

(11) **CH 700 014 B1**

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

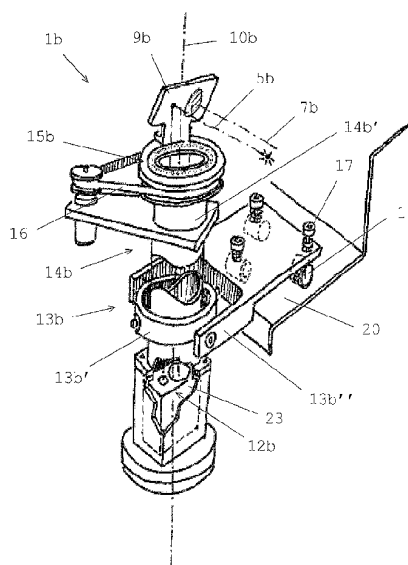
(73) Inhaber:
Leica Geosystems AG, Heinrich-Wild-Strasse
9435 Heerbrugg (CH)

(72) Erfinder:
Giger Kurt, 9464 Rüthi (CH)

(74) Vertreter:
KAMINSKI HARMANN PATENTANWÄLTE EST.,
Austrasse 79
FL-9490 Vaduz (CH)

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.2010

(57) Ein erfindungsgemässes Positioniersystem (1b) für ein Bodenbearbeitungsfahrzeug weist eine pendelartig an einer Trägerkomponente (13b) angeordneter Aufnahme (14b) auf. In, an oder auf der Aufnahme (14b) sind ein Sender zur Emission von Sendestrahlen (5b) gegen Referenzobjekte, ein Empfänger zum Empfang der an den Referenzobjekten reflektierten Sendestrahlen (5b) als Empfangsstrahlen (7b) und ein Umlenkmittel (9b) zum Richten der Sendestrahlen (5b) gegen die Referenzobjekte und Erzeugen einer rotierenden Emissionsrichtung der Sendestrahlen (5b) angeordnet. Aus den Sendestrahlen (5b) und Empfangsstrahlen (7b) werden die Entfernungen zu den Referenzobjekten bestimmt – Sender und Empfänger sind Bestandteil eines Entfernungsmessers (12b). Aus den Entfernungen werden mittels einer Rechen- und Steuerkomponente des Positioniersystems (1b) die Position des Positioniersystems (1b) bzw. des Bodenbearbeitungsfahrzeugs gegenüber den Referenzobjekten bestimmt und Steueranweisungen für das Bodenbearbeitungsfahrzeug abgeleitet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Positioniersystem für ein, insbesondere selbstfahrendes, Bodenbearbeitungsfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Bodenbearbeitungsfahrzeug mit einem solchen Positioniersystem und eine Messanordnung mit einem solchen Positioniersystem.

[0002] Bodenbearbeitungsfahrzeuge, wie Rasenmäher, Markiergeräte, Reinigungsgeräte oder Baumaschinen, sollen üblicherweise eine Bodenbearbeitung über einen vorgegebenen Bereich eines Terrains bzw. entlang eines vorgegebenen Weges durchführen. Um eine Bewegung des Fahrzeugs über den Bereich oder entlang des Weges zu erreichen, ist eine entsprechende Führung bzw. Steuerung des Fahrzeugs, die üblicherweise mittels Positioniersystemen realisiert wird, erforderlich. Die Positioniersysteme verwenden beispielsweise mechanische oder induktive Positionselemente zur Bereitstellung von Positionsdaten für das Fahrzeug. Vorteile hinsichtlich Genauigkeit, Zeitbedarf und Handhabungsfreundlichkeit bietet die Verwendung von optischen Positioniersystemen zur Positionsbestimmung und daraus Steuerung des Bodenbearbeitungsfahrzeugs.

[0003] So sind diverse optische Positioniersysteme bekannt, die auf einer Positionsbestimmung relativ zu Referenzobjekten basieren. Ein solches Positioniersystem umfasst eine Sende- und eine Empfangskomponente für Messungen anhand optischer Strahlung zu den Referenzobjekten – die beispielsweise Reflektoren darstellen – welche Komponenten dem Bodenbearbeitungsfahrzeug zugeordnet, im Allgemeinen auf diesem montiert, sind. Aus den Messungen können Rückschlüsse über den Standort des Positioniersystems bzw. den Standort/die Position des Bodenbearbeitungsfahrzeugs relativ zu den Referenzobjekten abgeleitet werden. Die so bestimmte Position wird als Grundlage einer Steuerung des Fahrzeugs verwendet.

[0004] Sind die Referenzobjekte hinsichtlich ihrer Position bekannt, so kann die absolute Position des Fahrzeugs abgeleitet werden. Dies setzt jedoch Referenzobjekte voraus, die entweder hinsichtlich ihrer Position bekannt sein oder vermessen werden müssen. In vielen Fällen – beispielsweise für Privatpersonen – ist eine solche Vermessung zu aufwändig und auch nicht notwendig, da oftmals die Kenntnis der Relativposition ausreichend ist.

[0005] Ein wichtiges Kriterium bei den optischen Positioniersystemen zur Positionsbestimmung relativ zu – im Allgemeinen mehreren – Referenzobjekten, ist die Messgeschwindigkeit. Meist müssen für eine eindeutige Positionsbestimmung Messungen zu zwei oder mehr Referenzobjekten erfolgen. Um das Bodenbearbeitungsfahrzeug gattungsgemäss genau führen zu können, sind also üblicherweise mehrere Messungen innerhalb eines vorgegebenen, im Verhältnis zur Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs kleinen Zeitintervalls – z.B. drei Messungen pro Sekunde für eine Positionsbestimmung pro Sekunde – erforderlich.

[0006] Als optische Positioniersysteme für Bodenbearbeitungsfahrzeuge sind Positioniersysteme mit Triangulationssensoren bekannt. Mittels der Triangulationssensoren werden anhand von Winkelmessungen zu reflektiven Referenzobjekten die Richtungen zu den Referenzobjekten und daraus die Position des Positioniersystems respektive Bodenbearbeitungsfahrzeugs gegenüber diesen bestimmt.

[0007] So beschreibt die US 5 426 584 ein Steuersystem für einen Rasenmäher als Bodenbearbeitungsfahrzeug mit einem Triangulationssensor zur Bestimmung der Position des Rasenmähers gegenüber reflektiven Referenzpunkten. Der Triangulationssensor umfasst eine Laserquelle zur Emission von Laserstrahlen und einen Strahl-Scanner zur Erzeugung einer im Wesentlichen horizontalen, rotierenden Emissionsrichtung der Strahlen, sodass die Strahlen gegen die Referenzpunkte gelenkt werden. Die an den Referenzpunkten reflektierten Strahlen werden von einem Detektor des Triangulationssensors detektiert und in Bezug auf die Horizontalwinkel zwischen den Referenzpunkten ausgewertet. Damit die Strahlen auch dann in die horizontale Richtung gelenkt werden, wenn der Rasenmäher über Unebenheiten, wie Wellen oder Senken, des Terrains fährt, ist der Strahl-Scanner kardanisch aufgehängt.

[0008] Um die Winkel mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmen zu können, müssen die Messungen zu genau festgelegten – quasi punktförmigen – Referenzpunkten erfolgen. Fährt der Rasenmäher über unebenes Terrain, so werden die Strahlen zwar aufgrund der kardanischen Aufhängung horizontal emittiert, die Referenzpunkte aber – aufgrund des Niveauunterschieds – dennoch nicht getroffen. Deshalb ist der Strahl-Scanner mit einem zusätzlichen Präzessionsmechanismus für eine Scanbewegung der Strahlen in vertikaler Richtung ausgebildet. Die Scanbewegung ist jedoch nicht exakt kontrollierbar, was Ungenauigkeiten in der Messung und damit in der Positionsbestimmung und Steuerung des Rasenmähers bewirkt.

[0009] Die US 6 556 598 zeigt ein ähnliches System zum Bestimmen der Position eines Rasenmähers gegenüber Referenzpunkten nach dem Prinzip der Triangulation. Das System umfasst eine pendelnd aufgehängte Laser-Projektionseinheit mit einem Laser zur Emission von Laserstrahlung und einem um eine vertikale Achse rotierenden Spiegel zum Erzeugen einer rotierenden Emissionsrichtung der Strahlung. Die Laserstrahlung wird gegen die Referenzpunkte gerichtet und die an den Referenzpunkten reflektierte Strahlung zu einem Detektor des Systems gelenkt. Damit die Referenzpunkte exakt getroffen werden und der Auftreffpunkt der Strahlung genau bestimmbar ist, wird die Strahlung durch zusätzliches Rotieren des Spiegels um eine horizontale Achse auch in vertikaler Richtung kontrolliert rotiert. Die exakten – horizontalen und vertikalen – Rotationswinkel des Spiegels werden mittels Winkelencodern gemessen und in die Winkelbestimmung der Referenzpunkte einbezogen. Die Ausbildung des Systems sowie die Datenauswertung sind also äusserst komplex.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung ist es, Nachteile des Standes der Technik zu beheben und ein wenig komplexes und einfach zu handhabendes Positioniersystem für ein Bodenbearbeitungsfahrzeug sowie ein Bodenbearbeitungsfahrzeug mit einem solchen Positioniersystem und ein mit dem Positioniersystem kooperierendes Referenzobjekt zur Verfügung zu stellen.

[0011] Diese Aufgaben werden durch die Gegenstände der Ansprüche 1, 12, 14 oder der abhängigen Ansprüche gelöst bzw. die Lösungen weitergebildet.

[0012] Die Erfindung basiert auf der konsequenten Integration einer optisch entfernungsmessenden Funktionalität in ein Positioniersystem für ein Bodenbearbeitungsfahrzeug. Indem die optische Entfernungsmessung und deren Vorteile für das Bodenbearbeitungsgerät anwendbar gestaltet werden, wird ein Positioniersystem geringer Komplexität zur gattungsgemäss genauen Positionsbestimmung bereitgestellt.

[0013] Die Positionsbestimmung beruht auf Entfernungsmessungen zu Referenzobjekten – das erfindungsgemässe Positioniersystem ist ein sogenanntes «self-positioning system». Anhand der Entfernungsmessungen können die Position des Bodenbearbeitungsfahrzeugs gegenüber den Referenzobjekten festgestellt und daraus Steueranweisungen für das Bodenbearbeitungsfahrzeug abgeleitet werden.

[0014] Das erfindungsgemässe Positioniersystem verfügt über einen Sender zur Emission von optischen Sendestrahlen, insbesondere Laserstrahlen, die gegen die Referenzobjekte gerichtet werden. Die Sendestrahlen werden nach ihrer Ausstrahlung und nachfolgenden Reflexion an den Referenzobjekten mittels eines Empfängers des Positioniersystems wieder erfasst, wobei aus den Empfangssignalen des Empfängers die Entfernungen zu den Referenzobjekten, insbesondere nach dem Phasemessprinzip oder dem Prinzip der Pulslaufzeitmessung, bestimmt werden.

[0015] Das Richten der Sendestrahlen gegen die Referenzobjekte und der reflektierten Strahlen als Empfangsstrahlen gegen den Empfänger erfolgt mittels eines Umlenkmittels des Positioniersystems. Das Umlenkmittel ist dabei zum Erzeugen einer horizontalen und rotierenden Emissionsrichtung der Sendestrahlen ausgebildet und um eine vertikale Achse rotierbar angeordnet.

[0016] Aus den gemessenen Entfernungen, die Positionsinformationen der Referenzobjekte darstellen, werden weiters mittels einer Rechen- und Steuerkomponente des Positioniersystems die Position des Bodenbearbeitungsfahrzeugs relativ zu den Referenzobjekten abgeleitet und aus der Kenntnis der Position Steueranweisungen für das Bodenbearbeitungsfahrzeug zumindest in Bezug auf dessen Fahrweg erzeugt. Sind die Referenzobjekte in einem Koordinatensystem eingezeichnet, so kann die Position des Bodenbearbeitungsfahrzeugs in diesem Koordinatensystem bestimmt werden und das Fahrzeug beispielsweise entsprechend einem im Koordinatensystem vorgegebenen Weg gesteuert werden. Bei nicht-eingezeichneten Referenzobjekten erfolgt die Steuerung des Fahrzeugs relativ zu den Referenzobjekten. Die Grenzen der zu bearbeitenden Fläche, die das Bodenbearbeitungsfahrzeug relativ zu den Referenzobjekten abfahren soll, kann von der Rechen- und Steuerkomponente z.B. im Rahmen einer Lernfahrt gespeichert werden. Die Rechen- und Steuerkomponente kann auch ein Steuerprogramm aufweisen, welches verschiedene Eingabeparameter berücksichtigt. Beispielsweise können verschiedene Fahrmuster für die zu bearbeitende Fläche abgespeichert sein.

[0017] Der Sender und der Empfänger des Positioniersystems sind Bestandteil eines Entfernungsmessers. Als Entfernungsmesser wird beispielsweise eine Vorrichtung in der Art des unter dem Produktnamen «Disto» vertriebenen Laserentfernungsmessers der Firma Leica Geosystems, Schweiz, eingesetzt. Dem Entfernungsmesser ist zusätzlich eine Datenverarbeitungseinheit zugeordnet. Diese kann durch die vorgängig erwähnte Rechen- und Steuerkomponente realisiert bzw. in diese integriert sein. Alternativ können die Datenverarbeitungseinheit ein Bauteil des Entfernungsmessers und die Rechen- und Steuerkomponente ein weiteres, vom Entfernungsmesser separates Bauteil des Positioniersystems darstellen. Die Datenverarbeitungseinheit ist zum Bestimmen der Entfernungen aus den Empfangssignalen vorgesehen. Beispielsweise wird ein Mikrokontroller als Datenverarbeitungseinheit verwendet, wobei der Mikrokontroller insbesondere auch zur Frequenzsteuerung von Sender und/oder Empfänger ausgebildet ist.

[0018] In einer Ausführungsform der Erfindung ist das Positioniersystem zur Entfernungsmessung nach dem Phasemessprinzip ausgeführt. Dazu werden die Sendestrahlen des Senders mit einer hochfrequenten Modulationsfrequenz intensitätsmoduliert. Die an einem Referenzobjekt reflektierten Sendestrahlen werden vom Empfänger empfangen und anschliessend zum Erzeugen eines niederfrequenten Messsignals für die Datenauswertung mit einer Mischerfrequenz gemischt. Um die Entfernung zu bestimmen, wird die Phasendifferenz des Messsignals mit einem Referenzsignal gebildet.

[0019] Um mit dem erfindungsgemässen Positioniersystem entsprechend durch Auswertung der Phasenlage der Signale die Entfernungen messen zu können, werden die Parameter der Entfernungsmessung in Bezug auf die Anwendung für das Bodenbearbeitungsfahrzeug angepasst. Da für eine präzise Steuerung eines Bodenbearbeitungsgeräts Positionsbestimmungen in kurzen Zeitintervallen, wie etwa eine Positionsbestimmung pro Sekunde, durchgeführt werden müssen und für eine Positionsbestimmung im Allgemeinen zwei oder mehr Messungen zu Referenzobjekten erforderlich sind, ist die Rotationsgeschwindigkeit des Umlenkmittels respektive der Sendestrahlen entsprechend hoch. Beispielsweise führt das Umlenkmittel drei volle (360°) Umdrehungen pro Sekunde durch. Dies bedingt jedoch eine äusserst kurze Signalzeit – z.B. um den Faktor 1000 kürzer als für einen üblichen Entfernungsmesser – der Sende- und Empfangsstrahlen für die Entfernungsmessung. Um nun dennoch auswertbare Empfangssignale zu erhalten, wird die niederfrequente Phasemessfrequenz im Vergleich zu einer in einem üblichen Entfernungsmesser, wie dem «Disto», verwendeten Phasemessfrequenz

– die im Bereich von einigen kHz liegt – erhöht – beispielsweise auf eine Phasenmessfrequenz im Bereich von 100 kHz. Damit können auch für kurze Signalzeiten – z.B. von etwa 100 μ s – ausreichend viele Signalperioden für die Phasenmessung erfasst werden.

[0020] In einer Weiterbildung der Erfindung werden zusätzlich zu den Entfernungen auch die Winkel der Referenzobjekte zueinander berücksichtigt. Mit bekannter Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsfahrzeugs können weiters auch die Winkel der Referenzobjekte zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs bestimmt werden. Die Winkel sind aus der konstanten Rotationsgeschwindigkeit des Umlenkmittels und den Empfangssignalen des Empfängers ableitbar. Zur Steigerung der Messgenauigkeit können zusätzlich Mittel zum Erfassen/Überwachen der Rotationsgeschwindigkeit eingesetzt werden, wie z.B. eine Lichtschranke zum Abgreifen von Referenzsignalen für die Winkelbestimmung. Damit sind die Rotationsgeschwindigkeit regelbar sowie Unregelmässigkeiten in der Rotationsbewegung – ein «Eiern» – berücksichtig- und korrigierbar. In einer Ausführungsform der Erfindung werden bei einer 360°-Rotation des Umlenkmittels vier Referenzsignale abgegriffen.

[0021] Als Referenzobjekte, zu denen die Entfernungs- und ggf. Winkelmessungen erfolgen, eignen sich insbesondere kooperative Objekte, die im Vergleich zu nicht-kooperativen Objekten einen, z.B. 50fach, höheren Reflexionsgrad aufweisen. Derartige Referenzobjekte können anhand ihres Reflexionsvermögens vom Hintergrund unterschieden werden, sodass die Positionen der Referenzobjekte bereits aus der Schwankung in der Intensität der an den Objekten reflektierten Strahlung festgelegt werden können. Anhand der Bestimmung der Entfernung und ggf. des Winkels bei den Intensitätsmaxima ist mit bekannten Verfahren, wie sie beispielsweise auch in der Photogrammetrie verwendet werden, die Position des Positioniersystems respektive Bodenbearbeitungsfahrzeugs relativ zu den Referenzobjekten ableitbar. Ein Beispiel hierfür stellen Korrelationsverfahren bzw. Korrelationsrechnungen dar.

[0022] Die kooperativen Referenzobjekte weisen eine reflektive Oberfläche auf, die z.B. aus Tripelprismen, Mikrolinsen, Glaskugeln, reflektierender Folie oder anderen üblichen Reflexionselementen ausgebildet ist. Da für das erfindungsgemässe Positioniersystem keine quasi-punktförmigen Reflektoren benötigt werden, können vorteilhaft in der Höhe erstreckte Referenzobjekte, wie Reflektorstäbe, eingesetzt werden, sodass keine Zielsuche in vertikaler Richtung durchgeführt werden muss. Gegebenenfalls können als Referenzobjekte auch alternative, optische Strahlung reflektierende Ziele, wie z.B. weisse Hauswände, verwendet werden. Solche Ziele wie Hauswände oder andere – vorzugsweise nicht oder schwer verschiebbare – Objekte können insbesondere zur – langsameren – Überprüfung der Referenzobjekte herangezogen werden. Damit können Abweichungen – z.B. aufgrund von Verschiebungen – der Positionen der Referenzobjekte erkannt und das Positioniersystem in Bezug auf die Referenzobjekte rekaliert werden.

[0023] Die Anzahl der benötigten Referenzobjekte ist abhängig von deren Lage, der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Terrains, und der beabsichtigten Genauigkeit der Messung. Im Regelfall werden aber, abgesehen von besonders günstigen Konstellationen, mindestens 3 oder 4 Referenzobjekte benötigt. Wird zusätzlich ein Winkel berücksichtigt, kann die Zahl der Referenzobjekte auf zwei reduziert werden. Bei speziellen Rahmenbedingungen – z.B. wenn das Bodenbearbeitungsfahrzeug auf eine Docking Station zufährt, kann die Positionierung des Fahrzeugs auch mit einem einzigen Referenzobjekt erfolgen. Die Anzahl der benötigten Referenzobjekte kann auch reduziert werden, indem die Referenzobjekte voneinander unterscheidbar gestaltet werden, beispielsweise durch Aufbringen von Codierungen oder durch Filter. Beispielsweise sind in einer erfindungsgemässen Ausführungsform Referenzpfosten mit unterschiedlichen Durchmessern als codierte Referenzobjekte vorgesehen. Anhand der Entfernungsmessung, der Rotationsgeschwindigkeit des Umlenkmittels und den unterschiedlichen Signalbreiten können die Pfostendurchmesser ermittelt und die verschiedenen Referenzpfosten identifiziert werden. Alternativ können zum Erzeugen desselben Effekts auch zwei Pfosten nebeneinander platziert werden.

[0024] Die jeweils tatsächlich benötigte Zahl an Referenzobjekten ist zusätzlich abhängig von möglichen Einschränkungen zur Reduzierung einer Mehrdeutigkeit. Bei drei Entfernungsmessungen zu den verschiedenen Referenzobjekten wird durch die drei Entfernungen eine Ebene definiert, an der die zu bestimmende Relativposition gespiegelt werden kann. Als Lösung ergeben sich zwei mögliche Positionen, von denen aber meist eine Position aus Plausibilitätsgründen, z.B. weil sie unter der Erdoberfläche liegen würde, oder aufgrund einfacher weiterer Informationen ausgeschlossen werden kann, wie z.B. der Unterscheidung zwischen Nord und Süd, die auch durch einen einfachen Magnetkompass getroffen werden kann. Die Menge der Referenzobjekte wird insbesondere so gewählt, dass nach Möglichkeit von jedem Punkt des zu bearbeitenden Terrains aus wenigstens zwei der Referenzobjekte erfasst werden können.

[0025] Zur Überbrückung kurzfristiger Sichtverluste zu den Referenzobjekten und/oder zur Identifikation der erfassten Referenzobjekte können dem Positioniersystem respektive dem Bodenbearbeitungsfahrzeug weitere Komponenten zur Positionsbestimmung zugeordnet sein. Beispielsweise weist das Positioniersystem zusätzlich Komponenten zur Richtungsmessung, wie einen Kompass, und/oder Inertialsensoren, die eine Veränderung bezüglich einer bekannten Startposition registrieren, auf. Ebenfalls möglich ist die Anbringung eines GPS-Sensors. Mit einem GPS-Sensor kann die Position des Positioniersystems grob und anhand einer Entfernungs- und ggf. Winkelmessung auf ein Referenzobjekt genau bestimmt werden.

[0026] Der Sender des erfindungsgemässen Positioniersystems umfasst eine Strahlungsquelle, insbesondere einen Laser, und eine Sendeoptik – Kollimationsoptik – zum Aussenden eines kollimierten Sendestrahlenbündels für die Entfernungsmessung. Ein Laser als Sender ist zur Emission von Sendestrahlen in einem vorgegebenen Wellenlängenbereich ausgebildet. In einer Ausführungsform der Erfindung wird als Sender ein Laser, der Sendestrahlen im nicht-sichtbaren Wellenlängenbereich, z.B. im Bereich zwischen 790 nm und 950 nm, insbesondere Sendestrahlen der Wellenlänge von

850 nm, aussendet, eingesetzt. Neben einer nicht-sichtbaren Strahlung emittierenden Sender kann eine zusätzliche sichtbare Strahlungsquelle vorgesehen werden, die z.B. bei einer Lernfahrt des Positioniersystems verwendet werden kann, damit ein Benutzer den unsichtbaren Strahl nicht unbewusst abdeckt. Damit kann auch die Sichtverbindung des Positioniersystems zu den zur Positionsbestimmung benötigten Referenzobjekten visuell überprüft werden.

[0027] Der Empfänger weist eine Empfangsoptik sowie ein für die Emissionswellenlänge des Senders sensitives Empfangselement auf. Insbesondere ist das Empfangselement eine Photodiode, z.B. eine Pin-Diode oder eine Avalanche-Diode.

[0028] Für Entfernungsmessungen nach dem Phasenmessprinzip weist der Entfernungsmesser mit dem Sender und dem Empfänger als Bestandteile weitere in Bezug auf die Phasenmessung übliche Komponenten auf. So sind beispielsweise ein Strahlteiler zum Abzweigen eines Teils der Sendestrahlen als Referenzstrahlen sowie ein Referenzempfänger zum Empfangen der Referenzstrahlen nach Durchlaufen eines Referenzweges vorgesehen. Im Referenzweg können weitere optische Elemente angeordnet sein. Weitere verwendete oder verwendbare Komponenten sind Frequenzmischer und Phasenmesser.

[0029] Um die Sendestrahlen des Senders in die rotierende Emissionsrichtung zu lenken, ist das Umlenkmittel des Positioniersystems wie vorgängig erwähnt um eine vertikale Achse rotierbar angeordnet. Weiters ist das Umlenkmittel derart ausgebildet und gegenüber dem Sender angeordnet, dass die Sendestrahlen im Wesentlichen in einer Horizontalebene rotiert werden. Insbesondere erfolgt die Rotation kontinuierlich um 360°. Bei kontinuierlicher 360°-Rotation des Umlenkmittels wird durch die Sendestrahlen die Umgebung ringsum das Positioniersystem gleichmässig nach Referenzobjekten abgetastet, sodass in der Horizontalebene gelegene Objekte, die nicht durch Hindernisse verdeckt sind, erfasst werden.

[0030] Das Umlenkmittel ist durch ein optisches Reflexionselement, wie einen Spiegel oder ein Prisma, realisierbar. Das Reflexionselement ist rotierbar ausgeführt, beispielsweise indem es in, an oder auf einem Rotationselement angeordnet ist, welches durch einen Antrieb in Rotationsbewegung versetzt wird. Der Antrieb erfolgt motorisch. Zum Antrieb können ausser dem Motor Komponenten wie Zahn- oder Reibriemen, oder Zahnräder als Antriebsmittel eingesetzt sein.

[0031] In einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Positioniersystems ist ein Spiegel als Umlenkmittel in einem Winkel von 45° an einem Hohlkörper als Rotationselement, durch welchen die Sende- bzw. Empfangsstrahlen zum Umlenkmittel bzw. zum Empfänger geführt werden, angeordnet. Der Hohlkörper wird über einen Motor und einen Zahnriemen mit einer festen Rotationsgeschwindigkeit um die vertikale Achse durch seinen Schwerpunkt rotiert.

[0032] Um die Horizontalität der Sendestrahlen auch dann zu gewährleisten, wenn das Bodenbearbeitungsfahrzeug über Unebenheiten, wie Wellen und Senken, eines Terrains oder ein Terrain mit unterschiedlichen Niveaus fährt, sind Sender, Empfänger und Umlenkmittel des erfindungsgemässen Positioniersystems in bzw. an einer Aufnahme angeordnet, die pendelartig an einer Trägerkomponente angeordnet ist. Durch die pendelartige Anordnung der Aufnahme erfolgt eine Ausrichtung derselben – und damit auch von Sender, Empfänger und Umlenkmittel – unter der Wirkung der Schwerkraft, also vertikal. Infolge der schwerkraftbeeinflussten vertikalen Ausrichtung von Sender, Empfänger und Umlenkmittel werden die Entfernungsmessungen in den verschiedenen Stellungen des Bodenbearbeitungsfahrzeugs in einer Ebene, die im Wesentlichen horizontal ist, durchgeführt.

[0033] Die pendelartige Anordnung kann auf unterschiedliche Art und Weise realisiert werden. Beispielsweise ist die Trägerkomponente als Platte mit einer rahmenartigen Konstruktion oder einer Halterung, in welcher die Aufnahme – in zwei Richtungen – schwingbar aufgehängt ist, ausgeführt. Die Trägerkomponente kann einen Kardanring bzw. -ringe für eine kardanische Aufhängung der Aufnahme aufweisen. Alternativ kann die Trägerkomponente eine entsprechende Lageraufnahme aufweisen, in welcher die Aufnahme gelagert ist, beispielsweise über ein oder zwei Lager, wie Kugellager oder ein Kugelgelenk mit z.B. zwei rotatorischen Freiheitsgraden. Die Trägerkomponente ist auch durch ein Bauteil des Bodenbearbeitungsfahrzeugs bildbar.

[0034] Die Aufnahme kann aus mehreren Bauteilen, z.B. Gehäusen oder Gehäuseteilen, zusammengesetzt, oder aber einstückig ausgebildet sein. Beispielsweise stellt die Aufnahme ein Gehäuse dar, in welchem der Sender und der Empfänger fest und das Umlenkmittel rotierbar angeordnet sind. Eine solche Ausbildung umfasst weiters eine Öffnung, wie ein Fenster, für die Sende- und Empfangsstrahlen. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Aufnahme ein Gehäuse für den Sender und den Empfänger, einen Hohlkörper, durch welchen die Sende- und Empfangsstrahlen in Richtung des Umlenkmittels geleitet werden, sowie ein auf dem Hohlkörper drehbar angeordnetes Rotationselement, auf welchem das Umlenkmittel mittels eines Halters positioniert ist.

[0035] In einer Weiterbildung der Erfindung erfolgt die Anordnung von Sender, Empfänger und Umlenkmittel des erfindungsgemässen Positioniersystems derart, dass ein möglichst kompaktes und stabiles System bereitgestellt wird. Indem die Anordnung so gewählt wird, dass die Strahlführung über vergleichsmässig wenige optische Elemente erfolgt, werden die Komplexität des Systems sowie Strahlungsverluste gering gehalten.

[0036] So sind in einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Positioniersystems der Sender, der Empfänger und das Umlenkmittel derart angeordnet, dass der Strahlengang der Sendestrahlen und der Strahlengang der Empfangsstrahlen im Wesentlichen parallel sind. Dazu sind Sender und Empfänger möglichst nahe nebeneinander und gegenüber dem Umlenkmittel so angeordnet, dass die vom Sender emittierten Sendestrahlen auf eine Umlenkfläche des Umlenkmittels

treffen, an der Umlenkfläche in Richtung der Referenzobjekte reflektiert werden, und die von den Referenzobjekten reflektierten Strahlen über dieselbe Umlenkfläche zum Empfänger reflektiert werden.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform sind der Sender, der Empfänger und das Umlenkmittel derart angeordnet, dass die Sendestraahlen und die Empfangsstrahlen coaxial sind.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform erfolgt die Anordnung von Sender, Empfänger und Umlenkmittel derart, dass der Strahlengang der Sendestraahlen zwischen Sender und Umlenkmittel und der Strahlengang der Empfangsstrahlen zwischen Umlenkmittel und Empfänger und die vertikale Achse, um die das Umlenkmittel rotiert und die beispielsweise eine Rotationsachse durch den Schwerpunkt der Anordnung darstellt, im Wesentlichen parallel und gegebenenfalls coaxial sind. Solche Anordnungen sind für verschiedene Entfernungsmesser an sich bekannt.

[0039] Das erfindungsgemässe Positioniersystem kann zum Schutz der Systemkomponenten ein Schutzgehäuse, z.B. ein kuppelartiges Plastik-Gehäuse, aufweisen. Das Gehäuse ist vorzugsweise transparent ausgeführt oder weist entlang seines Umfangs ein Fenster für die Sende- und Empfangsstrahlen des Systems auf. Das Positioniersystem ist beispielsweise auf einer Plattform des Bodenbearbeitungsgeräts montiert. Ebenso kann ein Bodenbearbeitungsgerät zur integrierten Aufnahme des Positioniersystems ausgebildet sein. Z.B. ist die Ausbildung derart, dass ein Teil des Systems in das Bodenbearbeitungsfahrzeug eingesetzt – versenkt – wird.

[0040] Indem das erfindungsgemässe Positioniersystem als kompaktes, handliches und vergleichsweise kleines und leichtes System ausgebildet ist – was vorteilhaft mit einer Verwendung eines Entfernungsmessers gemäss dem vorgängig erwähnten «Disto» realisierbar ist – kann ein Bodenbearbeitungsfahrzeug, welches z.B. einen Rasenmäher darstellt, zur modulartigen Aufnahme des Positioniersystems ausgebildet werden. Ebenfalls kann ein Bodenbearbeitungsfahrzeug in einfacher Art und Weise mit dem erfindungsgemässen Positioniersystem auf- oder umgerüstet werden. Die Verwendung eines Entfernungsmessers gemäss dem «Disto» birgt weiters den Vorteil, dass dieser bereits als vollständiges System zur Entfernungsmessung verfügbar ist und lediglich eine Schnittstelle zur Kommunikation mit der Rechen- und Steuereinheit vorzusehen oder aber die Rechen- und Steuerkomponente – z.B. in Form einer entsprechenden Software – in den Entfernungsmesser respektive dessen Datenverarbeitungseinheit zu integrieren ist.

[0041] Das erfindungsgemässe Positioniersystem ist für die Anordnung am Bodenbearbeitungsgerät zusätzlich dadurch optimiert, dass die Rotation der Sendestraahlen mit der Rotation lediglich des Umlenkmittels verwirklicht wird. Damit werden unter anderem Probleme der Kabelführung vermieden. So kann bei einer – z.B. an einer für einen Bediener günstigen Position – im Bodenbearbeitungsgerät angeordneten Rechen- und Steuerkomponente eine Kommunikation zum Sender und Empfänger bzw. zur Datenverarbeitungseinheit einfach über Kabelverbindungen erfolgen.

[0042] Das Bodenbearbeitungsfahrzeug, für welches das erfindungsgemässe Positioniersystem vorgesehen ist, kann im Prinzip jedes bewegliche Gerät/Fahrzeug darstellen. Beispielsweise wird das Positioniersystem auf einem Rasenmäher, der selbständig ein Terrain abfährt, oder auf einem Markiergerät zum Erzeugen von Markierlinien und/oder -flächen eingesetzt. Ebenso kann das Positioniersystem zum Navigieren von Baumaschinen, wie Bagger, Fertiger oder Lastwagen, verwendet werden. Eine weitere günstige Einsatzmöglichkeit für das erfindungsgemässe Positioniersystem stellt die Verwendung desselben auf einem Reinigungsgerät dar. Wird das Reinigungsgerät z.B. in einer Tiefgarage eingesetzt, können bereits vorhandene Pfosten vorteilhaft als Referenzobjekte verwendet werden. Dazu kann ggf. eine reflektive Beschichtung, wie eine Reflexfolie, auf den Pfosten angebracht werden.

[0043] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen rein beispielhaft näher beschrieben. Im Einzelnen zeigen

- Fig. 1 ein erfindungsgemässes Bodenbearbeitungsfahrzeug, Positioniersystem und Referenzobjekt;
- Fig. 2 einen Ausschnitt des Positioniersystems aus Fig. 1 und ein Referenzobjekt auf Fig. 1;
- Fig. 3 ein typisches Empfangssignal eines erfindungsgemässen Positioniersystems;
- Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Positioniersystems;
- Fig. 5A–5D ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Positioniersystems in vier Ansichten;
- Fig. 6A–6C drei verschiedene Bodenbearbeitungsfahrzeuge mit einem erfindungsgemässen Positioniersystem.

[0044] In Fig. 1 dargestellt sind ein erfindungsgemässes Bodenbearbeitungsfahrzeug mit einem erfindungsgemässen Positioniersystem 1a sowie eine Mehrzahl erfindungsgemässer Referenzobjekte. Ein selbstfahrender Rasenmäher 2a stellt hier das Bodenbearbeitungsfahrzeug dar, welcher Rasenmäher 2a anhand des Positioniersystems 1a und der Referenzobjekte über ein zu bearbeitendes – zu mähendes – Terrain T navigiert wird. Die Referenzobjekte sind als Pfosten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f mit einer reflektiven Beschichtung – Reflektorstäbe – ausgebildet. Über das Terrain T verteilt sind sechs Pfosten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f angeordnet, wobei einer der Pfosten 3c an einer Docking Station DS für den Rasenmäher 2a angeordnet ist. Die Pfosten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f sind hier lediglich skizziert, die spezielle Ausführung kann mit codierten Pfosten erfolgen. Beispielsweise weisen die Pfosten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f – wie für den Pfosten 3d rechts oben angezeigt –

unterschiedliche Durchmesser auf und/oder es sind Kombinationen von zwei oder mehreren Pfosten vorgesehen. Je nach Art und/oder Anzahl der Pfosten empfängt das Positioniersystem 1a unterschiedliche Signale, anhand derer die jeweiligen – codierten – Pfosten identifizierbar sind.

[0045] Das optische Positioniersystem 1a emittiert horizontale Laser-Sendestrahlen 5a in eine rotierende Emissionsrichtung, wie durch den Pfeil angedeutet. Die Beschaffenheit des Terrains T und die Anzahl und Anordnung der Pfosten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f sind derart, dass das auf dem Rasenmäher 2a angeordnete Positioniersystem 1a von jeder Position des Terrains T aus wenigstens drei Pfosten detektiert. Das Positioniersystem 1a ist hier teilweise im Rasenmäher 2a versenkt, sodass Rasenmäher 2a und System eine kompakte Anordnung bilden. Weiters wird durch die teilweise Versenkung die Anordnung niedrig gehalten, wodurch auch die Höhe der Pfosten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f verringert werden kann.

[0046] Ein Ausschnitt des Positioniersystems 1a aus Fig. 1 und ein Pfosten 3a aus Fig. 1 sind in Fig. 2 detaillierter dargestellt. Der Pfosten 3a ist mit einer reflektiven Beschichtung 3a' versehen. Wie aus dem herausgezeichneten Detail des Pfostens 3a ersichtlich ist die Beschichtung aus einer Vielzahl von Glaskügelchen 3a'' gebildet. Der Pfosten 3a ist 3 cm im Durchmesser D und die reflektive Beschichtung 3a' 1 m in der Höhe H erstreckt. Der gezeigte Ausschnitt des Positioniersystems 1a umfasst einen Umlenkspiegel 9a, der als Umlenkmittel die Sendestrahlen 5a einer – nicht dargestellten – Laserdiode als Sender des Positioniersystems 1a in Richtung des Pfostens 3a lenkt, an welchem Pfosten 3a sie zurück zum Umlenkspiegel 9a reflektiert werden. Dadurch, dass der reflektive Pfosten 3a in der Höhe erstreckt ist, ist eine sehr hohe Trefferwahrscheinlichkeit des Pfostens 3a gegeben. Für ein Terrain, das bedeutende Niveauunterschiede aufweist, können entsprechend höhere Pfosten verwendet werden.

[0047] Wie mit dem Pfeil angezeigt wird der Umlenkspiegel 9a rotiert. Dazu ist der Umlenkspiegel 9a in einer Spiegelhalterung 9a' gehalten, die auf einem ein Rotationselement bildenden zylindrischen Hohlkörperaufsatz 15a angebracht ist, welcher über einen Motor in Rotationsbewegung versetzt wird. Die Sendestrahlen 5a gelangen durch den Hohlkörperaufsatz 15a zum Umlenkspiegel 9a. Am Umlenkspiegel 9a werden die Strahlen derart umgelenkt, dass sie im Wesentlichen horizontal sind. Weiters werden die Strahlen durch die Rotation des Umlenkspiegels 9a rotiert – hier um 360°. Über die Anordnung mit dem Umlenkspiegel 9a ist eine Schutzhülle in der Art einer transparenten Kunststoff-Glocke 21 gesetzt. Die Öffnung der Kunststoff-Glocke 21 ist nur zwecks der Darstellung der Schraubverbindung 21' zwischen der Kunststoff-Glocke 21 und einer ringförmigen Platte 22 eingezeichnet, die Glocke ist geschlossen. Alternativ zur transparenten Schutzhülle kann auch eine Hülle mit einem Fenster entlang des Umfangs verwendet werden.

[0048] Die ringförmige Platte 22 ist am Rasenmäher 2a von Fig. 1 angebracht. Zur Aufnahme des Teils des Positioniersystems 1a, der sich unterhalb der Kunststoff-Glocke 21 erstreckt, weist der Rasenmäher 2a eine Ausnehmung auf. Der Rasenmäher 2a kann auch eine Ausnehmung aufweisen, in welche die Platte 22 einsetzbar ist. Alternativ kann der Rasenmäher 2a bereits mit einer integrierten Platte ausgebildet werden oder sein, in welche das Positioniersystem 1a einsetzbar ist. Der nicht dargestellte Teil des Positioniersystems 1a – an der Unterseite der Glocke – ist also im Rasenmäher 2a versenkt und gegen mechanische und umweltbedingte Beschädigungen gut geschützt.

[0049] Fig. 3 zeigt ein typisches Empfangssignal 8 eines Empfängers eines erfindungsgemässen Positioniersystems für eine 360°-Umdrehung des Umlenkmittels. Das innere Signal stellt ein Referenzsignal 8' in Bezug auf die Rotationsbewegung des Umlenkmittels des Systems dar. Das Referenzsignal 8' ist mit einem Sensor, wie z.B. einer Lichtschranke, zur Kontrolle und ggf. Korrektur der Rotationsbewegung aufgenommen – im gezeigten Ausführungsbeispiel sind vier Messungen 8a'–8d' auf 360° durchgeführt. Das Empfangssignal 8 zeigt drei Peaks 8a, 8b, 8c. Die Peaks 8a, 8b, 8c stellen von reflektiven Referenzobjekten reflektierte Signale dar, die anhand ihrer Intensität vom Hintergrund unterschieden werden können. Die – unterschiedlichen – Peaks 8a, 8b, 8c korrespondieren weiters zu Referenzobjekten mit verschiedenen Durchmessern und/oder Reflexionsvermögen, sodass eine Zuordnung zu spezifischen Referenzobjekten möglich ist. Aus dem Empfangssignal 8 werden drei Entfernungen zu den korrespondierenden Referenzobjekten berechnet. Zusätzlich werden aus dem Empfangssignal 8 und der bekannten Rotationsgeschwindigkeit – unter Berücksichtigung des Referenzsignals 8' – die Horizontalwinkel zwischen den Referenzobjekten ermittelt. Da hier ausserdem die Fahrtrichtung 16 des Bodenbearbeitungsfahrzeugs bekannt ist, sind auch die Horizontalwinkel zwischen der Fahrtrichtung 11 und den Referenzobjekten bestimmbar.

[0050] Die Fig. 4 zeigt eine detailliertere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Positioniersystems 1b für ein Bodenbearbeitungsfahrzeug. Die Aufnahme 14b des Positioniersystems 1b ist aus mehreren Bauteilen, wie Gehäuseteilen, zusammengesetzt. In der Aufnahme 14b sind in einem weiteren Gehäuse 23 der Sender, der Empfänger und die Rechen- und Steuerkomponente des Positioniersystems 1b angeordnet. Sender, Empfänger und Rechen- und Steuerkomponente bilden einen Entfernungsmesser 12b in etwa gemäss dem «Disto» der Firma Leica Geosystems. Im Unterschied zum «Disto» ist der Entfernungsmesser 12b für die Verwendung auf einem Bodenbearbeitungsfahrzeug angepasst. So emittiert der Sender etwa Sendestrahlen 5b mit einer Frequenz von wenigstens 100 kHz, um Entfernungsmessungen nach dem Phasenmessprinzip für sehr kurze Signalzeiten – von ca. 100 µs – zu ermöglichen. Die kurzen Signalzeiten entstehen aus der Rotation der Sendestrahlen 5b, welche anhand eines Umlenkmittels 9b, das mit wenigstens drei Umdrehungen pro Sekunde rotiert wird, verwirklicht wird. Das Umlenkmittel 9b ist auf einem Rotationselement 15b in Form eines Hohlkörpers befestigt. Das Rotationselement 15b wiederum ist um eine vertikale Achse 10b drehbar auf einem Hohlzylinder 14b' der Aufnahme 14b aufgesetzt und bildet ebenfalls einen Bestandteil der Aufnahme 14b. Die Rotation erfolgt anhand eines motorischen Antriebs über einen Zahnriemen 16.

[0051] Über das Umlenkmittel 9b werden die Sendestrahlen 5b des Senders in eine rotierende Emissionsrichtung gelenkt und die reflektierten Sendestrahlen als Empfangsstrahlen 7b zum Empfänger. Um zu erreichen, dass die Sendestrahlen 5b in einer Ebene, die im Wesentlichen horizontal ist, rotiert werden, ist die Aufnahme 14b des Positioniersystems 1b kardanisch in einer Trägerkomponente 13b aufgehängt. Damit richtete sich die Aufnahme 14b auch bei Neigungsstellungen des Bodenbearbeitungsfahrzeugs schwerkraftbeeinflusst vertikal aus, sodass die Horizontalität der Sendestrahlen 5b beibehalten wird. Die Trägerkomponente 13b umfasst eine erste Halterung 13b', in welcher die Aufnahme 14b um eine erste Achse drehbar gelagert ist und eine zweite Halterung 13b'', in welcher die erste Halterung 13b' um eine zweite Achse drehbar gelagert ist. Die zweite Halterung 13b'' wird über Schrauben 17 und Dämpfungselemente 18 an einer Plattform 20 des Bodenbearbeitungsfahrzeugs angebracht.

[0052] In den Teilfiguren 5A bis 5D ist eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Positioniersystems 1c in verschiedenen Ansichten dargestellt, wobei Fig. 5A eine Draufsicht auf das Positioniersystem 1c zeigt, Fig. 5B einen Querschnitt entlang der Schnittlinie A–A aus Fig. 5A, Fig. 5C eine Seitenansicht des Positioniersystems 1c und Fig. 5D einen Querschnitt entlang der Schnittlinie B–B aus Fig. 5C. Die Figuren werden im Folgenden zusammenhängend beschrieben.

[0053] Das dargestellte Positioniersystem 1c weist eine Aufnahme 14c auf, die aus einem Aufnahmekörper mit einem zylindrischen Hohlkörper 14c' und einem Rotationselement 15c zusammengesetzt ist. Das Rotationselement 15c ist als Spiegelhalter für einen Spiegel 9c als Umlenkmittel ausgebildet und über eine Kugellagerung 25 drehbar am zylindrischen Hohlkörper 14c' gelagert. Das Rotationselement 15c weist eine Aussenverzahnung 26 auf und wird über ein Ritzel 27, das von einem Elektromotor 28 angetrieben wird, rotiert. Am zylindrischen Hohlkörper 14c' ist weiters – an einem Flansch des Hohlkörpers 14c' – ein Sensor 24 angeordnet, der Referenzsignale in Bezug auf die Rotationsbewegung abgreift.

[0054] Im Aufnahmekörper sind ein Sender 4c und ein Empfänger 6c des Positioniersystems 1c angeordnet. Der Sender 4c umfasst eine Laserdiode sowie eine Kollimationsoptik, der Empfänger 6c eine Photodiode und eine Empfangsoptik. Vom Sender 4c emittierte Sendestrahlen gelangen durch den zylindrischen Hohlkörper 14c' zum Spiegel 9c, wo sie reflektiert werden. Die an Referenzobjekten reflektierten Sendestrahlen treffen wieder auf den Spiegel 9c und werden als Empfangsstrahlen zum Empfänger 6c reflektiert. Die Sende- und Empfangsstrahlen sind nicht eingezeichnet. Sender 4c, Empfänger 6c und Spiegel 9c sind hier derart angeordnet, dass der Strahlengang der Sendestrahlen und der Strahlengang der Empfangsstrahlen im Wesentlichen parallel sind. Dazu sind der Sender 4c und der Empfänger 6c möglichst nahe nebeneinander angeordnet, sodass die Sende- und Empfangsstrahlen über dieselbe Fläche des Spiegels 9c und ohne zusätzliche optische Elemente lenkbar sind, was die Ausbildung eines wenig komplexen und kompakten Systems zur Entfernungsmessung ermöglicht.

[0055] Die Laser- und Photodiode des Positioniersystems sind auf einer Leiterplatte 29 angebracht, die weiters auch einen Mikroprozessor als Datenverarbeitungseinheit umfasst. Sender 4c, Empfänger 6c und Mikroprozessor bilden einen Entfernungsmesser 12c. Der Mikroprozessor ist zusätzlich als Rechen- und Steuereinheit zum Berechnen der Position des Positioniersystems 1c bzw. des Bodenbearbeitungsfahrzeugs, für welches das Positioniersystem 1c verwendet wird, und zum Ableiten von Steueranweisungen für das Fahrzeug ausgeführt. Alternativ könnte am Entfernungsmesser 12c eine Schnittstelle zur Kommunikation mit einer Rechen- und Steuereinheit ausgebildet und die Rechen- und Steuereinheit ausserhalb der Aufnahme 14c angeordnet sein.

[0056] Die Aufnahme 14c des Positioniersystems 1c ist pendelartig an einer Trägerkomponente 13c des Systems angeordnet. Die Trägerkomponente 13c umfasst einen ersten Kardanring 13c' und einen zweiten Kardanring 13c'', über welche Kardanringe 13c' und 13c'' die Aufnahme 14c kardanisch aufgehängt ist, sodass sie sich unter der Wirkung der Schwerkraft vertikal ausrichtet. Mit der Ausrichtung der Aufnahme 14c erfolgt natürlich auch eine entsprechende Ausrichtung aller in, an oder auf der Aufnahme 14c angeordneten Komponenten, so z.B. des Entfernungsmessers 12c und des Spiegels 9c.

[0057] In den Fig. 6A bis 6C ist ein erfindungsgemässes Positioniersystem für verschiedene Bodenbearbeitungsfahrzeuge gezeigt. Die Darstellungen der Figuren sind nicht als massstäblich zu betrachten.

[0058] Fig. 6A zeigt in Draufsicht einen Markierwagen 2d als Bodenbearbeitungsfahrzeug zum Erzeugen bodengebundener Markierungen 31 auf einem Untergrund – z.B. auf einem Sportplatz. Auf dem Untergrund sind als Referenzobjekte zylindrische Reflektorstäbe 3g platziert. Diese werden anhand der Sendestrahlen 5d des auf dem Markierwagen 2d angeordneten Positioniersystems 1d abgetastet. Die Sendestrahlen werden in eine horizontale, rotierende Emissionsrichtung gesendet, sodass sie eine horizontale Strahlebene 30 aufspannen.

[0059] Das Bodenbearbeitungsfahrzeug aus Fig. 6B stellt einen Gleitschalungsfertiger 2e beim Erstellen einer Belagschicht 32 entlang eines vorgegebenen Weges dar. Entlang des Weges sind Reflektorstäbe 3h als Referenzobjekte angeordnet. Die Reflektorstäbe 3h können beispielsweise jeweils 30 m voneinander entfernt angeordnet sein. Auf der Fahrerkabine des Gleitschalungsfertigers 2e ist ein erfindungsgemässes Positioniersystem 1e angebracht. Das Positioniersystem emittiert Strahlung und tastet anhand der Rotation der Strahlung um eine vertikale Achse 10e die Umgebung kontinuierlich nach den Referenzobjekten ab. Mittels der vom Positioniersystem emittierten und empfangenen Strahlung werden die Entfernungen zu den Referenzobjekten und daraus die Position des Gleitschalungsfertigers 2e relativ zu diesen bestimmt. Sind die Reflektorstäbe 3h in ein Koordinatensystem – z.B. des Geländes – eingemessen, so kann die absolute Position des Fertigers bestimmt und dieser entsprechend gesteuert werden. Alternativ kann der vorgegebene Weg relativ zu den

Reflektorstäben 3h festgelegt, respektive die Reflektorstäbe 3h entsprechend positioniert werden, und der Fertiger relativ zu den Reflektorstäben 3h gesteuert werden.

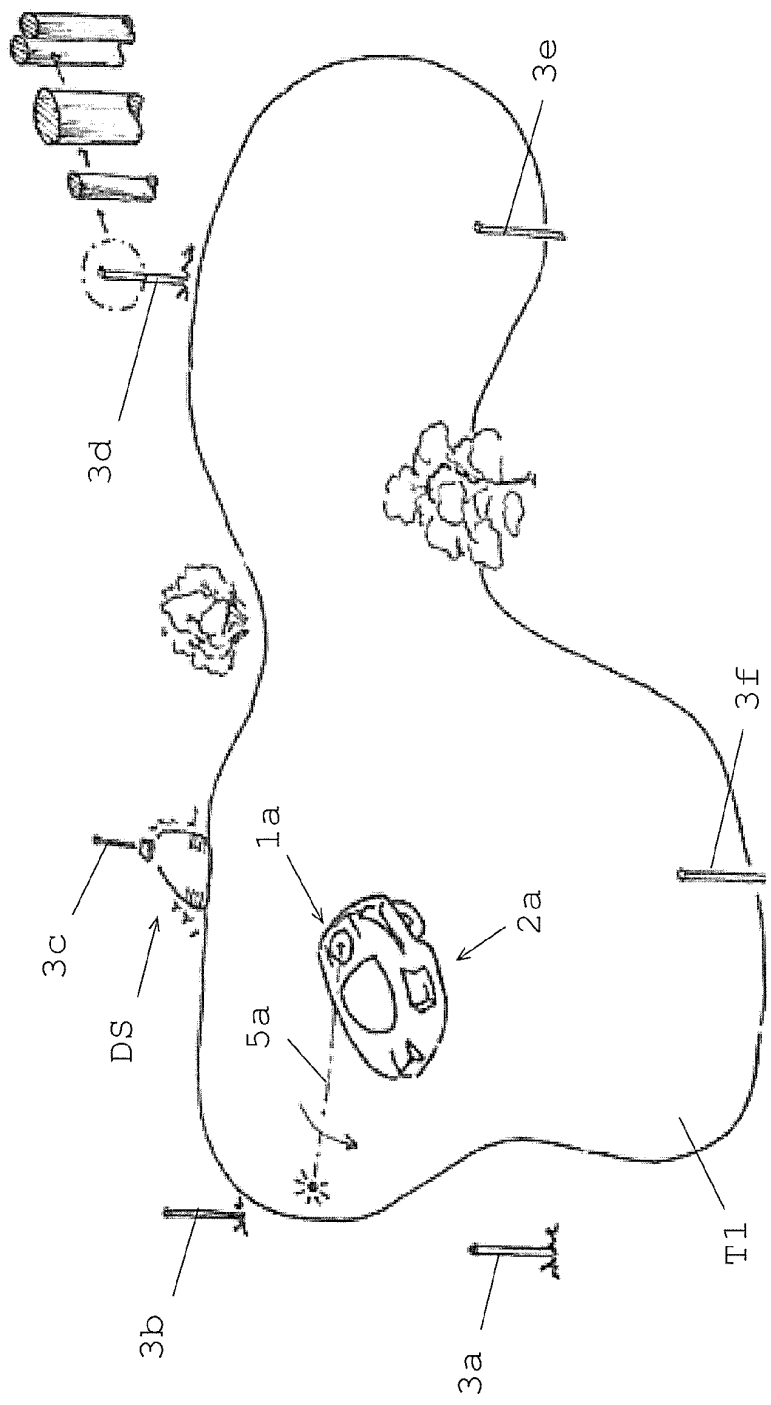
[0060] In Fig. 6C ist ein Bagger 2f als Bodenbearbeitungsfahrzeug mit einem erfindungsgemässen Positioniersystem 1f dargestellt. Das Positioniersystem 1f ist – ebenso wie in den vorangehenden Fig. 6A und 6B – lediglich durch ein Gehäuse skizziert, was jedoch nicht ausschliesst, dass z.B. die Rechen- und Steuerkomponente des Positioniersystems 1f in der Fahrerkabine angeordnet ist und in Kommunikationsverbindung – über Kabel oder Funk – mit dem Empfänger oder einer Datenverarbeitungseinheit des Positioniersystems 1f steht. Auf dem zu bearbeitenden Terrain T2 sind vier Reflektorstäbe 3i positioniert. Das Positioniersystem 1f tastet mittels Laserstrahlung kontinuierlich die Umgebung um eine vertikale Achse 10f ab. Aus den erfassten Reflektorstäben 3i werden in der Rechen- und Steuerkomponente die Relativposition des Baggers 2f und Steueranweisungen in Bezug auf dessen Positionierung abgeleitet.

Patentansprüche

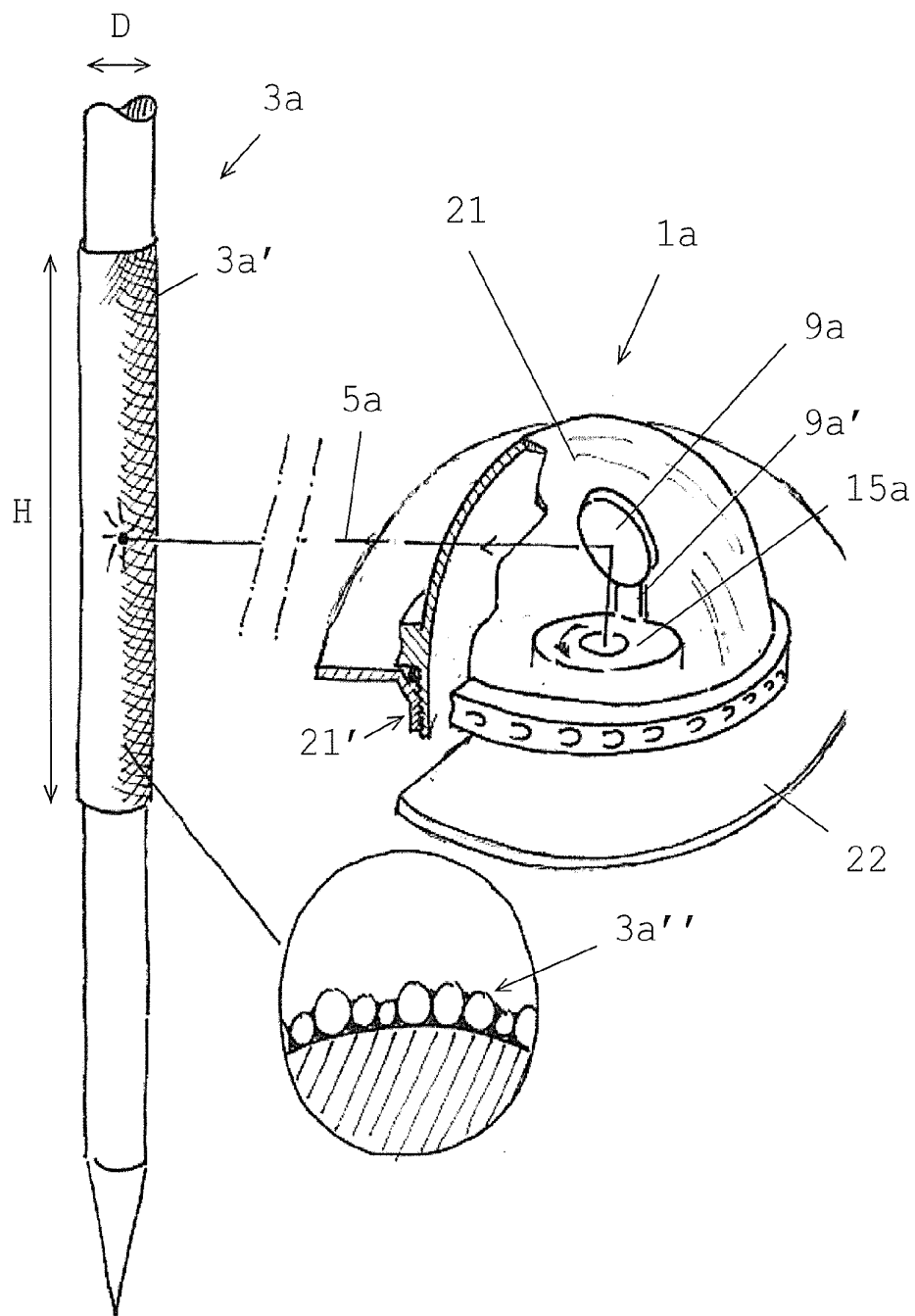
1. Positioniersystem (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) für ein, insbesondere selbstfahrendes, Bodenbearbeitungsfahrzeug (2a, 2d, 2e, 2f), mit
 - einer dem Bodenbearbeitungsfahrzeug (2a, 2d, 2e, 2f) zugeordneten, insbesondere an diesem angeordneten, Trägerkomponente (13b, 13c),
 - einer an der Trägerkomponente (13b, 13c) derart pendelartig angeordneten Aufnahme (14b, 14c), dass eine vertikale Ausrichtung der Aufnahme (14b, 14c) unter der Wirkung der Schwerkraft erfolgt, in bzw. an welcher Aufnahme (14b, 14c)
 - ein Sender (4c) zur Emission von optischen Sendestrahlen (5a, 5b, 5d), die gegen reflektierende Referenzobjekte (3a–3i) richtbar sind,
 - ein Empfänger (6c) zum Empfangen der an den Referenzobjekten (3a–3i) reflektierten Sendestrahlen (5a, 5b, 5d) als Empfangsstrahlen (7b) und zum Erzeugen von Empfangssignalen (8), sowie
 - ein Umlenkmittel (9a, 9b, 9c) zum Lenken einerseits der Sendestrahlen (5a, 5b, 5d) gegen die Referenzobjekte (3a–3i) und andererseits der Empfangsstrahlen (7b) gegen den Empfänger (6c), angeordnet sind,
 wobei das Umlenkmittel (9a, 9b, 9c) um eine vertikale Achse (10b, 10e, 10f) rotierbar derart angeordnet ist, dass eine Rotation der Sendestrahlen (5a, 5b, 5d) im Wesentlichen in einer Horizontalebene erfolgt, und mit einer Rechen- und Steuerkomponente zum Ableiten der Position des Bodenbearbeitungsfahrzeugs (2a, 2d, 2e, 2f) gegenüber den Referenzobjekten (3a–3i) wenigstens aus den Empfangssignalen (8) und zum Erzeugen von Steueranweisungen für das Bodenbearbeitungsfahrzeug (2a, 2d, 2e, 2f),
 dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (4c) und der Empfänger (6c) Bestandteil eines Entfernungsmessers (12b, 12c) sind und aus den Empfangssignalen (8) wenigstens die Entfernungen zu den Referenzobjekten (3a–3i) bestimmbar sind.
2. Positioniersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (4c) und der Empfänger (6c) zur Entfernungsmessung nach dem Prinzip der
 - Phasenmessung oder
 - Pulslaufzeitmessung ausgebildet sind.
3. Positioniersystem nach Anspruch 2, wobei Sender und Empfänger zur Entfernungsmessung nach dem Prinzip der Phasenmessung ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendestrahlen (5b) mit einer Frequenz von wenigstens 100 kHz moduliert sind.
4. Positioniersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (4c), der Empfänger (6c) und das Umlenkmittel (9a, 9b, 9c) derart angeordnet sind, dass der Strahlengang der Sendestrahlen (5a, 5b, 5d) und der Empfangsstrahlen (7b) im Wesentlichen parallel sind.
5. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender, der Empfänger und das Umlenkmittel derart angeordnet sind, dass die Sendestrahlen und die Empfangsstrahlen koaxial sind.
6. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender, der Empfänger und das Umlenkmittel (9b) derart angeordnet sind, dass
 - der Strahlengang der Sendestrahlen (5b) zwischen Sender und Umlenkmittel (9b) und/oder
 - der Strahlengang der Empfangsstrahlen (7b) zwischen Umlenkmittel (9b) und Empfänger und
 - die vertikale Achse (10b) im Wesentlichen parallel, gegebenenfalls koaxial, sind.
7. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel (9a, 9b, 9c) ein optisches Reflexionselement, wie einen Spiegel (9c) oder ein Prisma, das an, auf oder in einem um die vertikale Achse (10b, 10e, 10f) rotierbaren Rotationselement (15a, 15b, 15c) angeordnet ist, aufweist.
8. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - ein, insbesondere motorisches, Antriebsmittel zur kontinuierlichen Rotation des Umlenkmittels (9a, 9b, 9c) mit einer festen Rotationsgeschwindigkeit vorgesehen ist, und

– die Rechen- und Steuerkomponente zum Bestimmen von Winkelinformationen der Referenzobjekte (3a–3i) aus den Empfangssignalen (8) und der Rotationsgeschwindigkeit ausgebildet ist, welche Winkelinformationen zum Ableiten der Position verwendbar sind.

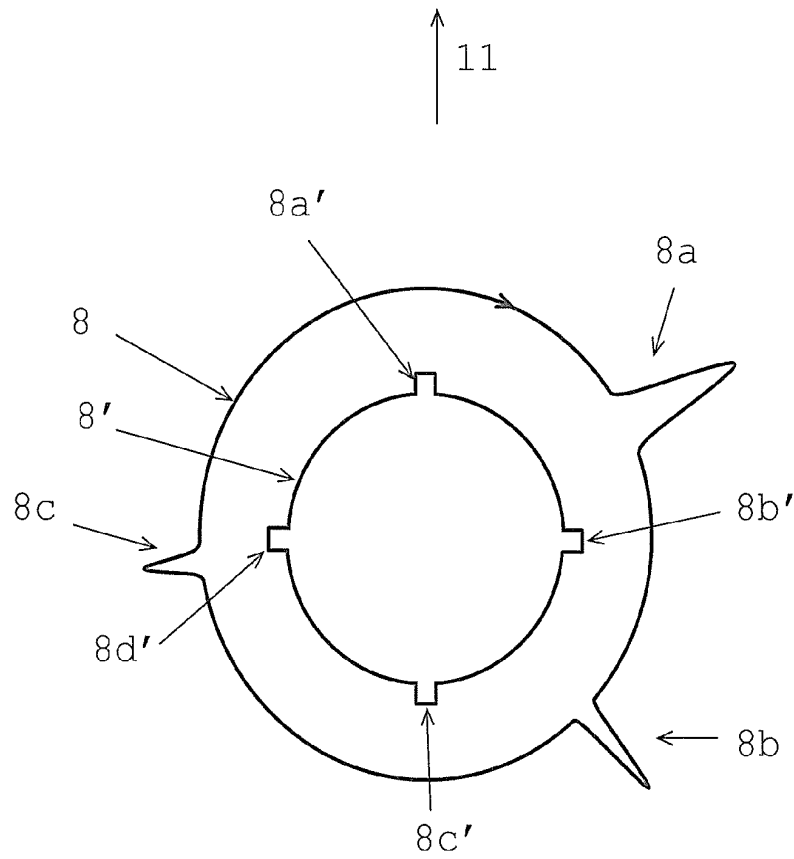
9. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme über ein Gelenk, insbesondere Kugelgelenk, an der Trägerkomponente angeordnet ist.
10. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerkomponente (13c) zwei Kardanringe (13c', 13c''), in denen die Aufnahme (14c) kardanisch aufgehängt ist, aufweist.
11. Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender zur Emission von Sendestrahlen im nicht-sichtbaren Wellenlängenbereich, beispielsweise zur Emission von Sendestrahlen mit einer Wellenlänge von 850 nm, ausgebildet ist.
12. Messanordnung mit einem Positioniersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche und mit einer Mehrzahl von Referenzobjekten (3a–3i), wobei die Referenzobjekte jeweils als ein Reflektorstab (3a–3i) ausgebildet sind.
13. Messanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Referenzobjekte (3a–3i) einen Durchmesser von wenigstens 3 cm und eine Höhe von wenigstens 1 m aufweist.
14. Bodenbearbeitungsfahrzeug (2a, 2d, 2e, 2f), insbesondere Rasenmäher (2a) mit einem Positioniersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
15. Bodenbearbeitungsfahrzeug nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bauteil des Bodenbearbeitungsfahrzeugs als die Trägerkomponente ausgebildet ist.



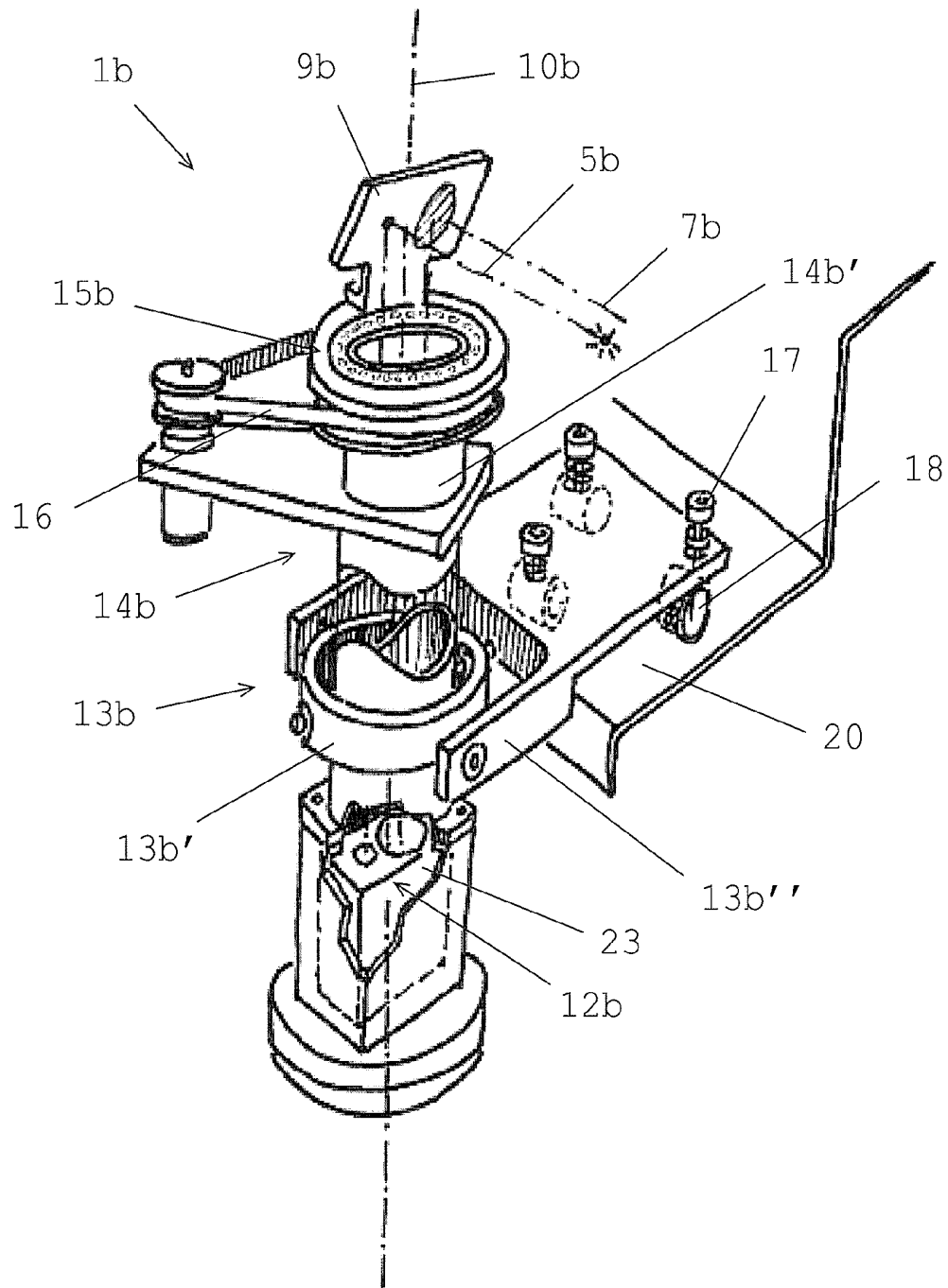
Figur 1



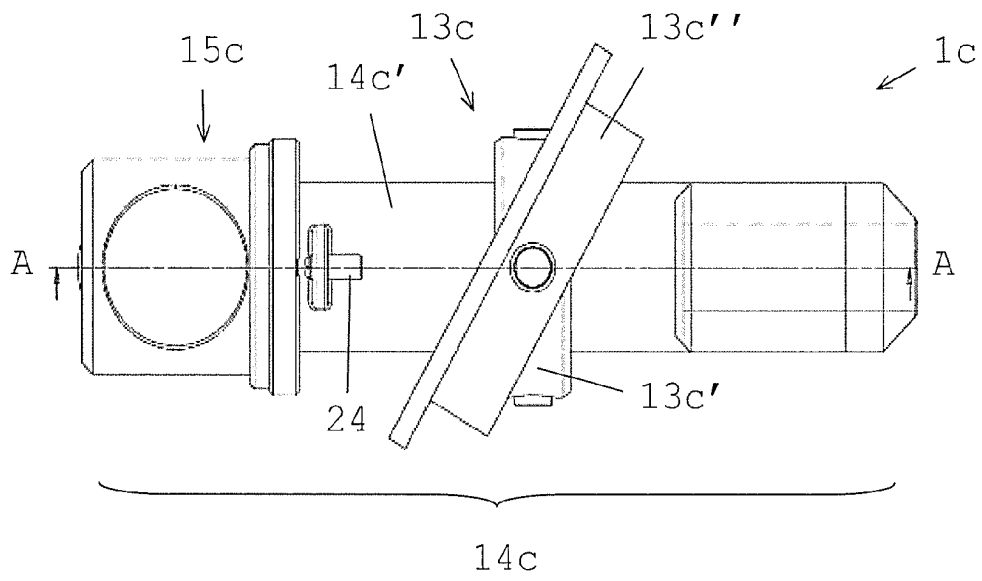
Figur 2



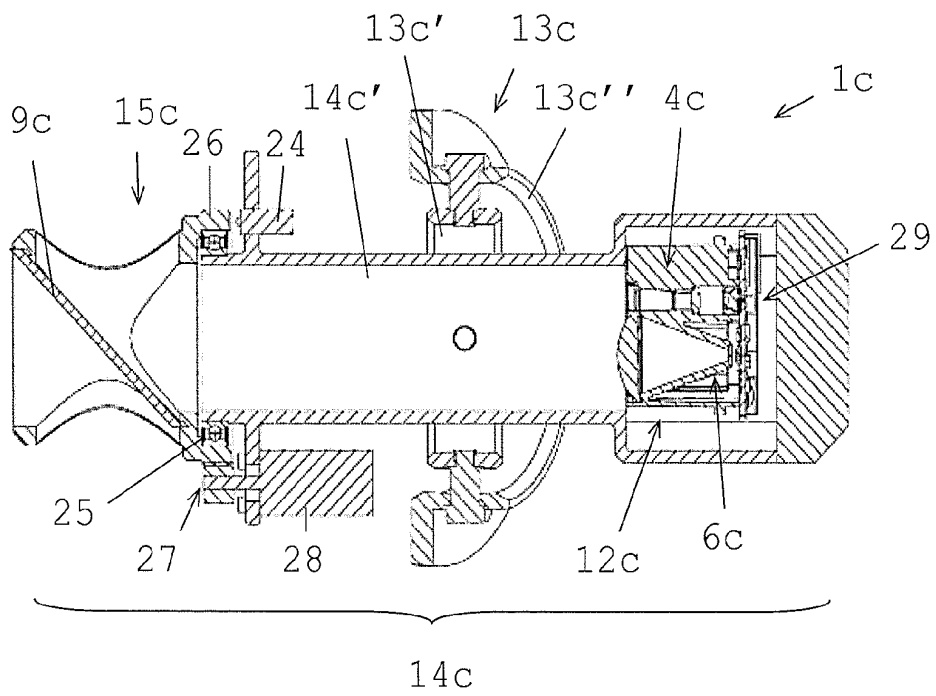
Figur 3



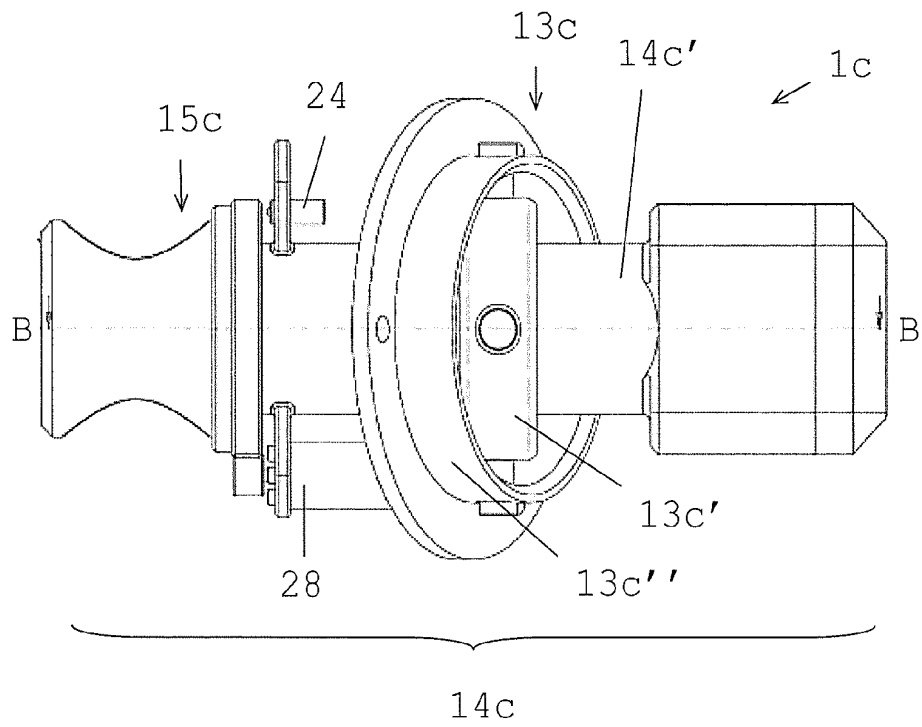
Figur 4



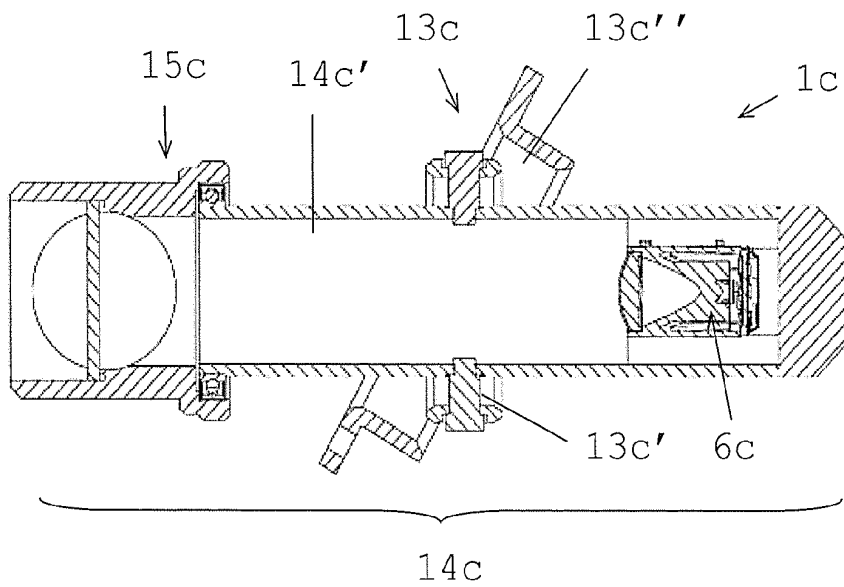
Figur 5A



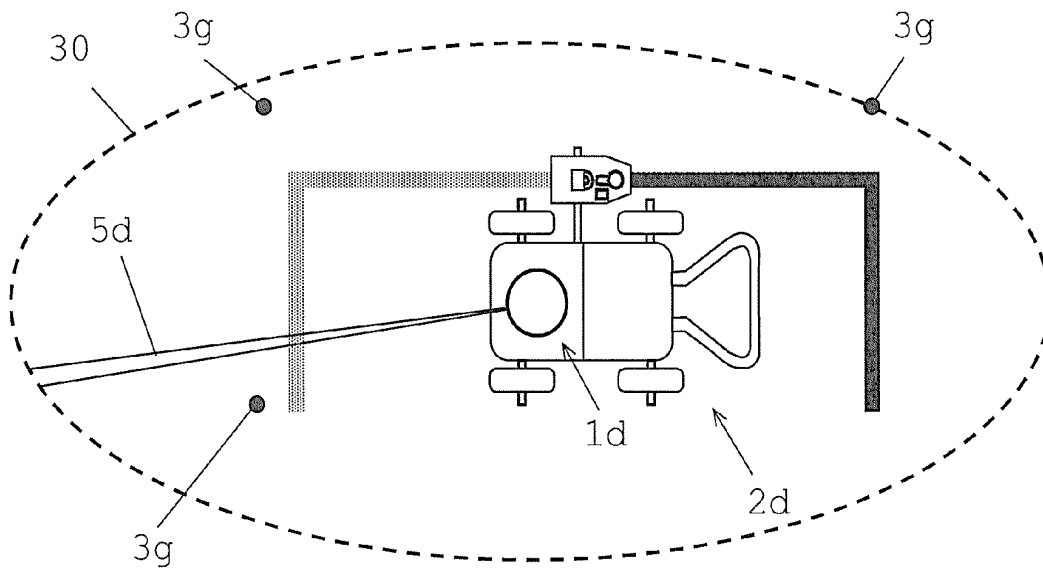
Figur 5B



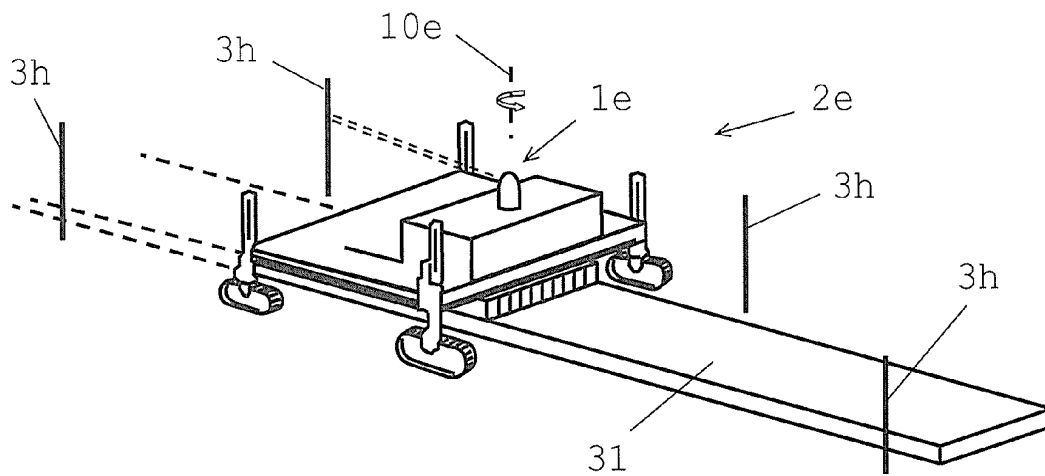
Figur 5C



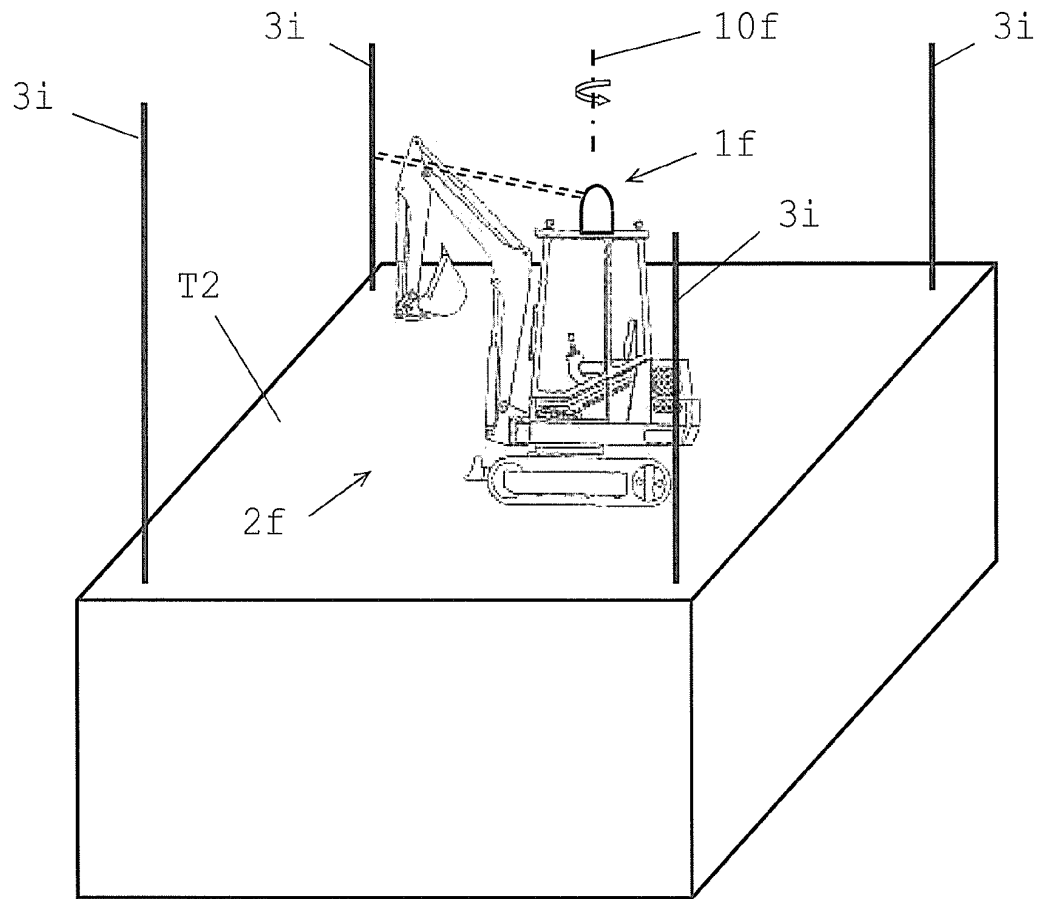
Figur 5D



Figur 6A



Figur 6B



Figur 6C