteilstrahlbündels.

[0048] Alternativ dazu können die nicht-kohärent gekoppelten Beleuchtungslaserteilstrahlen so ausgerichtet werden, dass sie im Zielbereich einander berührend nebeneinanderliegende Bereiche beleuchten und so insgesamt eine größere Fläche beleuchten.

[0049] **Fig. 8** zeigt eine solche Ausrichtung eines ersten Beleuchtungslaserteilstrahls **68**, bzw. Beleuchtungslaserteilstrahlbündels und eines zweiten Beleuchtungslaserteilstrahls **70**, bzw. Beleuchtungslaserteilstrahlbündels.

[0050] Durch die Verteilung der mit dem Beleuchtungslaserstrahl **18** transportierten Leistung auf wenigstens zwei Beleuchtungslaserteilstrahlen **68**, **70** wird die sonst bei Verwendung eines einzigen Beleuchtungslaserstrahls **18** erforderliche Sendeleistung nahezu halbiert. Im Fall einer Vergrößerung des Öffnungswinkels (**Fig. 8**) werden die Anforderungen an die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls bezüglich Leistung und Strahlqualität bei gegebenem Aperturdurchmesser reduziert. Die Reduzierung der Leistung und die Vergrößerung des Öffnungswinkels reduzieren erwünschter Maßen den NOHD für den einzelnen Beleuchtungslaserteilstrahl bei der Verwendung mehrerer Beleuchtungslaserteilstrahlen. Sollte der Bereich der Überlappung oberhalb des NOHD für den einzelnen Beleuchtungslaserteilstrahl liegen, dann reduziert sich auch der NOHD für die gesamte Laserstrahlvorrichtung.

[0051] An Stelle von Mitteln, die einen continuous wave Beleuchtungslaserstrahl erzeugen, können auch Mittel verwendet werden, die einen gepulsten Beleuchtungslaserstrahl erzeugen. Durch den alternierenden, bzw. gepulsten Betrieb kann bei gleicher mittlerer Leistung/ gleicher mittlerer Intensität und gleicher Spitzenintensität in der Zielebene die mittlere Leistung in den einzelnen Beleuchtungslaserteilstrahlen reduziert werden. Dadurch kann vorteilhafterweise der NOHD reduziert werden, so wie es auch bei der Verwendung von mehreren nicht-kohärenten Mitteln zum Erzeugen von Beleuchtungslaserstrahlung der Fall ist.

[0052] **Fig. 9** zeigt eine mögliche Anordnung zur Erzeugung eines Beleuchtungslaserstrahls **18** aus einem Beleuchtungslaser **40** und einem Beleuchtungslaserteleskop **72**. Hier ist der Öffnungswinkel des Beleuchtungslaserstrahls **18** relativ klein und der NOHD entsprechend relativ groß. Analog ist der NOHD in der Leistungsspitze relativ klein und im Mittel relativ groß.

[0053] **Fig. 10** zeigt eine mögliche Anordnung zur Erzeugung von zwei Beleuchtungslaserstrahlen **18** aus einem Beleuchtungslaser **40**, einer Strahlweiche **74** und zwei Beleuchtungslaserteleskopen **72**. Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass nur ein Laser erforderlich ist, was die Kosten, die Masse und den benötigten Bauraum reduziert.

[0054] Man kann das die Anordnung von Wirklaserstrahl und Beleuchtungslaserstrahl auch komplett umdrehen vertauschen. In diesem Fall wird der Wirklaserstrahl reflektiert, und der Beleuchtungslaserstrahl wird transmittiert. Diese Ausgestaltung kann Vorteile bei den Verlusten haben.

[0055] **Fig. 11** zeigt Strahlengänge einer Laserstrahlvorrichtung **10** mit einer solchen Anordnung. Eine solche Laserstrahlvorrichtung **10** weist Mittel

zum Erzeugen eines von der Laserstrahlvorrichtung **10** ausgehenden Wirklaserstrahls **20**, Mittel zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls **18**, und ein Einkoppelement **30** zum Einkoppeln des Beleuchtungslaserstrahls **18** in einen Strahlengang des von der Laserstrahlvorrichtung **10** abstrahlenden Wirklaserstrahls **20** auf. Diese Laserstrahlvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass das Einkoppelement einen ersten Teilbereich und einen zweiten Teilbereich **56** aufweist, der von dem ersten Teilbereich **54** verschieden ist, und dass die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls **20**, die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls **18** und das Einkoppelement **30** relativ zueinander so angeordnet sind, dass der Wirklaserstrahl **20** auf den ersten Teilbereich **54** gerichtet ist und der Beleuchtungslaserstrahl **18** auf den zweiten Teilbereich **56** gerichtet ist, wobei der zweite Teilbereich **56** für den Beleuchtungslaserstrahl **18** transparent ist und wobei der erste Teilbereich **54** dazu eingerichtet ist, den Wirklaserstrahl **20** parallel zum Beleuchtungslaserstrahl **18** zu reflektieren. **Fig. 12** zeigt in einer skizzenhaften Blockbild-darstellung wenigstens eine mit **100** gekennzeichnete Wirklaserquelle sowie wenigstens ein Strahlführungsmodul **102** und zumindest eine Steuerung **104**. Diese Baugruppen sind Bestandteil beispielsweise eines Hochleistungslasers, hier einer Laserwaffe (bzw. eines Laserwaffensystems).

[0056] Die Wirklaserquelle **100**, das Strahlführungsmodul **102** sowie die Steuerung **104** können gemeinsam in einem stationären bzw. teilbeweglichen Anteil **106** des Hochleistungslasers untergebracht sein. Der stationäre/teilbewegliche Anteil **106** kann durch einen Raum gebildet werden, beispielsweise durch einen Container etc.

[0057] Außerhalb des Containers ist eine Richteinheit **108** (hier ein Strahlablenksystem), ein sogenannter Scanner, angeordnet.

[0058] In einer bevorzugten Ausführung ist eine mit **110** gekennzeichnete Beleuchtungslaserquelle gleichfalls in diesem Container untergebracht. Dieses hat den Charme, dass ein Laserstrahl **112** der Beleuchtungslaserquelle **110** in das Strahlführungsmodul **102** eingekoppelt werden kann, so dass der Beleuchtungslaser auf ein derartiges Strahlführungsmodul verzichten kann. Das Einkoppeln kann beispielsweise über einen dichroitischen Spiegel realisiert werden (nicht näher dargestellt). Der Beleuchtungslaser kann des Weiteren ein Teleskop des Strahlführungsmoduls **102** nutzen.

[0059] Alternativ kann der Beleuchtungslaser **110** auch an der Richteinheit **108** montiert werden. Hierbei kann der Beleuchtungslaserstrahl **112** in Richtung des Laserstrahls **114** der Wirklaserquelle ausgerichtet sein, d.h. in diese Richtung zeigen.

[0060] Die wenigstens eine Wirklaserquelle sowie die wenigstens eine Beleuchtungslaserquelle **110** sind mit dem wenigstens einen Strahlführungsmodul **102** funktional verbunden, beispielsweise über wenigstens eine optische Faser **116** (Transportfaser) und / oder zumindest einen Freistrah **118**.

[0061] Die elektrische Steuerung **104** kann je nach Vorgabe und / oder in Reaktion einer Auswertung zur Funktion der Laserwaffe zumindest auf das Strahlführungsmodul **102** sowie die Richteinheit **108** einwirken (nicht weiter ausgeführt).

[0062] In **Fig. 13** ist die Richteinheit **108** in einer leicht vergrößerten Darstellung abgebildet. Die Richteinheit **108** umfasst zwei Ablenkspiegel **120**, **122** auf Rotationsachsen (Azimut, Elevation). Die beiden Drehachsen sind so eingerichtet, dass der volle Ablenkwinkelbereich (0 -360°) in Azimut eingestellt werden kann, bei beliebig vielen Drehungen. Mit den Rotationsachsen verbunden ist jeweils ein kleiner elektrischer Motor (nicht näher dargestellt), mittels denen die Ablenkspiegel **120**, **122** drehbar sind. Das Drehen erfolgt derart, dass der Ablenkspiegel **122** mit dem Ablenkspiegel **120** gedreht wird, so dass ein Laserstrahl **124** zentriert (mittig) auf dem Ablenkspiegel **122** bleibt. Mit **126** ist ein Gehäuse der Richteinheit **108** gekennzeichnet.

[0063] Die Richteinheit **108** weist einen Signalausgang **128** und einen Signaleingang **130** auf. Der Signalausgang **128** ist durch ein Abschlussfenster verwirklicht. Der Signaleingang **130** kann ebenfalls durch ein Abschlussfenster verwirklicht sein. Der Signalausgang **128** der Richteinheit **108** weist hierbei in Richtung eines Ziels **132** (**Fig. 3**), der Signaleingang **130** hingegen in Richtung der Wirklaserquelle bzw. des Strahlführungsmoduls **102**.

[0064] Die Ablenkspiegel **14**, **15** werden bevorzugt so in die Richteinheit **5** eingebaut, dass unter der Gewichtsbelastung oder Bewegung (Eigenbewegung) keine Verformung der Spiegel **14**, **15** auftritt. Dieses kann z.B. durch eine isostatische Spiegelmontierung (Bipods) erreicht werden.

[0065] Die Ablenkspiegel **120**, **122** sollten hochreflektierend für die Wellenlänge des Laserstrahls **124** der Wirklaserquelle und der Wellenlänge des Laserstrahls der Beleuchtungslaserquelle und den Beobachtungswellenlängen sein. Diese Anforderung ist durch eine optische Politur oder eine Spiegelbeschichtung erreichbar. Die Ablenkspiegel **120**, **122** können z.B. auch einfache Planspiegel sein.

[0066] **Fig. 3** zeigt die funktionswesentlichen Baugruppen im stationären/teilbeweglichen Anteil **106** im Zusammenspiel mit der Richteinheit **108**. Das sind eine Ansteuereinheit **3.1** und eine Auswertesoftware **3.2** der Steuerung, ein optischer Sensor **2.1** des Be-

leuchtungslasersystems sowie eine optische Komponente **4.1** und das Teleskop **4.2** des Strahlführungsmoduls **102**. Die optische Komponente **4.1** des Strahlführungsmoduls **4** ermöglicht eine genaue Strahlablenkung zur genauen Positionierung des Laserstrahls **124** auf das Ziel **132**. Die optische Komponente **4.1** kann ein Tip/Tilt-Spiegel sein, ein in zwei Achsen steuerbarer beweglicher Spiegel (Feintracking).

[0067] In dieser Ausführung ist der Beleuchtungslaser selbst nicht im Container untergebracht. Mit **2.2** ist daher ein Teleskop des Beleuchtungslasersystems bezeichnet, das in dieser Darstellung zusammen mit der Laserquelle **110** nicht im stationären/teilbeweglichen Anteil (Container) untergebracht ist. In der Funktionsweise ergibt sich jedoch kein Unterschied.

[0068] Das Strahlführungsmodul **102** umfasst des Weiteren wenigstens eine Kamera (nicht näher dargestellt). Die Beobachtungsrichtung der wenigstens einen Kamera ist dabei gleich der Laserstrahlrichtung. Die Kamera bzw. die Kameras sollten in unterschiedlichen spektralen Bereichen (Beobachtungswellenlängen) arbeiten können.

[0069] Die wenigstens eine Kamera dient zumindest zur Beobachtung des Ziels **132** bzw. des Raums um das Ziel **132** herum. Mit der wenigstens einen Kamera kann zudem die Bestimmung der Position des Ziels **132** erfolgen. Deren Bildauswertung kann ein Regelsignal für die Strahlablenkung liefern.

[0070] Weiterhin können Elemente zur Kompensation atmosphärischer Störungen innerhalb des Strahlführungsmoduls vorgesehen werden (Optional). Dabei handelt es sich um Detektoren zur Messung atmosphärischer Störungen, wie z.B. Shack-Hartmann Sensoren (Wellenfrontsensor), sowie steuerbare optische Elemente zur Regelung der Phasenfront des Laserstrahls, wie z.B. deformierbare Spiegel.

Schutzansprüche

1. Laserstrahlvorrichtung (10) mit Mitteln zum Erzeugen eines von der Laserstrahlvorrichtung (10) ausgehenden Wirklaserstrahls (20), Mitteln zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls (18), und mit einem Einkoppelement (30) zum Einkoppeln des Beleuchtungslaserstrahls (18) in einen Strahlengang des von der Laserstrahlvorrichtung (10) abzustrahlenden Wirklaserstrahls (20), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einkoppelement (30) einen ersten Teilbereich (54) und einen zweiten Teilbereich (56) aufweist, der von dem ersten Teilbereich (54) verschieden ist, und dass die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls (20), die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls (18) und das Einkoppelement (30) relativ zueinander so angeordnet sind,

dass der Wirklaserstrahl (20) auf den ersten Teilbereich (54) gerichtet ist und der Beleuchtungslaserstrahl (18) auf den zweiten Teilbereich (56) gerichtet ist, wobei der erste Teilbereich (54) für den Wirklaserstrahl (20) transparent ist und wobei der zweite Teilbereich (56) dazu eingerichtet ist, den Beleuchtungslaserstrahl (18) parallel zum Wirklaserstrahl (20) zu reflektieren.

2. Laserstrahlvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Wellenlänge des Wirklaserstrahls (20) von der Wellenlänge des Beleuchtungslaserstrahls (18) unterscheidet.

3. Laserstrahlvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Teilbereich (54) in Bezug auf den Strahlquerschnitt des Wirklaserstrahls (20) ein zentraler Teilbereich ist.

4. Laserstrahlvorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Teilbereich (56) in Bezug auf den Strahlquerschnitt des Wirklaserstrahls (20) ein peripherer, außerhalb des zentralen Teilbereichs (54) lokalisierter Teilbereich ist.

5. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einkoppelement (30) eine planparallele Platte ist.

6. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Teilbereich (56) des Einkoppelements (30) mit einer Reflexionsschicht (60) für den Beleuchtungslaserstrahl (18) versehen ist.

7. Laserstrahlvorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (60) für den Wirklaserstrahl (20) transparent ist.

8. Laserstrahlvorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens der erste Teilbereich (54) mit einer Antireflexionsschicht (58) für den Wirklaserstrahl (20) versehen ist.

9. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls (18) eine Axicon Linse aufweisen, die dazu eingerichtet und angeordnet ist, ein Beleuchtungslaserstrahlbündel, das einen kreisförmigen Strahlquerschnitt aufweist, zu einem Beleuchtungslaserstrahlbündel, das einen kreisringförmigen Laserstrahlbündelquerschnitt aufweist, umzuformen.

10. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beleuchtungslaserstrahl (18) als Summe kohärent

gekoppelter Beleuchtungslaserteilstrahlen (66) erzeugt wird.

11. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beleuchtungslaserstrahl (18) als Summe nicht-kohärent gekoppelter Beleuchtungslaserteilstrahlen (68, 70) erzeugt wird.

12. Laserstrahlvorrichtung (10) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungslaserteilstrahlen (66) konzentrisch und symmetrisch um den Wirklaserstrahl und insbesondere um den ersten Teilbereich (54) herum verteilt angeordnet sind.

13. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls (18) dazu eingerichtet sind, im Fernfeld der von der Laserstrahlvorrichtung (10) abgestrahlten Beleuchtungslaserstrahlung eine Intensitätsverteilung mit einem Maximum auf einer optischen Achse (44) der Laserstrahlvorrichtung (10) zu erzeugen.

14. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls (18) dazu eingerichtet sind, den Beleuchtungslaserstrahl (18) als einen continuous wave Laserstrahl zu erzeugen.

15. Laserstrahlvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Erzeugung des Beleuchtungslaserstrahls (18) dazu eingerichtet sind, den Beleuchtungslaserstrahl (18) als einen gepulsten Laserstrahl zu erzeugen.

16. Laserstrahlvorrichtung (10) mit Mitteln zum Erzeugen eines von der Laserstrahlvorrichtung (10) ausgehenden Wirklaserstrahls (20), Mitteln zum Erzeugen eines Beleuchtungslaserstrahls (18), und einem Einkoppelement (30) zum Einkoppeln des Beleuchtungslaserstrahls (18) in einen Strahlengang des von der Laserstrahlvorrichtung (10) abzustrahlenden Wirklaserstrahls (20), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einkoppelement (30) einen ersten Teilbereich (54) und einen zweiten Teilbereich (56) aufweist, der von dem ersten Teilbereich (54) verschieden ist, und dass die Mittel zum Erzeugen des Wirklaserstrahls (20), die Mittel zum Erzeugen des Beleuchtungslaserstrahls (18) und das Einkoppelement (30) relativ zueinander so angeordnet sind, dass der Wirklaserstrahl (20) auf den ersten Teilbereich (54) gerichtet ist und der Beleuchtungslaserstrahl (18) auf den zweiten Teilbereich (56) gerichtet ist, wobei der zweite Teilbereich (56) für den Beleuchtungslaserstrahl (18) transparent ist und wobei der erste Teilbereich (54) dazu eingerichtet ist, den

Wirklaserstrahl (20) parallel zum Beleuchtungslaserstrahl (18) zu reflektieren.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

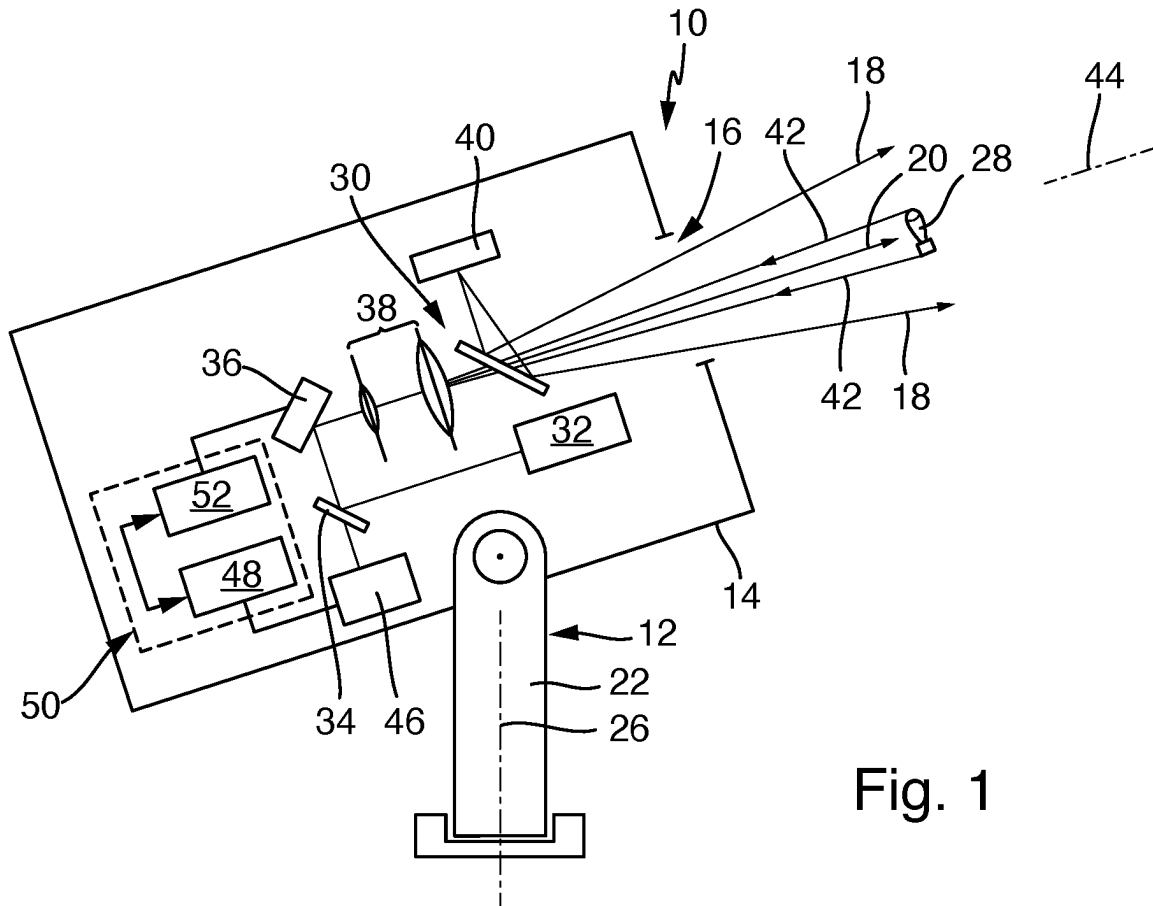


Fig. 1

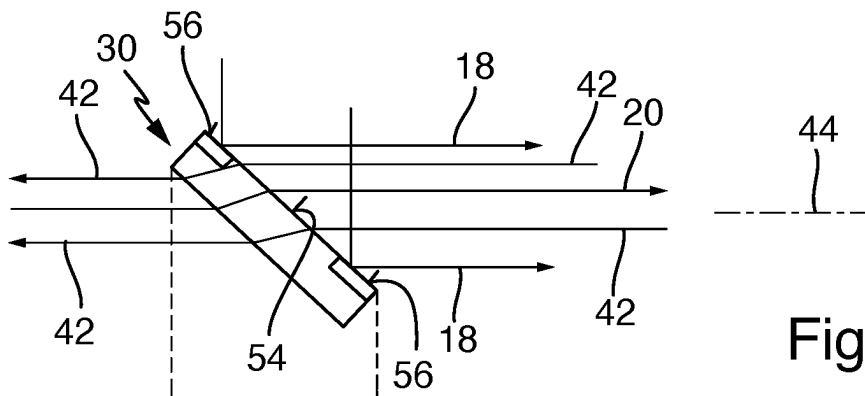


Fig. 2

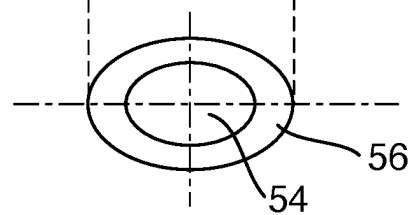


Fig. 3

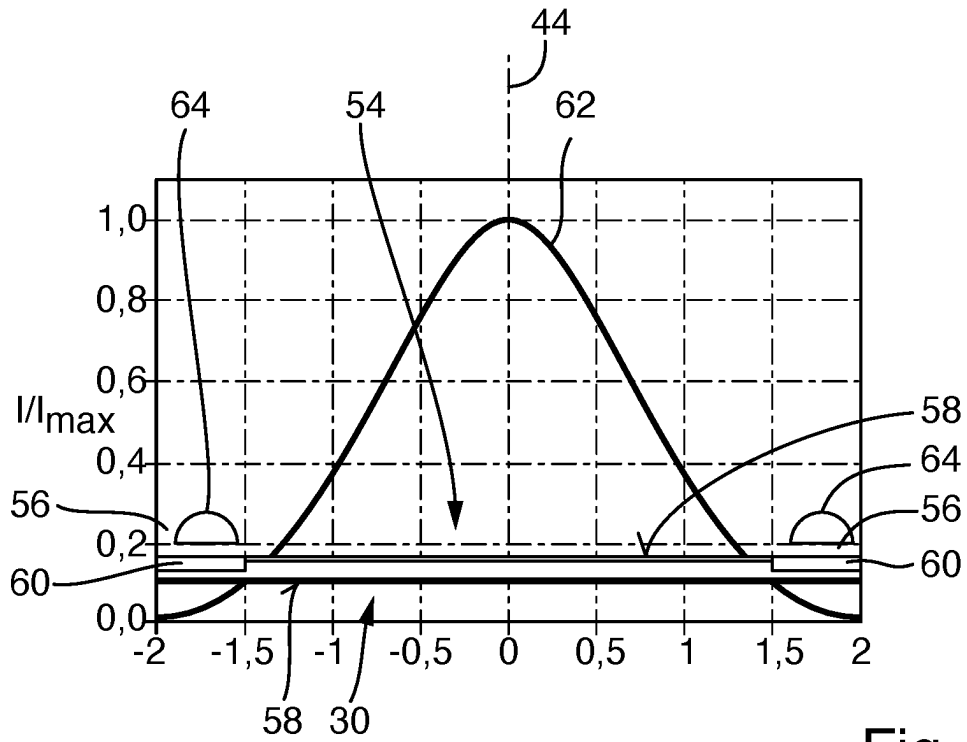


Fig. 4

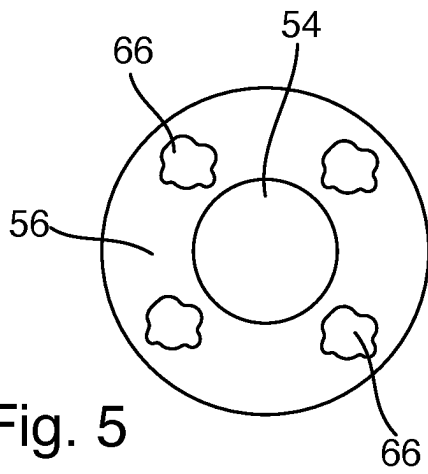


Fig. 5



Fig. 6

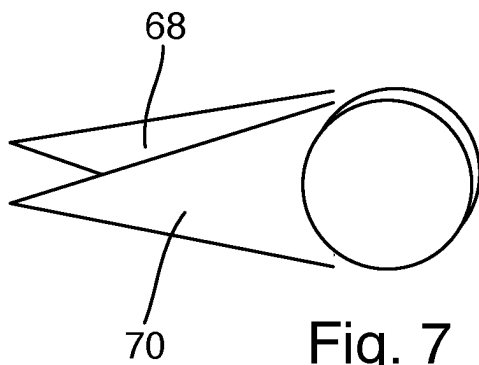


Fig. 7

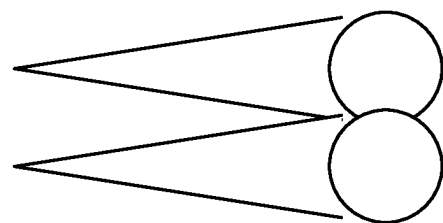


Fig. 8

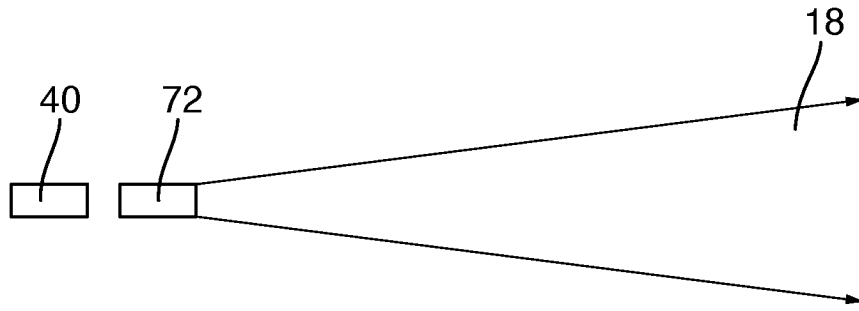


Fig. 9

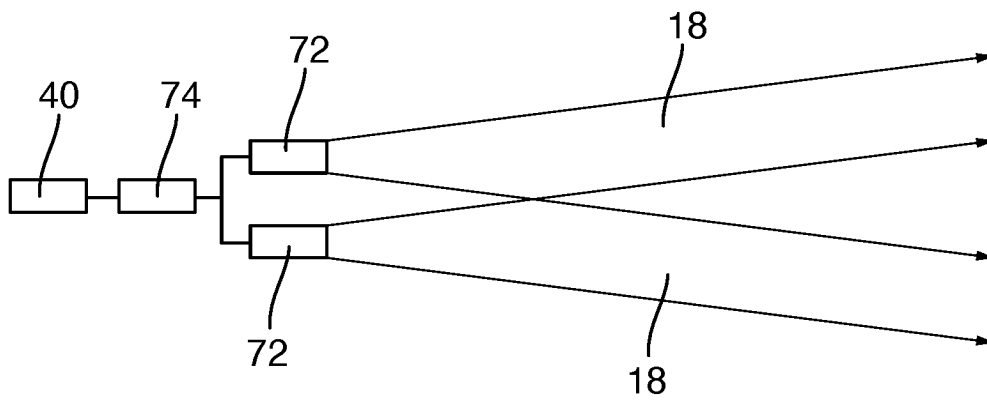


Fig. 10

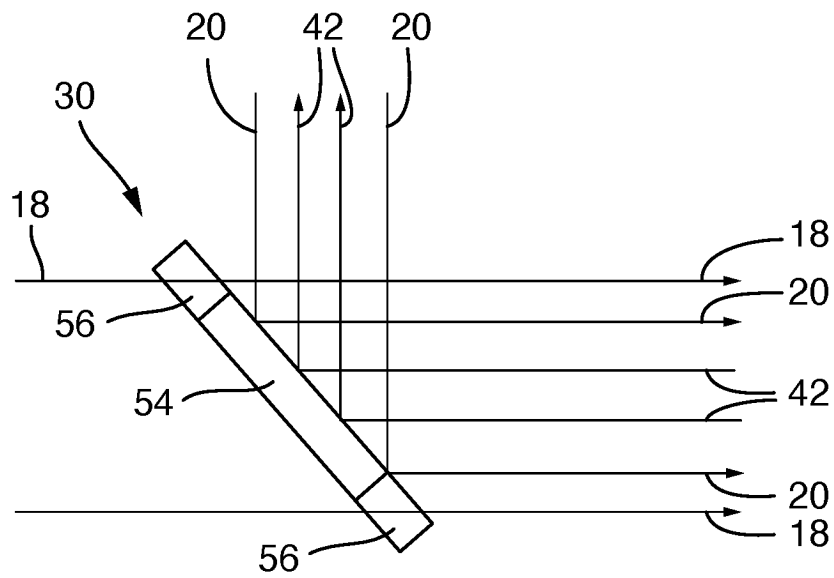


Fig. 11

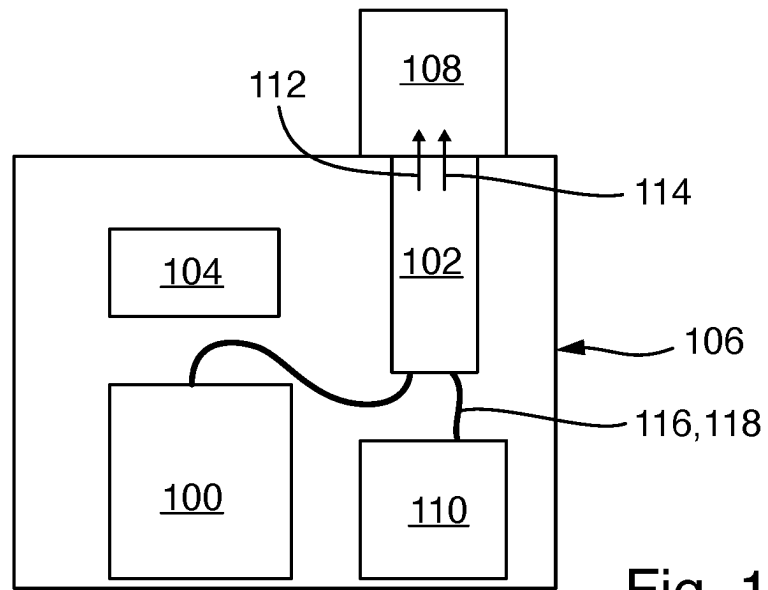


Fig. 12

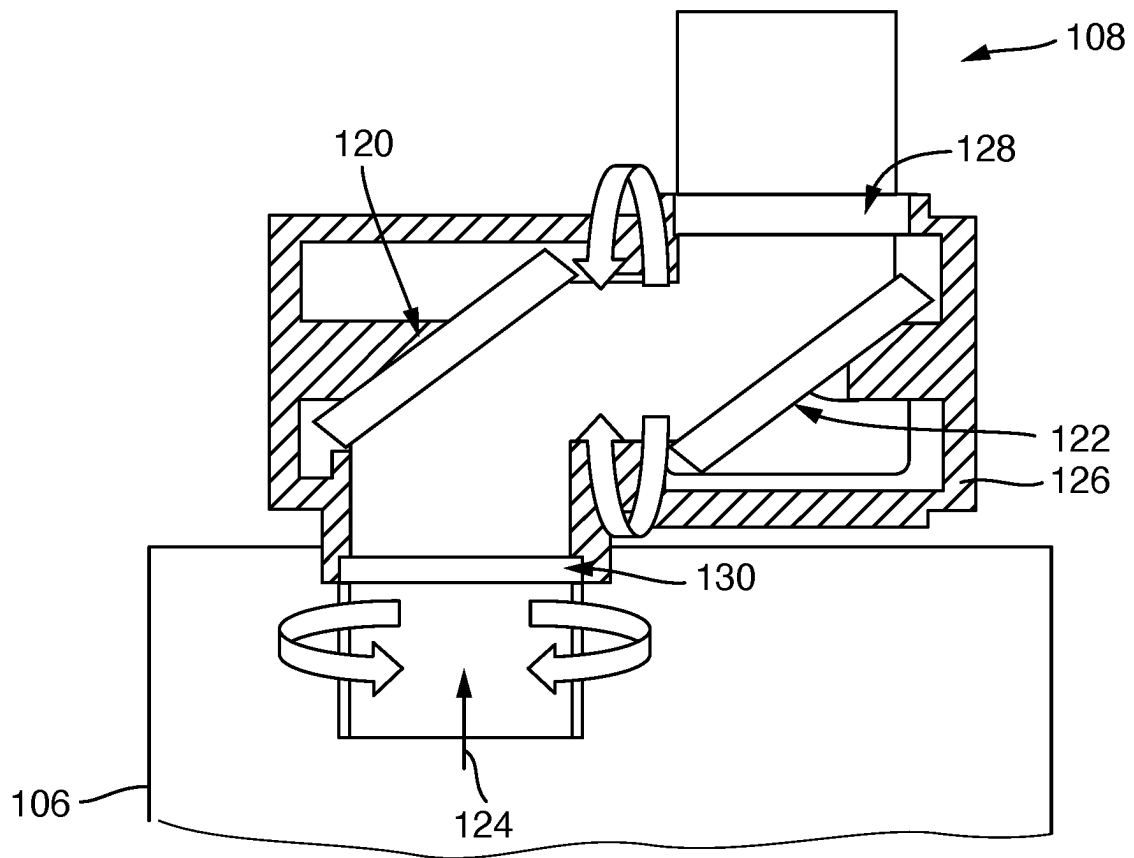


Fig. 13

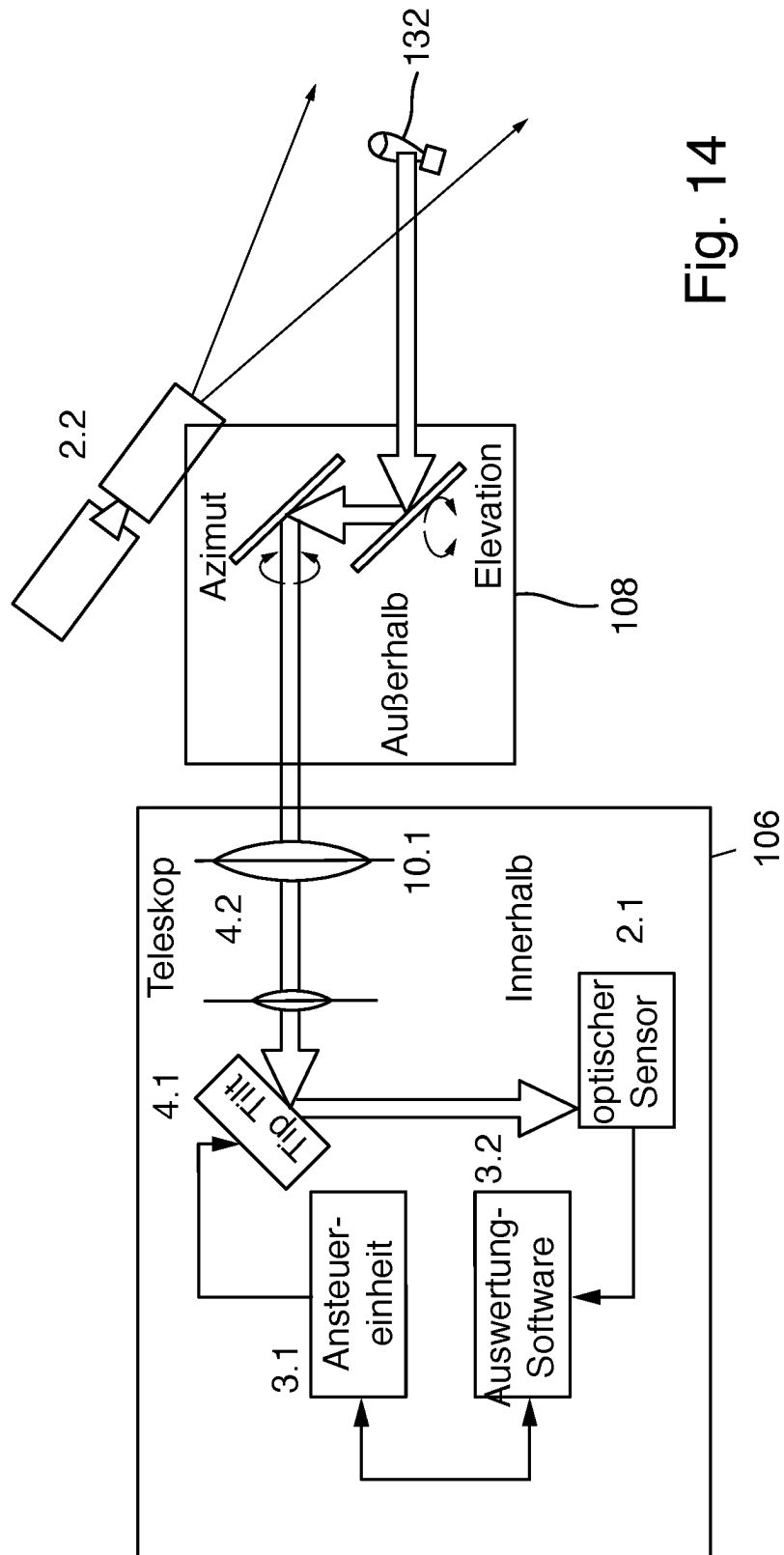


Fig. 14