

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Mai 2010 (14.05.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/051805 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 17/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/001582

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. November 2009 (09.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 056 953.4
10. November 2008 (10.11.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ESW GMBH** [DE/DE]; Industriestrasse 33,
22880 Wedel (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHUBERT, Jörg**
[DE/DE]; Kötschauweg 3, 07745 Jena (DE). **DRÖGE,**
Volker [DE/DE]; Ziegesarstr. 1, 07747 Jena (DE).
GROSSE, Andre [DE/DE]; Ernst-Zielinski-Str. 18,
07745 Jena (DE). **SCHALLER, Uwe** [DE/DE]; Schön-
blick 26, 07768 Kahla (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: LASER RANGE FINDER HAVING TWO LASER RADIATION SOURCES

(54) Bezeichnung : LASERENTFERNUNGSMESSER MIT ZWEI LASERSTRAHLUNGSQUELLEN

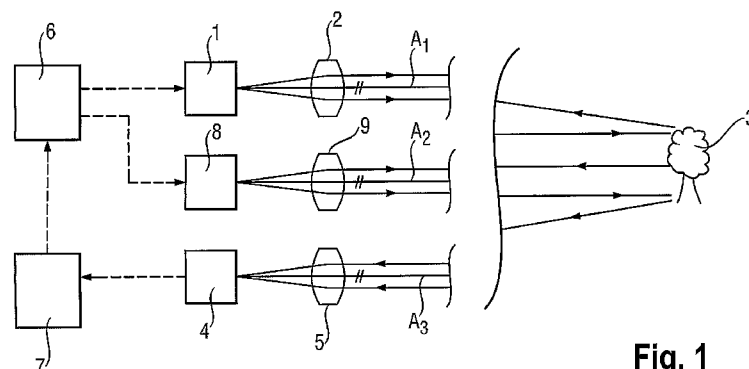


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a laser range finder and to a method for measuring the distance of a target (3) that is sighted, operating according to the principle of pulse delay measurement, wherein the optoelectronic receiver (4) is protected from contact with destructive radiation energy fractions of the emitted laser pulses reflected from the target (3). The range finder comprises two laser radiation sources (1, 8) having different pulse energy. A laser pulse having high pulse energy is not emitted unless a laser pulse having low pulse energy does not result in a received signal that can be evaluated.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Laserentfernungsmesser und ein Verfahren zum Messen der Entfernung eines anvisierten Zieles (3), nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung arbeitend, bei dem der optoelektronische Empfänger (4) vor dem Auftreffen zerstörender,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/051805 A2



am Ziel (3) reflektierter Strahlungsenergieanteile der ausgesandten Laserpulse geschützt wird. Der Entfernungsmesser weist zwei Laserstrahlungsquellen (1, 8) unterschiedlicher Pulsenergie auf. Erst wenn ein Laserpuls mit der geringen Pulsenergie zu keinem auswertbaren Empfangssignal führt, wird ein Laserpuls hoher Pulsenergie ausgesandt.

Laserentfernungsmesser mit zwei Laserstrahlungsquellen

Die Erfindung betrifft einen Laserentfernungsmesser, wie er gattungsgemäß aus der DE 102 15 109 B4 bekannt ist.

Laserentfernungsmesser arbeiten bevorzugt nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung. Sie senden einen Laserimpuls (nachfolgend Laserpuls) in Richtung eines anzumessenden Zieles aus, empfangen einen am Ziel reflektierten Strahlungsenergieanteil des Laserpulses (nachfolgend Laserecho) und ermitteln aus der Laufdauer des Laserpulses mit Hilfe der Lichtgeschwindigkeit die Entfernung des angemessenen Zieles vom Laserentfernungsmesser.

Eine Laserstrahlungsquelle und ein optoelektronischer Empfänger werden für den Laserentfernungsmesser so ausgewählt, dass ein zu erwartendes Laserecho, welches insbesondere von der Entfernung des Zieles und seiner Reflektivität bestimmt wird, innerhalb des Empfindlichkeitsbereiches des Empfängers liegt.

Daraus ergibt sich zum einen, dass ein Entfernungsmesser grundsätzlich nicht gleichzeitig zum Anmessen von sehr nahen Nahzielen und sehr fernen Fernzielen und zum anderen auch nicht zum Anmessen von Zielen stark unterschiedlicher Reflektivität geeignet ist.

Für Entfernungsmesser mit einer Reichweite von 10-20 km werden Ziele innerhalb einer Entfernung bis ca. 1000 m als Nahziele bezeichnet. Ab einer Entfernung von ca. 500 m bis hin zu ca. 20 km werden die Ziele als Fernziele bezeichnet. Der sich überlappende mittlere Entfernungsbereich kann in der Regel von Entfernungsmessern gemessen werden, die für den Nahbereich oder den Fernbereich ausgelegt sind, weshalb es für die Definition von Nah- und Fernzielen keine klare Abgrenzung gibt.

Beim Anmessen von Zielen im freien Gelände werden Ziele unterschiedlicher Entfernung, insbesondere auch weit entfernte, diffus reflektierende Ziele angemessen, weshalb als Sender eine Laserstrahlungsquelle mit einer hohen

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Pulsenergie zum Einsatz kommen muss, damit das Laserecho im Empfindlichkeitsbereich des Empfängers liegt.

Dabei kann der Laserpuls jedoch auch auf hoch reflektierende Ziele, sogenannte Retroreflektoren auftreten, wodurch das Laserecho zur Übersteuerung oder gar Zerstörung des optoelektronischen Empfängers führen kann.

Um den optoelektronischen Empfänger vor dem Auftreffen zerstörender, am Ziel reflektierter Strahlungsenergieanteile der ausgesandten Laserpulse zu schützen und damit die Gefahr der Zerstörung des Empfängers und somit des Entfernungsmessers auszuschließen, sind aus dem Stand der Technik verschiedene Maßnahmen bekannt.

Aus der DE 102 15 109 B4 ist eine Vorrichtung zum Schutz von Laserempfängerdioden bekannt. Diese Vorrichtung stellt einen Laserentfernungsmesser mit einer Laserempfängerdiode und einem vorschaltbaren Schutzfilter dar.

Während des Aussendens und des Empfangs eines ersten Laserpulses ist der Schutzfilter der Laserempfängerdiode vorgeschaltet. Der auf die Laserempfängerdiode auftreffende Strahlungsenergieanteil des Laserpulses wird mit einem Schwellwert verglichen. Nur bei Unterschreitung dieses Schwellwertes wird ein zweiter Laserpuls ausgesendet, diesmal ohne einen der Laserempfängerdiode vorgeschalteten Schutzfilter.

Nachteilig an dem in der DE 102 15 109 B4 beschriebenen Entfernungsmesser ist die Notwendigkeit eines Schwenkmechanismus und eines motorischen Antriebes, welche die Störanfälligkeit des Laserentfernungsmessers erhöhen. Außerdem kann die Auslösung des zweiten Laserpulses erst nach Betätigung der relativ langsamen mechanischen Einheit erfolgen, wodurch sich die Messzeit erhöht.

Anders als in der DE 102 15 109 B4, die ein passives optisches Schutzsystem für den Empfänger beschreibt, ist in der DE 101 55 830 A1 ein aktives optisches Schutzsystem für einen Empfänger, hier Photodetektor, offenbart.

Dem Photodetektor sind ein optoelektronisches Shutter, eine Verzögerungseinrichtung und ein Strahlteiler vorgeordnet.

Über den Strahlteiler wird ein prozentual bekannter Anteil der reflektierten Strahlungsenergie auf einen Sensor geleitet, welcher die Steuersignale für den Shutter liefert, sodass der Shutter bei einer zu erwartenden, auf den Photodetektor auftreffenden, zerstörenden Strahlungsenergie geschlossen werden kann, bevor der über die Verzögerungseinrichtung geführte Anteil der reflektierten Strahlungsenergie auf den Photodetektor auftrifft. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass durch eine nicht vermeidbare Absorption und Reflexion der zusätzlichen optischen Bauelemente der Faser und des Shutters Strahlungsenergie für den Empfänger verloren geht.

Bei beiden vorgenannten Lösungen wird der optoelektronische Empfänger vor dem Auftreffen zu hoher Strahlungsenergie (Laserecho) durch Abschattung geschützt. Die Verwendung einer Laserstrahlungsquelle hoher Pulsenergie und damit hohem Stromverbrauch ist im Falle der Abschattung sowohl optisch als auch elektrisch energetisch ineffizient.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, einen Laserentfernungsmesser, nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung arbeitend, zu finden, der mit einer hohen optischen und elektrischen Energieeffizienz die Entfernung von Zielen unterschiedlichster Reflektivität innerhalb des Nah- und Fernbereiches messen kann und der Empfänger vor dem Auftreffen einer zu hohen Strahlungsenergie geschützt wird.

Darüber hinaus soll der Entfernungsmesser vorteilhaft möglichst kompakt, klein und leicht sein sowie eine nur kurze Messzeit benötigen.

Es ist auch die Aufgabe der Erfindung, ein nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung arbeitendes, optisch und elektrisch energieeffizientes Messverfahren zu finden, mit dem Ziele innerhalb des Nah- und Fernbereiches angemessen werden können.

Unter einer hohen optischen Energieeffizienz des Laserentfernungsmessers versteht man eine optimale Anpassung des ausgesandten Laserlichtes an die Eigenschaften des Empfängers, insbesondere dessen Empfindlichkeitsbereich, unter Berücksichtigung der Reflexionseigenschaften des angemessenen Zieles, der Transmissionseigenschaften der Atmosphäre, des Entfernungsbereiches und der Parameter der Sende- und Empfangsoptik.

Unter einer hohen elektrischen Energieeffizienz des Laserentfernungsmessers versteht man einen möglichst geringen Verbrauch elektrischer Energie. Besonders in handgehaltenen, batteriebetriebenen Beobachtungssystemen mit Entfernungsmessern können durch einen geringeren Energieverbrauch vorteilhaft kleinere und leichtere Batterien verwendet werden.

Für einen Entfernungsmesser wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Für ein Messverfahren wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 9 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen genannt.

Es ist erfindungswesentlich, dass der Entfernungsmesser zwei Laserstrahlungsquellen aufweist, die Laserpulse sehr unterschiedlicher Pulsenergien aussenden.

Die erste Laserstrahlungsquelle, mit einem hohen Verbrauch elektrischer Energie im Bereich von einigen Ws und einer hohen Pulsenergie im Bereich von einigen mJ, wird nur für gering reflektierende Ziele im Fernbereich aktiviert, und die zweite Laserstrahlungsquelle, mit einem nur geringen Verbrauch elektrischer Energie von nur wenigen mWs und einer geringen Pulsenergie im Bereich von einigen nJ bis μJ , wird für hoch reflektierende Ziele im Nahbereich angesteuert.

Vorteilhaft ist die erste Laserstrahlungsquelle ein Festkörperlaser und die zweite Laserstrahlungsquelle ein Diodenlaser.

Aufgrund der unterschiedlichen Abstrahlcharakteristiken der beiden Laserstrahlungsquellen ist ihnen jeweils eine auf sie optimierte Sendeoptik vorgeordnet.

Für den Empfang eines Laserechos, generiert durch einen Laserpuls unabhängig von welcher der beiden Laserquellen, reicht allerdings ein Empfangskanal mit einem Empfänger aus, insbesondere dann, wenn die beiden Laserstrahlungsquellen mit einer gleichen Wellenlänge emittieren.

Bei dem Anmessen von Zielen im freien Gelände, wobei die Entfernung der Ziele und deren Reflektivität stark schwanken können, lässt es sich nicht vorhersagen, ob bei Aussendung eines Laserpulses geringer Pulsenergie überhaupt ein Laserecho empfangen wird, aus welchem sich ein auswertbares Empfangssignal ableiten lässt oder ob bei Aussendung eines Laserpulses höherer Pulsenergie das Laserecho den Empfänger zerstören könnte.

Erfindungsgemäß erfolgt nach dem Anvisieren eines Ziels ein erstes Anmessen mit einem oder auch mehreren Laserpulsen geringerer Pulsenergie. Erst wenn das Laserecho nicht ausreichend ist, um ein auswertbares Empfangssignal zu bilden, und vorteilhaft auch kein auswertbares Empfangssignal aus mehreren aufeinanderfolgenden akkumulierten Laserechos gebildet werden kann, wird die Messung mit einem Laserpuls hoher Pulsenergie wiederholt.

Aus der Tatsache, dass mit einem oder auch mehreren Laserpulsen kein auswertbares Empfangssignal generiert werden konnte, lässt sich sicher ableiten, dass die Entfernung und die Reflektivität des anvisierten Zieles so gering sind, dass das Laserecho nicht oberhalb der Zerstörungsgrenze des Empfängers liegt und damit den Empfänger nicht schädigen kann.

Im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Entfernungsmessern ist ein erfindungsgemäßer Entfernungsmesser sowohl elektrisch als auch optisch energieeffizienter, da eine Anmessung von nahen und stark reflektierenden Zielen nicht durch Dämpfung des reflektierten Strahlungsanteils und damit Verringerung

des Laserechos ermöglicht wird, sondern durch Verwendung einer Laserstrahlungsquelle geringerer Pulsenergie und damit geringerer Stromaufnahme. Vorteilhaft ist auch die kurze Messzeit, weil die beiden Laserstrahlungsquellen im Abstand von nur wenigen ms nacheinander gezündet werden können.

Die Erfindung soll nachfolgend mittels einer Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Hierzu zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipskizze für einen Entfernungsmesser

Fig. 2 eine vorteilhafte Ausführung eines Entfernungsmessers.

Gleich herkömmlichen Entfernungsmessern weist ein erfindungsgemäßer Entfernungsmesser, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, einen Sende- und einen Empfangskanal auf, die zueinander parallel ausgerichtet sind.

Im Sendekanal befindet sich eine erste Sendeoptik 2, hier ein Teleskop, mit einer optischen Achse A1 und einer ersten Laserstrahlungsquelle 1, die hier vorteilhaft ein Festkörperlaser ist.

Der Empfangskanal umfasst eine Empfangsoptik 5 mit einer optischen Achse A3 und einen optoelektronischen Empfänger 4, der im Brennpunkt der Empfangsoptik 5 steht.

Neu ist ein zusätzlicher zweiter Sendekanal mit einer zweiten Laserstrahlungsquelle 8, hier vorteilhaft einem Diodenlaser, und eine zweite Sendeoptik 9 mit einer optischen Achse A2, wobei die emittierende Fläche des Diodenlasers im Brennpunkt der zweiten Sendeoptik 9 angeordnet ist.

Die beiden optischen Achsen A1 und A2 der Sendeoptiken 2 und 9 sind zueinander und zur optischen Achse A3 der Empfangsoptik 5 parallel ausgerichtet.

Vorteilhaft weist die zweite Sendeoptik 9 eine geringfügig größere Divergenz auf als die erste Sendeoptik 2. Damit wird gewährleistet, dass bei einer Bewegung des anvisierten Zieles 3 in der Zeit zwischen der Auslösung des Diodenlasers und der möglichen Auslösung des Festkörperlasers ein zu stark reflektierendes Ziel 3 in jedem Fall erkannt und die Auslösung des Festkörperlasers blockiert wird.

Vorteilhaft werden für den Festkörperlaser und den Diodenlaser jeweils eine Laserquelle verwendet, die beide im gleichen Lichtwellenlängenbereich emittieren. Damit sind die Empfangsoptik 5 und der Empfänger 4 für beide Laserstrahlungsquellen 1, 8 optimiert ausgeführt.

Vorteilhaft wird als Lasermedium ein Material verwendet, dessen emittierende Lichtwellenlänge bei der vorgegebenen Pulsenergie als augensicher gilt .

Des Weiteren ist eine Rechen- und Auswerteeinheit 7 vorhanden, die eingangsseitig mit dem Empfänger 4 in Verbindung steht. Die Rechen- und Auswerteeinheit 7 bildet aus dem Laserecho ein Empfangssignal und bestimmt hieraus einen Empfangszeitpunkt, mit dem in Kenntnis des Abstrahlzeitpunktes und der Lichtgeschwindigkeit die Entfernung des angemessenen Zieles 3 bestimmt wird.

Gemäß der in Fig. 1 dargestellten Prinzipskizze weist der Laserentfernungsmesser grundsätzlich drei voneinander getrennte Kanäle, nämlich zwei Sendekanäle und einen Empfangskanal, auf.

Besonders vorteilhaft ist jedoch eine Ausführung gemäß Fig. 2, bei der der Sendekanal des Diodenlasers in den Empfangskanal integriert ist.

Die Darstellung in Fig. 2 wurde auf diese Besonderheit reduziert und zum besseren Verständnis perspektivisch ausgeführt, das heißt dass der Festkörperlaser mit der ersten Sendeoptik 2 nicht dargestellt ist.

Wie bei einer getrennten Ausführung der Kanäle ist der Empfänger 4 auf der optischen Achse A3 der Empfangsoptik 5 in dessen Brennebene angeordnet.

Um den Entfernungsmesser zu einer Visierlinie hin auszurichten, ist dem Empfänger 4 ein Strahlteiler vorgeordnet, sodass eine zur ersten Brennebene konjugierte zweite Brennebene entsteht, in der eine Punktstrahlungsquelle angeordnet ist, die eine sichtbare Punktstrahlung in Richtung der optischen Achse A3 der Empfangsoptik 5 aussendet.

Die Anordnung der Punktstrahlungsquelle und des Strahlteilers im Empfangskanal sind wie erwähnt üblich, aber für einen erfindungsgemäßen Entfernungsmesser nicht zwingend erforderlich.

Der Sendekanal der zweiten Laserstrahlungsquelle 8, hier eines Diodenlasers mit einer FAC-Optik, ist in den Empfangskanal integriert, indem die Hauptebene der FAC-Optik des Diodenlasers an einem außeraxialen Punkt in einer Brennebene der Empfangsoptik 5 angeordnet ist und das Sendestrahlenbündel über einen optischen Keil 10 in einem schmalen Streifen 12 durch die Empfangsoptik 5 geführt wird.

Eine FAC-Optik (fast - axis - Kollimationsoptik) ist in der Regel eine Zylinderlinse, welche die Abstrahldivergenz der sogenannten "fast axis" des Diodenlasers verringert.

Damit stellt die Empfangsoptik 5 im Bereich des Streifens 12 die zweite Sendeoptik 9 dar, sodass die optischen Achsen A2 und A3 zusammenfallen, wobei das Sendestrahlenbündel und das Empfangsstrahlenbündel über unterschiedliche Bereiche der Empfangsoptik 5 geführt werden.

Indem das Sendestrahlenbündel über einen nur schmalen Streifen 12 der eigentlichen Empfangsoptik 5 geführt wird, wird die Eintrittspupille des Empfängers 4, die durch die Eintrittsfläche der Empfangsoptik 5 bestimmt ist, nur geringfügig eingeschränkt. Das Laserecho wird aufgrund des prozentual nur geringen Flächenanteils des Streifens 12 an der Eintrittsfläche nur unmerklich geringer.

Bei der Darstellung in Fig. 2 stellt der Streifen 12 vorteilhaft einen Randstreifen dar. Er kann sich jedoch an beliebiger Stelle auf der Empfangsoptik 5 befinden.

Zur einfachen Erläuterung des Verlaufes und der Formung des Sendestrahlenbündels des Diodenlasers, soll der wirksame optische Aufbau zuerst entgegen der Abstrahlrichtung und anhand eines einfallenden Strahlenbündels an Fig. 2 erläutert werden.

Der Empfangsoptik 5 ist entlang des Streifens 12, der für den Durchtritt des Sendestrahlenbündels vorgesehen ist, ein optischer Keil 10 gleicher Grundfläche wie der Streifen 12 nachgeordnet.

Dieser Keil 10 weist einen von der Brennweite der Empfangsoptik 5 und dem Abstand des Streifens 12 zur optischen Achse A3 vorgegebenen Keilwinkel auf, sodass der auf ihn auftreffende Anteil eines durch die Empfangsoptik 5 einfallenden Strahlenbündels so umgelenkt wird, dass dieses nach Ablenkung über den Umlenkspiegel 11 in einen außeraxialen Punkt einer zur eigentlichen Brennebene der Empfangsoptik 5 konjugierten dritten Brennebene abgebildet wird. In dieser dritten konjugierten Brennebene ist die Hauptebene der FAC-Optik des Diodenlasers angeordnet.

Der Umlenkspiegel 11 ist außerhalb des vom optischen Keil 10 unbeeinflussten Anteils des in den Brennpunkt der eigentlichen Brennebene der Empfangsoptik 5 fokussierten einfallenden Strahlenbündels angeordnet.

Die Anordnung eines Umlenkspiegels 11 ist von Vorteil, da mit ihm eine zur eigentlichen Brennebene konjugierte dritte Brennebene an einem günstigen Ort zur Montage des Diodenlases, z.B. von außen zugänglich im Gehäuse des Laserentfernungsmessers und möglichst weit entfernt vom störempfindlichen Empfänger 4, erzeugt wird. Prinzipiell könnte der Diodenlaser auch in der eigentlichen Brennebene angeordnet werden, wobei dann das Sendestrahlenbündel an dem Strahlteiler vorbei geführt werden muss.

Anstelle eines optischen Keils 10 kann auch ein anderes optisch umlenkendes Element verwendet werden, wie z.B. ein Umlenkspiegel oder ein diffraktives Element. Beschreibt man den Aufbau korrekterweise in Richtung der Sendestrahlung, so ist die Hauptebene der FAC-Optik, die als sekundär emittierende Fläche des Diodenlasers

wirkt, in einer zur Brennebene konjugierten dritten Brennebene der Empfangsoptik 5 angeordnet. Die FAC-Optik, in deren Brennebene die emittierende Fläche des Diodenlasers liegt, lässt die nur geringe Abstrahldivergenz der „slow axis“ des Diodenlasers unbeeinflusst und verringert die hohe Abstrahldivergenz der „fast axis“ des Diodenlasers so stark, dass der optische Keil 10 optimal ausgeleuchtet wird. Die als Sekundärstrahler wirkende ausgeleuchtete Fläche der FAC-Optik formt über die Abbildung durch die Empfangsoptik 5 die Messdivergenz des Diodenlasers. Durch eine geeignete Auswahl der Brennweite der FAC-Optik kann die als Sekundärstrahler ausgeleuchtete Fläche in ihrer Größe so verändert werden, dass eine gewünschte Messdivergenz eingestellt werden kann.

Die Achse des Sendestrahlenbündels verläuft nach Umlenkung durch den Umlenkspiegel 11, den optischen Keil 10 und die Empfangsoptik 5, parallel zur optischen Achse A3 der Empfangsoptik 5.

Die aufgezeigte vorteilhafte Ausführung, in der der Sendekanal des Diodenlasers in dem Empfangskanal integriert ist, womit die Empfangsoptik 5 und die zweite Sendeoptik 9 durch dieselbe Optik gebildet werden, erlaubt es den Entfernungsmesser gegenüber einer dreikanaligen Ausführung noch kleiner, leichter und kompakter zu gestalten.

Erfindungsgemäß erfolgt ein erstes Anmessen mit einem Laserpuls des Diodenlasers.

Selbst bei einem sehr nahen, hochreflektierenden Ziel 3 liegt das Laserecho immer unterhalb der Zerstörungsschwelle des Empfängers 4.

Mit größerer Entfernung und/oder geringerer Reflektivität eines Zieles 3 wird das Laserecho und insbesondere dessen, für die Signalauswertung wichtige Impulsspitzenleistung geringer.

Es kommt dazu, dass aus einem Empfangssignal ein Empfangszeitpunkt nicht mehr ermittelt werden kann, womit keine Messung mehr möglich ist.

Indem in der Rechen- und Auswerteeinheit 7 Empfangssignale, gebildet durch mehrere Laserechos, akkumuliert werden, kann die Reichweite des Diodenlasers vorteilhaft erhöht werden. Erst wenn auch hiermit kein auswertbares Signal gebildet werden kann, das heißt ein Empfangszeitpunkt nicht ableitbar ist, muss für weiter reichende Messungen der Festkörperlaser aktiviert werden.

Zu diesem Zweck ist die Rechen- und Auswerteeinheit 7 ausgangsseitig mit einer Steuereinheit 6 verbunden, die zur Ansteuerung der beiden Laserstrahlungsquellen 1 und 8 mit diesen über eine Signalleitung verbunden ist.

Den Festkörperlaser erst dann zu nutzen, wenn der Diodenlaser nicht mehr ausreichend ist, hat insbesondere den Vorteil, dass die hohe Pulsenergie des Festkörperlasers nur dann abgerufen wird, wenn sie auch tatsächlich nötig ist. Der Laserentfernungsmesser arbeitet somit insbesondere elektrisch energieeffizienter als vergleichbare; aus dem Stand der Technik bekannte Laserentfernungsmesser.

Für militärische Zwecke, für die ein erfindungsgemäßer Entfernungsmesser sowie ein erfindungsgemäßes Messverfahren vorteilhaft einsetzbar sind, ist es darüber hinaus sehr von Vorteil, wenn die Messungen mit einer möglichst geringen Pulsenergie erfolgen, denn umso geringer ist dann auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Messstrahlung durch Dritte detektiert wird. Vorteilhaft ist es auch gerade für diese Anwendung, einen batteriebetriebenen Laserentfernungsmesser mit einem nur geringen Energieverbrauch zu haben, wodurch vergleichsweise dessen Einsatzdauer erhöht werden kann bzw. durch eine kleinere Ausführung der Batterie der Laserentfernungsmesser kleiner und leichter gestaltet werden kann.

Auch ist es hierfür von besonderem Vorteil, wenn der Entfernungsmesser mechanisch stabil, ohne bewegliche Bauteile wie schaltbare Filter, ausgeführt ist, sowie eine nur kurze Messzeit benötigt.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | erste Laserstrahlungsquelle |
| 2 | erste Sendeoptik |
| 3 | Ziel |
| 4 | optoelektronischer Empfänger |
| 5 | Empfangsoptik |
| 6 | Steuereinheit |
| 7 | Rechen- und Auswerteeinheit |
| 8 | zweite Laserstrahlungsquelle |
| 9 | zweite Sendeoptik |
| 10 | optischer Keil |
| 11 | Umlenkspiegel |
| 12 | Streifen |
| | |
| A1 | optische Achse der ersten Sendeoptik |
| A2 | optische Achse der zweiten Sendeoptik |
| A3 | optische Achse der Empfangsoptik |

Patentansprüche

1. Laserentfernungsmesser, nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung arbeitend, mit einer ersten Laserstrahlungsquelle (1), die Laserpulse einer vorgegebenen Pulsenergie aussendet, einer ersten Sendeoptik (2) mit einer optischen Achse (A1), in deren Richtung die Laserpulse auf ein entferntes Ziel (3) gerichtet werden, einem optoelektronischen Empfänger (4), der im Brennpunkt einer Empfangsoptik (5) steht, über die ein am Ziel (3) reflektierter Strahlungsenergieanteil eines Laserpulses, nachfolgend Laserecho genannt, auf den Empfänger (4) geführt wird, sowie einer mit der ersten Laserstrahlungsquelle (1) verbundenen Steuereinheit (6) und einer mit dem Empfänger (4) und der Steuereinheit (6) in Verbindung stehenden Rechen- und Auswerteeinheit (7) zum Auswerten von aus den Laserechos abgeleiteten Empfangssignalen, indem aus den Empfangssignalen Empfangszeitpunkte ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet,
dass eine ebenfalls mit der Steuereinheit (6) verbundene zweite Laserstrahlungsquelle (8) vorhanden ist, die Laserpulse mit einer geringeren Pulsenergie aussendet als die erste Laserstrahlungsquelle (1), und der zweiten Laserstrahlungsquelle (8) eine zweite Sendeoptik (9) vorgeordnet ist, deren optische Achse (A2) parallel zur optischen Achse (A1) der ersten Sendeoptik (2) ausgerichtet ist und
dass die Steuereinheit (6) so ausgelegt ist, dass die erste Laserstrahlungsquelle (1) gegebenenfalls dann angesteuert wird, wenn Empfangssignale, hervorgerufen durch Laserpulse der zweiten Laserstrahlungsquelle (8), nicht auswertbar sind.
2. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Laserstrahlungsquelle (1) ein Festkörperlaser und die zweite Laserstrahlungsquelle (8) ein Diodenlaser ist.

3. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Laserstrahlungsquellen (1), (8) Laserpulse im gleichen Wellenlängenbereich aussenden.
4. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Divergenz der ersten Sendeoptik (2), welche dem Festkörperlaser vorgeordnet ist, geringer ist als die Divergenz der zweiten Sendeoptik (9), welche dem Diodenlaser vorgeordnet ist.
5. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Sendeoptik (9) und die Empfangsoptik (5) durch dieselbe Optik gebildet sind, indem der Empfangsoptik (5) zum Empfänger (4) hin ein streifenförmiges, optisch ablenkendes Element nachgeordnet ist, das einen Teil der Eintrittsöffnung der Empfangsoptik (5) abdeckt, wodurch ein Teil eines einfallenden Strahlenbündels in einen außeraxialen Punkt einer Brennebene der Empfängeroptik (5) abgebildet wird, in dem der Diodenlaser angeordnet ist.
6. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Diodenlaser eine FAC-Optik aufweist und die Hauptebene der FAC-Optik in der Brennebene der Empfangsoptik (5) steht.
7. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem ablenkenden Element ein Umlenkspiegel (11) nachgeordnet ist, womit eine zur eigentlichen Brennebene der Empfangsoptik (5) konjugierte, weitere Brennebene gebildet wird.
8. Laserentfernungsmesser nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Element ein optischer Keil (10) ist.

9. Verfahren zur Messung der Entfernung eines Zieles (3) nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung, mit einem Laserentfernungsmesser gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- Anvisieren eines Zieles (3) und Aussenden wenigstens eines Laserpulses mit einer vorgegebenen geringeren Pulsenergie durch die zweite Laserstrahlungsquelle (8),
 - Empfangen eines Laserechos und Bilden eines Empfangssignals aus dem Laserecho,
 - Ermitteln des Empfangszeitpunktes aus dem Empfangssignal,
 - Aussenden eines weiteren Laserpulses mit einer höheren Pulsenergie durch die erste Laserstrahlungsquelle (1), wenn kein Empfangssignal gebildet wird oder aus dem Empfangssignal kein Empfangszeitpunkt ermittelt werden kann,
 - Ermitteln der Entfernung des angemessenen Zieles aus dem Empfangszeitpunkt, der Kenntnis des Abstrahlzeitpunktes und der Lichtgeschwindigkeit.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserpulse der höheren Pulsenergie durch einen Festkörperlaser und die Laserpulse geringerer Pulsenergie durch einen Diodenlaser gebildet werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Laserpulse geringerer Pulsenergie auf ein Ziel (3) gerichtet werden und die einzelnen Empfangssignale akkumuliert werden, um ein auswertbares Signal zu erhalten.

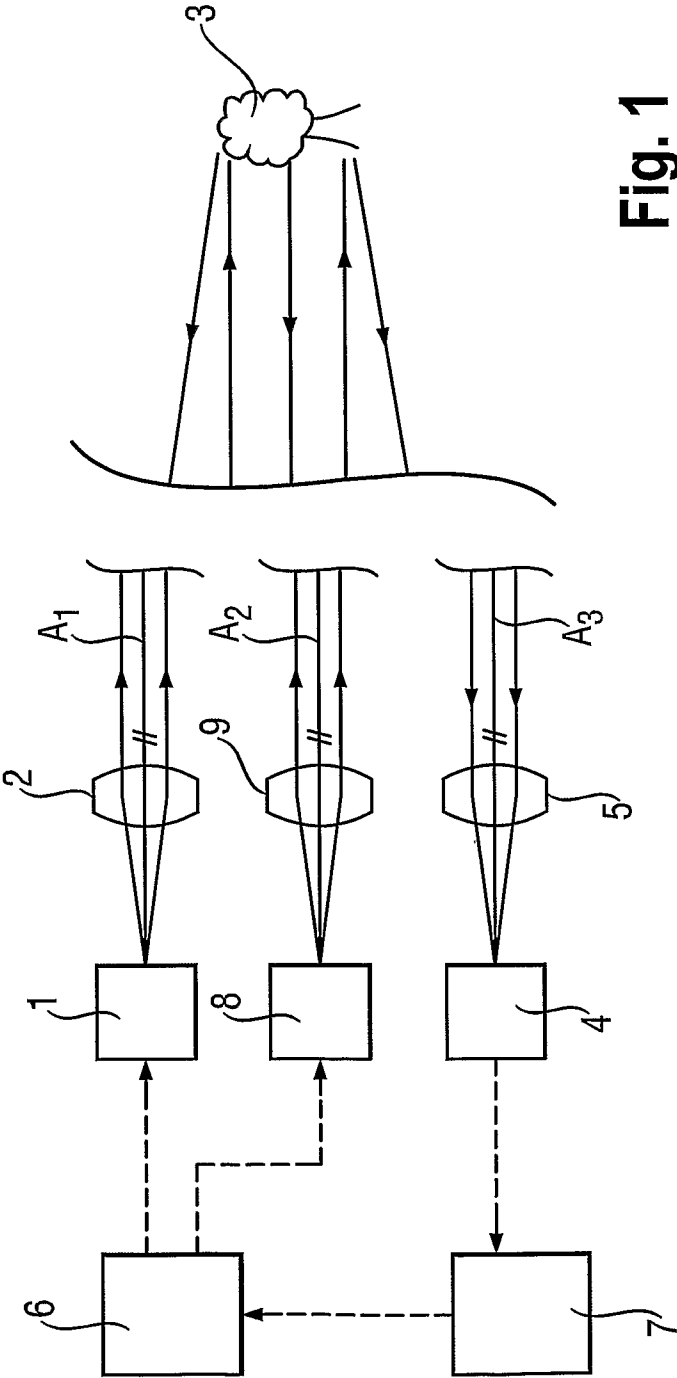


Fig. 1

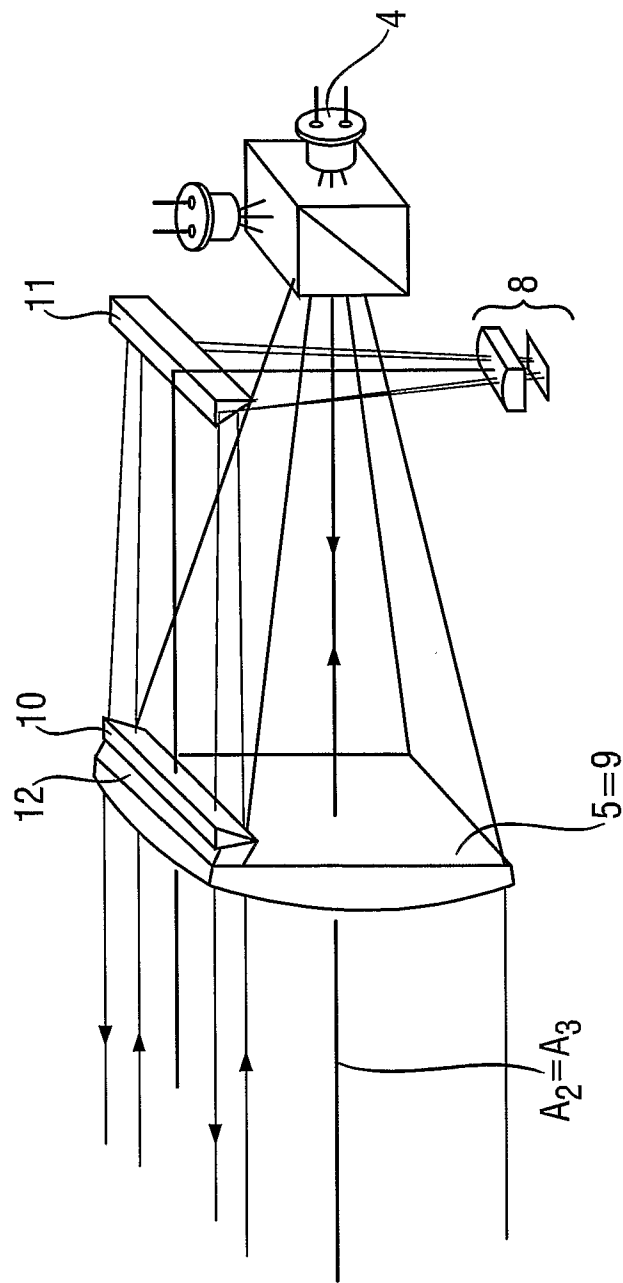


Fig. 2