

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1616/2010
(22) Anmeldetag: 28.09.2010
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2012

(51) Int. Cl. : **G02B 26/12** (2006.01)
G02B 26/10 (2006.01)

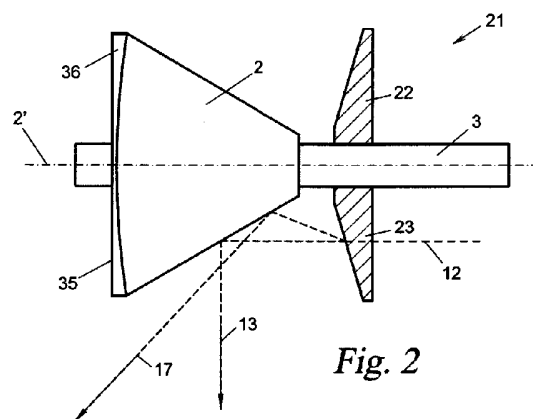
(56) Entgegenhaltungen:
JP 6027401 A JP 55113018 A
DE 3217785 C1 US 3910675 A

(73) Patentanmelder:
RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS
GMBH
A-3580 HORN (AT)

(72) Erfinder:
RIEGL JOHANNES DR.
TRABENREITH (AT)
REICHERT RAINER ING.
HORN (AT)

(54) **STRAHLABLENKEINRICHTUNG UND LASERSCANNER HIEFÜR**

(57) Die Erfindung betrifft eine Strahlableinrichtung (21) für einen Laserscanner (1), mit einer auf einer drehbaren Welle (3) montierten Spiegelpyramide (2), deren Pyramidenachse (21) die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramiden Seiten (6 - 10) ihre Spiegelflächen bilden, wobei die Welle (3) zumindest ein radial abstehendes optisch brechendes Element trägt, das Lichtstrahlen in jeder die Drehachse (21) enthaltenden Ebene in der Art eines Prismas bricht und das im Strahlengang des Laserscanners (1) gesehen einer Spiegelfläche (6 - 10) der Spiegelpyramide (2) vorgesetzt ist. Die Erfindung betrifft ferner einen mit einer solchen Strahlableinrichtung (21) ausgestatteten Laserscanner (1).



Zusammenfassung:

Strahlableitvorrichtung (21) für einen Laserscanner (1), mit einer auf einer drehbaren Welle (3) montierten Spiegelpyramide (2), deren Pyramidenachse (2') die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramidenflächen (6 - 10) ihre Spiegelflächen bilden, wobei die Welle (3) zumindest ein radial abstehendes optisches Prisma (22, 23, 27 - 29) trägt, das im Strahlengang des Laserscanners (1) gesehen einer Spiegelfläche (6 - 10) der Spiegelpyramide (2) vorgesetzt ist.

(Fig. 2)

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH
A-3580 Horn (AT)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strahlablenkeinrichtung für einen Laserscanner, mit einer auf einer drehbaren Welle montierten Spiegelpyramide, deren Pyramidenachse die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramidenseiten ihre Spiegelflächen bilden.

Derartige Spiegelpyramiden werden in Laserscannern verwendet, um einen etwa axialparallel auf eine Spiegelfläche gerichteten Laserabtaststrahl durch Drehen der Spiegelpyramide periodisch über einen Abtastwinkelbereich zu verschwenken, wodurch sich ein ebener oder gekrümmter Abtastfächer ergibt. Wird die Spiegelpyramide mit unterschiedlich stark geneigten Pyramidenseiten bzw. Spiegelflächen versehen, können sogar mehrere voneinander divergierende Abtastfächer ausgesandt werden.

Die Fertigung von Spiegelpyramiden mit unterschiedlich geneigten Spiegelflächen wirft Probleme auf, wenn mehr als drei Seiten mit mehr als zwei verschiedenen Neigungen ausgebildet werden sollen und dabei die Abtastfächer und damit die Spiegelflächen gleiche Winkelsektoren abdecken sollen: Die unterschiedlichen Neigungen der Pyramidenseiten führen hier zu rückspringenden Kanten bzw. Stufen an den Verbindungsstellen der Pyramidenseiten, was eine spanende Oberflächenbearbeitung

der Pyramidenseiten zur Herstellung der Neigungen und Spiegelflächen erschwert und das Polieren der Spiegelflächen unmöglich macht.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, eine Strahlablenkeinrichtung für einen Laserscanner zu schaffen, mit der mehrere voneinander divergierende Abtastfächer erzeugt werden können und die dabei auf einfache Weise gefertigt werden kann.

Dieses Ziel wird mit einer Strahlablenkeinrichtung der einleitend genannten Art erreicht, die sich gemäß der Erfindung dadurch auszeichnet, dass die Welle zumindest ein radial abstehendes optisches Prisma trägt, das im Strahlengang des Laserscanners gesehen einer Spiegelfläche der Spiegelpyramide vorgesetzt ist.

Auf diese Weise wird einzelnen Spiegelflächen der Spiegelpyramide ein zusätzliches Strahlablenkprisma vorgeordnet, so dass die Kombination aus Prisma und Spiegelfläche die optische Wirkung einer Spiegelpyramide mit unterschiedlich geneigten Pyramidenseiten ergibt, ohne jedoch die mit solchen Spiegelpyramiden verbundenen Fertigungsprobleme zu erfahren.

Bevorzugt ist im Strahlengang des Laserscanners gesehen jedes optische Prisma seiner Spiegelfläche im Wesentlichen deckungsgleich vorgesetzt, um eine gleichmäßige Strahlablenkung während der Drehung der Spiegelpyramide ohne Störeffekte beim Übergang von einer Spiegelfläche zur nächsten zu erhalten.

Günstig ist es, wenn zumindest zwei optische Prismen gleichmäßig über den Umfang der Welle verteilt sind, so dass sich eine ausgewuchtete Anordnung ergibt.

Mit Hilfe der Erfindung können unterschiedliche Spiegelpyramiden modular mit unterschiedlichen Prismen zusammengesetzt werden, um eine beliebige Anzahl von verschiedenen Abtastfächern zu erzeugen. Zu diesem Zweck wird insbesondere vorgesehen, dass zumindest zwei optische Prismen unterschiedliche optische Brechkraft, und/oder zumindest zwei Pyramidenseiten der Spiegelpyramide unterschiedliche Neigung haben.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Merkmal der Erfindung ist jedes optische Prisma auf seiner in Drehrichtung der Welle führenden Kante aerodynamisch geformt, um den Luftwiderstand bei der Drehung zu verringern.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass mehrere optische Prismen an ihren radial innenliegenden Seiten axial hintereinander auf die Welle aufgefädelt sind, was eine modulare Fertigung und Bestückung der Strahlablenkeinrichtung ermöglicht.

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

Fig. 1 den Einsatzbereich einer Spiegelpyramide im Rahmen eines ausschnittsweise und schematisch dargestellten Laserscanners in einer Perspektivansicht;

die Fig. 2 und 3 eine erste Ausführungsform einer Strahlablenkeinrichtung gemäß der Erfindung in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht und in einer Draufsicht; und

die Fig. 4 und 5 eine zweite Ausführungsform der Strahlablenkeinrichtung der Erfindung in einer Seitenansicht und in einer Draufsicht.

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 Stellung der Spiegelpyramide 2 misst bzw. kodiert und an eine Elektronikeinheit 6 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 Spiegelflächen der Spiegelpyramide 2.

Die Spiegelflächen 7 - 10 werden beispielsweise durch Spannen, Fräsen, Schleifen, Polieren, Honen und/oder Läppen der Seiten eines pyramidenförmigen Voll- oder Hohlkörpers, welcher die Spiegelpyramide 2 aufbaut, gefertigt. Alternativ oder zusätzlich könnten die Spiegelflächen auch durch Beschichten, Bedampfen, Bekleben usw. der Pyramidenseiten mit hochreflektierendem Material aufgebaut werden.

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

Auf die Spiegelpyramide 2 ist ein Lasersender 11 gerichtet, der einen Laserstrahl 12 auf die Spiegelflächen 7 - 10 aussendet, u.zw. auf jeweils eine während deren Drehung, so dass der Laserstrahl 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, d.h. der gesamte Laserscanner 1, in einer abtastebenenfremden Richtung 15, z.B. normal zum Abtastfächer 13, über die Oberfläche 14 bewegt wird.

Die Reflexionen des Laserstrahls 12 bzw. Abtastfächers 13 von der Oberfläche 14 werden mit einem Laserempfänger 16 detektiert, der die reflektierten Strahlen - 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 Hinterschnidungen der Oberfläche 14 für Kompensations- oder Differenzmessungen durch zweimaliges Abtasten derselben Oberfläche 14 od.dgl.

Um die genannten Fertigungsprobleme für eine Spiegelpyramide 2 mit einer Mehrzahl unterschiedlich geneigter Pyramidenseiten bzw. Spiegelflächen 7 - 10 zu vermeiden, wird gemäß der Erfindung anstelle der einzeln eingesetzten Spiegelpyramide 2 von Fig. 1 eine kombinierte Strahlablenkeinrichtung 21 in den Laserscanner 1 eingesetzt, von der ein erstes Ausführungsbeispiel in den Fig. 2 und 3 gezeigt wird.

Gemäß den Fig. 2 und 3 umfasst die Strahlablenkeinrichtung 21 einerseits eine Spiegelpyramide 2 von der unter Bezugnahme auf Fig. 1 erörterten Art und andererseits zumindest ein bzw. hier zwei optische Prismen 22, 23, die der Spiegelpyramide 2 im Strahlengang des Laserstrahls 12 vorgeordnet sind. Die op-

tischen Prismen 22, 23 sitzen auf derselben Welle 3 wie die Spiegelpyramide 2 und werden mit dieser mitgedreht, wobei sie jeweils - im Strahlengang des Laserscanners gesehen - deckungsgleich über einer der Spiegelflächen 7 - 10 der Spiegelpyramide 2 liegen. Im gezeigten Beispiel sind zwei Prismen 22, 23 vorgesehen, die diametral auf der Welle 3 sitzen, beispielsweise mit Hilfe einer gemeinsamen, zentralen Nabe 24, über welche sie an der Welle 3 angreifen. Alternativ könnte jedes Prisma 22, 23 mit einer eigenen Nabe, Klemme, einem Bolzen usw. an der Welle 3 befestigt sein.

Durch die diametrale Anordnung der Prismen 22, 23 verbleiben zwischen diesen Lücken 25, 26. Die Prismen 22, 23 liegen beispielsweise deckungsgleich über den Spiegelflächen 7, 9 und die Lücken 25, 26 deckungsgleich über den Spiegelflächen 8, 10. Bei der Drehung der Strahlableitvorrichtung 21 gegenüber dem Laserscanner 11 tritt somit der Laserstrahl 12 bei der Passage der Spiegelflächen 8, 10 durch die Lücken 25, 26, um beispielsweise den Abtastfächer 13 zu erzeugen. Bei der Passage der Spiegelflächen 7, 9 wird der Laserstrahl 12 von den Prismen 22, 23 gebrochen und trifft somit unter einem anderen Winkel auf die Spiegelflächen 7, 9 auf, um den divergierenden Abtastfächer 17 zu erzeugen.

Wenn Prismen 22, 23 mit einer Spiegelpyramide 2 kombiniert werden, welche Spiegelflächen 7 - 10 mit unterschiedlichen Neigungen besitzt, kann die Anzahl der divergierenden Abtastfächer 13, 17 usw. vervielfacht werden: Beispielsweise können

die Spiegelflächen 7, 8 eine erste Neigung und die Spiegelflächen 9, 10 eine zweite Neigung gegenüber der Drehachse 2' haben. In Verbindung mit Prismen 22, 23, welche den Spiegelflächen 7, 9 vorgesetzt sind, ergeben sich somit vier Kombinationen, d.h. vier unterschiedliche optische Pfade und damit vier verschiedene Abtastfächer wie folgt:

- Prismenbrechung durch 22, erste Spiegelneigung durch 7;
- keine Prismenbrechung, erste Spiegelneigung durch 8;
- Prismenbrechung durch 23, zweite Spiegelneigung durch 9;
- keine Prismenbrechung, zweite Spiegelneigung durch 10.

Es versteht sich, dass dieses Konzept entsprechend vervielfältigt werden kann. So können Spiegelpyramiden mit drei, fünf, sechs bzw. Spiegelflächen mit einem, drei, vier usw. Prismen kombiniert werden, wobei die Spiegelflächen verschiedene Neigungen - soweit fertigbar - einnehmen können und mit Prismen mit unterschiedlichen optischen Brechkräften, sei es durch entsprechende Keilwinkel oder durch entsprechende Brechungsindizes der verwendeten optischen Materialien, kombiniert werden können.

Die Fig. 4 und 5 zeigen ein Beispiel einer möglichen Kombination von drei Prismen 27 - 29, die jeweils über eine eigene Nabe 30 - 32 auf der Welle 3 sitzen und einer (nicht gezeigten) sechsseitigen Spiegelpyramide 2 analog zu Fig. 1 vorgesetzt sind. Jeder zweiten Spiegelfläche der Spiegelpyramide 2 ist damit ein Prisma 27 - 29 vorgesetzt. Die Prismen 27 - 29 können jeweils eine unterschiedliche optische Brechkraft ha-

ben, so dass bei Kombination mit einer Spiegelpyramide 2 mit gleichen Neigungen z.B. vier Abtastfächer oder bei Kombination mit einer Spiegelpyramide 2 mit unterschiedlich geneigten Spiegelflächen bis zu sechs Abtastfächer ausgesandt werden können.

Wenn die Prismen 27 - 29 wie in den Fig. 4 und 5 gezeigt axial hintereinanderliegend auf die Welle 3 aufgefädelt werden, haben bevorzugt die der Spiegelpyramide 2 näherliegenden Prismen eine höhere optische Brechkraft als die der Spiegelpyramide 2 entfernter liegenden, um die unterschiedliche axiale Weglänge des gebrochenen Laserstrahls vom jeweiligen Prisma bis zur jeweiligen Spiegelfläche etwas auszugleichen.

Die optischen Prismen 22, 23, 27 - 29 können jeweils an ihrer in Drehrichtung der Welle 3 gesehenen führenden Kante 33, 34 abgeschrägt bzw. aerodynamisch geformt sein, in der Art der Vorderkante eines Tragflächenprofils, um den Luftwiderstand der Strahlableitvorrichtung 21 bei ihrer Drehung zu verringern. Aus demselben Grund wird die Spiegelpyramide 2 an ihrer Basis 35 bevorzugt kreisförmig (bzw. zylindrisch) beschnitten, wodurch sich dort ein kurzer zylindermantelförmiger Rand 36 einstellt, um den Luftwiderstand zu verringern.

Als Material für die optischen Prismen 22, 23, 27 - 29 eignet sich bevorzugt höherbrechendes Spezialglas, das entsprechend gefräst und poliert wird.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten und Modifi-

01996

-10-

kationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche:

1. Strahlablenkeinrichtung für einen Laserscanner, mit einer auf einer drehbaren Welle montierten Spiegelpyramide, deren Pyramidenachse die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramidenseiten ihre Spiegelflächen bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (3) zumindest ein radial abstehendes optisches Prisma (22, 23, 27 - 29) trägt, das im Strahlengang des Laserscanners (1) gesehen einer Spiegelfläche (6 - 10) der Spiegelpyramide (2) vorgesetzt ist.

2. Strahlablenkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang des Laserscanners (1) gesehen jedes optische Prisma (22, 23, 27 - 29) seiner Spiegelfläche (6 - 10) im Wesentlichen deckungsgleich vorgesetzt ist.

3. Strahlablenkeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei optische Prismen (22, 23, 27 - 29) gleichmäßig über den Umfang der Welle (3) verteilt sind.

4. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei optische Prismen (22, 23, 27 - 29) unterschiedliche optische Brechkraft haben.

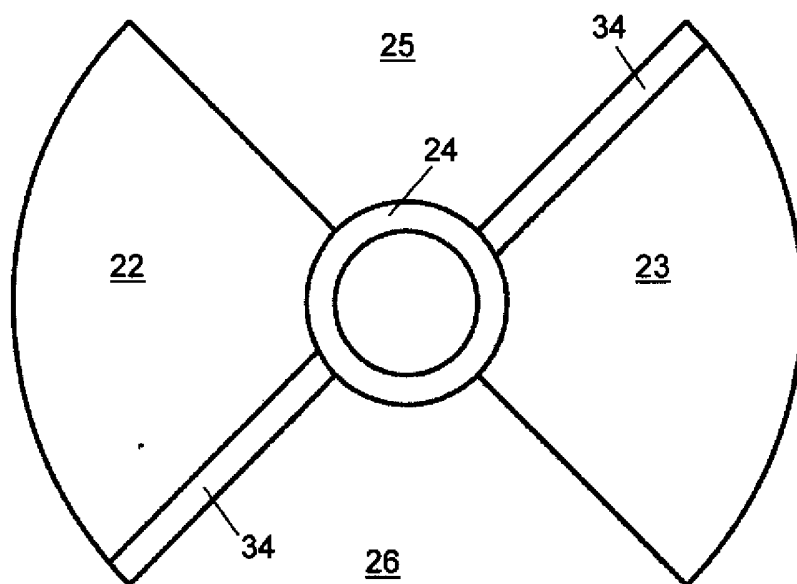
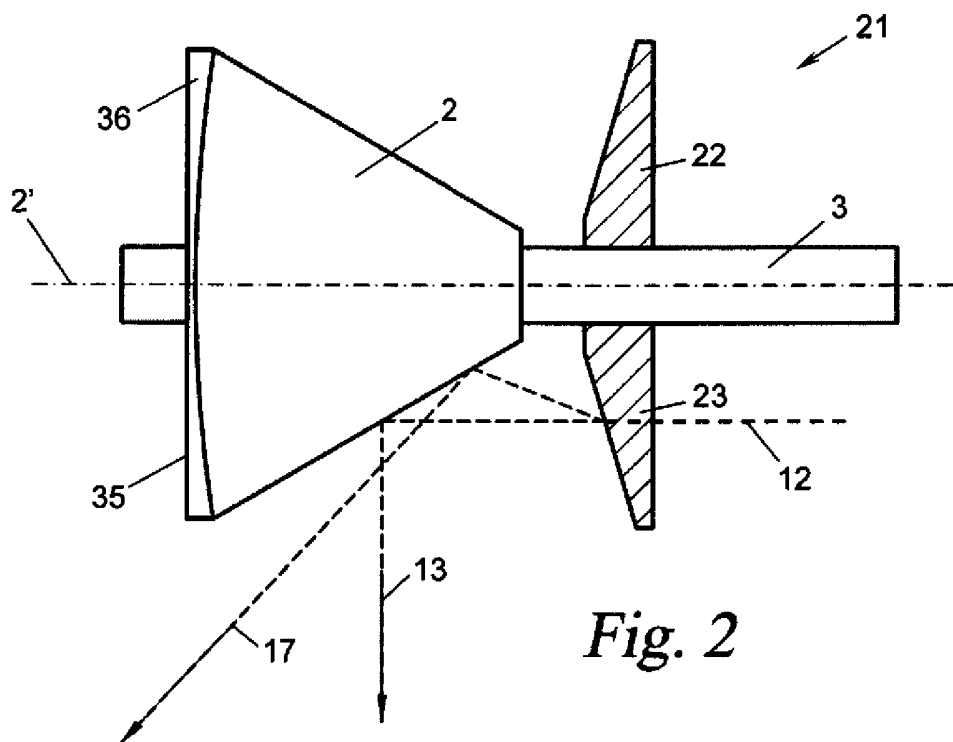
5. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Pyramidenseiten (6 - 10) der Spiegelpyramide (2) unterschiedliche Neigung haben.

6. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedes optische Prisma (22, 23, 27 - 29) auf seiner in Drehrichtung der Welle (3) führenden Kante (34) aerodynamisch geformt ist.

7. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mehrerer optischer Prismen (27 - 29) an ihren radial innenliegenden Seiten axial hintereinander auf die Welle (3) aufgefädelt sind.

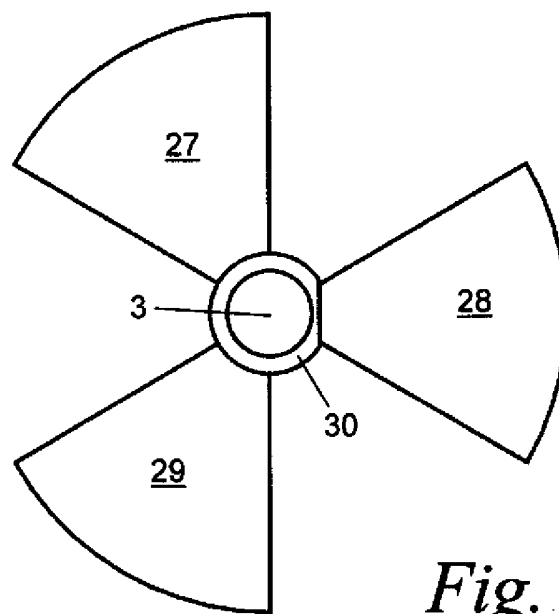
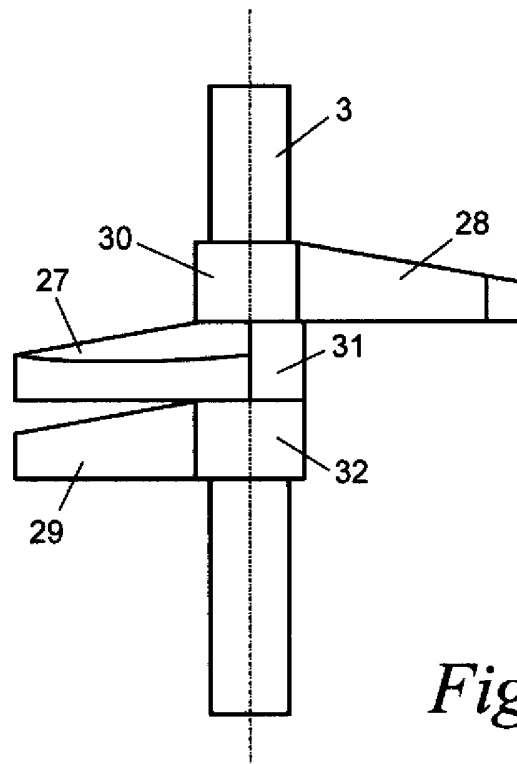
010286

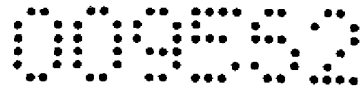
2/3



010268

3/3



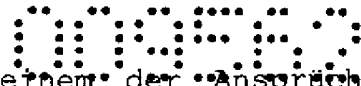


1. Strahlablenkeinrichtung (21) für einen Laserscanner (1), mit einer auf einer drehbaren Welle (3) montierten Spiegelpyramide (2), deren Pyramidenachse (2') die Drehachse und deren dazu geneigte Pyramidenseiten (6 - 10) ihre Spiegelflächen bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (3) zumindest ein radial abstehendes optisch brechendes Element trägt, das Lichtstrahlen in jeder die Drehachse (2') enthaltenden Ebene in der Art eines Prismas bricht und das im Strahlengang des Laserscanners (1) gesehen einer Spiegelfläche (6 - 10) der Spiegelpyramide (2) vorgesetzt ist.

2. Strahlablenkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang des Laserscanners (1) gesehen jedes optisch brechende Element (22, 23, 27 - 29) seiner Spiegelfläche (6 - 10) im Wesentlichen deckungsgleich vorgesetzt ist.

3. Strahlablenkeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei optisch brechende Elemente (22, 23, 27 - 29) gleichmäßig über den Umfang der Welle (3) verteilt sind.

4. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei optisch brechende Elemente (22, 23, 27 - 29) unterschiedliche optische Brechkraft haben.



5. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Pyramiden-seiten (6 - 10) der Spiegelpyramide (2) unterschiedliche Nei-gung haben.

6. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedes optisch brechende Element (22, 23, 27 - 29) auf seiner in Drehrichtung der Welle (3) führenden Kante (34) aerodynamisch geformt ist.

7. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere optisch brechende Elemente (27 - 29) an ihren radial innenliegenden Seiten axial hintereinander auf die Welle (3) aufgefädelt sind.

8. Strahlablenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jedes optisch brechende Ele-ment (22, 23, 27 - 29) etwa die Form eines Kegel- oder Pyrami-densektors hat.

9. Laserscanner (1) mit einem Strahlengang (12, 13, 17) von einem Lasersender (11) zu einem Laserempfänger (16) und einer im Strahlengang (12, 13, 17) liegenden Strahlablenkein-richtung (21) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Laserscanner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlengang (12) vom Lasersender (11) bis zur Strahlablenkeinrichtung (21) in einem Parallelabstand zur Drehachse (2') der Strahlablenkeinrichtung (21) verläuft.