

(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
18. März 2021 (18.03.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/047846 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/481 (2006.01) G02B 5/09 (2006.01)
G02B 26/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/072529

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. August 2020 (11.08.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
19196895.7 12. September 2019 (12.09.2019) EP

(71) Anmelder: RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS GMBH [AT/AT]; Riedenburgstraße 48, 3580 Horn (AT).

(72) Erfinder: REICHERT, Rainer; Hoyosgasse 18, 3580 Horn (AT). RIEGER, Peter; Hauptstrasse 1, 3824 Grossau (AT). PFENNIGBAUER, Martin; Frauentorgasse 42, 3430 Tulln (AT). RIEGL, Johannes; Trabenreith 35, 3754 Trabenreith (AT).

(74) Anwalt: WEISER & VOITH Patentanwälte Partnerschaft; Kopfgasse 7, 1130 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,

(54) Title: LASER SCANNER

(54) Bezeichnung: LASERSCANNER

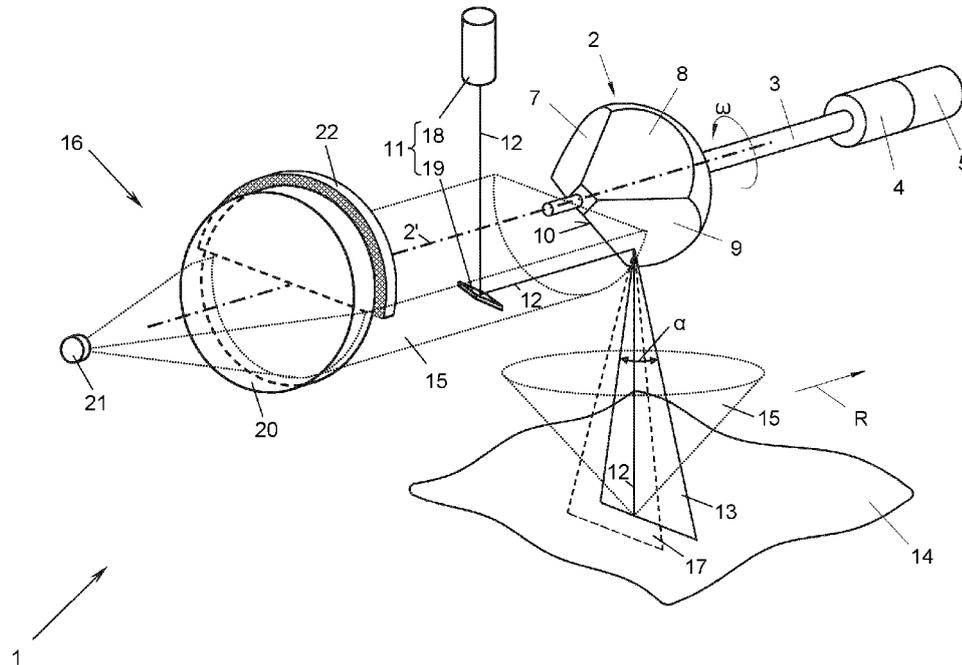


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a laser scanner (1), comprising a housing (23), a laser transmitter (11) having a transmission aperture (S) for a transmission beam (12), a laser receiver (16) for a reception beam (15), and a beam-deflecting apparatus in the form of a mirror pyramid (2), the pyramid axis of which forms the axis of rotation (21) thereof and the pyramid sides of which each from a mirror facet (7-10), wherein the laser transmitter (11) and the laser receiver (16) are each directed at the mirror pyramid parallel to the axis of rotation (21) of the mirror pyramid (2), the laser receiver (16) has at least one converging lens (20) arranged downstream of the mirror pyramid (2) in the reception beam path, and the converging lens (20), viewed in the direction of the axis of rotation (21), is, in its region of overlap with the mirror facets (7-10), at least as large, in area comparison, as twice the largest of all the mirror facets



WO 2021/047846 A1

RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(7-10) observed in the direction of axis of rotation (21).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen LaserScanner (1) mit einem Gehäuse (23), einem Lasersender (11) mit einer Sendeapertur (S) für einen Sendestrahl (12), einem Laserempfänger (16) für einen Empfangsstrahl (15) und einer Strahlableitvorrichtung in Form einer Spiegelpyramide (2), deren Pyramidenachse ihre Drehachse (21) und deren Pyramidenflächen jeweils eine Spiegelfacetten (7 - 10) bilden, wobei der Lasersender (11) und der Laserempfänger (16) jeweils parallel zur Drehachse (21) der Spiegelpyramide (2) auf diese gerichtet sind, der Laserempfänger (16) zumindest eine der Spiegelfacetten (7 - 10) im Empfangsstrahlengang nachgeordnete Sammellinse (20) aufweist und die Sammellinse (20) in Richtung der Drehachse (21) gesehen in ihrem Überlappungsbereich mit den Spiegelfacetten (7 - 10) im Flächenvergleich zumindest so groß wie das Doppelte der größten aller in Richtung der Drehachse (21) betrachteten Spiegelfacetten (7 - 10) ist.

Laserscanner

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Laserscanner mit einem Gehäuse, einem Lasersender mit einer Sendeapertur zum
5 Aussenden eines Sendestrahls, einem Laserempfänger mit einer Empfangsapertur zum Empfangen des von einer Umgebung reflektierten Sendestrahls als Empfangsstrahl und einer Strahlableit-
einrichtung im Strahlengang der Sende- und Empfangsstrahlen in Form einer auf einer drehbaren Welle montierten Spiegelpyrami-
10 de, deren Pyramidenachse die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramidenseiten jeweils eine Spiegelfacette bilden, wobei der Lasersender und der Laserempfänger jeweils im wesentlichen parallel zur Drehachse der Spiegelpyramide auf diese gerichtet sind.

15 Derartige Laserscanner sind beispielsweise aus der EP 2 622 364 A1 oder der EP 3 182 159 A1 bekannt. Der axialparallel auf die sich drehende Spiegelpyramide gerichtete Sendestrahl wird von dieser periodisch über einen Abtastwinkelbereich verschwenkt, und der umgebungsreflektierte Empfangsstrahl wird auf
20 demselben Wege zurückempfangen, d.h. die momentan zum Aussenden verwendete Spiegelfacette wird gleichzeitig zum Umlenken des aus derselben Richtung empfangenen Empfangsstrahls auf den Laserempfänger verwendet.

Nach dem Stand der Technik (z.B. EP 2 293 013 A1) ist die
25 kreisrunde Empfangsapertur des Laserempfängers kleiner als ein Inkreis einer in Richtung der Drehachse betrachteten „aktiven“ Spiegelfacette. Die aktive Spiegelfacette des Laserscanners ist dabei jeweils jene, über welche der Sendestrahl in seine Abtastrichtung abgelenkt wird, denn aus dieser Richtung wird auch
30 der reflektierte Empfangsstrahl zurückempfangen und von der aktiven Spiegelfacette wieder zum Empfänger rückgeführt. Bei Drehung der Spiegelfacette wandert der Empfangsaperturkreis über die Kante zwischen zwei Spiegelfacetten und wird dadurch fortschreitend angeschnitten bzw. sein auf der aktiven Spiegelfa-
35 cette liegenden Teil fortschreitend reduziert, was zu periodi-

schen, winkelabhängigen Empfangsempfindlichkeitseinbußen des Laserscanners führt.

Die CN 207020306U zeigt einen Laserscanner gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die die Empfangsapertur bestimmende
5 Sammellinse ist hier zwar etwas größer als eine Spiegelfacette, jedoch treten bei Drehung der Spiegelpyramide derselbe Anschneideeffekt und damit dieselben periodischen Empfindlichkeitseinbußen auf wie bei dem Laserscanner der EP 2 293 013 A1.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, einen Laserscanner mit
10 verbesserter Empfangsempfindlichkeit und damit größerer Reichweite zu schaffen.

Dieses Ziel wird mit einem Laserscanner mit einem Gehäuse, einem Lasersender mit einer Sendeapertur zum Aussenden eines Sendestrahls, einem Laserempfänger zum Empfangen des von einer
15 Umgebung reflektierten Sendestrahls als Empfangsstrahl und einer Strahlableitrichtung im Strahlengang der Sende- und Empfangsstrahlen in Form einer auf einer drehbaren Welle montierten Spiegelpyramide erreicht, deren Pyramidenachse die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramidenseiten jeweils eine Spiegelfacette bilden, wobei der Lasersender und der Laserempfänger
20 jeweils im wesentlichen parallel zur Drehachse der Spiegelpyramide auf diese gerichtet sind, der Laserempfänger zumindest eine der Spiegelpyramide im Empfangsstrahlengang nachgeordnete Sammellinse aufweist und die Sammellinse in Richtung der Drehachse gesehen in ihrem Überlappungsbereich mit den Spiegelfacetten im Flächenvergleich zumindest so groß wie das Doppelte der größten aller in Richtung der Drehachse betrachteten Spiegelfacetten ist.

In Abkehr von den bekannten Lösungen wird nicht mehr die
30 Empfangsapertur in die Spiegelfacette „eingepasst“, sondern umgekehrt die Spiegelfacette in die Empfangsapertur. Da die Empfangsapertur erfindungsgemäß größer als die Spiegelfacette ist, wird so - zunächst einmal zumindest rund um die Mittellage des Sendestrahls auf der aktiven Spiegelfacette - diese zur
35 Gänze für den Empfang ausgenützt.

Wenn die Spiegelpyramide mit Pyramidenseiten unterschiedlicher Neigung ausgestattet ist, u.zw. um Sendestrahlen in mehreren voneinander divergierenden Abtastfächern auszusenden, können die Spiegelfacetten in Richtung der Drehachse betrachtet
5 unterschiedliche Größen haben. Dazu ist die Empfangsapertur in Richtung der Drehachse gesehen größer als die größte aller in Richtung der Drehachse betrachteten Spiegelfacetten, um den genannten Effekt in allen Abtastfächern zu erzielen.

Gemäß der Erfindung ist die Sammellinse in ihrem Überlappungsbereich mit den Spiegelfacetten im Flächenvergleich in
10 Richtung der Drehachse gesehen zumindest so groß wie das Doppelte der größten aller in Richtung der Drehachse betrachteten Spiegelfacetten. Dadurch wird auch bei einem kleindurchmessrigen Sendestrahle, d.h. dessen Sendeapertur klein ist im Verhältnis zur jeweils aktiven Spiegelfacette, erreicht, dass diese
15 über ihren gesamten Bewegungsweg, über den sie vom Sendestrahle getroffen wird, in Drehachsenrichtung betrachtet innerhalb der Empfangsapertur liegt. So wird die gesamte aktive Spiegelfacette für den Rückempfang des Empfangsstrahls während der gesamten
20 Ablenkbewegung des Sendestrahls ausgenützt und dadurch die Empfangsempfindlichkeit des Laserscanners optimiert.

Gemäß einem bevorzugten Merkmal der Erfindung wird die Empfangsapertur jedoch wiederum auch nicht so groß gemacht, dass sie unnötig Lichtanteile von nicht-aktiven Spiegelfacetten
25 mitempfängt. Bevorzugt ist daher die Sammellinse in Richtung der Drehachse gesehen in ihrem Überlappungsbereich mit den Spiegelfacetten im Flächenvergleich annähernd so groß wie das Doppelte der größten aller in Richtung der Drehachse betrachteten Spiegelfacetten. Dies optimiert die Empfangsempfindlichkeit
30 unter größtmöglicher Unterdrückung von Störreflexionen.

Besonders günstig ist es, wenn die Sammellinse durch eine in Richtung der Drehachse gesehen annähernd kreisförmige Sammellinse, deren optische Achse in der Drehachse liegt, und eine der Sammellinse vorgesezte Blende gebildet ist. Dies ergibt
35 einen sehr einfachen, symmetrischen Aufbau, bei dem eine groß-

durchmessrige Sammellinse in Drehachsenrichtung gesehen gleichsam deckungsgleich über der Spiegelpyramide liegt, während die Blende zur Ausblendung der Störreflexionen von nicht-aktiven Spiegelfacetten dient. Beispielsweise hat, wenn die Spiegelpyramide vier Spiegelfacetten hat, die Blende in Richtung der Drehachse gesehen bevorzugt Halbkreisform und blendet somit jeweils zwei nicht-aktive Spiegelfacetten aus.

Alternativ könnte statt der Verwendung einer Blende für eine kreisförmige Sammellinse auch gleich eine in Richtung der Drehachse gesehen annähernd kreissektorförmige Sammellinse verwendet werden, deren optische Achse in der Drehachse liegt, insbesondere - für eine Spiegelpyramide mit vier Spiegelfacetten - eine halbkreisförmige Sammellinse.

Bevorzugt hat dabei der Laserempfänger ein im Brennpunkt der Sammellinse angeordnetes Empfangselement, besonders bevorzugt in Form eines Photomultipliers oder einer Lawinenphotodiode. Dieser Aufbau gewährleistet eine hohe Empfangsempfindlichkeit bei gleichzeitig großer Apertur des Laserempfängers.

Der Lasersender könnte direkt im Empfangsstrahlengang zwischen Spiegelpyramide und Laserempfänger liegen, z.B. wenn er ein sehr kleiner Halbleiterlaser ist, der die Empfangsapertur nur geringfügig abdeckt. Bevorzugt weist jedoch der Lasersender einen im Empfangsstrahlengang zwischen Spiegelpyramide und Laserempfänger liegenden Umlenkspiegel und einen auf den Umlenkspiegel gerichteten Laser auf, welcher außerhalb des Empfangsstrahlengangs liegt, um die Empfangsapertur möglichst wenig abzuschatten.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Merkmal der Erfindung ist der Lasersender auf den pyramidenbasisseitigen Randbereich der Spiegelpyramide gerichtet. Dadurch wird der ausnützbare Bewegungsweg der aktiven Spiegelfacetten, d.h. ihr Drehwinkel um die Drehachse der Spiegelpyramide, erhöht. Denn aufgrund der endlichen, nicht-punktförmigen Sendeapertur des Lasersenders ist der Sendestrahle nur über jenen Winkelbereich der Drehbewegung der aktiven Spiegelfacetten ausnützbar, in dem er zur Gänze oder

weitgehend zur Gänze auf dieser liegt, da sonst eine benachbar-
te Spiegelfacette mitgetroffen und der Sendestrahl dadurch
gleichzeitig auch in eine andere, unerwünschte Richtung abge-
lenkt wird. Durch Verlagern des Sendestrahls auf den Randbe-
reich der aktiven Spiegelfacette wird dessen ausnützbarer Dreh-
5 winkelbereich für das Aussenden des Sendestrahls maximiert.

Bevorzugt ist demgemäß der Durchmesser der Sendeapertur
des Lasersenders auf Höhe einer Spiegelfacette kleiner als ein
Viertel, besonders bevorzugt kleiner als ein Achtel, der Um-
fangserstreckung dieser Spiegelfacette im genannten Randbe-
reich.
10

Ein weiterer Vorteil des randseitigen Bestrahlens der
Spiegelpyramide mit dem Lasersender ergibt sich im Zusammenhang
mit einem Austrittsfenster des Gehäuses für den Durchtritt der
15 Sende- und Empfangsstrahlen. Insbesondere wenn das Gehäuse ein
auf den Umfang der Spiegelpyramide gerichtetes Fenster aus
transparentem Material für den Durchtritt der Sende- und Emp-
fangsstrahlen aufweist, welches in Umfangsrichtung der Spiegel-
pyramide gesehen in zumindest drei zueinander abgewinkelte Ab-
schnitte unterteilt ist, hat der mittlere Abschnitt bevorzugt
20 mindestens eine solche Länge, dass der von der Spiegelpyramide
abgelenkte Sendestrahl ausschließlich durch den mittleren Ab-
schnitt hindurchtritt. Dadurch kann verhindert werden, dass der
Sendestrahl von den Knicken des Glasfensters unkontrolliert
25 bzw. unerwünscht gebrochen wird. In Verbindung mit der genann-
ten vorteilhaften randseitigen Anstrahlung der Spiegelpyramide
durch den Lasersender, welche den Abstrahlpunkt des Sende-
strahls auf der aktiven Spiegelfacette dem dazu tangential lie-
genden Glasfenster näher bringt, kann dieser Mittelabschnitt
30 besonders kurz gehalten werden, was eine besonders kompakte
Bauweise des Laserscanners ermöglicht.

In jeder dieser Ausführungsformen kann die Spiegelpyramide
regelmäßig sein, um den Sendestrahl in Form eines einzigen Ab-
tastfächers auszusenden, oder wie erörtert zumindest zwei Pyra-
midenseiten der Spiegelpyramide können unterschiedliche Neigung
35

haben, um den Sendestrahl in zumindest zwei unterschiedlichen Abtastfächern auszusenden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den
5 Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 den Laserscanner der Erfindung ohne Gehäuse in einer schematischen Perspektivansicht;

Fig. 2 den Laserscanner von Fig. 1 in einem Blockschaltbild mit schematisch eingezeichneten Strahlverläufen; und

10 die Fig. 3a - 3c die Spiegelpyramide und das Gehäusefenster des Laserscanners der Fig. 1 und 2 in drei verschiedenen Drehstellungen der Spiegelpyramide, u.zw. jeweils in Relation zu den Sende- und Empfangsaperturen von Lasersender und -empfänger in einer Draufsicht auf die Spiegelpyramide in Richtung
15 ihrer Drehachse.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Laserscanner 1, der eine Spiegelpyramide 2 umfasst, welche auf einer Welle 3 montiert ist und von einem Motor 4 gedreht wird. An den Motor 4 ist ein Drehwinkelkodierer bzw. -sensor 5 angeflanscht, welcher die aktuelle
20 Stellung der Spiegelpyramide 2 misst bzw. kodiert und an eine Elektronikeinheit 6 (Fig. 2) signalisiert.

Die Spiegelpyramide 2 hat die Form einer vierseitigen Pyramide, deren Pyramidenachse 2' ihre Drehachse ist. Die zur Drehachse 2' geneigten Pyramidenseiten 7 - 10 bilden die Spiegelfacetten der Spiegelpyramide 2.
25

Es versteht sich, dass in der vorliegenden Beschreibung unter dem Begriff „Pyramidenform“ bzw. „Spiegelpyramide“ jede beliebige Art von Pyramide mit beliebiger polygonzugförmiger Grundfläche (Basis) verstanden wird, u.zw. sowohl gerade als
30 auch „schiefe“ Pyramiden (Pyramidenachse nicht senkrecht zur Grundachse), regelmäßige als auch unregelmäßige Pyramiden, spitze oder „stumpfe“ Pyramiden („Pyramidenstumpfe“), sowie auch solche Pyramiden, die an ihrer Spitze und/oder Basis beschnitten sind, wie die in den Fig. 1 und 2 gezeigten Pyrami-

den, deren Basis kreisförmig beschnitten ist, um den Luftwiderstand bei der Drehung zu verringern.

Auf die Spiegelpyramide 2 ist ein Lasersender 11 gerichtet, der einen Sendestrahl 12 auf die Spiegelfacetten 7 - 10 aussendet, u.zw. auf jeweils eine (die „aktive“) Spiegelfacetten 7 - 10 während deren Drehung, so dass der Sendestrahl 12 durch die Drehbewegung der Spiegelpyramide 2 periodisch über einen Abtastwinkel α verschwenkt wird, um einen Abtastfächer 13 zu bilden. Mit dem Abtastfächer 13 kann beispielsweise eine Oberfläche 14 „zeilenweise“ abgetastet werden, wenn der Abtastfächer 13, z.B. der gesamte Laserscanner 1, in einer abtastebenenfremden Richtung R, z.B. normal zum Abtastfächer 13, über die Oberfläche 14 bewegt wird.

Die Reflexionen des Sendestrahls 12 bzw. Abtastfächers 13 von der Oberfläche 14 werden mit einem Laserempfänger 16 detektiert, der diese als Empfangsstrahl 15 - wieder über den Weg der Spiegelpyramide 2 - zurückempfängt, in elektrische Signale umwandelt und der Elektronikeinheit 6 zur Auswertung zuführt. Letztere steuert dazu den Lasersender 11 entsprechend an, z.B. getriggert, gepulst, moduliert usw., wie in der Technik bekannt.

Die hier betrachtete Spiegelpyramide 2 ist von einer speziellen Art, u.zw. hat zumindest eine der Pyramidenseiten 7 - 10 eine andere Neigung gegenüber der Drehachse 2' als die übrigen Pyramidenseiten 7 - 10. Dadurch ergeben sich bei der Drehung der Spiegelpyramide 2 nicht nur ein einziger Abtastfächer 13, sondern je nach Anzahl der Neigungen zwei, drei oder mehr Abtastfächer 13, 17 usw., die voneinander divergieren. Laserscanner dieser Art werden für unterschiedliche Anwendungszwecke benötigt, beispielsweise zur Erfassung von Hinterschneidungen der Oberfläche 14, für Kompensations- oder Differenzmessungen durch zweimaliges Abtasten derselben Oberfläche 14 od.dgl.

Der Lasersender 11 könnte direkt im Strahlengang des Empfangsstrahls 15 zwischen Spiegelpyramide 2 und Laserempfänger 16 liegen, beispielsweise wenn es sich um einen sehr kleinen

Halbleiterlaser handelt. Im gezeigten Beispiel setzt sich der Lasersender 11 jedoch aus einem größeren Laser 18 außerhalb des Empfangsstrahlengangs und einem kleinen Umlenkspiegel 19 zusammen, welcher im Empfangsstrahlengang zwischen Spiegelpyramide 2 und Laserempfänger 16 liegt und den aus dem Laser 18 austretenden Laserstrahl 12 etwa parallel zur Drehachse 2' auf die Spiegelpyramide 2 richtet.

Der Laserempfänger 16 könnte grundsätzlich von jeder in der Technik bekannten Art sein, beispielsweise ein großformatiges fotoempfindliches Element, ein CCD-Chip usw. Im gezeigten Beispiel weist der Laserempfänger 16 (zumindest) eine Sammellinse 20 und ein dieser im Empfangsstrahlengang nachgeordnetes, im Brennpunkt der Sammellinse 20 angeordnetes Empfangselement 21 auf. Das Empfangselement 21 ist hochempfindlich, beispielsweise ein Photomultiplier oder eine Lawinenphotodiode.

Der Sammellinse 20 im Empfangsstrahlengang vorgeordnet ist eine (hier: halbkreisförmige) Blende 22, deren Funktion später noch näher erläutert wird. Die optische Achse der Sammellinse 20 fällt mit der Drehachse 2' der Spiegelpyramide 2 zusammen. Die Größe der Sammellinse 20 in Verbindung mit der Blende 22, d.h. abzüglich ihres von der Blende 22 ausgeblendeten Teils, und die Größe der jeweils aktiven Spiegelfacette 7 - 10, d.h. die kleinere der beiden Größen, bestimmt die Empfangsapertur des Laserempfängers 16. Anstelle der Kombination aus Sammellinse 20 und vorgeordneter Blende 22 könnte auch einfach die Sammellinse 20 beschnitten sein, d.h. der zuvor durch die Blende 22 definierte Teil der Sammellinse 20 „weggeschnitten“ sein, wodurch die Sammellinse 20 Kreissektorform oder (hier:) Halbkreisform hat.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist der Sendestrahl 12 beispielsweise ein gepulster Laserstrahl mit einzelnen Sendeimpulsen, die jeweils zu einem Sendeimpulszeitpunkt $t_{s,n}$ ausgesandt, nach Ablenkung durch die Spiegelpyramide 2 von einem Punkt U_n der Oberfläche 14 reflektiert und nach Rückumlenkung über die Spiegelpyramide 2 im Laserempfänger 16 zu einem Empfangszeitpunkt

$t_{E,n}$ empfangen werden. Aus der Laufzeit $\Delta T_n = t_{E,n} - t_{S,n}$ eines Impulses kann dann anhand der bekannten Beziehung

$$D_n = c \cdot \Delta T_n / 2 = c \cdot (t_{S,n} - t_{E,n}) / 2, \quad (1)$$

5 mit

$t_{S,n}$... Sendezeitpunkt des Sende-Laserimpulses S_n ,
 $t_{E,n}$... Empfangszeitpunkt des Empfangs-Laserimpulses E_n , und
 c Lichtgeschwindigkeit.

10 die Zielentfernung D_n des Laserscanners 1 in der jeweiligen Senderichtung zum Umgebungsziel U_n bestimmt werden.

Fig. 2 zeigt den Laserscanner 1 von Fig. 1 - zweidimensional schematisch vereinfacht - eingebaut in ein Gehäuse 23. Für den Durchtritt der Sende- und Empfangsstrahlen 12, 15 besitzt
 15 das Gehäuse 23 ein Fenster 24 aus transparentem Material, z.B. Kunststoff oder Glas. Das Fenster 24 könnte beispielsweise eine große plane Glasscheibe sein oder Zylindersegmentform haben und sich in Umfangsrichtung U (Fig. 3b) der Spiegelpyramide 2 gesehen über den Abtastwinkel α erstrecken. Da einerseits ein pla-
 20 nes Glasfenster 24 sehr groß sein müsste, um den Abtastwinkel α sowohl für den Sendestrahle 12 als auch den Empfangsstrahl 15 aufzunehmen, und andererseits die Herstellung zylindrisch gekrümmter Glasfenster aufwendig ist, ist das Glasfenster 14 wie
 25 dargestellt aus mehreren planen, zueinander abgewinkelten Abschnitten 25, 26, 27 zusammengesetzt, beispielsweise zusammengeklebt.

In den Fig. 3a - 3c sind drei Drehstellungen einer „aktiven“ Spiegelfacette, das ist jeweils jene Spiegelfacette 7 -
 10, welche gerade vom Sendestrahle 12 getroffen wird, hier die
 30 Spiegelfacette 7 (dünn schraffiert), bezüglich der Auftrefffläche bzw. Sendeapertur S (dick schraffiert) des Lasersenders 11 und der Empfangsapertur E (punktiert) des Laserempfängers 16 gezeigt, und zwar:

- in Fig. 3a jene Winkelstellung der aktiven Spiegelfacette 7, in welcher die Sendeapertur S die Kante 28 zwischen
 35

Spiegelfacette 10 und aktiver Spiegelfacette 7 gerade überschritten hat und somit zur Gänze auf der aktiven Spiegelfacette 7 liegt;

- in Fig. 3b die Mittelstellung, in welcher die aktive Spiegelfacette 7 soweit verdreht wurde, dass die Sendeapertur S in Umfangsrichtung U gesehen in der Mitte der aktiven Spiegelfacette 7 liegt; und

- in Fig. 3c jene Stellung, in welcher die Sendeapertur S gerade noch zur Gänze auf der aktiven Spiegelfacette 7 liegt, d.h. gerade bevor sie die Kante 29 zwischen der aktiven Spiegelfacette 7 und der angrenzenden Spiegelfacette 8 überschreitet und damit diese dann „aktiv“ macht.

Wie ersichtlich ist der Lasersender 11 auf den Randbereich 30 der Spiegelpyramide 2 gerichtet, d.h. der Radialabstand r seines Auftreffpunktes bzw. der Sendeapertur S bezüglich der Drehachse 2' ist so weit maximiert, dass die Sendeapertur S in Radialrichtung gerade noch auf der aktiven Spiegelfacette 7 liegt. Ferner sollte der Durchmesser D_s der Sendeapertur S möglichst klein im Verhältnis zur Umfangserstreckung L_U der aktiven Spiegelfacette 7 im Randbereich 30 sein. Beispielsweise ist der Durchmesser D_s der Sendeapertur S kleiner als ein Viertel, insbesondere kleiner als ein Achtel, der Umfangserstreckung L_U der jeweils aktiven Spiegelfacette 7 - 10 in deren Randbereich 30.

Um zu vermeiden, dass der Sendestrahl 12 während der Abtastbewegung über den Abtastwinkel α einen der Knicke zwischen den Abschnitten 25 und 26 bzw. 26 und 27 überstreicht und dort unregelmäßig gebrochen bzw. versetzt wird, hat der mittlere Abschnitt 26 eine solche Länge L_1 in Umfangsrichtung U der Spiegelpyramide 2 gesehen, dass der von der Spiegelpyramide 2 abgelenkte Sendestrahl 12 ausschließlich durch den mittleren Abschnitt 26 hindurchtritt. Es versteht sich, dass die Länge L_1 dabei vom Abstand der Spiegelpyramide 2 zum mittleren Abschnitt 26, der Neigung der Spiegelfacetten 7 - 10 zur Drehachse 2' und dem Radialabstand r des Auftreffpunktes des Sendestrahls 12 auf

der Spiegelpyramide 2 zur Drehachse 2' abhängt. Je näher das Glasfenster 14 zur Spiegelpyramide 2 liegt und je weiter radial außen der Sendestrahle 12 auf die Spiegelpyramide 2 auftrifft, desto kürzer kann die Länge L_1 des mittleren Abschnitts 26 und damit insgesamt das Glasfenster 14 sein.

Die Längen L_2 der äußeren Abschnitte 25, 27 und deren Winkel β zum mittleren Abschnitt 26 werden möglichst so gewählt, dass der vom Umgebungspunkt U_n diffus, d.h. aufgeweitet, reflektierte Empfangsstrahl 15 die gesamte aktive Spiegelfacetten 7, die gerade vom Sendestrahle 12 getroffen wird, auch noch in den beiden äußersten Endstellungen des Sendestrahls 12 auf der aktiven Spiegelfacetten 7, wie sie in den Fig. 3a und 3c dargestellt sind, treffen kann.

Gemäß den Fig. 3a - 3c ist die Empfangsapertur E (punktiert) des Laserempfängers 16 etwa so groß wie das Doppelte einer der Spiegelfacetten 7 - 10 (dünn schraffiert) in Richtung der Drehachse 2' gesehen, d.h. jeweils in einer Projektion in Richtung der Drehachse 2' auf eine zur Drehachse normale Projektionsebene (hier: die Zeichnungsebene). Wenn die Spiegelfacetten 7 - 10 der Spiegelpyramide 2 unterschiedliche Neigungen haben, um verschiedene Abtastfächer 13, 17 zu erzeugen, sind sie in Richtung der Drehachse 2' betrachtet in der Regel unterschiedlich groß. In diesem Fall ist die Empfangsapertur E des Laserempfängers 16 bevorzugt etwa so groß wie das Doppelte der größten aller in Richtung der Drehachse 2' betrachteten Spiegelfacetten 7 - 10.

Durch die Verwendung einer derart großen Empfangsapertur E kann der Laserempfänger 16 in jeder der in den Fig. 3a - 3c gezeigten Stellungen der Spiegelpyramide 2 jeweils die gesamten von einer aktiven Spiegelfacetten, wie hier der Spiegelfacetten 7, zurückempfangenen und umgelenkten Empfangsstrahlen 15 ausnützen und empfangen. Beispielsweise wird dies durch die in Fig. 1 gezeigte Sammellinse 20 erreicht, die in den Draufsichten der Fig. 3a und 3c jeweils zwei nebeneinanderliegende der Spiegelfacetten 7 - 10 im Wesentlichen überlappt. Dadurch ist

gewährleistet, dass selbst in den beiden Endstellungen der Sendea-
perture S auf der aktiven Spiegelfacette 7 (Fig. 3a und 3c)
jeweils die gesamte Fläche der aktiven Spiegelfacette 7 für den
Empfang des Empfangsstrahls 15 ausgenutzt werden kann, ohne
5 diesen zu beschneiden.

Grundsätzlich könnte die Empfangsapertur E (in Drehachsen-
richtung 2' betrachtet) auch größer als das Doppelte der größ-
ten Spiegelfacette sein, also beispielsweise die gesamte Spie-
gelpyramide 2 abdecken, d.h. die Blende 22 entfallen. Dadurch
10 wird die Empfangsempfindlichkeit des Laserscanners 1 jedoch
nicht weiter erhöht, denn nur Empfangsstrahlen 15, die jeweils
aktive Spiegelfacette 7 treffen und aus der interessierenden
Aussenderichtung des Sendestrahls 12 einfallen, sind Nutzstrah-
len. Eine Vergrößerung der Empfangsapertur E über die in Dreh-
15 achsenrichtung 2' betrachtete Fläche zweier Spiegelfacetten 7 -
10 hinaus, beispielsweise durch Weglassen der Blende 22, ver-
größert daher nicht mehr die Empfangsempfindlichkeit, sondern
kann im Gegenteil zu Einstreuen von Störsignalen in den Laser-
empfänger 16 führen, beispielsweise von internen Reflexionen
20 der Sende- und Empfangsstrahlen 12, 15 im Gehäuse 23, wenn die-
se auf die rückseitigen, nicht-aktiven Spiegelfacetten, das
sind die Spiegelfacetten 8, 9 in Fig. 3a, 9 in Fig. 3b und 9,
10 in Fig. 3c, auftreffen.

Hingegen könnte die Empfangsapertur E auch in einem Be-
25 reich zwischen dem Einfachen der in Drehachsenrichtung 2' be-
trachteten Fläche einer Spiegelfacette 7 - 10 (insbesondere der
größten derselben) und dem genannten Doppelten liegen, mit ent-
sprechender Verringerung der Empfangsempfindlichkeit des Laser-
scanners 1 nahe den Endstellungen der Fig. 3a und 3c, weil dann
30 die Empfangsapertur E nicht mehr die gesamte aktive Spiegelfa-
cette 7 erfassen kann bzw. diese „anschneidet“. Dennoch ergibt
sich auch hier eine Vergrößerung der Empfangsempfindlichkeit
des Laserscanners 1 gegenüber herkömmlichen Laserscannern,
u.zw. zumindest rund um die Mittelstellung von Fig. 3b.

Die Steigerung der Empfangsempfindlichkeit des Laserscanners 1 kann für eine Steigerung seiner Reichweite ausgenutzt werden, sodass auch ferne Umgebungsziele U_n , welche nur schwache Empfangsstrahlen 15 reflektieren, vermessen werden können.

5 Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten, Modifikationen und deren Kombinationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche:

1. Laserscanner (1), mit
einem Gehäuse (23),
5 einem Lasersender (11) mit einer Sendeapertur (S) zum Aus-
senden eines Sendestrahls (12),
einem Laserempfänger (16) zum Empfangen des von einer Um-
gebung (12) reflektierten Sendestrahls (12) als Empfangsstrahl
(15), und
10 einer Strahlableitvorrichtung im Strahlengang der Sende-
und Empfangsstrahlen in Form einer auf einer drehbaren Welle
(3) montierten Spiegelpyramide (2), deren Pyramidenachse die
Drehachse (2') und deren dazu geneigte Pyramidenflächen jeweils
eine Spiegelfacetten (7 - 10) bilden,
15 wobei der Lasersender (11) und der Laserempfänger (16) je-
weils im wesentlichen parallel zur Drehachse (2') der Spiegel-
pyramide (2) auf diese gerichtet sind, und
wobei der Laserempfänger (16) zumindest eine der Spiegel-
pyramide (2) im Empfangsstrahlengang nachgeordnete Sammellinse
20 (20) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sammellinse (20) in Richtung der Drehachse (2')
gesehen in ihrem Überlappungsbereich mit den Spiegelfacetten (7
- 10) im Flächenvergleich zumindest so groß wie das Doppelte
25 der größten aller in Richtung der Drehachse (2') betrachteten
Spiegelfacetten (7 - 10) ist.
2. Laserscanner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Sammellinse (20) in Richtung der Drehachse (2') gese-
hen in ihrem Überlappungsbereich mit den Spiegelfacetten (7 -
30 10) im Flächenvergleich annähernd so groß wie das Doppelte der
größten aller in Richtung der Drehachse (2') betrachteten Spie-
gelfacetten (7 - 10) ist.
3. Laserscanner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeich-
net, dass die Sammellinse durch eine in Richtung der Drehachse
35 (2') gesehen annähernd kreisförmige Sammellinse (20), deren op-

tische Achse in der Drehachse (2') liegt, und eine der Sammellinse (20) vorgesezte Blende (22) gebildet ist.

4. Laserscanner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelpyramide (2) vier Spiegelfacetten (7 - 10) und die Blende (22) in Richtung der Drehachse (2') gesehen Halbkreisform hat.

5. Laserscanner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammellinse durch eine in Richtung der Drehachse (2') gesehen annähernd kissektorförmige Sammellinse (20) gebildet ist, deren optische Achse in der Drehachse (2') liegt.

6. Laserscanner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelpyramide (2) vier Spiegelfacetten (7 - 10) und die Sammellinse (20) in Richtung der Drehachse (2') gesehen Halbkreisform hat.

7. Laserscanner nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserempfänger (16) ein im Brennpunkt der Sammellinse (20) angeordnetes Empfangselement (21) hat, bevorzugt in Form eines Photomultipliers oder einer Lawinenphotodiode.

8. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Lasersender (11) einen im Empfangsstrahlengang zwischen Spiegelpyramide (2) und Laserempfänger (16) liegenden Umlenkspiegel (19) und einen auf den Umlenkspiegel (19) gerichteten Laser (18) aufweist, welcher außerhalb des Empfangsstrahlengangs liegt.

9. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Lasersender (11) auf den pyramidenbassisseitigen Randbereich (30) der Spiegelpyramide (2) gerichtet ist.

10. Laserscanner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (D_S) der Sendeapertur (S) des Lasersenders (11) auf Höhe einer Spiegelfacette (7 - 10) kleiner als ein Viertel, bevorzugt kleiner als ein Achtel, der Umfangserstreckung

ckung (L_U) dieser Spiegelfacette (7 - 10) im genannten Randbereich (30) ist.

11. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (23) ein auf den Umfang der Spiegelpyramide (2) gerichtetes Fenster (24) aus transparentem Material für den Durchtritt der Sende- und Empfangsstrahlen (12, 15) aufweist, welches in Umfangsrichtung (U) der Spiegelpyramide (2) gesehen in zumindest drei zueinander abgewinkelte Abschnitte (25 - 27) unterteilt ist, wobei der mittlere Abschnitt (26) mindestens eine solche Länge (L_1) hat, dass der von der Spiegelpyramide (2) abgelenkte Sendestrahle (12) ausschließlich durch den mittleren Abschnitt (26) hindurchtritt.

12. Laserscanner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Spiegelfacetten (7 - 10) der Spiegelpyramide (2) unterschiedliche Neigung haben.

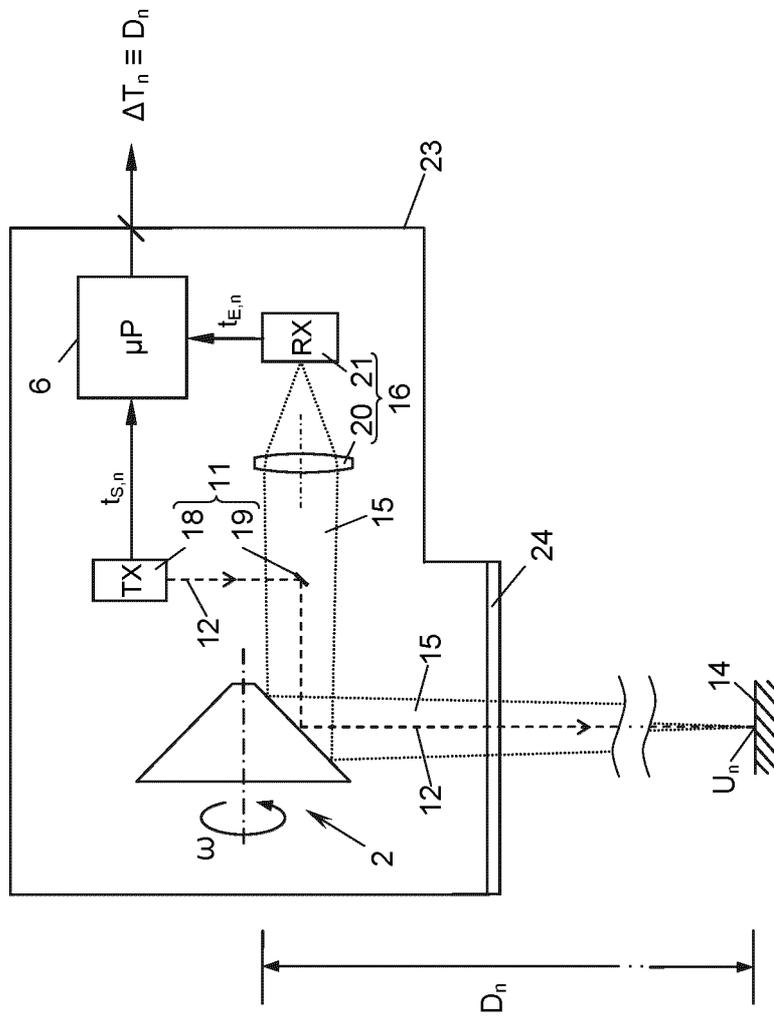


Fig. 2

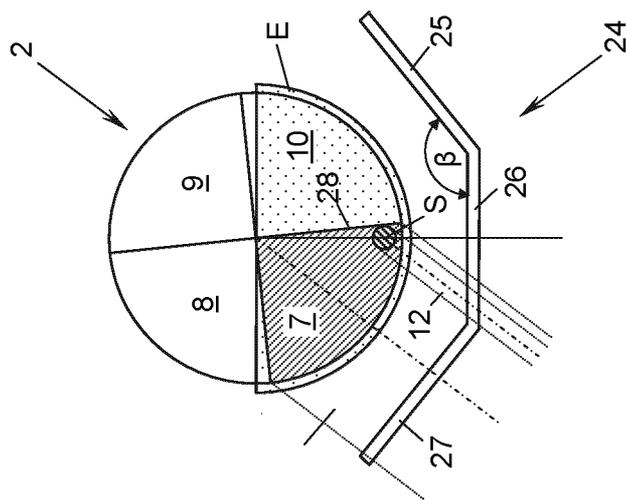
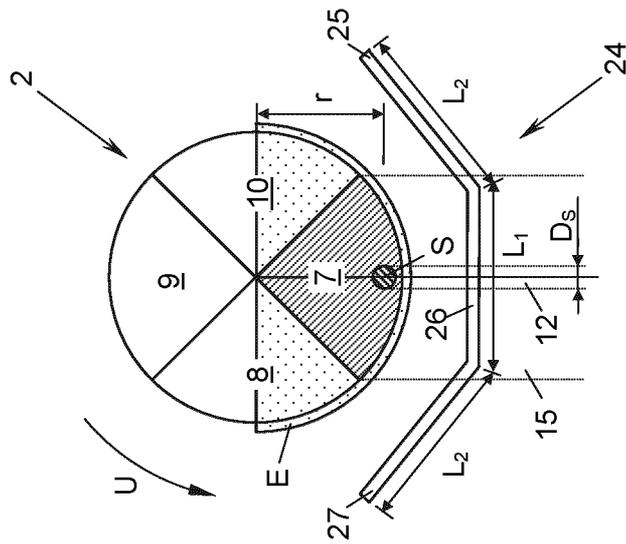
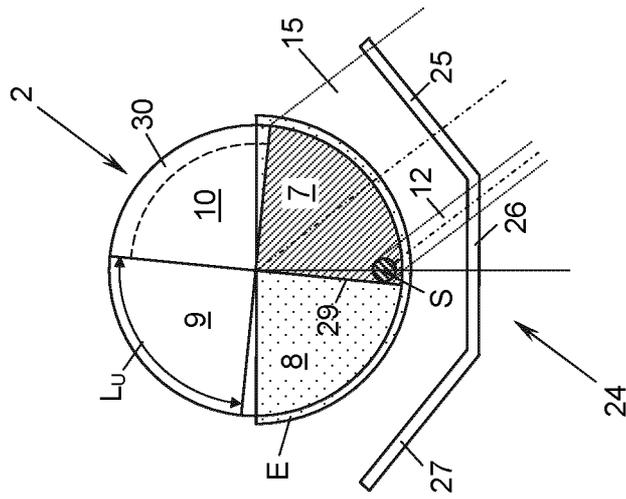


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/072529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 7/481</i> (2006.01)i; <i>G02B 26/12</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/09</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S; G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 207020306 U (EXAMING & EXPERIMENTAL CT ULTRAHIGH VOLTAGE POWER TRANS CO CHINA SOUTH) 16 February 2018 (2018-02-16) paragraph [0006] - paragraph [0012]; figures 1,2 paragraph [0032] - paragraph [0033]; figure 3	1-12
A	KR 20180089625 A (SOS LAB CO LTD [KR]) 09 August 2018 (2018-08-09) paragraph [0032] - paragraph [0060]; figures 6-20	1-12
A	EP 3182159 A1 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS GMBH [AT]) 21 June 2017 (2017-06-21) cited in the application paragraph [0032] - paragraph [0062]; figures 3-12	1-12
A	US 2018017668 A1 (COTTIN PIERRE [CA] ET AL) 18 January 2018 (2018-01-18) paragraph [0133]; figure 12	1-12
A	EP 2293013 A2 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYS [AT]) 09 March 2011 (2011-03-09) cited in the application paragraph [0031]; figure 4 paragraph [0005]	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 October 2020		Date of mailing of the international search report 20 October 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Kaleve, Abraham Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/072529

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AT 512768 A1 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYS [AT]) 15 October 2013 (2013-10-15) paragraph [0032] - paragraph [0034]; figure 1	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/072529

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	207020306	U	16 February 2018	NONE	
KR	20180089625	A	09 August 2018	NONE	
EP	3182159	A1	21 June 2017	CA 2950937 A1	15 June 2017
				EP 3182159 A1	21 June 2017
US	2018017668	A1	18 January 2018	CA 2974124 A1	18 January 2018
				US 2018017668 A1	18 January 2018
EP	2293013	A2	09 March 2011	AT 508562 A4	15 February 2011
				EP 2293013 A2	09 March 2011
AT	512768	A1	15 October 2013	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S7/481 G02B26/12 G02B5/09 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CN 207 020 306 U (EXAMING & EXPERIMENTAL CT ULTRAHIGH VOLTAGE POWER TRANS CO CHINA SOUTH) 16. Februar 2018 (2018-02-16) Absatz [0006] - Absatz [0012]; Abbildungen 1,2 Absatz [0032] - Absatz [0033]; Abbildung 3 -----	1-12
A	KR 2018 0089625 A (SOS LAB CO LTD [KR]) 9. August 2018 (2018-08-09) Absatz [0032] - Absatz [0060]; Abbildungen 6-20 -----	1-12
A	EP 3 182 159 A1 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS GMBH [AT]) 21. Juni 2017 (2017-06-21) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0032] - Absatz [0062]; Abbildungen 3-12 -----	1-12
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
8. Oktober 2020	20/10/2020	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Kaleve, Abraham	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2018/017668 A1 (COTTIN PIERRE [CA] ET AL) 18. Januar 2018 (2018-01-18) Absatz [0133]; Abbildung 12 -----	1-12
A	EP 2 293 013 A2 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYS [AT]) 9. März 2011 (2011-03-09) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0031]; Abbildung 4 Absatz [0005] -----	1-12
A	AT 512 768 A1 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYS [AT]) 15. Oktober 2013 (2013-10-15) Absatz [0032] - Absatz [0034]; Abbildung 1 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/072529

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 207020306	U	16-02-2018	KEINE

KR 20180089625	A	09-08-2018	KEINE

EP 3182159	A1	21-06-2017	CA 2950937 A1 15-06-2017 EP 3182159 A1 21-06-2017

US 2018017668	A1	18-01-2018	CA 2974124 A1 18-01-2018 US 2018017668 A1 18-01-2018

EP 2293013	A2	09-03-2011	AT 508562 A4 15-02-2011 EP 2293013 A2 09-03-2011

AT 512768	A1	15-10-2013	KEINE
