

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50705/2020 (51) Int. Cl.: **G01B 11/24** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 21.08.2020 **G01B 11/245** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2024 **G01B 11/00** (2006.01)
B60M 1/28 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3392605 A1
US 2015124239 A1
EP 1305182 B1
WO 2016046109 A1
US 5930904 A

(73) Patentinhaber:
European Trans Energy GmbH
1100 Wien (AT)

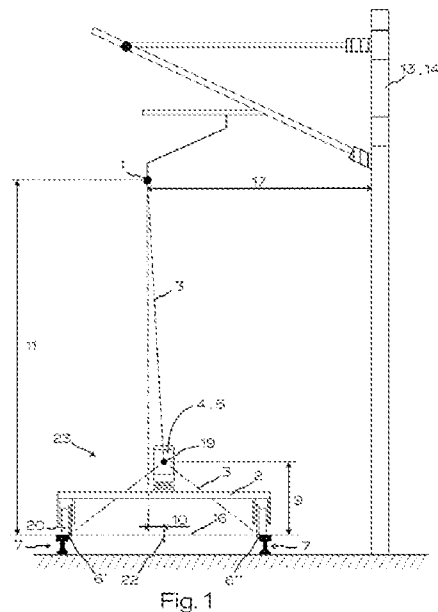
(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln der Fahrdrachtposition**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Messvorrichtung (2) zum Ermitteln der Lage eines Fahrdrachts (1) für Schienenfahrzeuge, umfassend:

- Aussenden eines Laserstrahls (3),
- Messen der Reflexion des Laserstrahls (3) und Erfassen einer Position des Fahrdrachts (1) sowie einer Position von wenigstens zwei Schienenmesspunkten (6', 6''),
- Ermitteln des Seitenversatzes (8) und/oder des Höhenversatzes (9) der Messvorrichtung (2) auf Basis der Position der Schienenmesspunkte (6', 6'') und
- Berechnen des Fahrdrachtversatzes (10) und/oder der Fahrdrachthöhe (11) unter Verwendung des Seitenversatzes (8) und/oder des Höhenversatzes (9),

wobei die Messvorrichtung (2) mit einer Vorschubgeschwindigkeit über die Schienen (6) bewegt wird, und wobei die Verfahrensschritte kontinuierlich durchgeführt und wiederholt werden, sodass ein Verlauf des Fahrdrachtversatzes (10) und/oder der Fahrdrachthöhe (11) entlang der Vorschubrichtung (12) erhalten wird, wobei der Laserstrahl (3) um eine entlang der Vorschubrichtung (12) verlaufende Achse rotiert, wobei die Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls (3) im Wesentlichen orthogonal zur Vorschubrichtung (12) verläuft.



Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERMITTELN DER FAHRDRAHTPOSITION

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln der Lage eines Fahrdrahts für Schienenfahrzeuge gemäß den unabhängigen Patentansprüchen.

[0002] Im Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren zur Ermittlung der Lage eines Fahrdrahts bekannt. Derartige Verfahren und dazu geeignete Vorrichtungen werden eingesetzt, um die Höhe und die Seitenlage des Fahrdrahts von Schienenanlagen regelmäßig zu kontrollieren. Um eine möglichst genaue Bestimmung der relevanten Parameter des Fahrdrahts zu ermöglichen, müssen unterschiedliche Variablen in Betracht gezogen werden, zu deren Messung unterschiedliche Einrichtungen notwendig sind. Zu diesen Parametern zählen unter anderem der Seiten- und Höhenversatz der zur Messung eingesetzten Messvorrichtung.

[0003] Aus der Patentanmeldung EP3392605A1 ist eine Oberleitungsdrahtmessvorrichtung und ein Oberleitungsdrahtmessverfahren bekannt, wobei eine Schienendetektionseinheit und eine Oberleitungsdetektionseinheit vorgesehen sind. Aus der Patentanmeldung US2015124239A1 ist ein System und ein Verfahren zur Messung der Position einer Oberleitung relativ zu einem Gleiskörper bekannt.

[0004] Werden zur Messung mehrerer Parameter unterschiedliche Messeinrichtungen eingesetzt, ist üblicherweise eine aufwändige Abstimmung der einzelnen Einrichtungen aufeinander erforderlich. Überdies ergeben sich durch den Einsatz mehrerer Messeinrichtungen unterschiedliche Fehler- und Defektquellen.

[0005] Zur Bestimmung der Lage von Fahrdrähten sind im Stand der Technik beispielsweise statische Laserquellen bekannt. Diese machen jedoch eine anfängliche manuelle Ausrichtung des Laserstrahls auf den Fahrdraht erforderlich, was den Arbeitsfluss hemmen und zu weiteren Fehlerquellen führen kann.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die in der Lage sind, mehrere zur Bestimmung von Fahrdrahtparametern erforderliche Parameter zu bestimmen und die bevorzugt keine manuelle Ausrichtung auf den Fahrdraht erfordert.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln der Lage eines Fahrdrahts für Schienenfahrzeuge mit einer schienengeführten Messvorrichtung. Das Verfahren umfasst gegebenenfalls die folgenden Schritte:

- Aussenden eines Laserstrahls von einem Aussendepunkt einer Sendeeinrichtung,
- Messen der Reflexion des Laserstrahls mit einer Empfangseinrichtung und dadurch Erfassen einer Position des Fahrdrahts sowie einer Position von wenigstens zwei Schienenmesspunkten auf gegenüberliegenden Schienen,
- Einspeisen der erfassten Positionen in eine Datenverarbeitungsanlage und Ermitteln des Seitenversatzes und/oder des Höhenversatzes der Messvorrichtung auf Basis der Position der Schienenmesspunkte und
- Berechnen mittels der Datenverarbeitungsanlage des Fahrdrahtversatzes und/oder der Fahrdrachthöhe unter Verwendung des Seitenversatzes und/oder des Höhenversatzes.

[0009] Durch die Erfassung der Schienenmesspunkte und des Fahrdrahtes mit einer einzigen Sende- bzw. Empfangsvorrichtung wird die Anzahl der erforderlichen Messeinrichtungen reduziert. Die Berechnung der einzelnen Positionen zueinander ist insbesondere mit grundlegenden mathematischen Operationen über geometrische Zusammenhänge möglich.

[0010] Der Seitenversatz des Messwagens bzw. des Aussendepunkts des Laserstrahls ist insbesondere der Abstand zwischen der Schienenmitte und dem Schnittpunkt der Normalen zwi-

schen dem Aussendepunkt und der Schienenebene. Gegebenenfalls ist der Seitenversatz des Messwagens bzw. des Aussendepunkts des Laserstrahls der horizontale Abstand zwischen Aussendepunkt und Schienenmitte.

[0011] Der Höhenversatz des Messwagens bzw. des Aussendepunkts des Laserstrahls ist insbesondere der Normalabstand des Aussendepunkts zur Schienenebene.

[0012] Gegebenenfalls ist der Höhenversatz des Messwagens bzw. des Aussendepunkts des Laserstrahls der vertikale Abstand zwischen Aussendepunkt und Schienenebene.

[0013] Die Begriffe horizontal und vertikal beziehen sich in Zusammenhang mit dem Seiten- und Höhenversatz insbesondere auf die Schienenebene als Bezugsebene. „Horizontal“ bedeutet gegebenenfalls „parallel zur Schienenebene“ und „vertikal“ bedeutet gegebenenfalls „orthogonal zur Schienenebene“.

[0014] Die Schienenebene ist insbesondere gebildet durch die Berührende der Schienenköpfe von zwei gegenüberliegenden Schienen.

[0015] Bevorzugt ist die Gerade, die die Schienenmesspunkte verbindet parallel zur Schienenebene angeordnet oder sie liegt auf der Schienenebene. Gegebenenfalls können die Schienenmesspunkte an unterschiedlichen Positionen gegenüberliegender Schienen liegen. In diesem Fall ist die Verbindende der beiden Schienenmesspunkte nicht parallel zur Schienenebene. Durch Kenntnis der Position der Schienenmesspunkte kann jedoch mittels der Datenverarbeitungsanlage auf die Lage der Schienenebene rückgerechnet werden.

[0016] Die Fahrdrathöhe ist insbesondere der Normalabstand zwischen Schienenebene und Fahrdraht.

[0017] Der Fahrdrahtversatz ist insbesondere der vertikale Abstand zwischen der Fahrdrahtposition und der Schienenmitte. Gegebenenfalls ist der Fahrdrahtversatz der Abstand zwischen der Schienenmitte und dem Schnittpunkt der Normalen zwischen dem Fahrdraht und der Schienenebene.

[0018] Die Schienenmitte ist insbesondere der geometrische Mittelpunkt zwischen zwei Schienen.

[0019] Ein Schienenmesspunkt ist insbesondere ein bestimmter Punkt am äußeren Profil einer Schiene. Bevorzugt sind die beiden Schienenmesspunkte an gleichen Positionen gegenüberliegender Schienen angeordnet. In diesem Fall ist eine durch die Schienenmesspunkte laufende Gerade im Wesentlichen parallel zur Schienenebene. Gegebenenfalls können die Schienenmesspunkte auch an unterschiedlichen Positionen gegenüberliegender Schienen angeordnet sein.

[0020] Der Fahrdraht kann gegebenenfalls eine stromführende Oberleitung, ein Tragseil oder eine beliebige andere draht- oder seilförmige Einrichtung sein. Insbesondere ist der Fahrdraht über den Schienen angeordnet.

[0021] Gegebenenfalls umfasst das erfindungsgemäße Verfahren das Bestimmen des Abstands zwischen Aussendepunkt und Fahrdraht, zwischen Aussendepunkt und einem ersten Schienenmesspunkt auf einer ersten Schiene, und zwischen Aussendepunkt und einem zweiten Schienenmesspunkt auf einer zweiten Schiene, wobei die zweite Schiene der ersten Schiene gegenüberliegend angeordnet ist. Gegebenenfalls umfasst das Verfahren das Bestimmen der Schienenebene durch Berechnung einer Geraden, die durch die beiden Schienenmesspunkte verläuft.

[0022] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Messvorrichtung mit einer Vorschubgeschwindigkeit über die Schienen bewegt wird, und dass die Verfahrensschritte kontinuierlich durchgeführt und wiederholt werden, sodass ein Verlauf des Fahrdrahtversatzes und/oder der Fahrdrathöhe entlang der Vorschubrichtung erhalten wird. Dadurch wird die Aufzeichnung eines kontinuierlichen Profils möglich.

[0023] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sendeeinrichtung einen Laserstrahl aussendet, der um eine entlang der Vorschubrichtung verlaufende Achse rotiert. Die Ausbreitungsrichtung

des Laserstrahls verläuft dabei insbesondere im Wesentlichen orthogonal zur Vorschubrichtung und/oder zur Rotationsachse. Dadurch wird die Umgebung der Messvorrichtung im Wesentlichen kreisförmig abgetastet. Durch den Vorschub der Vorrichtung ergibt sich ein spiralförmiges Abtastprofil, wobei zur Vereinfachung angenommen werden kann, dass sich alle abgetasteten Punkte während einer Rotation des Laserstrahls auf einer planen Ebene befinden. Insbesondere können die Parameter Rotationsgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit und Abtastrate bzw. Anzahl der Messpunkte pro Umdrehung entsprechend angepasst werden.

[0024] Durch den rotierenden Laserstrahl kann ein bestimmter Winkelbereich abgerastert werden, sodass die Position des Fahrdrachts automatisch erkannt wird. Dadurch ist keine manuelle Vorpositionierung des Lasers erforderlich.

[0025] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass durch das Messen der Reflexion des Laserstrahls mit der Empfangseinrichtung ferner eines oder mehrere Konstruktionselemente erfasst wird/werden. Das Konstruktionselement kann gegebenenfalls eine Stützeinrichtung, beispielsweise ein Tragmast des Fahrdrachts, sein. Das Konstruktionselement kann gegebenenfalls eine Wand einer baulichen Einrichtung, beispielsweise eine Tunnelwand, sein. Das Konstruktionselement kann gegebenenfalls ein Schienenfundament, beispielsweise das Profil eines Bahndamms, sein.

[0026] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mittels der Datenverarbeitungsanlage der Abstand zwischen dem Konstruktionselement und dem Fahrdraht bestimmt wird.

[0027] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Abstand zwischen dem Konstruktionselement und dem Fahrdraht der Horizontalabstand zwischen dem Konstruktionselement und dem Fahrdraht ist. Der Horizontalabstand ist insbesondere der Abstand zwischen dem Fahrdraht und dem nächstliegenden Punkt am Konstruktionselement in horizontaler Richtung.

[0028] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Abstand zwischen dem Konstruktionselement und dem Fahrdraht ein Abstand zwischen einem Tragmast und dem Fahrdraht ist.

[0029] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Abstand zwischen dem Konstruktionselement und dem Fahrdraht ein Abstand zwischen einer Tunnelwand und dem Fahrdraht ist.

[0030] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass auf Basis der Position der zwei Schienenmesspunkte mittels der Datenverarbeitungsanlage ein Schienenabstand bestimmt wird. Der Schienenabstand ist insbesondere der Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Schienen. Der Schienenabstand kann insbesondere auf Basis des Verhältnisses zwischen Aussendepunkt des Laserstrahls und den Schienenmesspunkten bestimmt werden.

[0031] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Schienenabstand mittels der Datenverarbeitungsanlage gegebenenfalls mit einem Soll-Schienenabstand verglichen wird. Bei Über- oder Unterschreiten eines Grenzwerts kann ein Warnhinweis ausgegeben werden.

[0032] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren ferner das Bestimmen der Neigung α der Schienenebene durch Messen der Neigung der Messvorrichtung, insbesondere gegenüber einer Horizontalebene, umfasst. Besonders in Kurvenabschnitten sind Schienen üblicherweise überhöht und weisen dadurch eine Neigung im Vergleich zu einer Horizontalebene auf. Dies bedeutet, dass die Schienenebene einen Neigungswinkel zur Horizontalebene aufweist. Wenn die Schienenebene geneigt ist, ist der Abstand des Fahrdrachts zum Boden üblicherweise kleiner als die gemessene Fahrdrachthöhe. Durch Messung der Neigung kann diese Abweichung gegebenenfalls korrigiert werden.

[0033] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die gemessene Neigung α der Schienenebene zum Berechnen des Horizontalabstands zwischen dem Fahrdraht und einem Konstruktionselement verwendet wird. Insbesondere werden für diese Berechnung die gemessene Fahrdrachthöhe, der Fahrdrahtversatz sowie die Neigung α verwendet.

[0034] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zum Berechnen des Fahrdrahtversatzes der Abstand des Schnittpunkts der Normalen zwischen Fahrdraht und einer Schienenebene und einer Schienenmitte, gegebenenfalls korrigiert um den Seitenversatz der Messvorrichtung bestimmt wird.

[0035] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zum Berechnen der Fahrdrachthöhe der Normalabstand zwischen dem Fahrdracht und einer Schienenebene, gegebenenfalls korrigiert um den Höhenversatz der Messvorrichtung, bestimmt wird. Gegebenenfalls wird zum Berechnen der Fahrdrachthöhe der Fahrdrachtversatz, der Höhenversatz und der Abstand und/oder die Position des Fahrdrachts verwendet.

[0036] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mehrere, gegebenenfalls zwischen 2 und 20, nebeneinander liegende Messpunkte gemittelt werden. Gegebenenfalls kann ein arithmetisches Mittel gebildet werden. Gegebenenfalls können zwischen 2 und 10 nebeneinander liegende Messpunkte gemittelt werden.

[0037] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass durch die Datenverarbeitungsanlage aus dem Seitenversatz und gegebenenfalls der Neigung α ein Kollisionspunkt zwischen einem erfassten Konstruktionselement und einem Fahrzeugprofil ermittelt wird. Dadurch kann bestimmt werden, ob ein Schienenfahrzeug mit einer bestimmten Außengeometrie ungefährdet eine vermessene Schienenstrecke passieren kann.

[0038] Gegebenenfalls betrifft die Erfindung eine Messvorrichtung zur Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei die Messvorrichtung eine Sendeeinrichtung, eine Empfangseinrichtung und eine Datenverarbeitungsanlage umfasst. Gegebenenfalls betrifft die Erfindung eine Messvorrichtung zum Ermitteln der Lage eines Fahrdrachts für Schienenfahrzeuge, wobei die Messvorrichtung schienengeführt ist und folgende Elemente umfasst:

- eine Sendeeinrichtung ausgebildet zum Aussenden eines Laserstrahls ausgehend von einem Aussendepunkt,
- eine Empfangseinrichtung ausgebildet zum Messen der Reflexion des Laserstrahls und zum Erfassen einer Position des Fahrdrachts sowie zum Erfassen einer Position von wenigstens zwei Schienenmesspunkten auf gegenüberliegenden Schienen,
- eine Datenverarbeitungsanlage ausgebildet zum Empfangen der erfassten Positionen sowie zum Ermitteln des Seitenversatzes und/oder des Höhenversatzes der Messvorrichtung auf Basis der Position der Schienenmesspunkte, und zum Berechnen des Fahrdrachtversatzes und/oder der Fahrdrachthöhe unter Verwendung des Seitenversatzes und/oder des Höhenversatzes.

[0039] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Vorrichtung ferner einen Neigungssensor umfasst.

[0040] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sendeeinrichtung eine Laserquelle umfasst, die dazu ausgebildet ist, einen rotierenden Laserstrahl auszusenden. Insbesondere verläuft die Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls im Wesentlichen orthogonal zur Rotationsachse.

[0041] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Vorrichtung an einem Messwagen angeordnet ist, der manuell oder motorgetrieben über die Schienen bewegbar ist, oder dass die Vorrichtung an einem Schienenfahrzeug anordenbar ist. Der Messwagen kann eine eigenständige Messvorrichtung bilden. Ist die Messvorrichtung an einem Schienenfahrzeug anordenbar, kann diese an einem bestehenden Fahrzeug, beispielsweise einem Waggon oder einem Triebwagen, angebracht werden und wird durch dieses Fahrzeug über die Schienen bewegt.

[0042] Die Messvorrichtung ist insbesondere auf zwei Schienen geführt. Die Empfangseinrichtung ist insbesondere dazu ausgebildet, die räumliche Position und die Distanz eines den Laserstrahl reflektierenden Punktes zu erfassen.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung der Ausführungsbeispiele, den Figuren sowie aus den Patentansprüchen.

[0043] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsbeispielen im Detail erläutert. Diese Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der Erfindung und sollen den Schutzbereich der Patentansprüche nicht einschränken.

[0044] Es zeigen:

- [0045] Fig. 1 eine schematische Vorderansicht einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung auf Schienen, angeordnet unter einem Fahrdraht gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,
- [0046] Fig. 2 eine Detailansicht der Messvorrichtung aus Fig. 1,
- [0047] Fig. 3 eine seitliche Ansicht der Messvorrichtung aus Fig. 1,
- [0048] Fig. 4 eine Detailansicht einer Messvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit Seitenversatz,
- [0049] Fig. 5 eine Detailansicht einer Messvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel mit Neigung,
- [0050] Fig. 6 eine Detailansicht einer Messvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel mit zusätzlicher Erfassung des Profils eines Bahndamms,
- [0051] Fig. 7 eine schematische Ansicht eines Schienenabschnitts mit einem Fahrzeugprofil gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel.

[0052] In allen Ausführungsbeispielen und Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Teile oder Elemente, sofern nicht anders angegeben.

[0053] Fig. 1 zeigt eine schematische Vorderansicht einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung 2 auf zwei gegenüberliegenden Schienen 7 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Ein Fahrdraht 1 verläuft über den Schienen 7 bzw. über der Messvorrichtung 2. Der Fahrdraht 1 wird von einem Element 13 gehalten, das in diesem Beispiel als Tragmast 14 ausgeführt ist.

[0054] Fig. 2 zeigt eine Detailansicht der Messvorrichtung 2 aus Fig. 1 und Fig. 3 zeigt eine seitliche Ansicht der Messvorrichtung aus Fig. 1. Da die Fig. 1-3 dasselbe Ausführungsbeispiel zeigen, werden die gezeigten Elemente in einer gemeinsamen Beschreibung erläutert.

[0055] Die Messvorrichtung 2 ist auf einem Messwagen 23 angeordnet, der vier Räder 20 umfasst, die auf den Schienen 7 bzw. auf den Schienenköpfen 21 aufliegen. Von der Messvorrichtung 2 getragen werden eine Sendeeinrichtung 4 und eine Empfangseinrichtung 5, die hier als eine gemeinsame Einrichtung ausgeführt sind. In diese Einrichtung integriert ist ferner eine Datenverarbeitungsanlage (nicht gezeigt), die Mittel zur Verarbeitung der gemessenen Daten umfasst. Die Datenverarbeitungsanlage kann beispielsweise ein Computer sein.

[0056] Die Sendeeinrichtung 4 ist dazu ausgeführt einen Laserstrahl 3 auszusenden. Der Laserstrahl 3 tritt an einem Aussendepunkt 19 aus der Sendeeinrichtung 4 aus. Während der Messung wird die Messvorrichtung 2 entlang der Vorschubrichtung 12 über die Schienen 7 bewegt. Dies kann manuell oder motorgetrieben erfolgen. Der Laserstrahl 3 rotiert um eine Achse, die im Wesentlichen parallel zur Vorschubrichtung 12 verläuft. Dadurch wird eine spiralförmige Abtastfläche gebildet, die durch die Bewegung der Messvorrichtung 2 kontinuierlich verschoben wird.

[0057] Trifft der Laserstrahl 3 auf einen lichtundurchlässigen Gegenstand, wird das Licht reflektiert. Der reflektierte Laserstrahl 3 kann durch die Empfangseinrichtung 5 detektiert werden. Dadurch ist die Bestimmung der Lage und der Entfernung von Punkten relativ zum Aussendepunkt 19 des Laserstrahls 3 möglich.

[0058] In diesem Ausführungsbeispiel werden die Positionen von zumindest drei Punkten erfasst, nämlich der Position des Fahrdrahts, der Position eines ersten Schienenmesspunkts 6' und der Position eines zweiten Schienenmesspunkts 6''. Die beiden Schienenmesspunkte 6', 6'' befinden sich auf gegenüberliegenden Schienen 7 und entsprechen äquivalenten Punkten auf den beiden Schienen 7. In diesem Beispiel sind die Schienenmesspunkte 6', 6'' jeweils die innenliegenden oberen Kanten der Schienenköpfe 21. Die Verbindende der Schienenmesspunkte 6', 6'' liegt im Wesentlichen auf der Schienenebene 16.

[0059] Die Verbindung der beiden Schienenmesspunkte 6', 6'' liegt auf der Schienenebene 16. Aus dem bekannten Abstand zwischen den Schienenmesspunkten 6', 6'' und den gemessenen Abständen zwischen dem Aussendepunkt 19 und den Schienenmesspunkten 6', 6'' kann sowohl

der Seitenversatz 8 der Messvorrichtung 2 als auch der Höhenversatz 9 der Messvorrichtung 2 bestimmt werden.

[0060] Der Seitenversatz 8 ist der Abstand zwischen der Schienenmitte 22 und dem Schnittpunkt der Normalen zwischen Schienenebene 16 und dem Aussendepunkt 19 mit der Schienenebene 16. Die Mittenachse 22 der Schienen 7 verläuft orthogonal zur Schienenebene 16. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Seitenversatz 8 gleich null und ist daher in Fig. 1 nicht dargestellt. Der Seitenversatz 8 wird nachfolgend in Verbindung mit dem zweiten Ausführungsbeispiel in Fig. 4 im Detail erläutert.

[0061] Der Höhenversatz 9 ist der Normalabstand zwischen dem Aussendepunkt 19 und der Schienenebene 16.

[0062] Nach Berechnung von Seitenversatz 8 und Höhenversatz 9 kann der Fahrdrachtversatz 10 bestimmt werden. Der Fahrdrachtversatz 10 ist der Abstand der Normalen zwischen dem Fahrdracht 1 und der Schienenebene 16 zur Schienenmitte 22. Üblicherweise wird dieser Wert um den Seitenversatz 8 korrigiert, was in diesem Fall jedoch aufgrund des fehlenden Seitenversatzes 8 nicht erforderlich ist.

[0063] Ferner kann die Fahrdrachthöhe 11 bestimmt werden. Die Fahrdrachthöhe 11 ist der Normalabstand zwischen Schienenebene 16 und Fahrdracht 1 und kann aus dem Abstand zwischen Aussendepunkt 19 und dem Fahrdracht 1, der Position des Fahrdrachts 1 und dem Höhenversatz 9 der Messvorrichtung 2 berechnet werden.

[0064] Wird die Messvorrichtung 2 kontinuierlich in einer Vorschubrichtung 12 über die Schienen 7 bewegt, kann ein Verlaufsprofil von Fahrdrachtversatz 10 und Fahrdrachthöhe 11 ermittelt werden.

[0065] Die Empfangseinrichtung 5 kann ferner zur Ermittlung der Position weiterer Konstruktionselemente 13 entlang der Schienen 7 verwendet werden. Beispielsweise kann die Position des in Fig. 1 dargestellten Tragmasts 14 ermittelt werden.

[0066] Der Fahrdracht 1 weist einen Horizontalabstand 17 zu den Konstruktionselementen 13 auf.

[0067] Der Schienenabstand 27 ist der Abstand zwischen den beiden Schienen 7.

[0068] Fig. 4 zeigt eine Detailansicht einer Messvorrichtung 2 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit Seitenversatz 8. In Fig. 4 ist der Abstand zwischen den Rädern 20 des Messwagens 23 kleiner als der Abstand zwischen den beiden Schienen 7. Dadurch kommt es zu einem Seitenversatz 8, der wie im ersten Ausführungsbeispiel oben beschrieben ermittelt werden kann. Der Seitenversatz 8 ist der Abstand des Schnittpunkts der Normalen zwischen Schienenebene 16 und Aussendepunkt 19 mit der Schienenebene 16 zur Schienenmitte 22. Der Seitenversatz 8 kann gegebenenfalls entlang des Verlaufs der Schienen 7 variieren.

[0069] Fig. 5 zeigt eine Detailansicht einer Messvorrichtung 2 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel mit Neigung α der Schienenebene 16. Dieser Schienenabschnitt kann sich beispielsweise in einer Kurve befinden, in der die Schienen 7 überhöht angeordnet sind. Die Messvorrichtung 2 umfasst zusätzlich einen Neigungssensor 18, der dazu ausgebildet ist, die Neigung α der Messvorrichtung 2 bzw. des Messwagens 23 zu messen. Die Neigung α wird relativ zur Horizontalebene 24 bestimmt.

[0070] Die Neigung α kann von der Datenverarbeitungsanlage verarbeitet und als Korrekturfaktor verwendet werden. Beispielsweise kann aus Fahrdrachthöhe 11 und Neigung α die Höhe des Fahrdrachtes über dem Boden ermittelt werden.

[0071] Fig. 6 zeigt eine Detailansicht einer Messvorrichtung 2 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel mit zusätzlicher Erfassung des Profils 15 eines Bahndamms.

[0072] In allen hier beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die erfindungsgemäße Messvorrichtung 2 auf einem Messwagen 23 angeordnet. In alternativen Ausführungsbeispielen können die hier beschriebenen Ausführungsformen der Messvorrichtung 2 auf einem bestehenden Schienenfahrzeug, beispielsweise einem Triebwagen, angeordnet sein.

[0073] In einem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel kann die Datenverarbeitungsanlage entfernt von der Messvorrichtung 2 angeordnet sein. In diesem Fall kann eine Datenübertragungseinrichtung vorgesehen sein, die die erfassten Daten an die Datenverarbeitungsanlage überträgt. Die Übertragung kann mit herkömmlichen Datenübertragungsprotokollen, beispielsweise in kabelloser Form, erfolgen.

[0074] Fig. 7 zeigt eine schematische Ansicht eines Schienenabschnitts mit einem Fahrzeugprofil 26. Mittels der Datenverarbeitungseinrichtung werden in diesem fünften Ausführungsbeispiel auf Basis der zuvor bestimmten Parameter Neigung α und Seitenversatz Kollisionpunkte 25 mit einem Konstruktionselement 13, in diesem Beispiel ein Tragmast 14, bei einem festgelegten Fahrzeugprofil 26 bestimmt.

[0075] Als Fahrzeugprofil 26 können unterschiedliche Fahrzeugprofile 26 herangezogen werden, beispielsweise in Fahrzeug-Normprofil.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Fahrdraht
 - 2 Messvorrichtung
 - 3 Laserstrahl
 - 4 Sendeeinrichtung
 - 5 Empfangseinrichtung
 - 6', 6'' Schienenmesspunkt
 - 7 Schiene
 - 8 Seitenversatz
 - 9 Höhenversatz
 - 10 Fahrdrahtversatz
 - 11 Fahrdrathöhe
 - 12 Vorschubrichtung
 - 13 Konstruktionselement
 - 14 Tragmast
 - 15 Profil
 - 16 Schienenebene
 - 17 Horizontalabstand
 - 18 Neigungssensor
 - 19 Aussendepunkt
 - 20 Rad
 - 21 Schienenkopf
 - 22 Schienenmitte
 - 23 Messwagen
 - 24 Horizontalebene
 - 25 Kollisionspunkt
 - 26 Fahrzeugprofil
 - 27 Schienenabstand
- α Neigungswinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der Lage eines Fahrdrahts (1) für Schienenfahrzeuge mit einer schienengeführten Messvorrichtung (2), umfassend:
 - Aussenden eines Laserstrahls (3) von einem Aussendepunkt (19) einer Sendeeinrichtung (4),
 - Messen der Reflexion des Laserstrahls (3) mit einer Empfangseinrichtung (5) und dadurch Erfassen einer Position des Fahrdrahts (1) sowie einer Position von wenigstens zwei Schienenmesspunkten (6', 6'') auf gegenüberliegenden Schienen (7),
 - Einspeisen der erfassten Positionen in eine Datenverarbeitungsanlage und Ermitteln des Seitenversatzes (8) und/oder des Höhenversatzes (9) der Messvorrichtung (2) auf Basis der Position der Schienenmesspunkte (6', 6'') und
 - Berechnen mittels der Datenverarbeitungsanlage des Fahrdrahtversatzes (10) und/oder der Fahrdrachthöhe (11) unter Verwendung des Seitenversatzes (8) und/oder des Höhenversatzes (9),**dadurch gekennzeichnet**, dass die Messvorrichtung (2) mit einer Vorschubgeschwindigkeit über die Schienen (6) bewegt wird, und dass die Verfahrensschritte kontinuierlich durchgeführt und wiederholt werden, sodass ein Verlauf des Fahrdrahtversatzes (10) und/oder der Fahrdrachthöhe (11) entlang der Vorschubrichtung (12) erhalten wird, und dass die Sendeeinrichtung (4) einen Laserstrahl (3) aussendet, der um eine entlang der Vorschubrichtung (12) verlaufende Achse rotiert, wobei die Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls (3) im Wesentlichen orthogonal zur Vorschubrichtung (12) verläuft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das Messen der Reflexion des Laserstrahls (3) mit der Empfangseinrichtung (5) ferner eines oder mehrere der folgenden Konstruktionselemente (13) erfasst wird/werden:
 - eine Stützeinrichtung des Fahrdrahts (1), beispielsweise ein Tragmast (14) des Fahrdrachts (1),
 - eine Wand einer baulichen Einrichtung, beispielsweise eine Tunnelwand,
 - ein Schienenfundament, beispielsweise das Profil (15) eines Bahndamms.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Datenverarbeitungsanlage der Abstand zwischen dem Konstruktionselement (13) und dem Fahrdraht (1) bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand zwischen dem Konstruktionselement (13) und dem Fahrdraht (1) der Horizontalabstand (17) zwischen dem Konstruktionselement (13) und dem Fahrdraht (1) ist.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand zwischen dem Konstruktionselement (13) und dem Fahrdraht (1)
 - ein Abstand zwischen einem Tragmast (14) und dem Fahrdraht ist, oder
 - ein Abstand zwischen einer Tunnelwand und dem Fahrdraht ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf Basis der Position der zwei Schienenmesspunkte (6', 6'') mittels der Datenverarbeitungsanlage ein Schienenabstand (27) bestimmt wird, und dass der Schienenabstand (27) mittels der Datenverarbeitungsanlage gegebenenfalls mit einem Soll-Schienenabstand verglichen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren ferner das Bestimmen der Neigung (α) der Schienenebene (16) durch Messen der Neigung der Messvorrichtung (2) gegenüber einer Horizontalebene (24) umfasst.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gemessene Neigung (α) der Schienenebene (16) zum Berechnen des Horizontalabstands (17) zwischen dem Fahrdracht (1) und einem Konstruktionselement (13) verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Berechnen des Fahrdrachtversatzes (10) der Abstand des Schnittpunkts der Normalen zwischen

Fahrdraht (1) und einer Schienenebene (16) und einer Schienenmitte (22), gegebenenfalls korrigiert um den Seitenversatz (8) der Messvorrichtung (2) bestimmt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Berechnen der Fahrdrathöhe (11) der Normalabstand zwischen dem Fahrdraht (1) und einer Schienenebene (16), gegebenenfalls korrigiert um den Höhenversatz (9) der Messvorrichtung (2), bestimmt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere, gegebenenfalls zwischen 2 und 20, nebeneinander liegende Messpunkte gemittelt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Datenverarbeitungsanlage aus dem Seitenversatz (8) und gegebenenfalls der Neigung (α) ein Kollisionspunkt (25) zwischen einem erfassten Konstruktionselement (13) und einem Fahrzeugprofil (26) ermittelt wird.
13. Messvorrichtung (2) zum Ermitteln der Lage eines Fahrdrahts (1) für Schienenfahrzeuge, wobei die Messvorrichtung (2) schienengeführt ist und umfasst:
 - eine Sendeeinrichtung (4) ausgebildet zum Aussenden eines Laserstrahls (3) ausgehend von einem Aussendepunkt (19),
 - eine Empfangseinrichtung (5) ausgebildet zum Messen der Reflexion des Laserstrahls (3) und zum Erfassen einer Position des Fahrdrahts (1) sowie zum Erfassen einer Position von wenigstens zwei Schienenmesspunkten (6', 6'') auf gegenüberliegenden Schienen (7),
 - eine Datenverarbeitungsanlage ausgebildet zum Empfangen der erfassten Positionen sowie zum Ermitteln des Seitenversatzes (8) und/oder des Höhenversatzes (9) der Messvorrichtung (2) auf Basis der Position der Schienenmesspunkte (6', 6''), und zum Berechnen des Fahrdrahtversatzes (10) und/oder der Fahrdrathöhe (11) unter Verwendung des Seitenversatzes (8) und/oder des Höhenversatzes (9),
dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinrichtung (4) eine Laserquelle umfasst, die dazu ausgebildet ist, einen rotierenden Laserstrahl (3) auszusenden, wobei die Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls (3) im Wesentlichen orthogonal zur Rotationsachse verläuft.
14. Messvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung ferner einen Neigungssensor (18) umfasst.
15. Messwagen (23) oder Schienenfahrzeug umfassend eine Messvorrichtung zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und/oder eine Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

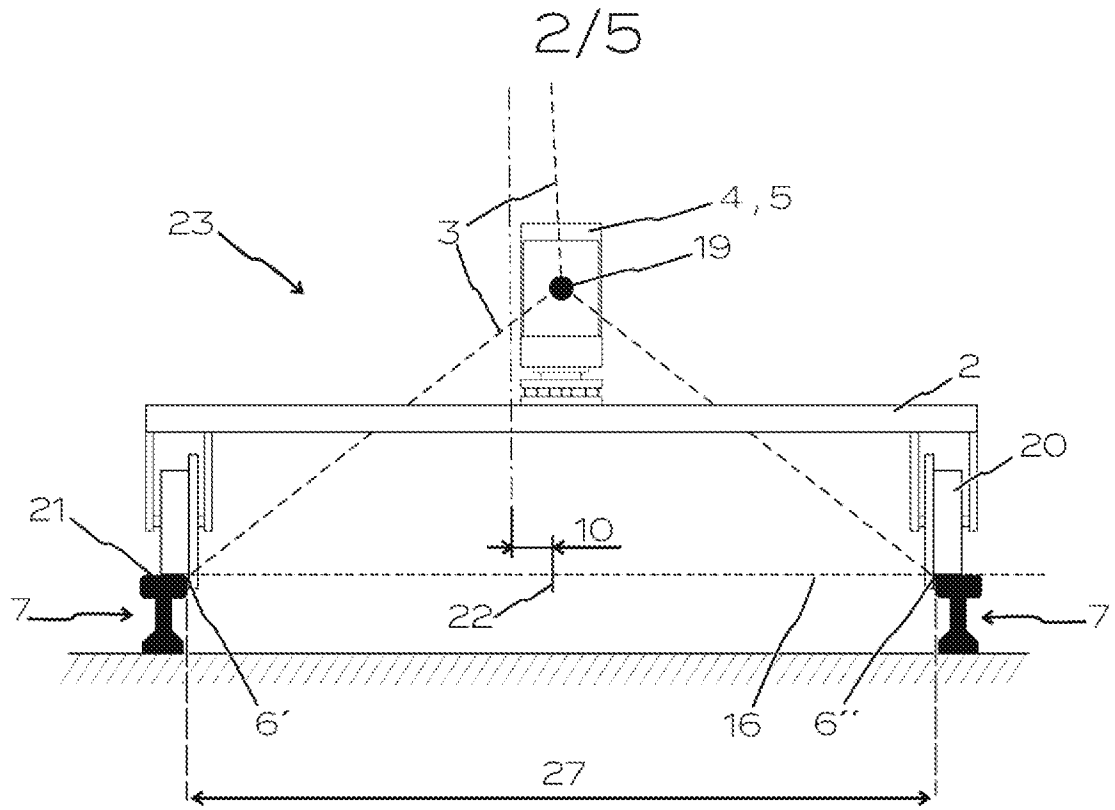


Fig. 2

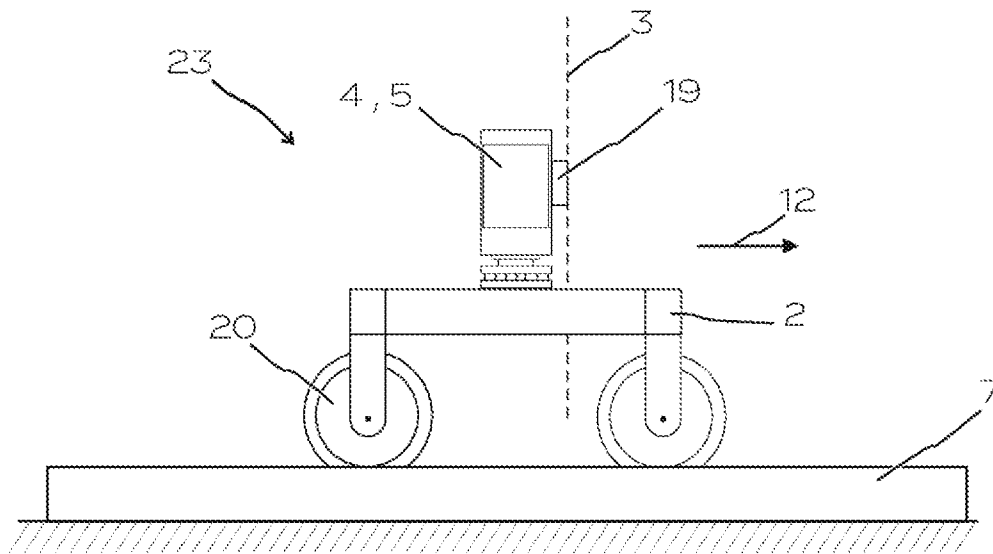


Fig. 3

3/5

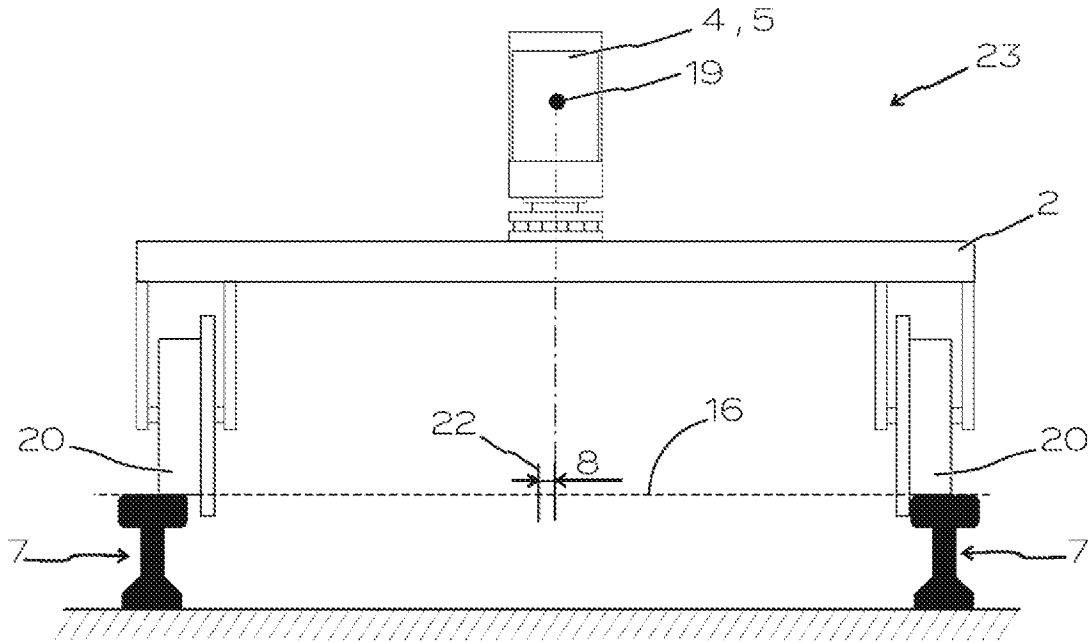


Fig. 4

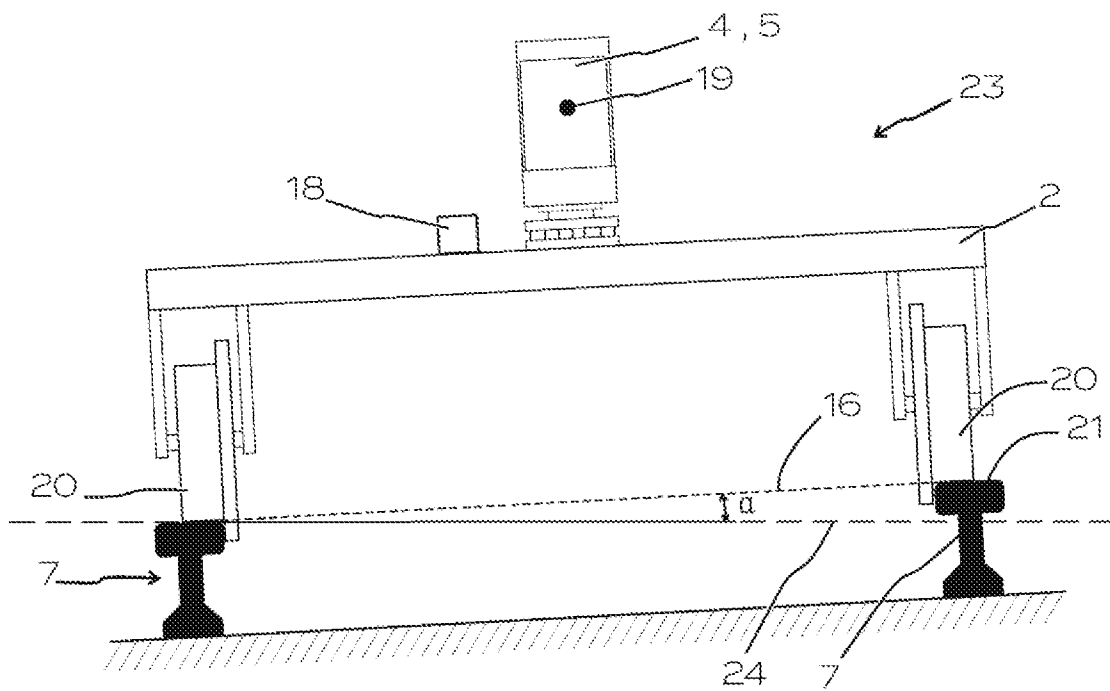


Fig. 5

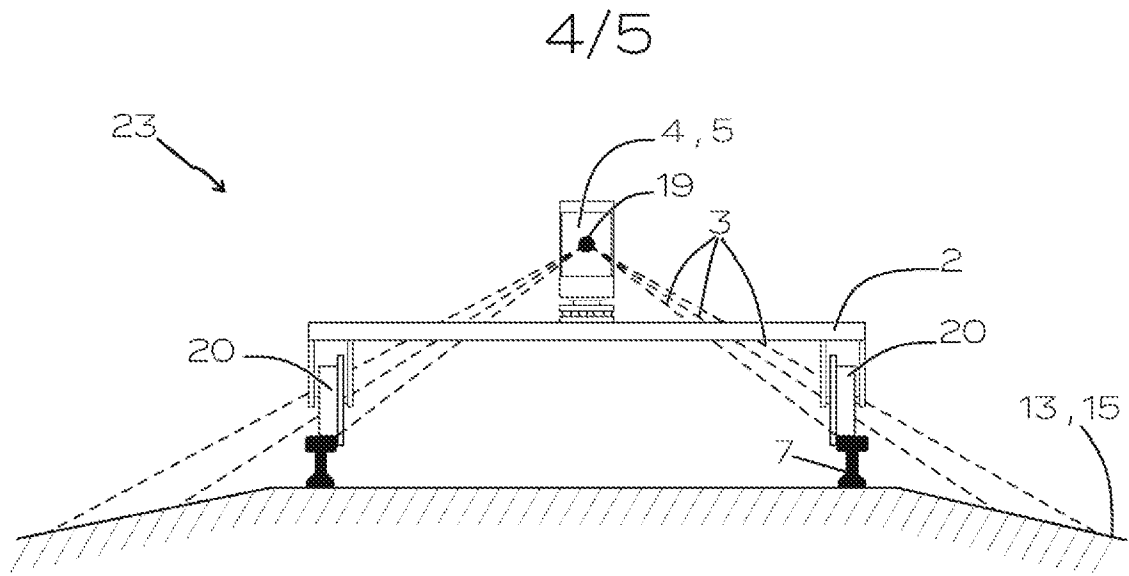


Fig. 6

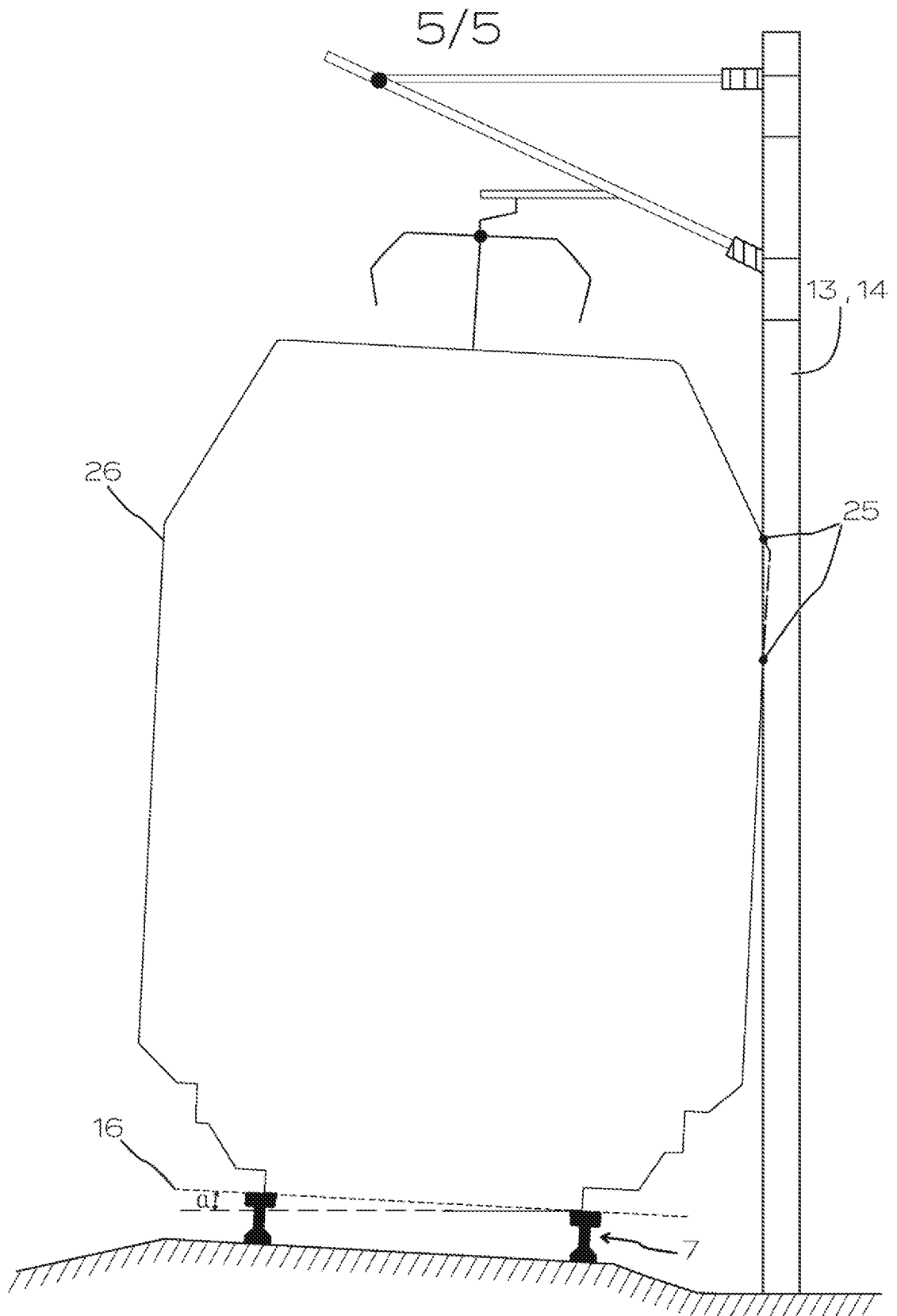


Fig. 7