



(11) **EP 2 990 534 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.03.2016 Patentblatt 2016/09

(51) Int Cl.:
E01C 23/01 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15181641.0**

(22) Anmeldetag: **19.08.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Berning, Christian**
53909 Zülpich (DE)
• **Barimani, Cyrus**
53639 Königswinter (DE)
• **Hähn, Günter**
53639 Königswinter (DE)

(30) Priorität: **28.08.2014 DE 102014012825**

(74) Vertreter: **Oppermann, Frank**
OANDO Oppermann & Oppermann LLP
Washingtonstrasse 75
65189 Wiesbaden (DE)

(71) Anmelder: **Wirtgen GmbH**
53578 Windhagen (DE)

(54) **SELBSTFAHRENDE BAUMASCHINE UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER SELBSTFAHRENDEN BAUMASCHINE**

(57) Die Anmeldung betrifft eine selbstfahrende Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine, die über ein Fahrwerk 3, das in Arbeitsrichtung vordere und hintere Räder oder Laufwerke 4A, 4B aufweist, einen von dem Fahrwerk 3 getragenen Maschinenrahmen 3 und eine Arbeitseinrichtung 21 verfügt. Darüber hinaus betrifft die Anmeldung ein Verfahren zur Steuerung einer selbstfahrenden Baumaschine, insbesondere einer Straßenfräsmaschine. Die Anmeldung beruht auf der Erfassung von im Gelände befindlichen Objekten O zu einem Zeitpunkt, zu dem sich die Objekte O ohne weiteres erfassen lassen. Die Baumaschine verfügt über eine Einrichtung 13 zur Erzeugung von vorausschauenden Ob-

jekt-Signalen, die für die Lage von Objekten charakteristisch sind, die in einem Abschnitt des Geländes liegen, der in Arbeitsrichtung A vor dem Arbeitsbereich 22 der Arbeitseinrichtung 21 liegt. Darüber hinaus weist die Baumaschine eine die Objekt-Signale empfangende Signalverarbeitungseinrichtung 14 auf, die derart konfiguriert ist, dass während des Vorschubs der Baumaschine aus den vorausschauenden Objekt-Signalen auf die Arbeitseinrichtung bezogene Objekt-Signale gewonnen werden, die für die Lage der Objekte in einem Abschnitt des Geländes charakteristisch sind, der sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezieht.

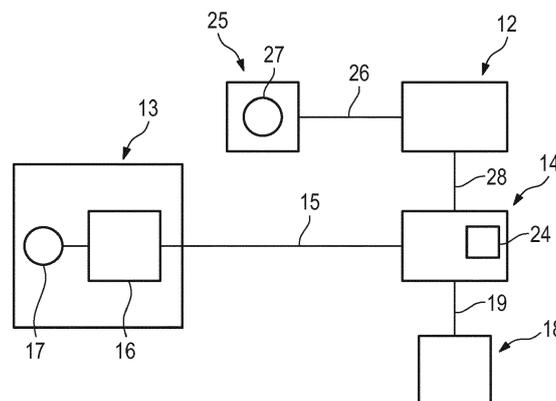


Fig. 8

EP 2 990 534 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine selbstfahrende Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine, die über ein Fahrwerk, das in Arbeitsrichtung vordere und hintere Räder oder Laufwerke aufweist, einen von dem Fahrwerk getragenen Maschinenrahmen und eine Arbeitseinrichtung verfügt. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung einer selbstfahrenden Baumaschine, insbesondere einer Straßenfräsmaschine.

[0002] Es sind verschiedene Arten von selbstfahrenden Baumaschinen bekannt. Zu diesen Maschinen zählen beispielsweise die bekannten Straßenfräsmaschinen oder Gleitschalungsfertiger. Diese Baumaschinen zeichnen sich dadurch aus, dass sie über eine Arbeitseinrichtung zum Verändern des Geländes oder zum Errichtung von Baukörpern auf dem Gelände verfügen. Bei den bekannten Straßenfräsen weist die Arbeitseinrichtung eine mit Fräswerkzeugen bestückte Fräswalze auf, mit der von der Straßenoberfläche Material in einem vorgegebenen Arbeitsbereich abgefräst werden kann.

[0003] Bei der Planung und Ausführung eines Bauvorhabens, das mit den bekannten Straßenfräsmaschinen durchgeführt werden soll, stellt sich das Problem, dass bereits im Gelände vorhandene Objekte, beispielsweise Schachtdeckel, Wasserabläufe oder Hydranten, Berücksichtigung finden müssen. Der Bereich des Geländes, in dem beispielsweise ein Schachtdeckel liegt, sollte mit der Straßenfräse nicht verändert werden, da der Schachtdeckel und die Straßenfräse ansonsten beschädigt werden könnten.

[0004] Zur Berücksichtigung von im Gelände vorhandenen Objekten ist ein Eingriff in die Maschinensteuerung notwendig. Die Fräswalze einer Straßenfräsmaschine muss beispielsweise beim Überfahren eines Schachtdeckels unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes innerhalb einer vorgegebenen Wegstrecke, die von den Abmessungen des Schachtdeckels abhängig ist, aus einer vorgegebenen Position in Bezug auf die zu verändernde Oberfläche angehoben werden. Der Maschinenführer kann die genaue Position des Schachtdeckels auf der Höhe der Fräswalze in der Praxis aber nicht erkennen, da sich die Fräswalze unterhalb des Fahrstandes befindet. Daher wird die Position eines Schachtdeckels in dem Gelände in der Praxis mit seitlichen Linien markiert, die für den Maschinenführer oder eine andere Person erkennbar sind. Die Markierung vorhandener Objekte im Gelände erweist sich aber in der Praxis als nachteilig. Zunächst erfordert die Markierung der Objekte einen zusätzlichen Arbeitsschritt. Darüber hinaus ist es schwierig, die Linien exakt im rechten Winkel zur Fahrtrichtung zu ziehen. Ferner sind die Linien bei Dunkelheit nicht oder nur schwer zu erkennen. Im Übrigen ist die Markierung der Objekte bei Regen nicht ohne weiteres möglich. Wegen der Ungenauigkeiten ist es daher erforderlich, einen relativ großen Sicherheitsabstand zu wählen, der größere Nacharbeiten erforder-

lich macht.

[0005] Der Einsatz einer Anzeigeeinheit zur Vereinfachung der Handhabung einer Baumaschine ist aus der DE 10 2010 048 185 A1 bekannt. Die DE 10 2010 048 185 A1 beschreibt aber eine Einrichtung zur Erleichterung des Manövrierens einer Baumaschine im Gelände, die mit Sensoren den vom Maschinenführer eingestellten Lenkwinkel der Laufwerke erfasst. Auf der Anzeigeeinheit werden dem Maschinenführer den Fahrweg der Baumaschine beschreibende Trajektorien angezeigt.

[0006] Die US 2009/0016818 A1 und US 2012/0001638 A1 beschreiben Baumaschinen, die über eine Einrichtung zur Erkennung von metallischen Gegenständen verfügen, die unterhalb der Geländeoberfläche liegen können. Wenn ein Gegenstand aus Metall erkannt wird, kann die Straßenfräsmaschine angehalten oder die Fräswalze angehoben werden. Die Erkennung der im Gelände verborgenen Gegenstände kann mit einem Metalldetektor erfolgen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine selbstfahrende Baumaschine, insbesondere eine Straßenfräsmaschine, zu schaffen, mit der die Steuerung der Baumaschine unter Berücksichtigung von im Gelände vorhandenen Objekten in der Praxis vereinfacht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich die Steuerung der Baumaschine unter Berücksichtigung von im Gelände vorhandenen Objekten vereinfachen lässt.

[0008] Die Lösung dieser Aufgaben erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Die Gegenstände der abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0009] Die erfindungsgemäße Baumaschine und das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Baumaschine beruhen auf der Erfassung der in dem Gelände befindlichen Objekte zu einem Zeitpunkt, zu dem sich die Objekte ohne weiteres erfassen lassen, da sie zu diesem Zeitpunkt nicht von Teilen der Maschine verdeckt werden. Obwohl die Objekte im Voraus erfasst werden, erhält der Maschinenführer die zur Steuerung der Baumaschine erforderlichen Informationen zu dem Zeitpunkt, zu dem auf Grund der Objekte ein Eingriff in die Maschinensteuerung erforderlich ist.

[0010] Die erfindungsgemäße Baumaschine verfügt über eine Einrichtung zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen, die für die Lage von Objekten charakteristisch sind, die in einem Abschnitt des Geländes liegen, der in Arbeitsrichtung vor dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung liegt. In diesem Geländeabschnitt, der außerhalb des Arbeitsbereichs der Arbeitseinrichtung liegt, können die Objekte von der Einrichtung zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen ohne weiteres erfasst werden.

[0011] In diesem Zusammenhang werden unter Objekt-Signalen sämtliche Signale verstanden, die Informationen zu der Lage der Objekte beinhalten. Diese Signale können die Lage von nur einem oder mehreren Referenzpunkten der Objekte beschreiben. Beispielsweise

können die Signale die Umrisslinien der Objekte beschreiben. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Objekt-Signale Bildsignale, mit denen sich die Objekte als einzelne Bilder oder eine Folge von Bildern (Video) darstellen lassen. Entscheidend ist, dass der Maschinenführer mit den Objekt-Signalen ausreichende Informationen (Daten) über die Lage der Objekte erhält, um einen Eingriff in die Maschinensteuerung vornehmen zu können. Dieser Eingriff in die Maschinensteuerung kann aber auch automatisch erfolgen.

[0012] Darüber hinaus weist die Baumaschine eine die vorausschauenden Objekt-Signale empfangende Signalverarbeitungseinrichtung auf, die derart konfiguriert ist, dass während des Vorschubs der Baumaschine aus den vorausschauenden Objekt-Signalen auf die Arbeitseinrichtung bezogene Objekt-Signale gewonnen werden, die für die Lage der Objekte in einem Abschnitt des Geländes charakteristisch sind, der sich auf den Arbeitsbereich der Baumaschine bezieht. Dieser Abschnitt umfasst vorzugsweise neben dem Abschnitt des Geländes, in dem der Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung liegt, auch einen Abschnitt, der in Arbeitsrichtung vor bzw. hinter dem Arbeitsbereich der Baumaschine und ggf. auch seitlich davon liegt, d. h. den an den Arbeitsbereich der Baumaschine unmittelbar angrenzenden Geländeabschnitt. Von diesen Abschnitten brauchen nur Teilabschnitte erfasst zu werden. Folglich kann der Bereich erfasst werden, in dem sich die Arbeitseinrichtung der Baumaschine auf das Objekt zubewegt bzw. von dem Objekt wegbewegt. Wenn das Objekt sich dem Arbeitsbereich nähert bzw. den Arbeitsbereich verlässt, kann unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Sicherheitsabstandes zwischen dem Objekt und dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung ein Eingriff in die Maschinensteuerung vorgenommen werden, beispielsweise die Fräswalze angehoben bzw. abgesenkt oder die Baumaschine angehalten werden. Dieser Eingriff kann manuell oder auch automatisch erfolgen. Aus den vorausschauenden Objekt-Signalen werden also aktuelle Objektsignale gewonnen, die dem Maschinenführer die erforderlichen Informationen geben. Die Signalverarbeitungseinrichtung kann eine separate Recheneinheit oder Teil der zentralen Rechen- und Steuereinheit der Baumaschine sein.

[0013] Die auf den Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung bezogenen aktuellen Objekt-Signale werden vorzugsweise aus den vorausschauenden Objekt-Signalen unter Berücksichtigung der Zeitdauer gewonnen, in der die Baumaschine die Wegstrecke zurückgelegt, die zwischen dem in Arbeitsrichtung vor dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung liegenden Abschnitt und dem sich auf den Arbeitsbereich der Baumaschine beziehenden Abschnitt des Geländes liegt. Die von der Baumaschine zurückzulegende Wegstrecke ist also von dem vorgegebenen Abstand zwischen dem beobachteten Geländeabschnitt und dem aktuellen Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung abhängig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Eingriff in die Maschinensteuerung schon dann vorgenommen werden muss, wenn sich ein im Gelände be-

findliches Objekt in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand vor dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung befindet. Zur Berechnung des hier relevanten Zeit-/Wegversatzes können charakteristische Referenzpunkte oder Referenzlinien in oder außerhalb des vor dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung liegenden Abschnitts und/oder in oder außerhalb des Abschnitts des Geländes, in dem der Arbeitsbereich der Baumaschine liegt, festgelegt werden, beispielsweise Umrisslinien oder Symmetrieachsen in Arbeitsrichtung vor oder hinter den jeweiligen Abschnitten. Die Zeitdauer, in der die Baumaschine die Wegstrecke zurücklegt, ist von der Vorschubgeschwindigkeit der Baumaschine abhängig. Zur Gewinnung der aktuellen Objekt-Signale kann der Zeitpunkt, zu dem sich die Arbeitseinrichtung der Baumaschine in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand in Arbeitsrichtung vor dem Objekt befindet, beispielsweise auch über eine Weglängenmessung bestimmt werden.

[0014] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die vorausschauenden Objekt-Signale und die aktuellen Objekt-Signale Bildsignale sind. Die Einrichtung zur Erzeugung von Objekt-Signalen weist bei dieser bevorzugten Ausführungsform eine Bildaufzeichnungseinheit auf, die derart konfiguriert ist, dass ein Abschnitt des Geländes aufgezeichnet wird, der in Arbeitsrichtung vor dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung liegt. Die Bildaufzeichnungseinheit kann eine oder mehrere Kamera-Systeme umfassen. Wenn die Bildaufzeichnungseinheit mehrere Kamera-Systeme aufweist, kann der Bildausschnitt aus mehreren Bildern zusammengesetzt werden, die jeweils mit einem Kamera-System aufgenommen werden. Jedem Kamera-System kann aber auch ein eigener Bildausschnitt zugeordnet werden. Der Bildausschnitt sollte so gewählt werden, dass sämtliche für die Steuerung der Baumaschine relevanten Bereiche im Umfeld der Objekte erfasst werden, wobei der Bildausschnitt auch Bereiche umfassen kann, die für den Maschinenführer vom Fahrstand aus nicht einsehbar sind.

[0015] Das Kamera-System kann eine Kamera oder zwei Kameras (Stereokamera-System) umfassen. Wenn bei der Aufnahme mit einer Kamera eine dreidimensionale Szene auf die zweidimensionale Bildebene der Kamera abgebildet wird, ergibt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Koordinaten eines Objektes, den Koordinaten der Abbildung des Objektes auf der Bildebene und der Brennweite der Kamera. Allerdings geht durch die zweidimensionale Abbildung die Tiefeninformation verloren.

[0016] Für die Erfindung ist ausreichend, wenn das Kamera-System nur eine Kamera aufweist, da in der Praxis die Krümmung der Geländeoberfläche in dem von der Kamera aufgenommenen Bildausschnitt vernachlässigt werden kann. Außerdem sind für die Erfindung nur zweidimensionale Szenen relevant, d. h. die Umrisslinien der Objekte in einer Ebene (Geländeoberfläche). Darauf ist die Erfindung aber nicht beschränkt.

[0017] Zur Erfassung dreidimensionaler Szenen

und/oder der Berücksichtigung einer Krümmung der Geländeoberfläche kann das mindestens einer Kamera-System der Bildaufzeichnungseinheit auch ein Stereokamera-System sein, das zwei Kameras umfasst, die achsparallel in einem vorgegebenen horizontalen Abstand angeordnet sind, um nach den bekannten Verfahren aus der Disparität die Tiefeninformation gewinnen zu können.

[0018] Die Signalverarbeitungseinrichtung ist derart konfiguriert, dass der von der Bildaufzeichnungseinheit aufgezeichnete Abschnitt des Geländes mit einer zeitlichen Verzögerung auf einer Anzeigeeinheit angezeigt wird. Folglich sind für den Maschinenführer die Objekte auf der Anzeigeeinheit dann zu erkennen, wenn sich der Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung, insbesondere die Fräswalze, unmittelbar vor dem Objekt, auf dem Objekt oder unmittelbar nach dem Objekt befindet, so dass er einen Eingriff in die Maschinensteuerung zum richtigen Zeitpunkt vornehmen kann, obwohl zu diesem Zeitpunkt weder er noch eine Kamera den relevanten Bildausschnitt erfassen könnte.

[0019] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass auf der Anzeigeeinheit zumindest ein Teil des Arbeitsbereichs der Arbeitseinrichtung visualisiert wird, so dass der Maschinenführer die Lage der Objekte in Bezug auf den Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung, insbesondere den Arbeitsbereich der Fräswalze, erkennen kann. Die Visualisierung des Arbeitsbereichs kann nicht nur durch Begrenzungslinien, sondern auch durch farbliche Unterlegungen oder Schraffuren erfolgen. Die hier relevanten Teile des Arbeitsbereichs sind dessen vorderer und hinterer Bereich, insbesondere der vordere Bereich, der in der Praxis besonders schlecht abgeschätzt werden kann. Die Anzeigeeinheit ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass die in Arbeitsrichtung vordere und/oder hintere Begrenzungslinie des Arbeitsbereichs der Arbeitseinrichtung und ggf. auch die rechte sowie linke seitliche Begrenzungslinie angezeigt werden.

[0020] Für die Gewinnung der aktuellen Objekt-Signale aus den vorausschauenden Objekt-Signalen können die unterschiedlichsten Verfahren herangezogen werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Signalverarbeitungseinrichtung derart konfiguriert, dass während des Vorschubs der Baumaschine die Objekt-Signale in eine Speichereinheit eingelesen werden, wobei die zu bestimmten Zeitpunkten in die Speichereinheit eingelesenen vorausschauenden Objekt-Signale mit einer zeitlichen Verzögerung, die von der Vorschubgeschwindigkeit der Baumaschine abhängig ist, als aktuelle Objekt-Signale aus der Speichereinheit ausgelesen und zur Anzeige gebracht werden. Die mit einer zeitlichen Verzögerung ausgelesenen Objekt-Signale können zeitkodierte Objekt-Signale sein, d. h. mit einem Zeitstempel versehene Signale sein, die über die Vorschubgeschwindigkeit der Baumaschine dekodiert werden, so dass sie verzögert zur Anzeige gebracht werden. Es ist aber auch möglich, dass die Objekt-Signale wegekodierte Signale sind, d. h. mit einer Wegstreckenmarke versehene Sig-

nale sein, die über die von der Baumaschine zurückgelegte Wegstrecke dekodiert werden. Die vorausschauenden Bilddaten können beispielsweise in Abhängigkeit von der Position der Baumaschine auf der zurückzulegenden Wegstrecke in bestimmten Abständen abgespeichert werden und nach der Zurücklegung einer vorgegebenen Wegstrecke, die von den geometrischen Abmessungen der Baumaschine einschließlich deren Arbeitseinrichtung abhängig ist, als aktuelle Bilddaten ausgelesen und zur Anzeige gebracht werden.

[0021] Wenn der Maschinenführer sieht, dass sich ein Objekt, beispielsweise ein Schachtdeckel, dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung, insbesondere der Fräswalze, nähert, nimmt er den Eingriff in die Maschinensteuerung vor, beispielsweise hebt er die Fräswalze in Bezug auf die Oberfläche des Geländes an. Wenn der Schachtdeckel überfahren ist und hinter dem Arbeitsbereich liegt, senkt er die Fräswalze wieder ab. Dadurch wird eine Beschädigung des Schachtdeckels oder der Baumaschine sicher verhindert. Die Baumaschine weist vorzugsweise eine Betätigungseinrichtung mit einem Bedienelement auf, die derart ausgebildet ist, dass nach Betätigung des Bedienelements ein Steuersignal für einen Eingriff in die Maschinensteuerung erzeugt wird, wobei die Steuereinheit der Baumaschine derart konfiguriert ist, dass die Steuereinheit nach Empfang des Steuersignals einen Eingriff in die Maschinensteuerung vornimmt, beispielsweise die Fräswalze anhebt bzw. absenkt oder die Baumaschine anhält. Über eine derartige Bedieneinheit verfügt jede konventionelle Straßenfräsmaschine.

[0022] Für die Erfindung ist grundsätzlich nicht erforderlich, die im Gelände befindlichen Objekte mit einer Kamera aufzunehmen und auf einer Anzeigeeinheit anzuzeigen. Eine alternative Ausführungsform der Erfindung, die besonders einfach in der Realisierung ist, verzichtet auf eine Darstellung der Objekte mit einem korrekten Bezug zur Position der Arbeitseinrichtung. Bei dieser Ausführungsform ist die Einrichtung zur Erzeugung von Objekt-Signalen eine Betätigungseinrichtung mit einem Bedienelement, die derart ausgebildet ist, dass die vorausschauenden Objekt-Signale nach Betätigung des Bedienelements erzeugt werden, wobei die Steuereinheit derart konfiguriert ist, dass die Steuereinheit nach Empfang eines aktuellen Objekt-Signals einen Eingriff in die Maschinensteuerung vornimmt oder einen Alarm auslöst.

[0023] Die Einrichtung zur Erzeugung von Objekt-Signalen kann eine Bildaufzeichnungseinheit aufweisen, die derart konfiguriert ist, dass ein Abschnitt des Geländes aufgezeichnet wird, der in Arbeitsrichtung vor dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung liegt, und die eine Anzeigeeinheit zur Anzeige dieses Geländeabschnitts aufweist. Der Maschinenführer kann das Objekt somit auf der Anzeigeeinheit erkennen, selbst wenn er es vom Fahrstand aus nicht einsehen kann. Eine Aufnahme- und Anzeigeeinheit ist aber nicht zwingend erforderlich. Im einfachsten Fall kann durch Betätigung eines Bediene-

lements einer Betätigungseinrichtung, beispielsweise einer Taste in einem Bedienfeld, ein einziges vorausschauendes Objekt-Signal erzeugt werden, wenn sich die Umrisslinie eines Objektes einem Referenzpunkt oder einer Referenzlinie nähert. Dabei kann der Referenzpunkt oder die Referenzlinie ein an der Baumaschine vorgesehener Punkt oder eine Linie sein, die für den Maschinenführer sichtbar ist. Aus dem vorausschauenden Objekt-Signal wird dann mit zeitlicher Verzögerung ein aktuelles Objekt-Signal gewonnen, das die Information beinhaltet, dass ein Eingriff in die Maschinensteuerung vorgenommen werden muss. Dieser Eingriff in die Maschinensteuerung kann automatisch erfolgen, d. h. nach Betätigung des Bedienelements wird die Fräswalze der Straßenfräsmaschine zum richtigen Zeitpunkt, wenn sich der Schachtdeckel gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes auf der Höhe der Fräswalze befindet, automatisch angehoben. Folglich ist das aktuelle Objekt-Signal ein Steuersignal für die Steuereinheit der Baumaschine zum Anheben bzw. Absenken der Fräswalze. Das aktuelle Objekt-Signal kann aber auch ein Alarmsignal sein, das den Maschinenführer zum Anheben bzw. Absenken der Fräswalze auffordert.

[0024] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

[0025] Es zeigen:

- Fig. 1A ein Ausführungsbeispiel einer Straßenfräsmaschine in der Seitenansicht,
- Fig. 1B die Straßenfräsmaschine von Fig. 1A in der Draufsicht,
- Fig. 2 die mit der Straßenfräsmaschine zu bearbeitende Straßenoberfläche,
- Fig. 3A bis 3C das Blickfeld des Kamera-Systems der Bildaufzeichnungseinheit der Einrichtung zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen, die Fräswalze sowie die Anzeigeeinheit der Straßenfräsmaschine in einer vereinfachten schematischen Darstellung zu einem Zeitpunkt, zu dem ein Schachtdeckel in dem Blickfeld der Kamera liegt,
- Fig. 4A bis 4C das Blickfeld des Kamera-Systems, die Fräswalze sowie die Anzeigeeinheit zu einem Zeitpunkt, zu dem der Schachtdeckel das Blickfeld der Bildaufzeichnungseinheit verlässt,
- Fig. 5A bis 5C das Blickfeld des Kamera-Systems, die Fräswalze sowie die Anzeigeeinheit zu einem Zeitpunkt, zu dem ein

Wassereinlauf in dem Blickfeld der Bildaufzeichnungseinheit liegt,

- Fig. 6A bis 6C das Blickfeld des Kamera-Systems, die Fräswalze sowie die Anzeigeeinheit zu einem Zeitpunkt, zu dem ein anderer Schachtdeckel in das Blickfeld der Bildaufzeichnungseinheit eintritt,
- Fig. 7A bis 7C das Blickfeld des Kamera-Systems, die Fräswalze sowie die Anzeigeeinheit zu einem Zeitpunkt, zu dem der andere Schachtdeckel das Blickfeld der Bildaufzeichnungseinheit verlässt hat,
- Fig. 8 ein Blockschaltbild mit den für die Erfindung wesentlichen Komponenten der Baumaschine,
- Fig. 9A und 9B das Blickfeld des Kamera-Systems zu zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei dem auf der Anzeigeeinheit das von der Kamera aufgenommene Bild angezeigt wird.

[0026] Die Figuren 1A und 1B zeigen in der Seitenansicht und Draufsicht als Beispiel für eine selbstfahrende Baumaschine eine Straßenfräsmaschine. Da Straßenfräsmaschinen als solche zum Stand der Technik gehören, werden hier nur die für die Erfindung wesentlichen Komponenten beschrieben.

[0027] Der Straßenfräsmaschine 1 weist einen Maschinenrahmen 2 auf, der von einem Fahrwerk 3 getragen wird. Das Fahrwerk 3 weist zwei vordere und zwei hintere Kettenlaufwerke 4A, 4B auf, die an vorderen und hinteren Hubsäulen 5A, 5B befestigt sind. Es kann aber auch nur ein vorderes oder hinteres Laufwerk vorgesehen sein. Die Arbeitsrichtung (Fahrtrichtung) der Straßenfräsmaschine ist mit einem Pfeil A gekennzeichnet.

[0028] Die Kettenlaufwerke 4A, 4B und Hubsäulen 5A, 5B bilden die Antriebseinrichtung der Straßenfräsmaschine zum Ausführen von translatorischen und/oder rotatorischen Bewegungen auf dem Gelände. Durch Anheben und Absenken der Hubsäulen 5A, 5B kann der Maschinenrahmen 2 gegenüber dem Boden in der Höhe und Neigung bewegt werden. Mit den Kettenlaufwerken 4A, 4B kann die Straßenfräsmaschine vor- und zurückbewegt werden.

[0029] Die Straßenfräsmaschine 1 verfügt über eine Arbeitseinrichtung zum Verändern des Geländes. Hierbei handelt es sich um eine Fräseinrichtung 6 mit einer mit Fräswerkzeugen bestückten Fräswalze 21 (Figuren 3 bis 7), die in den Figuren 1A und 1B aber nicht erkennbar ist. Das Fräsgut wird mit einer Fördereinrichtung F abtransportiert.

[0030] Die mit einer Straßenfräsmaschine zu verändernde Straßenoberfläche ist in Fig. 2 dargestellt. Auf dem Gelände verläuft eine von Bordsteinen 7 seitlich begrenzte Straße 8. Bei diesem Ausführungsbeispiel liegt das Projekt darin, den Belag der Straße abzufräsen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich auf der Straße bestimmte Objekte O befinden, beispielsweise Schachtdeckel in der Mitte des Straßenbelags und Wassereinfläufe an der Seite des Straßenbelags. Fig. 2 zeigt zwei Schachtdeckel 9, 10 und einen Wassereinflauf 11, die von der Straßenfräsmaschine zwar überfahren werden, aber von deren Fräswalze nicht erfasst werden sollen. Die Darstellung in Fig. 2 entspricht nicht dem Sichtfeld des Maschinenführers. Die Objekte O auf der Straße kann der Maschinenführer auf dem Fahrstand der Baumaschine nicht sehen, da sie sich unmittelbar vor der Baumaschine oder unterhalb der Maschine befinden. Der Maschinenführer kann den Schachtdeckel insbesondere dann nicht erkennen, wenn sich die Fräswalze nur noch ein kurzes Stück vor dem Schachtdeckel befindet, d. h. genau zu dem Zeitpunkt, zu dem der Maschinenführer die Fräswalze anheben muss. Dieser Bereich kann aber auch wegen des umherfliegenden Fräsgutes im Fräswalzengehäuse mit einer Kamera nicht überwacht werden.

[0031] Da der Maschinenführer die Schachtdeckel 9, 10 nicht erkennen kann, werden in der Praxis auf der Höhe der Schachtdeckel seitliche Markierungen angebracht, die in Fig. 2 mit M_1 und M_2 bezeichnet sind. Diese Markierungen sollen dem Maschinenführer oder einer anderen Person ermöglichen, die Position der Schachtdeckel zu erkennen, so dass die Fräswalze rechtzeitig angehoben werden kann. Derartige Markierungen sind aber bei der erfindungsgemäßen Baumaschine nicht erforderlich.

[0032] Die Baumaschine weist eine zentrale Steuereinheit 12 zur Steuerung der Antriebseinrichtung für die Laufwerke 4A, 4B und die Hubsäulen 5A, 5B auf (Fig. 8). Darüber hinaus verfügt die Straßenfräse über eine Einrichtung 13 zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen und eine Signalverarbeitungseinrichtung 14, die über eine Datenleitung 15 miteinander verbunden sind. Die Signalverarbeitungseinrichtung 14 ist über eine Datenleitung 28 mit der Steuereinheit 12 verbunden. Die Einrichtung 13 zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen verfügt über eine Bildaufzeichnungseinheit 16, die ein am Maschinenrahmen 2 angeordnetes Kamera-System 17 aufweist, mit dem ein Abschnitt des zu bearbeitenden Geländes, d. h. des Straßenbelags 8 mit den Schachtdeckeln 9, 10 und Wassereinfläufen 11, aufgenommen wird. Darüber hinaus verfügt die Straßenfräse über eine Anzeigeeinheit 18, beispielsweise ein LC-Display, die über eine Datenleitung 19 mit der Signalverarbeitungseinrichtung 14 verbunden ist.

[0033] Die Figuren 3A bis 3C zeigen in einer vereinfachten schematischen Darstellung das Blickfeld 20 des Kamera-Systems 17 der Bildaufzeichnungseinheit 16

der Einrichtung zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen 13 (Fig. 3A), die Fräswalze 21 (Fig. 3B) sowie die Anzeigeeinheit 18 (Fig. 3C) der Straßenfräsmaschine 1. Das Blickfeld des Kamera-Systems liegt in einem Bereich, der von dem Maschinenführer nicht eingesehen werden kann. Das von dem Kamera-System aufgezeichnete Bild wird dem Maschinenführer auf der Anzeigeeinheit nicht angezeigt.

[0034] Das Kamera-System kann ein Stereokamera-System oder ein Kamera-System mit nur einer Kamera sein. Bei zu vernachlässigender Krümmung der Geländeoberfläche und/oder der Berücksichtigung nur zweidimensionaler Objekte ist aber ein Kamera-System mit nur einer Kamera ausreichend. Nachfolgend wird das Kamera-System daher nur als Kamera bezeichnet.

[0035] Die Fräswalze 21 weist einen rechteckförmigen Arbeitsbereich 22 auf, der von den geometrischen Abmessungen des zylindrischen Walzenkörpers bestimmt wird. Der Arbeitsbereich 22 wird durch eine in Arbeitsrichtung vordere Begrenzungslinie 22A, eine hintere Begrenzungslinie 22B und seitliche Begrenzungslinien 22C, 22D begrenzt. Diese Linien kennzeichnen den Bereich, an denen die Fräsmeißel der Fräswalze 21 in die Oberfläche des Geländes eindringen. Unter dem Arbeitsbereich 22 der Fräswalze 21 wird also ein Geländeabschnitt verstanden.

[0036] Die Fräswalze 21 kann durch Ausfahren bzw. Einfahren der Hubsäulen 5A, 5B in Bezug auf die Bodenoberfläche angehoben oder abgesenkt werden, um die Frästiefe einstellen zu können. Wenn die Frästiefe verändert wird, verändert sich auch der rechteckförmige Arbeitsbereich 22 der Fräswalze 21. Eine Verringerung der Frästiefe führt zu einer Verringerung des Abstandes zwischen der vorderen und hinteren Begrenzungslinie 22A, 22B, während eine Vergrößerung der Frästiefe zu einer Vergrößerung des Abstandes zwischen der vorderen und hinteren Begrenzungslinie 22A, 22B führt. Da die Frästiefe gegenüber dem Boden und die geometrischen Abmessungen der Fräswalze bekannt sind, kann der Arbeitsbereich 22 der Fräswalze 21 berechnet werden.

[0037] Die Kamera 17 erfasst einen Abschnitt des Geländes, der vom Maschinenführer auf dem Fahrstand nicht einsehbar ist. Im Blickfeld 20 der Kamera 17 liegt ein Abschnitt des zu verändernden Geländes, der von der Fräsmaschine überfahren wird, die sich mit einer vorgegebenen Vorschubgeschwindigkeit v in Arbeitsrichtung A bewegt. Das rechteckförmige Blickfeld 20 der Kamera 17 wird durch eine vordere und hintere Begrenzungslinie 20A, 20B und seitliche Begrenzungslinien 20C, 20D begrenzt. Die Längsachse 20E des Blickfeldes 20 liegt in Arbeitsrichtung A in einem vorgegebenen Abstand x vor der Rotationsachse 21E der Fräswalze 21 bzw. der Längsachse des rechteckförmigen Arbeitsbereichs 22. Dieser Abstand x ist von der Anordnung und dem Blickwinkel (Ausrichtung) der Kamera 17 am Maschinenrahmen 2 und von der Anordnung der Fräswalze 21 am Maschinenrahmen 2 abhängig. Der Abstand x_1

bzw. x_2 zwischen der Längsachse 20E des Blickfeldes 20 der Kamera 17 und der vorderen bzw. hinteren Begrenzungslinie 22A, 22B der Fräswalze 21 ist nicht nur von der Anordnung und dem Blickwinkel der Kamera 17 und der Anordnung der Fräswalze 21, sondern auch von den geometrischen Abmessungen (Durchmesser) der Fräswalze 21 und der Frästiefe abhängig.

[0038] Die Längsachse 20E des Blickfeldes 20 stellt eine Referenzlinie dar, über die sich während des Vorschubs der Baumaschine die Objekte O bewegen. Die Umrisslinie der Objekte O, beispielsweise die kreisförmige Umrisslinie 9' des sich auf die Referenzlinie 20E zubewegenden Schachtdeckels 9 berührt die Linie 20E, schneidet daraufhin die Linie an zwei Schnittpunkten, berührt die Linie dann wieder an einem Punkt und verlässt schließlich das Blickfeld 20 der Kamera 17. Die Figuren 3A bis 3C zeigen den Schachtdeckel 9 zu einem Zeitpunkt, zu dem der Schachtdeckel 9 im Blickfeld 20 der Kamera 17 liegt.

[0039] Die Anzeigeeinheit 18 zeigt nicht das Live-Bild der Kamera, sondern ein aufgezeichnetes Bild (Video), d. h. das von der Kamera aufgezeichnete Bild mit einer zeitlichen Verzögerung. Der auf der Anzeigeeinheit 18 angezeigte Bildausschnitt 23 wird wieder durch vordere und hintere Begrenzungslinien 23A, 23B sowie seitliche Begrenzungslinien 23C, 23D begrenzt. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht der rechteckförmige Bildausschnitt 23 der Anzeigeeinheit 18 in den geometrischen Abmessungen exakt dem Blickfeld 20 der Kamera 17 (Fig. 3C). Der Bildausschnitt 23 kann aber auch ein verkleinerter oder vergrößerter Ausschnitt sein, wenn die Anzeigeeinheit 18 eine Zoomfunktion hat. Auf der Anzeigeeinheit 18 wird der Arbeitsbereich 22 der Fräswalze 21 durch deren vordere und hintere sowie seitliche Begrenzungslinien 22A, 22B, 22C, 22D markiert (Fig. 3B). Der Abstand der Begrenzungslinien 22A, 22B, 22C, 22D ist von den Abmessungen der Fräswalze 21 und der eingestellten Frästiefe abhängig. Eine Veränderung der Frästiefe führt also zu einem Verschieben der vorderen und hinteren Begrenzungslinien 22A und 22B, die dem von der Bildaufzeichnungseinheit aufgezeichneten und mit zeitlicher Verzögerung auf der Anzeigeeinheit 18 angezeigten Bild überlagert werden.

[0040] Die Anzeigeeinheit 18 liegt im Blickfeld des Maschinenführers, so dass der Maschinenführer auf der Anzeigeeinheit erkennen kann, wann sich das Objekt O, beispielsweise der Schachtdeckel 9, auf die Fräswalze 21 zubewegt.

[0041] Die Figuren 4A bis 4D zeigen das Blickfeld 20 der Kamera 17, die Fräswalze 21 sowie die Anzeigeeinheit 18 zu einem Zeitpunkt, zu dem der Schachtdeckel 9 das Blickfeld 20 der Kamera 17 verlässt, wobei der Schachtdeckel 9 auf der Anzeigeeinheit 18 noch nicht angezeigt wird, die Fig. 5A bis 5C zeigen das Blickfeld 20 der Kamera 17 und die Anzeigeeinheit 18 zu einem Zeitpunkt, zu dem ein Wassereinlauf 11 in das Blickfeld 20 der Kamera 17 eingetreten ist, wobei der Schachtdeckel 9 aber auf der Anzeigeeinheit 18 immer noch nicht

angezeigt wird, die Fig. 6A bis 6C zeigen das Blickfeld 20 der Kamera 17 und die Anzeigeeinheit 18 zu einem Zeitpunkt, zu dem der zweite Schachtdeckel 10 in das Blickfeld 20 der Kamera 17 eintritt und die vordere Kante des zuvor aufgezeichneten ersten Schachtdeckels 9 die vordere Begrenzungslinie 22A des Arbeitsbereichs 22 erreicht, und die Fig. 7A bis 7C zeigen das Blickfeld 20 der Kamera 17 und die Anzeigeeinheit 18 zu einem Zeitpunkt, zu dem der zweite Schachtdeckel 10 das Blickfeld 20 der Kamera 17 verlassen hat und die hintere Kante des ersten Schachtdeckels 9 die hintere Begrenzungslinie 22B gerade überschritten hat.

[0042] Für die Steuerung der Straßenfräsmaschine 1 sind die Zeitpunkte entscheidend, zu denen die Umrisslinie 9', 10' des Schachtdeckels 9, 10 die vordere und hintere Begrenzungslinie 22A, 22B des Arbeitsbereichs 22 der Fräswalze 21 berührt, d. h. wann sich die Fräswalze 21 über den Schachtdeckel 9, 10 oder den Wassereinlauf 11 bewegt. Die Fräswalze 21 muss angehoben werden, wenn sich die Umrisslinie 9', 10' des Schachtdeckels 9, 10 in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand vor der vorderen Begrenzungslinie 22A befindet (Fig. 6C) und muss abgesenkt werden, wenn sich die Umrisslinie 9', 10' in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand hinter der vorderen Begrenzungslinie 22A befindet (Fig. 7C).

[0043] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die vorausschauenden Objekt-Signale Bild-Signale der Bildaufzeichnungseinheit 16. Bei den Bild-Signalen handelt es sich um Bild-Daten einer digitalen Kamera 17, die den betreffenden Abschnitt des Geländes aufzeichnet. Die Bild-Daten können als eine Folge von einzelnen Bildern zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten oder als kontinuierliche Folge von Bildern (Video) zur Anzeige gebracht werden. Die Signalverarbeitungseinrichtung 14 weist bei dem Ausführungsbeispiel eine Speichereinheit 24 auf, in die die vorausschauenden Bild-Signale sukzessive eingelesen und nach Ablauf eines Zeitintervalls als aktuelle Bildsignale wieder ausgelesen werden. Die Objekt-Signale stellen also zeitkodierte Signale dar. Diese Bild-Signale werden als Bilder auf der Anzeigeeinheit 18 angezeigt, die die aktuelle Position des Objektes O, beispielsweise des Schachtdeckels 9, 10 in Bezug auf die Fräswalze 21 zeigen. Die Länge dieses Zeitintervalls berechnet sich aus dem Quotienten von dem vorgegebenen Abstand zwischen der vorderen bzw. hinteren Begrenzungslinie 20A bzw. 20B des Blickfeldes 20 und der vorderen bzw. hinteren Begrenzungslinie 23A bzw. 23B des Bildausschnitts 23 und der Vorschubgeschwindigkeit v , mit der sich die Baumaschine in Arbeitsrichtung A bewegt, wenn der aufgezeichnete und angezeigte Bildausschnitt den gleichen Maßstab haben. Dieser Abstand entspricht dem Abstand x zwischen der Längsachse 20E des Blickfeldes und der Rotationsachse 21E der Fräswalze.

[0044] Eine alternative Ausführungsform sieht vor, dass die Bildaufzeichnungseinheit jeweils dann ein Bild aufzeichnet, wenn die Baumaschine in Arbeitsrichtung

A eine vorgegebene Wegstrecke zurückgelegt hat. Diese Wegstrecke sollte möglichst klein sein, beispielsweise nur einen oder wenige Zentimeter oder gar Millimeter betragen, so dass die Folge von Bildern auf der insgesamt zurückzulegenden Wegstrecke mit ausreichender Auflösung erfasst werden kann. Zur Erfassung dieser Wegstrecke verfügt die Baumaschine über einen Wegstreckenähler ("Schrittzähler"). Die Bildaufzeichnungseinheit 18 zeichnet folglich eine Folge von Bildern auf, die der von der Baumaschine zurückgelegten Wegstrecke (Anzahl der "Schritte") zugeordnet werden. Beispielsweise zeichnet die Bildaufzeichnungseinheit 18 jeweils dann ein Bild auf, wenn sich die Baumaschine in Arbeitsrichtung A auf der Wegstrecke um einen Zentimeter bewegt hat. Die Objekt-Signale stellen also wegekodierte oder mit einer Wegstreckenmarke versehene Bild-Signale dar. Die wegekodierten Bild-Signale werden auf der Anzeigeeinheit 18 jeweils dann zur Anzeige gebracht, wenn die Baumaschine nach der Aufnahme des Bildes eine vorgegebene Gesamtwegstrecke zurückgelegt hat, die dem Abstand x zwischen der Längsachse 20E des Blickfeldes 20 und der Rotationsachse 21E der Fräswalze entspricht. Das zu einem bestimmten Zeitpunkt, d. h. an einem bestimmten Ort der Wegstrecke (Wegstreckenmarke), an dem sich die Baumaschine befindet, aufgenommene Bild wird also erst dann auf der Anzeigeeinheit 18 angezeigt, wenn die Baumaschine eine bestimmte Gesamtwegstrecke, die einer bestimmten Anzahl von "Schritten" entspricht, beispielsweise 100 "Schritte" von jeweils 1 cm zurückgelegt hat. Zur Bestimmung der von der Baumaschine zurückgelegten Gesamtwegstrecke kann beispielsweise die Anzahl von Umdrehungen der die Laufwerke antreibenden Antriebsmittel, beispielsweise der Antriebswellen oder -räder, etc. erfasst werden.

[0045] Fig. 6C zeigt, wie die Umrisslinie 9' des Schachdeckels 9 die vordere Begrenzungslinie 22A des Arbeitsbereichs 22 der Fräswalze 21 erreicht, so dass der Maschinenführer die Fräswalze 21 anheben muss, während Fig. 7C zeigt, wie die Umrisslinie 9' des Schachdeckels 9 die hintere Begrenzungslinie 22B des Arbeitsbereichs 22 der Fräswalze 21 verlässt, so dass der Maschinenführer die Fräswalze 21 absenken kann. Der Maschinenführer kann auf der Anzeigeeinheit 18 gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes, den Zeitpunkt genau abschätzen, zu dem er den Eingriff in die Maschinensteuerung vornehmen muss.

[0046] Die Baumaschine verfügt über eine Betätigungseinrichtung 25, die über eine Steuerleitung 26 mit der Steuereinheit 12 der Baumaschine verbunden ist. Die Betätigungseinrichtung 25 weist ein Bedienelement 27 auf, das der Maschineführer betätigt, wenn die Umrisslinie des Schachdeckels die vordere Begrenzungslinie der Fräswalze erreicht bzw. die hintere Begrenzungslinie der Fräswalze unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes verlässt. Die Betätigungseinrichtung 25 erzeugt dann ein Steuersignal, das die Steuereinheit 12 empfängt, so dass die Steuereinheit 12 beispielsweise

die Hubsäulen 5A, 5B derart ansteuert, dass die Fräswalze 21 angehoben bzw. abgesenkt wird.

[0047] Die Objekte O und die Fräswalze 21 können auf der Anzeigeeinheit 18 beispielsweise auch durch Schraffuren und/oder farbliche Unterlegungen visualisiert werden. Auch kann der einzuhaltende Sicherheitsabstand beispielsweise durch zusätzliche Linien und/oder Schraffuren und/oder farbliche Unterlegungen visualisiert werden. Es kann auch eine weitere Anzeigeeinheit vorgesehen sein, die das von der Kamera aufgezeichnete Bild zeigt.

[0048] Die Figuren 3 bis 7 zeigen den Fall, dass die Baumaschine eine gerade Wegstrecke zurücklegt. Die Betrachtung dieses Fall ist in der Praxis ausreichend, da der Abstand x zwischen der Längsachse 20E des Blickfeldes 20 und der Längsachse 21E der Fräswalze 21 relativ klein ist, so dass auf dieser Wegstrecke eine Krümmung zu vernachlässigen ist. Aber auch für den Fall, das sich die Baumaschine auf einer beliebigen Bahnkurve bewegt, können die sich auf den Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung beziehenden aktuellen Objekt-Signale mit den bekannten Rechenverfahren exakt ermittelt werden, da die geometrischen Beziehungen zwischen dem Blickfeld der Bildaufnahmeeinheit und dem Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung bekannt sind. Der Verlauf der von der Baumaschine zurückgelegten Bahnkurve kann beispielsweise aus der von der Baumaschine zurückgelegten Wegstrecke und den an bestimmten Wegstreckenmarken eingestellten Lenkwinkeln ermittelt werden. Aus dem Verlauf der Bahnkurve ergibt sich wiederum die Drehung sowie die seitliche Verschiebung des Objektes zwischen dem Zeitpunkt der Aufnahme und Anzeige des Bildes, die aber in der Praxis unberücksichtigt bleiben kann, da auf der relevanten Wegstrecke eine Krümmung vernachlässigt werden kann.

[0049] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 9A bis 9B eine vereinfachte Ausführungsform der Erfindung beschrieben, die sich von dem obigen Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass auf der Anzeigeeinheit 18 keine Anzeige der aktuellen Verhältnisse erfolgt. Bei dieser Ausführungsform wird auf der Anzeigeeinheit 18 das aktuell von der Kamera 17 aufgezeichnete Live-Bild angezeigt. Die Anzeigeeinheit 18 empfängt somit nicht die aktuellen, sondern die vorausschauenden Bild-Signale der Kamera 17. Die Darstellung auf der Anzeigeeinheit 18 unterscheidet sich ansonsten nicht von der Darstellung der obigen Ausführungsform. Auch die Bedienung entspricht dem obigen Ausführungsbeispiel.

[0050] Die Figuren 9A und 9B zeigen das rechteckförmige Blickfeld 20 der Kamera 17, das durch die vorderen und hinteren Begrenzungslinien 20A, 20B sowie die seitlichen Begrenzungslinien 20C, 20D begrenzt wird. Auf der Anzeigeeinheit 18 wird der Arbeitsbereich 22 der Fräswalze 21, der aber nicht den aktuellen Verhältnissen entspricht, durch die vorderen und hinteren sowie seitlichen Begrenzungslinien 22A, 22B, 22C, 22D markiert, die dem Kamerabild überlagert werden. Diese Begren-

zungslinien 22A, 22B, 22C, 22D verschieben sich wieder in Abhängigkeit von den geometrischen Abmessungen der jeweils verwendeten Fräswalze 21 sowie der eingestellten Frästiefe. Fig. 9A zeigt den Zeitpunkt, zu dem die Begrenzungslinie 9' des Schachtdeckels 9 die vordere Begrenzungslinie 22A des Arbeitsbereichs 22 der Fräswalze 21 erreicht, während Fig. 9B zeigt den Zeitpunkt, zu dem die Begrenzungslinie 9' des Schachtdeckels 9 die hintere Begrenzungslinie 22B des Arbeitsbereichs 22 der Fräswalze 21 verlässt. Mit der Betätigung des Bedienelements 27 zu dem Zeitpunkt, zu dem der Schachtdeckel 9 die vordere Begrenzungslinie 22A des Arbeitsbereichs 22 der Fräswalze 21 erreicht, d. h. sich in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand in Arbeitsrichtung A vor der vorderen Begrenzungslinie 22A befindet, erzeugt der Maschinenführer ein erstes vorausschauendes Objekt-Signal und mit der Betätigung des Bedienelements 27 zu dem Zeitpunkt, zu dem der Schachtdeckel die hintere Begrenzungslinie 22B verlässt, d. h. sich in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand hinter der hinteren Begrenzungslinie 22A befindet, erzeugt der Maschinenführer ein zweites vorausschauendes Objekt-Signal. Diese Objekt-Signale empfängt dann die Steuereinheit 12 mit der vorgegebenen zeitlichen Verzögerung als Steuersignale, so dass die Steuereinheit die Fräswalze 21 zu dem richtigen Zeitpunkt anhebt bzw. absenkt oder einfach nur die Maschine stoppt. Alternativ kann das Steuersignal auch nur einen optischen und/oder akustischen und/oder taktilen Alarm auslösen, auf den der Maschinenführer entsprechend zu reagieren hat. Die zeitliche Verzögerung ist wieder der Quotient aus dem Abstand x zwischen der Längsachse 20E des Blickfeldes 20 und der Längsachse 21E der Fräswalze 21 und der Vorschubgeschwindigkeit v der Baumaschine. Anstelle einer zeitlichen Verzögerung kann der Steuerung auch die Wegstrecke zugrunde gelegt werden, die von der Baumaschine zurückgelegt werden muss, bis die Rotationsachse 21E der Fräswalze 21 die Längsachse 20E des Geländeabschnitts erreicht hat, der von der Kamera zuvor aufgenommen worden ist.

Patentansprüche

1. Selbstfahrende Baumaschine mit einem Fahrwerk (3), das in Arbeitsrichtung vordere und hintere Räder oder Laufwerke (4A, 4B) aufweist, einem Maschinenrahmen (2), der von dem Fahrwerk (3) getragen wird, einer Arbeitseinrichtung (21) zur Errichtung von Baukörpern auf dem Gelände oder zum Verändern des Geländes in einem vorgegebenen Arbeitsbereich, einer Steuereinheit (12) zur Steuerung der Baumaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baumaschine weiterhin aufweist:

eine Einrichtung (13) zur Erzeugung von vor-

ausschauenden Objekt-Signalen, die für die Lage von Objekten (O) charakteristisch sind, die in einem Abschnitt des Geländes liegen, der in Arbeitsrichtung (A) vor dem Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) liegt, und eine die vorausschauenden Objekt-Signale verarbeitende Signalverarbeitungseinrichtung (14), die derart konfiguriert ist, dass während des Vorschubs der Baumaschine aus den vorausschauenden Objekt-Signalen auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogene Objekt-Signale gewonnen werden, die für die Lage der Objekte (O) in einem Abschnitt des Geländes charakteristisch sind, der sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezieht.

2. Baumaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Signalverarbeitungseinrichtung (14) derart konfiguriert ist, dass die auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale aus den vorausschauenden Objekt-Signalen unter Berücksichtigung der Zeitdauer gewonnen werden, in der die Baumaschine die Wegstrecke zurückgelegt, die zwischen dem in Arbeitsrichtung (A) vor dem Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) liegenden Abschnitt und dem Abschnitt des Geländes liegt, der sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezieht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Signalverarbeitungseinrichtung (14) derart konfiguriert ist, dass während des Vorschubs der Baumaschine die vorausschauenden Objekt-Signale in eine Speichereinheit (24) eingelesen werden.
4. Baumaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Signalverarbeitungseinrichtung (14) derart konfiguriert ist, dass jeweils der Zeitpunkt erfasst wird, zu dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt werden, wobei zur Gewinnung der auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale die vorausschauenden Objekt-Signale nach Ablauf eines Zeitintervalls nach dem jeweiligen Zeitpunkt, zu dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt worden sind, aus der Speichereinheit (24) ausgelesen werden, oder die Signalverarbeitungseinrichtung (14) derart konfiguriert ist, dass jeweils der Ort erfasst wird, an der die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt werden, wobei zur Gewinnung der auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale die vorausschauenden Objekt-Signale nach Zurücklegung einer vorgegebenen Wegstrecke nach dem jeweiligen Ort, an dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt worden sind,

aus der Speichereinheit (24) ausgelesen werden.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die vorausschauenden Objekt-Signale und die auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale Bild-Signale sind, die Einrichtung (13) zur Erzeugung von vorausschauenden Objekt-Signalen eine Bildaufzeichnungseinheit (16) aufweist, die derart konfiguriert ist, dass ein Abschnitt des Geländes aufgezeichnet wird, der vor dem Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) liegt, und die Baumaschine eine Anzeigeeinheit (18) aufweist, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (13) derart konfiguriert ist, dass der von der Bildaufzeichnungseinheit (16) aufgezeichnete Abschnitt des Geländes mit einer zeitlichen Verzögerung auf der Anzeigeeinheit (18) angezeigt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzeigeeinheit (18) und/oder die Signalverarbeitungseinrichtung (14) derart ausgebildet ist, dass der Anzeige des von der Bildaufzeichnungseinheit (16) aufgezeichneten Abschnitts des Geländes die in Arbeitsrichtung (A) vordere und/oder hintere und/oder linke und/oder rechte Begrenzungslinie (22A, 22B, 22C, 22D) des Arbeitsbereichs (22) der Arbeitseinrichtung (21) überlagert wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (13) zur Erzeugung von Objekt-Signalen eine Betätigungseinrichtung (25) mit einem Bedienelement (27) aufweist, wobei die Betätigungseinrichtung (25) derart ausgebildet ist, dass die vorausschauenden Objekt-Signale durch Betätigung des Bedienelements (27) erzeugt werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (12) der Baumaschine derart konfiguriert ist, dass die Steuereinheit (12) nach Empfang eines sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) beziehenden Objekt-Signals ein Steuersignal für einen Eingriff in die Maschinensteuerung oder der Erzeugung eines Alarms vornimmt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baumaschine eine Straßenfräsmaschine ist, wobei die Arbeitseinrichtung eine in Bezug auf die Oberfläche des Geländes in der Höhe verstellbare Fräswalze (21) ist.

10. Verfahren zur Steuerung einer selbstfahrende Baumaschine, die eine Arbeitseinrichtung (21) zur Errichtung von Baukörpern auf dem Gelände oder zum

Verändern des Geländes in einem vorgegebenen Arbeitsbereich (22) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

vorausschauende Objekt-Signale erzeugt werden, die für die Lage von Objekten (O) charakteristisch sind, die in einem Abschnitt des Geländes liegen, der in Arbeitsrichtung (A) vor dem Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) liegt, und aus den vorausschauenden Objekt-Signalen auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogene Objekt-Signale gewonnen werden, die für die Lage der Objekte (O) in einem Abschnitt des Geländes charakteristisch sind, der sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezieht.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale aus den vorausschauenden Objekt-Signalen unter Berücksichtigung der Zeitdauer gewonnen werden, in der die Baumaschine die Wegstrecke zurückgelegt, die zwischen dem in Arbeitsrichtung (A) vor dem Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) liegenden Abschnitt und dem Abschnitt des Geländes liegt, der sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezieht.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils der Zeitpunkt erfasst wird, zu dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt werden, wobei zur Gewinnung der auf den Arbeitsbereich der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale die vorausschauenden Objekt-Signale nach Ablauf eines Zeitintervalls nach dem jeweiligen Zeitpunkt, zu dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt worden sind, ausgelesen werden, oder dass jeweils der Ort erfasst wird, an dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt werden, wobei zur Gewinnung der auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale die vorausschauenden Objekt-Signale nach Zurücklegung einer vorgegebenen Wegstrecke nach dem jeweiligen Ort, an dem die vorausschauenden Objekt-Signale ermittelt worden sind, ausgelesen werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorausschauenden Objekt-Signale und die auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) bezogenen Objekt-Signale Bild-Signale sind, ein Abschnitt des Geländes aufgezeichnet wird, der in Arbeitsrichtung (A) vor dem Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) liegt, und der aufgezeichnete Abschnitt des Geländes mit einer zeitlichen Verzögerung angezeigt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass der Anzeige des aufgezeichneten Abschnitts des Geländes die in Arbeitsrichtung (A) vordere und/oder hintere und/oder linke und/oder rechte Begrenzungslinie (22A, 22B, 22C, 22D) des Arbeitsbereichs (22) der Arbeitseinrichtung (21) überlagert wird. 5

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorausschauenden Objekt-Signale durch Betätigung eines Bedienelements (27) erzeugt werden. 10

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Empfang eines sich auf den Arbeitsbereich (22) der Arbeitseinrichtung (21) beziehenden Objekt-Signals ein Eingriff in die Maschinensteuerung vorgenommen oder ein Alarm gegeben wird. 15

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baumaschine eine Straßenfräsmaschine ist, wobei die Arbeitseinrichtung eine in Bezug auf die Oberfläche des Geländes in der Höhe verstellbare Fräswalze (21) ist. 20

25

30

35

40

45

50

55

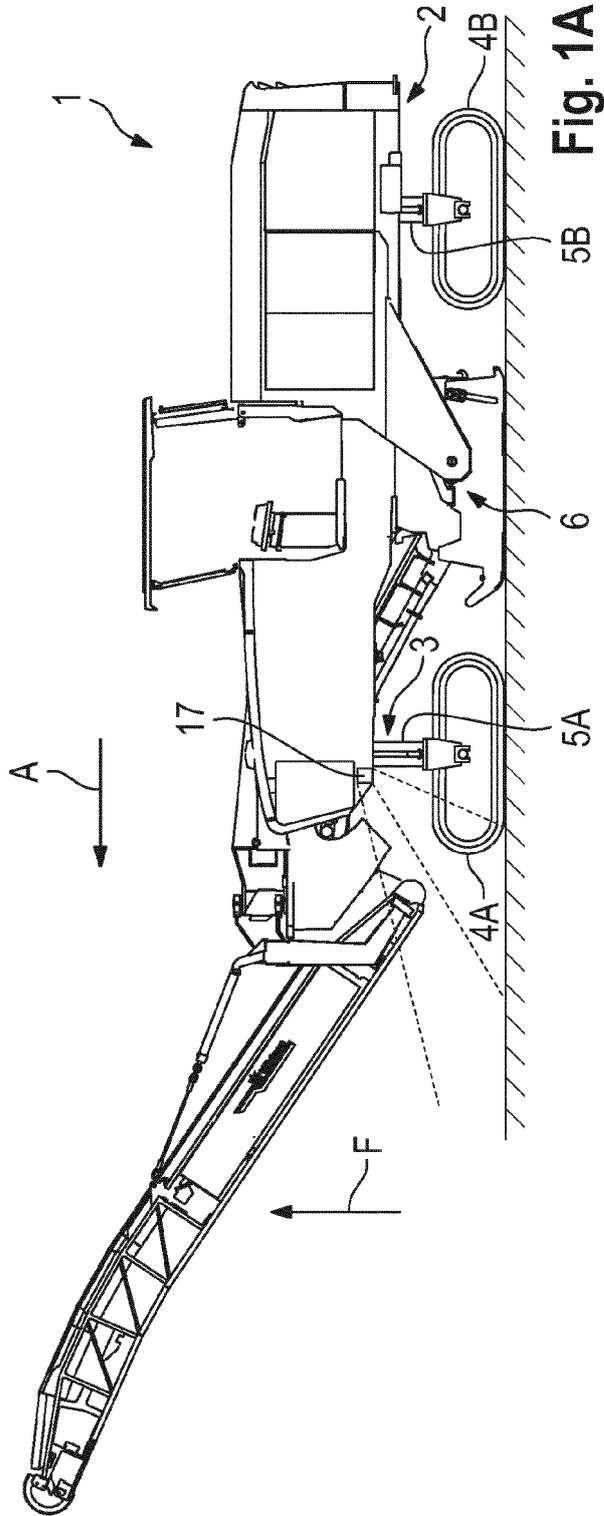


Fig. 1A

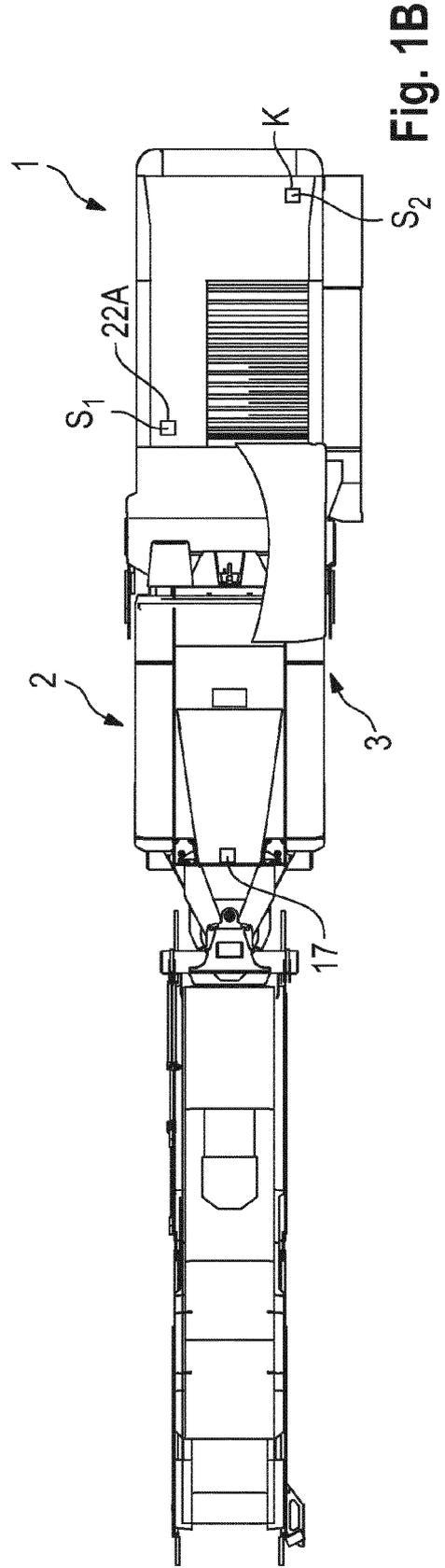


Fig. 1B

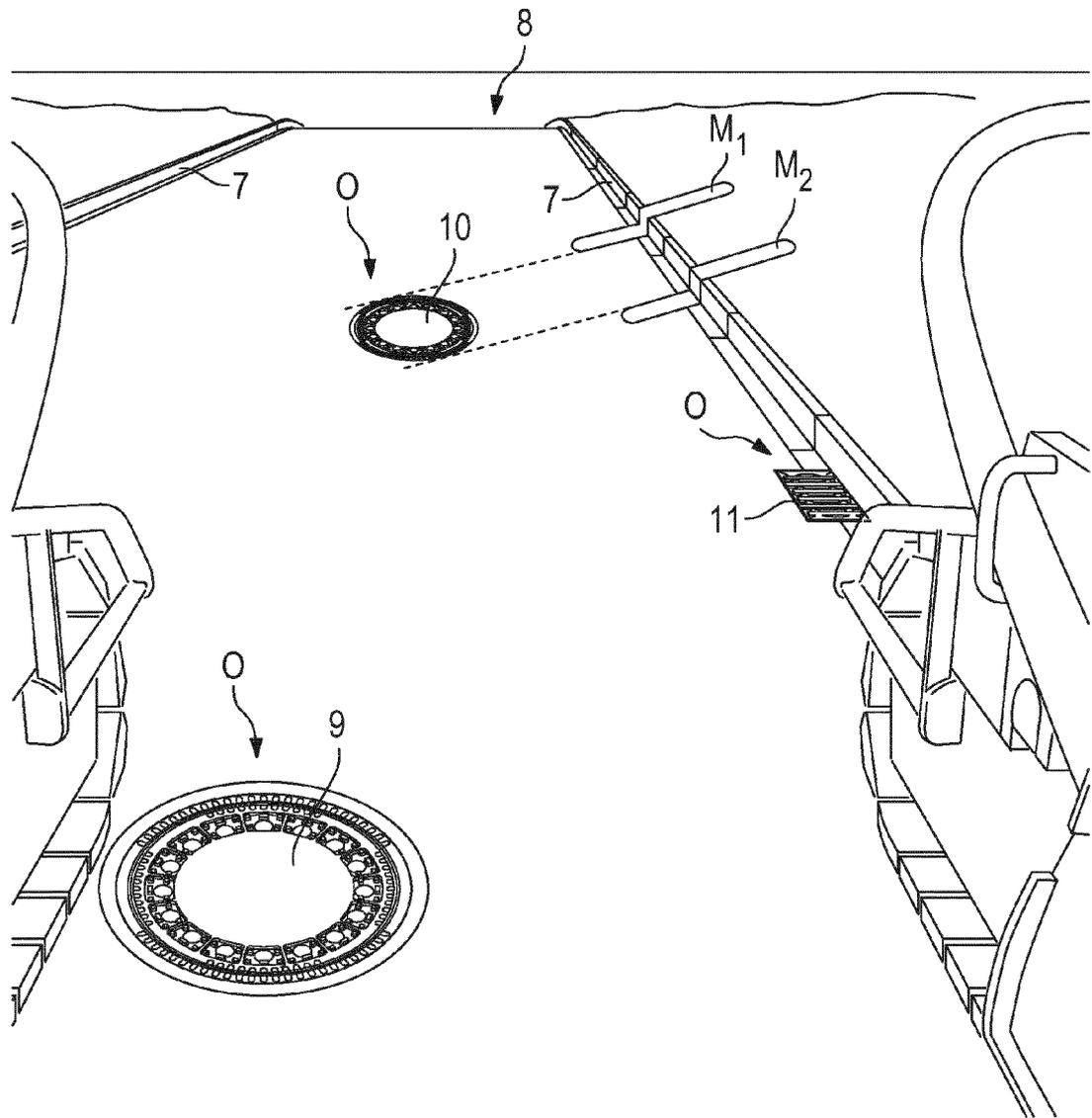


Fig. 2

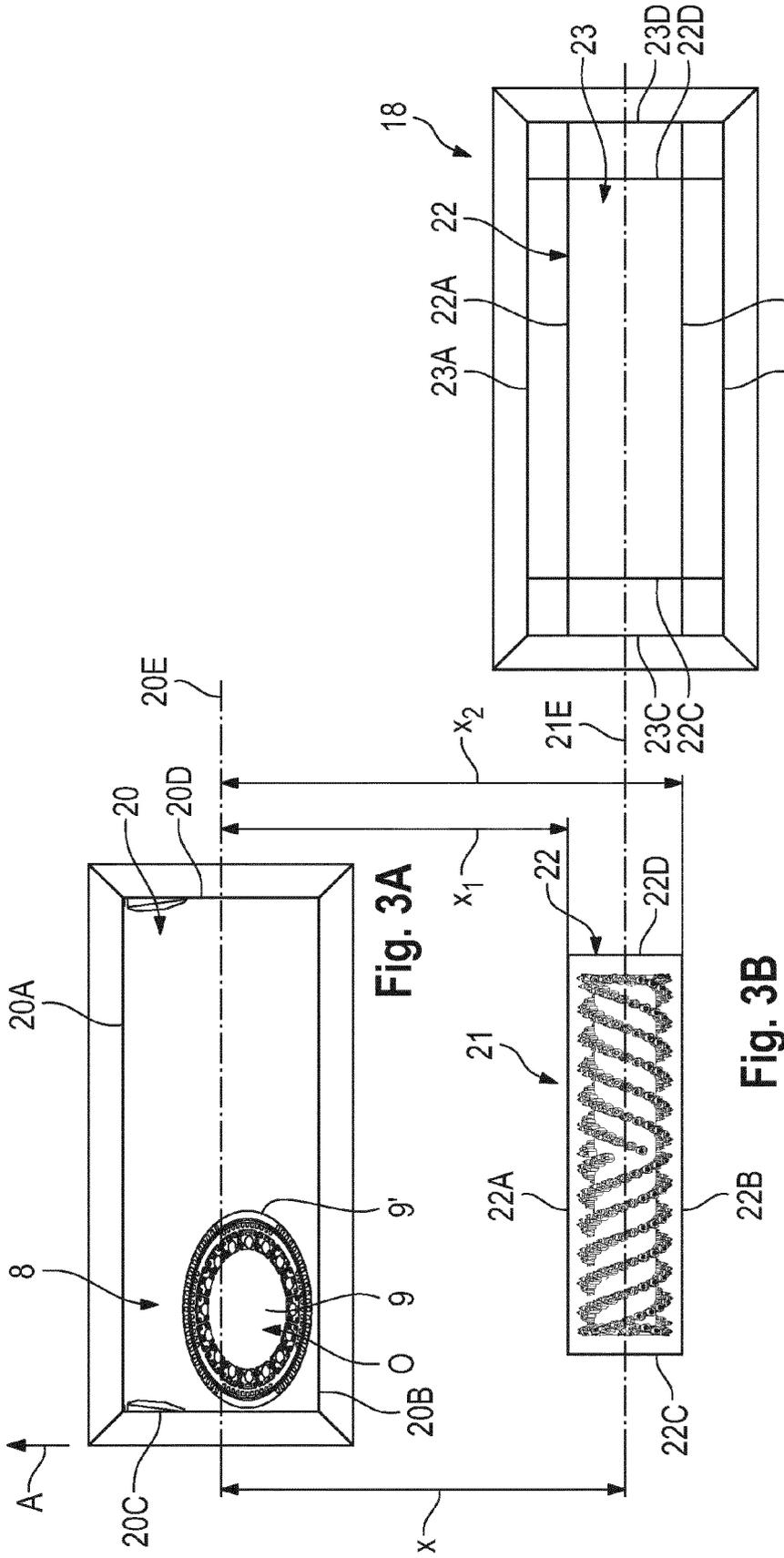
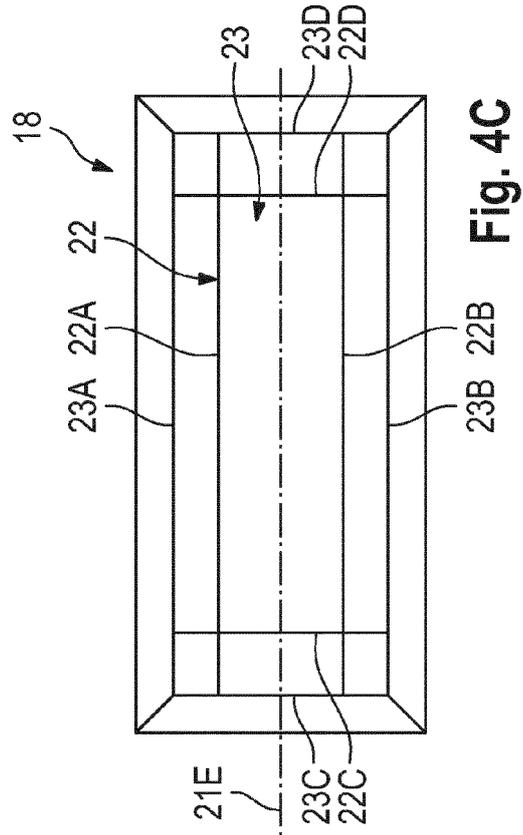
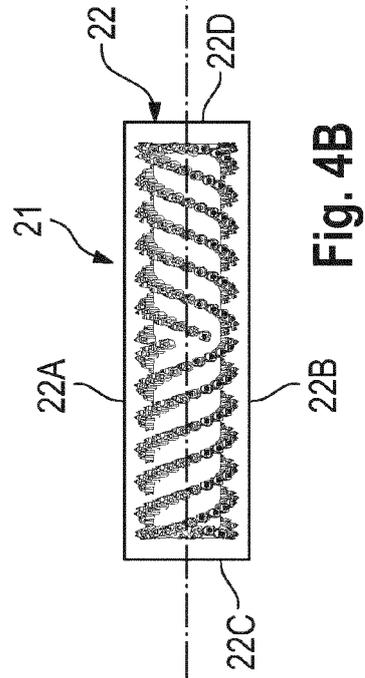
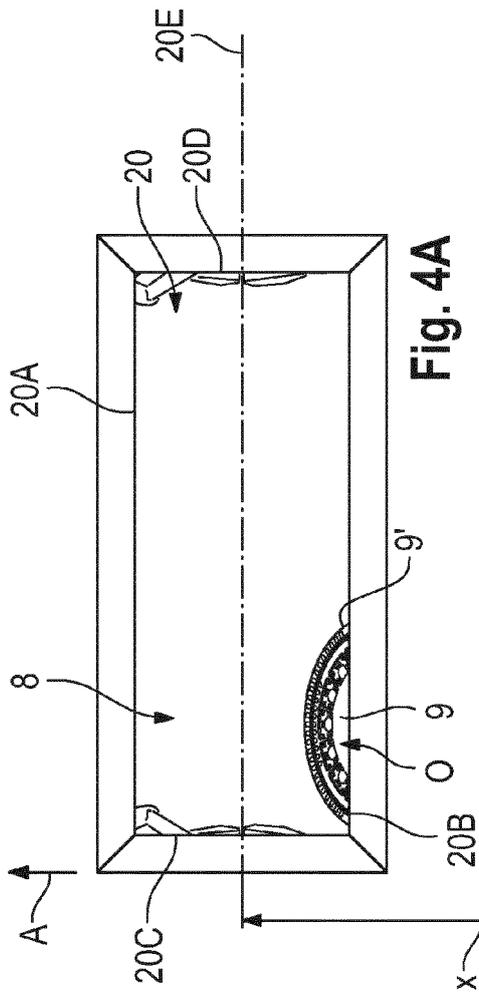
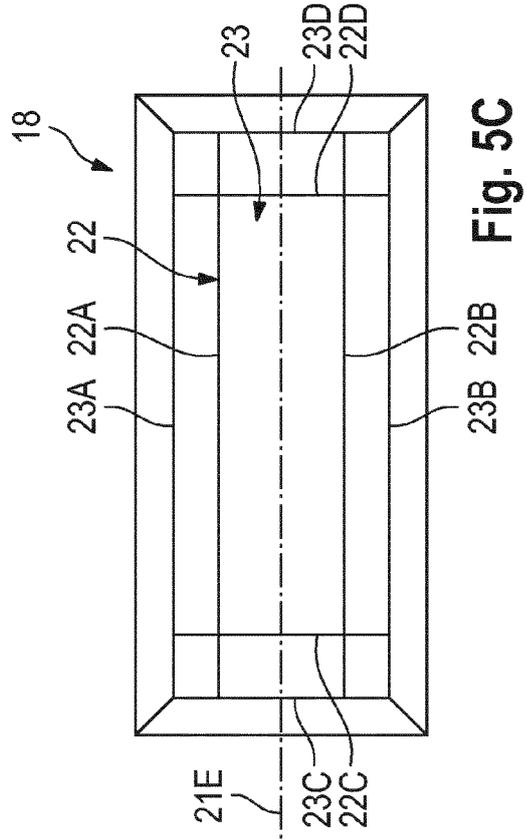
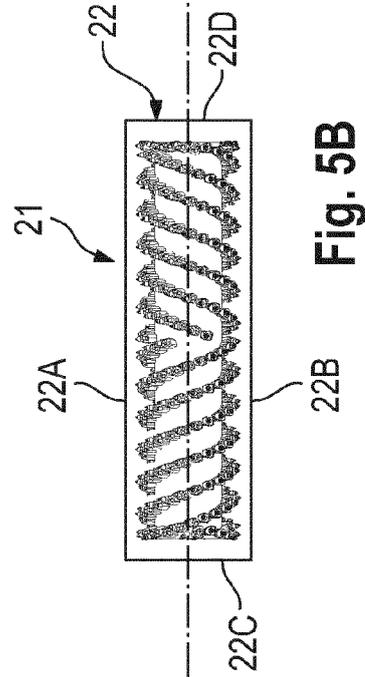
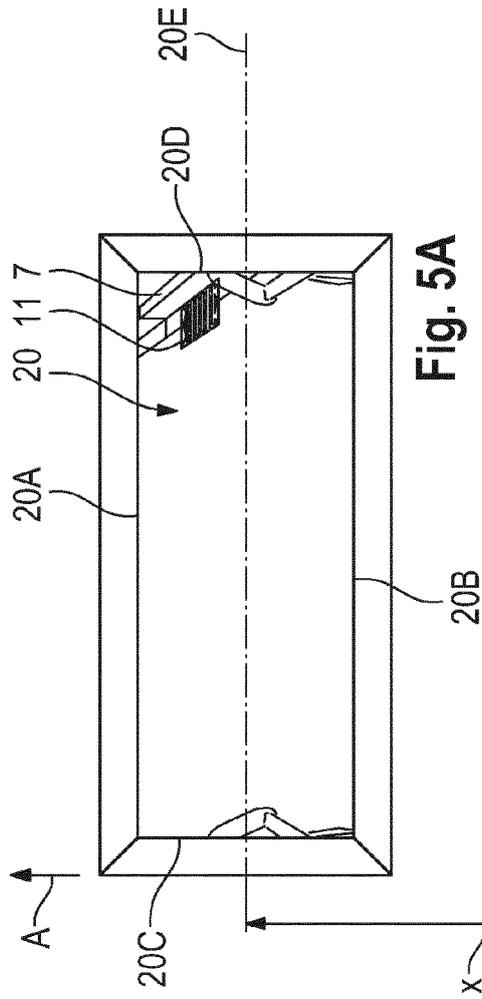


Fig. 3A

Fig. 3B

Fig. 3C





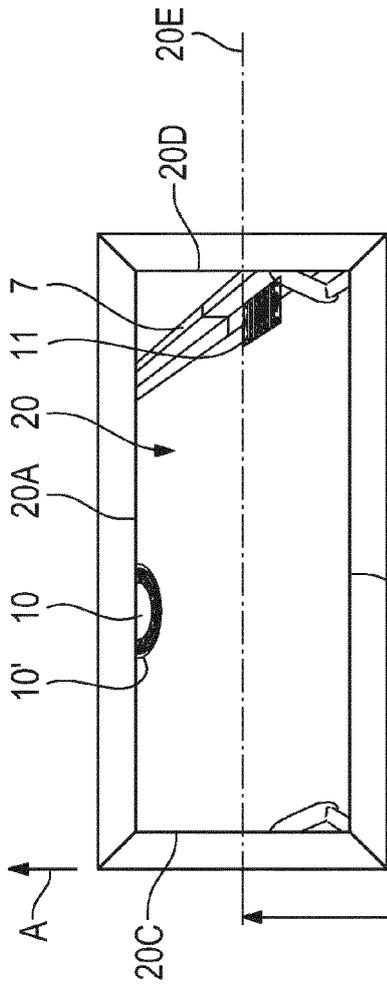


Fig. 6A

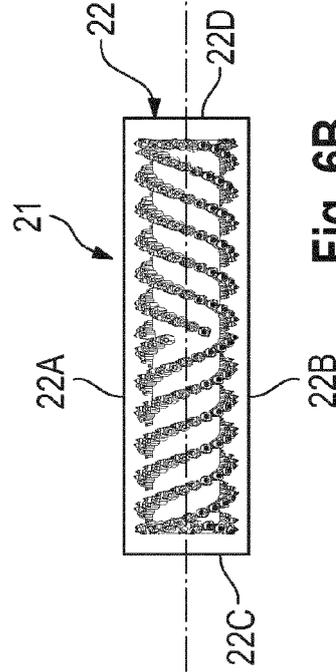


Fig. 6B

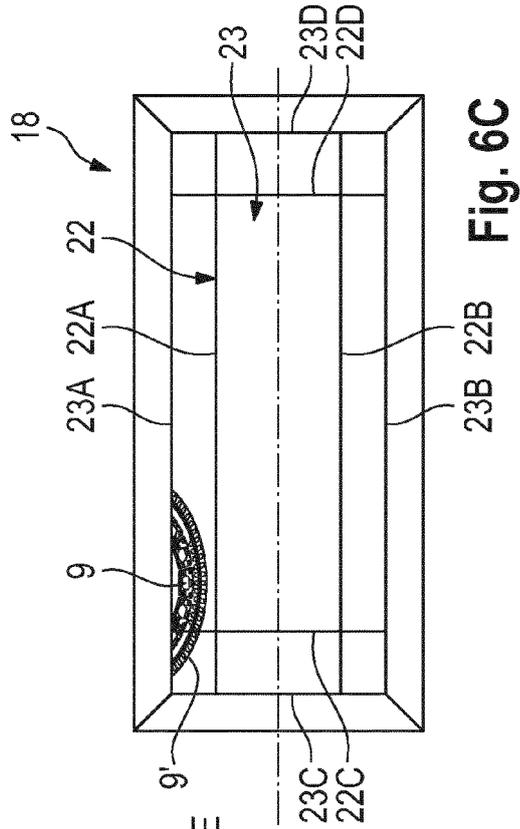
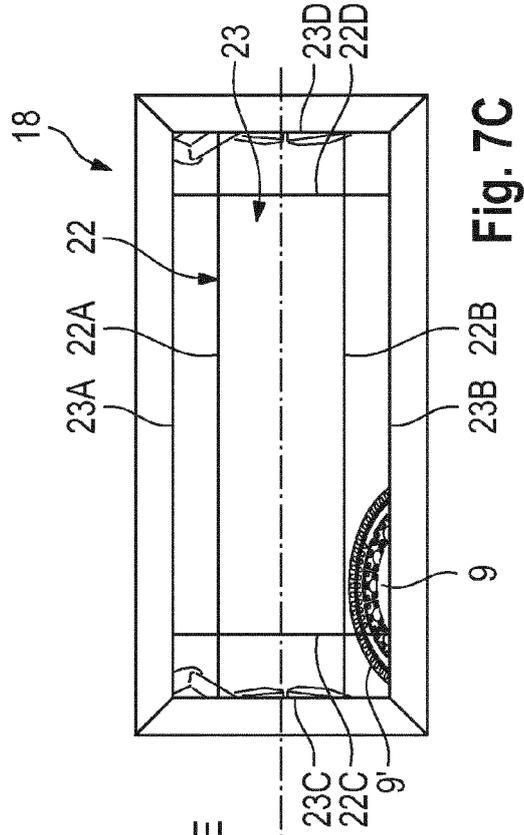
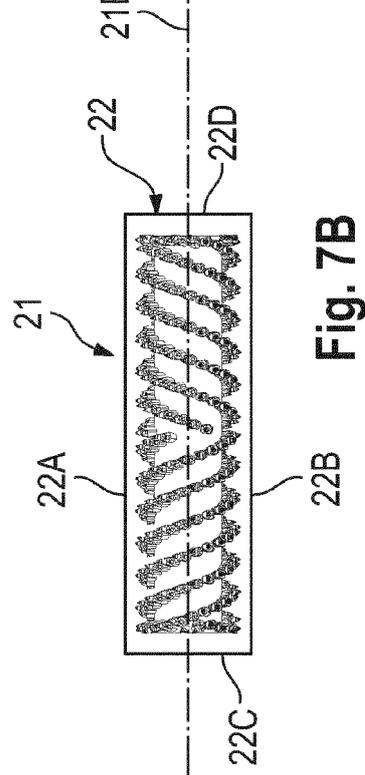
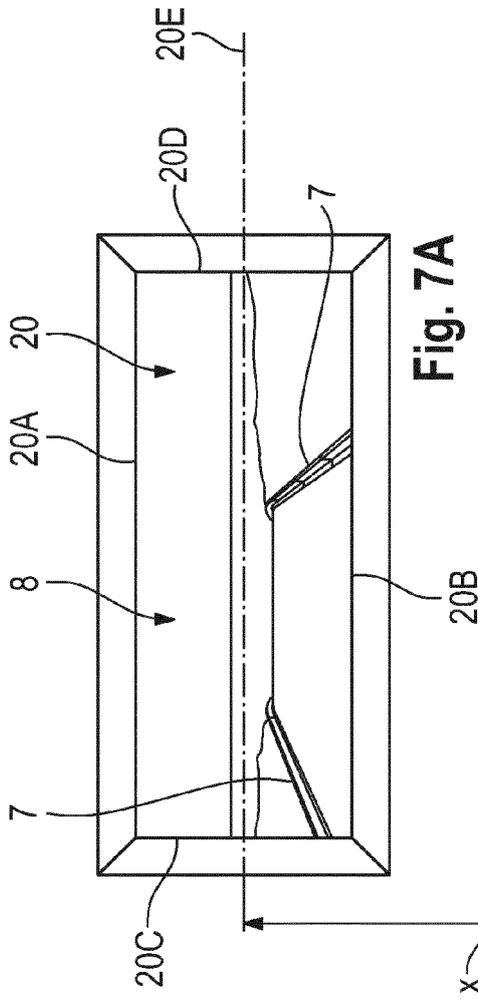


Fig. 6C



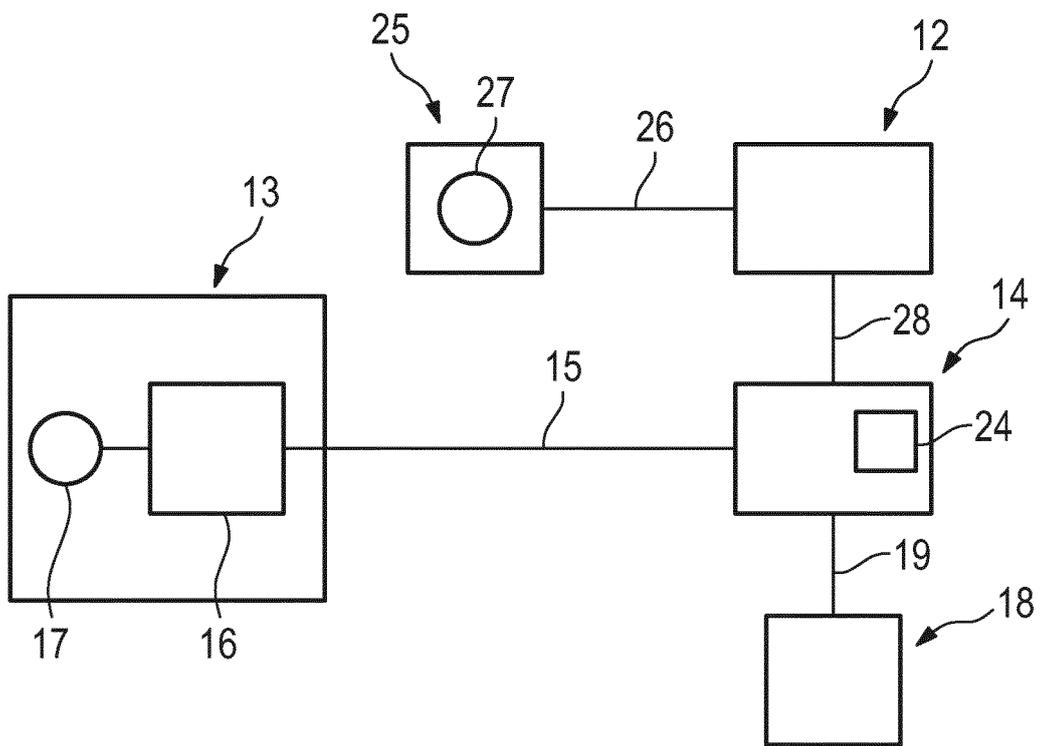
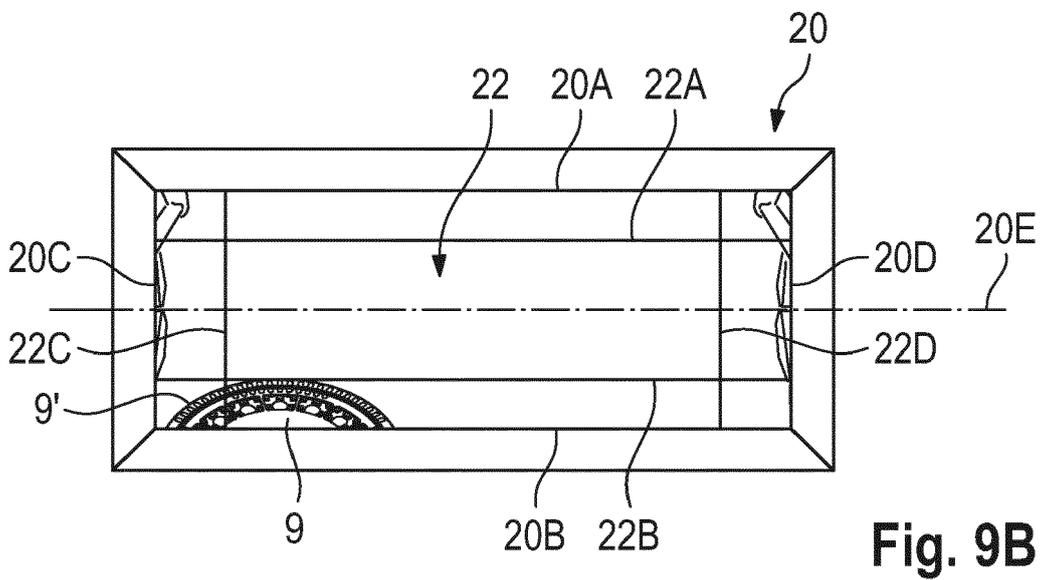
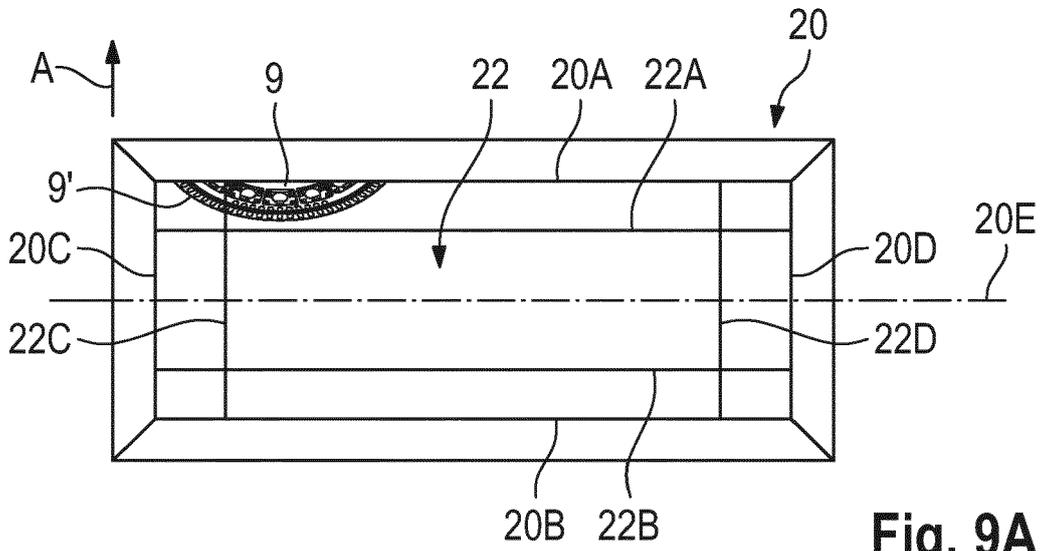


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 18 1641

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	US 2009/016818 A1 (HALL DAVID R [US] ET AL) 15. Januar 2009 (2009-01-15) * das ganze Dokument * -----	1-17	INV. E01C23/01
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C G05D B60R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Januar 2016	Prüfer Klein, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 1641

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-01-2016

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009016818	A1	15-01-2009	KEINE

EPC FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102010048185 A1 [0005]
- US 20090016818 A1 [0006]
- US 20120001638 A1 [0006]