



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2007 018 657 U1** 2009.04.02

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2007 018 657.6**

(22) Anmeldetag: **15.05.2007**

(67) aus Patentanmeldung: **10 2007 022 742.8**

(47) Eintragungstag: **26.02.2009**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **02.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 11/275** (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Hüsges, Mark, 81545 München, DE; Levin, Boris,
82057 Icking, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Kraus, L., Dipl.-Chem.Univ., Pat.-Anw., 82234
Weßling**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrwerksvermessungseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Fahrwerksvermessungseinrichtung für ein auf einem Messplatz (2) stehendes Kraftfahrzeug (4), umfassend:

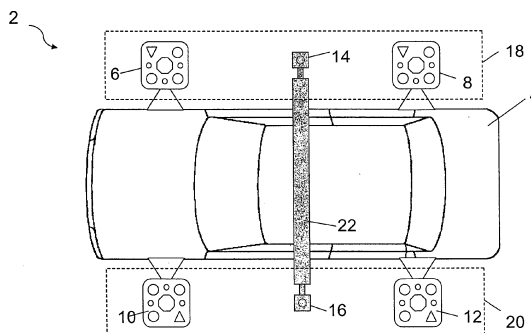
nach oben gerichtete Messtargets (6, 8, 10, 12) an den Rädern des Kraftfahrzeugs (4),

eine nach unten gerichtete erste Messkamera (14), die so oberhalb des Messplatzes (2) auf der rechten Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des rechten Vorderrads (6) und das Messtarget des rechten Hinterrads (8) in ihrem Blickfeld (18) liegen;

eine nach unten gerichtete zweite Messkamera (16), die so oberhalb des Messplatzes (2) auf der linken Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des linken Vorderrads (10) und das Messtarget des linken Hinterrads (12) in ihrem Blickfeld liegen;

wobei die erste und die zweite Messkamera (14, 16) in einer vorgegebenen Position zueinander angeordnet sind; und

eine Datenverarbeitungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie aus den von den Messkameras (14, 16) erfassten Abbildungen der Messtargets (6, 8, 10, 12) die räumliche Stellung der...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrwerksvermessungseinrichtung für ein auf einem Messplatz stehendes Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, die mit wenigstens zwei Messkameras erfasst werden.

[0002] Aus der WO 97/14016 ist eine Fahrwerksvermessungseinrichtung bekannt, bei der Targets mit bekannten geometrischen Formen an den Rädern angebracht werden, und bei der Kameras auf einem Gestell vor dem Messplatz angeordnet sind, die diese Targets erfassen. Hierbei ist vom Nachteil, dass das Gestell zusätzlichen Platz vor dem Messplatz benötigt, der bei vorhandenen Messplätzen oft nicht zur Verfügung steht und erst durch kostenintensive Umbaumaßnahmen geschaffen werden muss. Auch bei einem Neubau des Messplatzes ist der vergrößerte Platzbedarf mit erhöhten Kosten verbunden.

[0003] Des Weiteren wird ein derartiges Gestell im rauen Werkstattbetrieb, in dem auch andere Arbeiten, wie bspw. Reparaturarbeiten am Fahrzeug durchgeführt werden, gelegentlich beschädigt oder die Kameras auf dem Gestell werden dekalibriert, indem bspw. ein Mechaniker mit einem Werkzeugwagen an das Gestell anstößt.

[0004] Weiterhin wird die Messung oft durch die Bedienperson gestört und muss wiederholt werden, insbesondere, wenn die Bedienperson die Sichtverbindung zwischen Kameras und Targets unterbricht, was besonders dann vorkommt, wenn die Bedienperson während des Messverfahrens eine Drehbewegung des Lenkrads durchführen muss. Dieses Problem kann auch nicht dadurch umgangen werden, dass sich die Bedienperson für die Lenkbewegung in das Fahrzeug setzt, da die Messwerte infolge des geänderten Einfederverhaltens des Fahrzeugs verfälscht werden. Um dieses Problem zu umgehen, muss die Bedienperson während der Lenkbewegung eine gekrümmte, ergonomisch ungünstige Körperhaltung einnehmen, um das Lenkrad durch das geöffnete Seitenfenster hindurch zu drehen, ohne dabei die Sichtverbindung zwischen den Kameras und dem Target am hinteren Rad zu unterbrechen.

[0005] Des Weiteren ergeben sich bei der Fahrwerksvermessungseinrichtung der WO 97/14016 Genauigkeitsprobleme.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine besser für den rauen Werkstattbetrieb geeignete und genauere Fahrwerksvermessungseinrichtung anzugeben, die einen geringeren Platzbedarf erfordert und mit der die Messungen bedienerfreundlicher durchgeführt werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand

der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0008] Eine erfindungsgemäße Fahrwerksvermessungseinrichtung ist für ein auf einem Messplatz stehendes Kraftfahrzeug mit nach oben gerichteten Messtargets an seinen Rädern bestimmt. Die Fahrwerksvermessungseinrichtung umfasst eine erste Messkamera, die so oberhalb des Messplatzes auf der rechten Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des rechten Vorderrads und das Messtarget des rechten Hinterrads in ihrem Blickfeld liegen, und eine zweite Messkamera, die so oberhalb des Messplatzes auf der linken Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des linken Vorderrads und das Messtarget des linken Hinterrads in ihrem Blickfeld liegen. Die erste und die zweite Messkamera sind in einer vorgegebenen Position zueinander angeordnet. Des Weiteren ist eine Datenverarbeitungseinheit vorgesehen, die so konfiguriert ist, dass sie aus den von den Messkameras erfassten Abbildungen der Messtargets die räumliche Stellung der Vorderräder und der Hinterräder ermittelt.

[0009] Eine weitere erfindungsgemäße Fahrwerksvermessungseinrichtung ist für ein auf einem Messplatz stehendes Kraftfahrzeug mit nach oben gerichteten Messtargets an seinen Rädern bestimmt, und sie umfasst vier Messkameras, die so oberhalb des Messplatzes angeordnet sind, dass jeweils ein Messtarget in ihrem Blickfeld liegt. Hierfür sind zwei Messkameras auf der linken Kraftfahrzeugseite und zwei Messkameras auf der rechten Kraftfahrzeugseite jeweils in einer vorgegebenen Position zueinander angeordnet. Eine Datenverarbeitungseinheit ist so konfiguriert, dass sie aus den von den Messkameras erfassten Abbildungen der Messtargets die räumliche Stellung der Vorderräder und der Hinterräder ermittelt.

[0010] Unter der Richtungsangabe "nach oben gerichtet" der Messtargets wird dabei sowohl eine waagrechte Ausrichtung als auch eine Ausrichtung der Messtargets verstanden, bei der die Oberfläche des Messtargets noch von oben erfasst werden kann. Somit ist auch eine Ausrichtung in einem Winkel zur Messkamera als nach oben gerichtet zu verstehen, bei dem die Oberfläche des Messtargets mit der Kamerarichtung nicht einen Winkel von 0° bildet.

[0011] Für die Ermittlung der räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder werden die Form und die Lage der Abbildungen der Messtargets mit gespeicherten Sollwerten verglichen und bei einer Übereinstimmung der Form und der Lage der Abbildungen der Messtargets, innerhalb von Toleranzgrenzen, mit den gespeicherten Werten ist die räumliche Stellung der Vorderräder und der Hinterräder bestimmt.

[0012] Hierfür ist es erforderlich, dass die Position der Messkameras zueinander, sowohl in Lage als auch im Winkelbezug, bekannt ist, was entweder durch eine hochgenaue Befestigung der Messkameras oder durch eine Kalibrierung der beiden Kameras zueinander gewährleistet werden kann. Diese Kalibrierung kann mithilfe von dem Fachmann bekannten Verfahren durchgeführt werden, bspw. durch die gleichzeitige Aufnahme einer Kalibrierplatte in dem Messplatz mit beiden Messkameras, dabei lässt sich durch die unterschiedliche Abbildung der Kalibrierplatte in jeder Messkamera die Stellung und der Winkelbezug der Messkameras zueinander berechnen.

[0013] Es ist eine weitere Voraussetzung für die Ermittlung der räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder, dass Messtargets verwendet werden, deren Form und ggf. deren Oberflächengestaltung bekannt sind, und wofür der Datenverarbeitungseinheit gespeicherte Sollwerte zur Verfügung stehen.

[0014] Die erfindungsgemäßen Fahrwerksvermessungseinrichtungen benötigen keine zusätzliche Fläche auf dem Messplatz und können demgemäß sehr platzsparend und kostengünstig, sowohl bei Neubauten als auch bei Nachrüstungen installiert werden. Der Raumbedarf oberhalb des Messplatzes ist zum einen gering, zum anderen steht an der Messplatz- oder Werkstattdecke solcher Raum zumeist ohnehin zur Verfügung.

[0015] Die Messkameras sind vor Beschädigungen oder Dekalibrierungen durch ungewollte Benutzereinwirkung zuverlässig geschützt, da sich die Messkameras außerhalb der Reichweite der Bedienperson befinden.

[0016] Des Weiteren wird auch die Durchführung der Messungen vereinfacht und benutzerfreundlicher gestaltet, und die Messkameras ermöglichen eine ergonomisch optimierte Fahrwerksvermessung. Das Durchführen von Lenkbewegungen und von anderen Arbeitsschritten am Fahrzeug kann nun unproblematisch vorgenommen werden, ohne dass die senkrecht oder schräg nach oben gerichtete Sichtverbindung zwischen Messtarget und Messkamera gestört oder unterbrochen wird. Ergonomisch ungünstige Körperpositionen der Bedienpersonen werden dadurch verhindert.

[0017] Durch die erfindungsgemäße Fahrwerksvermessungseinrichtung wird ein Höchstmaß an Messgenauigkeit erreicht. Da die Messtargets jeweils gleich weit von den Messkameras entfernt sind, ist deren Abbildung in der Messkamera auch gleich groß, was zu einer gleichmäßigen und hohen Messgenauigkeit führt.

[0018] Im Vergleich zu der WO 97/14016 ist insbesondere die Auflösung und die Messgenauigkeit der

Messtargets an den Hinterrädern deutlich erhöht. Es ist nicht erforderlich, die Messtargets an den Hinterrädern vergrößert auszuführen, um hierdurch die Messgenauigkeit zu erhöhen. Die damit verbundenen Probleme des erhöhten Eigengewichts der Messtargets, der schwierigeren Handhabung derselben und der erhöhten Anforderung an die Radadapter werden dadurch vermieden.

[0019] Des Weiteren können die Türen des Kraftfahrzeugs unproblematisch geöffnet und geschlossen werden, und eine Bedienperson kann in den Wagen ein- und aus diesem aussteigen, ohne dass die Sichtverbindung zwischen den Messkameras und den Messsensoren gestört wird, und ohne dass eine Gefahr der Beschädigung oder Dekalibrierung der Messkameras besteht. Die Messkameras behindern den normalen Ablauf bei vorzunehmenden Service- und Reparaturarbeiten, wie Reifenwechsel und Bremsenservice nicht.

[0020] Des Weiteren entfällt ein im Stand der Technik manchmal erforderliches Abbauen und Aufbauen der Messkameras für die Durchführung von Service- und Reparaturarbeiten, was zusätzlich Zeit und Kosten spart, da die Messkameras außerhalb der Reichweite der Bedienperson oberhalb des Messplatzes angeordnet sind.

[0021] Optional kann ein Vergleich der ermittelten räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder mit Soll-Daten aus einer Datenbank erfolgen, wonach ein Ergebnis feststeht, gemäß dem sich die räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder in einem zulässigen Bereich befindet oder außerhalb dieses Bereichs ist, was Einstellungs- oder Reparaturmaßnahmen nach sich zieht.

[0022] In einer ersten Ausführungsform der Erfindung sind wenigstens zwei der Messkameras, insbesondere die hinteren Messkameras oder die vorderen Messkameras, längsverschieblich und in unterschiedlichen Längspositionen feststellbar ausgebildet, um Kraftfahrzeuge mit unterschiedlichen Radständen erfassen zu können. Hierdurch können unterschiedliche Radstände der Fahrzeuge ausgeglichen werden, wenn der Öffnungswinkel der Messkamera zur Erfassung der Messtargets nicht mehr ausreicht.

[0023] Je genauer die Position des Messtargets zu dem Rad ist, desto besser gibt die von der Datenverarbeitungseinheit ermittelte räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder deren tatsächliche räumliche Stellung wieder. Wenn das Messtarget in einer genau definierten Position zur Raddrehachse, bspw. in einem rechten Winkel zur Radebene angeordnet wird, bestimmt die von der Datenverarbeitungseinheit ermittelte räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder mit deren tatsächlicher räumlicher Stellung sehr

genau überein. Dies wird insbesondere dadurch gewährleistet, indem für die jeweiligen Räder spezielle herstellerspezifische Radadapter zur Befestigung der Messtargets verwendet werden.

[0024] Um die Genauigkeit der ermittelten räumlichen Stellungen der Vorder- und Hinterräder noch weiter zu erhöhen, oder im Fall, dass die Messtargets nicht in einer genau definierten Position zu dem Rad bspw. im rechten Winkel zur Radebene angebracht werden können, bspw., wenn keine passenden Radadapter zur Verfügung stehen, können die Räder des Fahrzeugs linear nach vorne oder nach hinten oder auf Rollen bewegt werden, und die Messkameras erfassen im Betrieb den Bewegungsablauf der Messtargets während ihrer Drehbewegung. Dabei ist die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert, dass sie aus dem Bewegungsverlauf der Messtargets die Drehachse der Räder und somit die räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder, und somit die Fahrwerksgeometrie des Kraftfahrzeugs bestimmt. Aus der räumlichen Bewegung der Messtargets lässt sich die jeweilige Radachse bestimmen, um die das Messtarget abgerollt wird. Da das Messtarget fest mit dem Rad verbunden ist, ist diese Achse auch gleichzeitig die Raddrehachse. Die so ermittelte Raddrehachse und die im rechten Winkel darauf stehende Radebene geben die Winkelstellung des Rades im Raum wieder. Auch die weiter unten beschriebene Höhenstandsmessung bezieht sich dann auf diese Raddrehachse.

[0025] Das Abrollen der Räder kann durch Schieben oder Fahren des Fahrzeuges erfolgen. Ebenfalls können Rollensätze verwendet werden, auf denen das jeweilige Fahrzeugrad steht und manuell oder motorisch angetrieben wird. Für die Erfassung des Bewegungsverlaufs der Messtargets durch die Messkameras reicht es aus, wenn die Messkameras jeweils mehrere Abbildungen bzw. eine Abbildungsfolge erfassen.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Messkameras jeweils als ein Paar von zwei Stereokameras ausgebildet, die beide jeweils mit einem unterschiedlichen Winkel auf das entsprechende Messtarget ausgerichtet sind. In diesem Fall kann die Ermittlung der räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder zusätzlich oder anstelle des Vergleichens der Abbildungen der Messtargets mit Sollwerten mithilfe eines dem Fachmann bekannten Triangulationsverfahrens erfolgen. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich der weitere Vorteil, dass die geometrische Form des Messtargets nicht genau bekannt sein muss, und keinen großen Einfluss auf das tatsächliche Messergebnis hat. Dadurch sinken die Anforderungen an die Gestaltung des Messtargets, und das Messtarget lässt sich wesentlich einfacher und preisgünstiger herstellen und ist aufgrund seiner einfacheren Gestaltung unempfindlicher gegen me-

chanische Beschädigungen. Es wird eine Stereorekonstruktion der Messtargets im Raum durchgeführt.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind weitere auf die Messtargets gerichtete Kameras vorgesehen, um die Messgenauigkeit, insbesondere durch statistische Methoden in der Auswertung der Abbildungen, weiter zu erhöhen.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Messkameras höhenverstellbar ausgebildet, um das Fahrwerk unterschiedlicher Kraftfahrzeuge, bspw. von Personen- und Lastkraftwagen vermessen zu können.

[0029] In einer einfachen Ausführungsform der Erfindung sind die Messkameras an der Decke des Messplatzes angebracht.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Messkameras an einem Befestigungsträger oberhalb des Messplatzes angebracht. Bei einem derartigen Befestigungsträger kann es sich um einen Tragbalken oder um einen Tragrahmen, bspw. um einen H-förmigen oder rechteckigen Tragrahmen handeln.

[0031] Der Befestigungsträger kann höhenverstellbar ausgebildet sein, und über einen Antrieb verfügen, um die Vermessung von Fahrwerken von Kraftfahrzeugen unterschiedlicher Höhe, bspw. Personen- und Lastkraftwagen zu ermöglichen. Ferner kann der Messplatz über eine Hebebühne verfügen, auf der das zu vermessende Fahrzeug steht. Dabei kann eine Fahrwerksvermessung gleichzeitig mit anderen Arbeitsschritten bspw. an der Unterseite des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden.

[0032] Wenn der Antrieb des höhenverstellbaren Befestigungsträgers mit der Hebebühne gekoppelt ist, kann eine synchrone Bewegung des höhenverstellbaren Befestigungsträgers mit der Hebebühne ermöglicht werden.

[0033] In den folgenden weiteren Ausführungsformen wird zusätzlich zu der Fahrwerksvermessung auch eine Höhenstandsmessung durchgeführt, die mittlerweile von einigen Automobilherstellern zwingend vorgeschrieben wird, da sich die räumliche Stellung des Rads in Abhängigkeit von dessen Einfederung, bspw. bedingt durch den Beladungszustand, ändert.

[0034] Auch wenn die vorliegenden Ausführungsformen stets in Kombination mit der erfindungsgemäßen Fahrwerksvermessungseinrichtung beansprucht sind, wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die nachfolgend beschriebene Höhenstandsmessung auch unabhängig von der eigentlichen Vermessung der Messtargets mit den Messkameras durchgeführt

werden kann, und diese Ausführungsformen sind somit als unabhängig von der Fahrwerksvermessung offenbart anzusehen.

[0035] Bei der erfindungsgemäßen Höhenstandsmessung wird der Höhenstand der Räder in Bezug zu einem Karosserieteil gemessen und hieraus werden geeignete Sollwerte für die Vermessung und Einstellung des Fahrwerks ermittelt.

[0036] In einer Ausführungsform der Fahrwerksvermessungseinrichtung ist ein Entfernungssensor bzw. Abstandssensor so oberhalb des Messplatzes angeordnet, dass er im Betrieb den Abstand zu einem vorgebbaren Messpunkt auf der Karosserie, insbesondere zu dem höchsten Punkt des Dachs der Karosserie oder einem Randpunkt der Karosserie bestimmt, und wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie im Betrieb aus der Abbildung der Messtargets die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera und dem jeweiligen Messtarget berechnet, und dass sie aus diesen Abständen, aus dem Abstand des Abstandssensors zu dem Messpunkt auf der Karosserie sowie aus der Position der Messkameras zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs berechnet.

[0037] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann der Abstandssensor an einer der Messkameras oder an dem Befestigungsträger angebracht sein.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann ein Abstandssensor so an einer vorgebbaren Position auf der Karosserie angeordnet sein, dass er im Betrieb den Abstand zu dem Befestigungsträger oder zu wenigstens einer Messkamera bestimmt. Die Datenverarbeitungseinheit ist in diesem Fall so konfiguriert, dass sie im Betrieb aus der Abbildung der Messtargets die Abstände zwischen den der jeweiligen Messkamera und dem jeweiligen Messtarget berechnet, und dass sie aus diesen Abständen, aus dem Abstand des Abstandssensors zu dem Befestigungsträger oder zu der Messkamera sowie aus der Position der Messkameras zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs berechnet.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfasst wenigstens eine Messkamera im Betrieb einen vorgebbaren Messpunkt an der Karosserie des Kraftfahrzeugs. In diesem Fall ist die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert, dass sie im Betrieb aus der Abbildung des Messpunkts den Abstand zwischen der Messkamera und dem Messpunkt und aus der Abbildung der Messtargets die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera und dem jeweiligen Messtarget berechnet, und dass sie aus diesen Abständen, sowie aus der Position der Messkameras zueinander die Höhenstände der Räder des Kraft-

fahrzeugs berechnet.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfasst wenigstens eine der Messkameras im Betrieb ein an einer vorgebbaren Position an der Karosserie des Kraftfahrzeugs angebrachtes Abstandstarget. In diesem Fall ist die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert, dass sie im Betrieb aus der Abbildung des Abstandstargets den Abstand zwischen der Messkamera und dem Abstandstarget und aus den Abbildungen der Messtargets die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera und dem jeweiligen Messtarget berechnet, und dass sie aus diesen Abständen sowie aus der Position der Messkameras zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs berechnet.

[0041] Der Abstandssensor kann dabei von beliebiger Bauart sein, beispielsweise ein Lasersensor, insbesondere ein Lasertriangulationssensor, oder ein Ultraschallsensor.

[0042] Gemäß diesen Weiterbildungen der Erfindung kann zusätzlich zu der eigentlichen Fahrwerksvermessung auch eine komfortable, weitgehend automatische Höhenstandsmessung durchgeführt werden.

[0043] Bei den Ausführungsformen, bei denen die Messkameras entweder einen Messpunkt oder ein Abstandstarget erfassen, kann bereits eine große Genauigkeit erreicht werden. Die Ausführungsformen mit zusätzlichem Abstandssensor arbeiten dabei besonders genau.

[0044] Anstelle eines Abstandssensors kann stets auch eine beliebige andere Abstandsmessvorrichtung, beispielsweise ebenfalls eine Messkamera vorgesehen werden.

[0045] Wenn die Messtargets in einer genügend genauen Position zu den Rädern angebracht sind, wird der gemessene Abstand zwischen der jeweiligen Messkamera und dem definierten Karosseriepunkt oder dem Abstandstarget mit den zu den Messkameras gemessenen Abständen der Messtargets berechnet, und damit werden die Höhenstände der Räder zu einem definierten Karosseriepunkt bestimmt.

[0046] Wenn der gemessene Abstand zwischen der jeweiligen Messkamera und dem definierten Karosseriepunkt oder dem Abstandstarget mit den Abständen der wie zuvor beschrieben berechneten Radrehachsen verrechnet wird, können die Höhenstände der Räder zu einem definierten Karosseriepunkt bestimmt werden.

[0047] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert, dass sie in Abhängigkeit der ermittelten Höhen-

stände der Räder des Kraftfahrzeugs die für diese Höhenstände gültigen Sollwerte der räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder errechnet oder aus einer Datenbank abrufen.

[0048] Die erfindungsgemäße Fahrwerksvermessungseinrichtung umfasst somit die Messkameras, ggf. deren Halterung und Befestigung, sowie die entsprechend konfigurierte Datenverarbeitungseinheit, mit der die Messkameras verbunden sind. In einer erweiterten Auslegung umfasst die Fahrwerksvermessungseinrichtung zusätzlich noch die jeweiligen Messtargets.

[0049] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden die Räder des Kraftfahrzeugs linear oder auf Rollen bewegt, und die Messkameras erfassen den Bewegungsverlauf der Messtargets, zumindest mehrere Abbildungen der Messtargets während deren Bewegungsverlaufs. Dann wird aus diesem Bewegungsverlauf der Messtargets die Drehachse dieser Räder und somit die räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder des Kraftfahrzeugs bestimmt. Diese Ausführungsform ist insbesondere von Vorteil, wenn die Messtargets nicht in einer genügend genauen Position zu den Rädern angebracht werden können.

[0050] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird zusätzlich der Höhenstand der Räder des Kraftfahrzeugs bestimmt. Dabei erfasst wenigstens eine der Messkameras einen vorgebbaren Messpunkt an der Karosserie des Kraftfahrzeugs oder ein an einer vorgebbaren Position an der Karosserie des Kraftfahrzeugs angebrachtes Abstandstarget. Alternativ dazu bestimmt ein oberhalb des Messplatzes angeordneter Abstandssensor den Abstand zu einem vorgebbaren Messpunkt auf der Karosserie, oder ein an einer vorgebbaren Position auf der Karosserie angeordneter Abstandssensor bestimmt den Abstand zu dem Befestigungsträger oder zu wenigstens einer Messkamera.

[0051] Durch die zusätzliche Integration dieser Höhenstandsbestimmung in der erfindungsgemäßen Fahrwerksvermessung kann zum einen eine zusätzliche separate Höhenstandmessung entfallen, und zum anderen können die Ergebnisse der Höhenstandsbestimmung für die Fahrwerksvermessung genutzt werden, indem die für die jeweiligen Höhenstände gültigen Sollwerte errechnet oder aus einer Datenbank abgerufen werden, wodurch eine präzise Aussage über die Qualität der räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder getroffen werden kann.

[0052] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

[0053] [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht auf einen ersten

Messplatz und auf ein darin stehendes Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

[0054] [Fig. 2](#) zeigt eine Seitenansicht des ersten Messplatzes aus [Fig. 1](#);

[0055] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht auf einen zweiten Messplatz und auf das darin stehende Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

[0056] [Fig. 4](#) zeigt eine Seitenansicht des zweiten Messplatzes aus [Fig. 3](#);

[0057] [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht auf einen dritten Messplatz und auf das darin stehende Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

[0058] [Fig. 6](#) zeigt eine Seitenansicht des dritten Messplatzes aus [Fig. 5](#);

[0059] [Fig. 7](#) zeigt eine Draufsicht auf einen vierten Messplatz und auf das darin stehende Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;

[0060] [Fig. 8](#) zeigt eine Seitenansicht des vierten Messplatzes aus [Fig. 7](#);

[0061] [Fig. 9](#) zeigt eine Draufsicht auf einen fünften Messplatz und auf das darin stehende Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel;

[0062] [Fig. 10](#) zeigt eine Seitenansicht des fünften Messplatzes aus [Fig. 9](#);

[0063] [Fig. 11](#) zeigt eine Draufsicht auf einen sechsten Messplatz und auf das darin stehende Kraftfahrzeug mit Messtargets an seinen Rädern, gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel; und

[0064] [Fig. 12](#) zeigt eine Seitenansicht des sechsten Messplatzes aus [Fig. 11](#).

[0065] [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht auf einen ersten Messplatz **2** und auf ein darin stehendes Kraftfahrzeug **4** mit Messtargets **6, 8, 10, 12** an seinen Rädern.

[0066] Die Vorderseite des Kraftfahrzeugs **4** ist in den Figuren nach links gerichtet. Mit Spannmitteln oder Radadaptoren, die in [Fig. 1](#) trapezförmig dargestellt sind, sind vier Messtargets **6, 8, 10, 12** an den Rädern des Kraftfahrzeugs **4** befestigt. Die plattenförmigen Messtargets **6, 8, 10, 12** sind in [Fig. 1](#) nach oben gerichtet und weisen eine rechteckige Form mit abgerundeten Ecken auf. Auf ihrer nach oben gerich-

teten Oberfläche haben sie ein jeweils übereinstimmendes geometrisches Muster mit einem mittigem Achteck, mit drei in den Ecken angeordneten Kreisen und einem an einem äußeren Eck gelegenen zum Fahrzeug hin zeigenden Dreieck sowie mit kleineren Kreisen in den Zwischenräumen zwischen den drei größeren Kreisen und dem Zwischenraum zwischen dem Dreieck und dem inneren größeren Kreis.

[0067] Alle vier Messtargets **6**, **8**, **10**, **12** haben das gleiche geometrische Muster, wobei das geometrische Muster der linken Messtargets **10** und **12** in [Fig. 1](#) jeweils punktsymmetrisch gespiegelt zu dem Muster der rechten Messtarget **6** und **8** ist.

[0068] An der Werkstatt- oder Messplatzdecke, die in den Figuren nicht dargestellt ist, ist ein quer zur Fahrzeugrichtung angeordneter Tragbalken **22** befestigt, dessen Enden sich über die linke und die rechte Kraftfahrzeugseite hinaus erstrecken. An dem rechten Ende des Tragbalkens **22** ist eine rechte Messkamera **14** angeordnet, und an dem linken Ende des Tragbalkens **22** ist eine linke Messkamera **16** angeordnet. Die Kamerablickfelder **18** und **20** der beiden Messkameras **14** und **16** sind in [Fig. 1](#) schematisch in Form von gestrichelten Rechtecken dargestellt. Die in den Draufsichten gezeigten Kamerablickfelder **18**, **20** sowie **34**, **36**, **38**, **40** sind schematisch rechteckig ausgeführt, in der Praxis haben sie oft eine ovale oder runde Form.

[0069] Das Kamerablickfeld **18** der rechten Messkamera **14** ist so bemessen, dass das Messtarget **6** an dem rechten Vorderrad und das Messtarget **8** an dem rechten Hinterrad **8** vollständig darin liegen. Ebenso ist das Kamerablickfeld **20** der linken Messkamera **16** so bemessen, dass das Messtarget **10** an dem linken Vorderrad und das Messtarget **12** an dem linken Hinterrad des Kraftfahrzeugs **4** vollständig darin liegen.

[0070] [Fig. 2](#) zeigt eine Seitenansicht des ersten Messplatzes **2**.

[0071] In [Fig. 2](#) sind die Plattenform der linken Messtargets **10** und **12** sowie die Spannmittel bzw. Radaadapter, mit denen diese an dem linken Vorderrad und dem linken Hinterrad des Kraftfahrzeugs **4** befestigt sind, gut zu erkennen.

[0072] Des Weiteren ist die linke Messkamera **16** zu erkennen, die an dem Tragbalken **22** befestigt ist und sich von diesen ein Stück weit nach unten erstreckt. Das Kamerablickfeld **20** der linken Messkamera **16** ist mittels zwei gestrichelten Linien dargestellt. Die linken Messtargets **10** und **12** liegen in diesem Kamerablickfeld **20**.

[0073] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht auf einen zweiten Messplatz **24** und auf das darin stehende Kraftfahrzeug **4** mit Messtargets **6**, **8**, **10**, **12** an seinen Rädern.

dern.

[0074] Das Kraftfahrzeug **4** mit seinen an den Rädern angeordneten Messtargets **6**, **8**, **10** und **12** entspricht dem in [Fig. 1](#) gezeigten.

[0075] Die Fahrwerksvermessungseinrichtung umfasst einen oberhalb des Kraftfahrzeugs **4** an der Messplatzdecke angeordneten rechteckigen Tragrahmen **42**, dessen Querstreben sich jeweils über die linke und rechte Kraftfahrzeugseite hinaus erstrecken, und dessen Längsstreben die Endbereiche der vorderen und hinteren Querstreben miteinander verbinden. An den Enden der Querstreben und oberhalb der jeweiligen Messtargets **6**, **8**, **10** und **12**, sind jeweils vier Messkameras **26**, **28**, **30** und **32** befestigt. Diese sind nach unten gerichtet und haben jeweils ein Kamerablickfeld **34**, **36**, **38** und **40**, das in [Fig. 3](#) durch ein gestricheltes Rechteck dargestellt ist. Die Kamerablickfelder **34**, **36**, **38** und **40** sind deutlich kleiner ausgeprägt als die Kamerablickfelder **18** und **20** in [Fig. 1](#), und sie umfassen jeweils nur das darunter liegende Messtarget **6**, **8**, **10** und **12**.

[0076] [Fig. 4](#) zeigt eine Seitenansicht des zweiten Messplatzes **24**.

[0077] In [Fig. 4](#) sind die unterhalb des Tragrahmens **42** angeordneten und nach unten gerichteten linken Messkameras **30** und **32** sowie deren Kamerablickfelder **38** und **40** zu erkennen, in denen die beiden linken Messtargets **10** und **12** liegen.

[0078] [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht auf einen dritten Messplatz **44** und auf das darin stehende Kraftfahrzeug **4** mit Messtargets **6**, **8**, **10**, **12** an seinen Rädern.

[0079] Der dritte Messplatz **44** entspricht dem in [Fig. 1](#) gezeigten ersten Messplatz **2**, wobei im Unterschied hierzu die Kamerablickfelder **18**, **20** breiter ausgeführt sind und sich bis zu einer Position auf dem Kraftfahrzeug **4** erstrecken, die ungefähr auf einem Drittel der Breite des Kraftfahrzeugs **4** liegt. Ferner ist ein kreisförmiges Abstandstarget **46** in einem vorderen linken Endbereich des Dachs des Kraftfahrzeugs **4** angeordnet. Das Abstandstarget **46** ist scheibenförmig, nach oben gerichtet und weist an seiner Oberseite Muster mit vier kleinen, an den Eckpunkten eines nicht gezeigten Quadrats angeordneten Kreisen auf. Das Abstandstarget **46** liegt innerhalb des Kamerablickfelds **20** der linken Messkamera **16** und wird somit von dieser erfasst.

[0080] [Fig. 6](#) zeigt eine Seitenansicht des dritten Messplatzes **44**.

[0081] In [Fig. 6](#) ist das Abstandstarget **46** von der Seite zu sehen. Dabei ist die obere kreisförmige Targetscheibe sowie ein flacher und flächiger Befesti-

gungsmagnet zu erkennen, der unterhalb der Targe-
tscheibe angeordnet ist, und mit Hilfe dessen das Ab-
standstarget **46** an der bestimmten Position auf dem
Dach des Kraftfahrzeugs **4** befestigt ist.

[0082] [Fig. 7](#) zeigt eine Draufsicht auf einen vierten
Messplatz **48** und auf das darin stehende Kraftfahr-
zeug **4** mit Messtargets **6, 8, 10, 12** an seinen Rä-
dern.

[0083] Der vierte Messplatz **48** entspricht dem ers-
ten Messplatz **2**, wobei zusätzlich ein Abstandssen-
sor **50** vorgesehen ist, der hinter dem mittleren Be-
reich des Tragbalkens **22** angeordnet und fest mit
diesem verbunden ist. Der Abstandssensor **50** um-
fasst eine kreisförmig dargestellte Laserquelle und
einen ebenfalls kreisförmig dargestellten Empfänger
hierfür. Der Verlauf des auf einen bestimmten Punkt
des Dachs des Kraftfahrzeugs **4**, insbesondere auf
den höchsten Punkt des Dachs, gerichteten und da-
von reflektierten Laserstrahls ist in [Fig. 7](#) in Form von
zwei gestrichelten Pfeilen dargestellt.

[0084] [Fig. 8](#) zeigt eine Seitenansicht des vierten
Messplatzes **48**.

[0085] In [Fig. 8](#) ist ebenfalls der hinter dem Tragbal-
ken **22** angeordnete, nach unten gerichtete Ab-
standssensor **50** zu erkennen. Der Verlauf des Laser-
strahls von dem Abstandssensor **50** auf den höch-
sten Punkt des Dachs des Kraftfahrzeugs **4** und zu-
rück ist in Form eines gestrichelten Doppelpfeils dar-
gestellt.

[0086] [Fig. 9](#) zeigt eine Draufsicht auf einen fünften
Messplatz **52** und auf das darin stehende Kraftfahr-
zeug **4** mit Messtargets **6, 8, 10, 12** an seinen Rä-
dern.

[0087] Der fünfte Messplatz **52** entspricht dem zwei-
ten Messplatz **24**, wobei im Unterschied hierzu die
Kamerablickfelder **34, 36, 38, 40** jeweils breiter aus-
gebildet sind und sich ein Stück weit bis auf das Kraft-
fahrzeug **4** erstrecken, insbesondere bis zu einer
Breitenposition von etwa einem Fünftel der Fahr-
zeugbreite. Des Weiteren ist ein Abstandstarget **54**
an der linken Seite der Motorhaube des Kraftfahr-
zeugs **4** an einer bestimmten Position angeordnet,
das hinsichtlich seines Aufbaus dem Abstandstarget
46 des dritten Messplatzes **44** entspricht. Das Ab-
standstarget **54** liegt innerhalb des Kamerablickfelds
38 der vorderen linken Messkamera **30**.

[0088] [Fig. 10](#) zeigt eine Seitenansicht des fünften
Messplatzes **52**.

[0089] In [Fig. 10](#) ist die Targetscheibe sowie der
darunter angeordnete flächige Befestigungsmagnet
des Abstandstargets **54** zu erkennen, mithilfe dessen
das Abstandstarget **54** auf der Motorhaube des Kraft-

fahrzeugs **4** an einer vorgegebenen Position befes-
tigt ist.

[0090] [Fig. 11](#) zeigt eine Draufsicht auf einen sechs-
ten Messplatz **56** und auf das darin stehende Kraft-
fahrzeug **4** mit Messtargets **6, 8, 10, 12** an seinen Rä-
dern.

[0091] Der sechste Messplatz **65** entspricht dem
zweiten Messplatz **24**, wobei im Unterschied hierzu
ein Abstandssensor **58** vorgesehen ist, der sich von
der hinteren Querstrebe des Tragrahmens **42** an ei-
nem Haltearm nach vorne erstreckt, sodass er sich in
etwa mittig über dem Dach des Kraftfahrzeugs **4** be-
findet. Der Abstandssensor **58** weist eine kreisförmig
dargestellte Laserquelle und einen ebenfalls kreisförmig
ausgeführten Empfänger hierfür auf. Der Verlauf
des auf einen bestimmten Punkt des Dachs des
Kraftfahrzeugs **4**, insbesondere auf den höchsten
Punkt des Dachs, gerichteten und davon reflektierten
Laserstrahls ist in [Fig. 11](#) durch zwei gestrichelte
Pfeile dargestellt.

[0092] [Fig. 12](#) zeigt eine Seitenansicht des sechs-
ten Messplatzes **56**.

[0093] In [Fig. 12](#) ist der in dem Tragrahmen **42** an-
geordnete und ein Stück weit aus diesem nach unten
herausstehende Abstandssensor **58** zu erkennen.
Des Weiteren ist der Verlauf des auf den vorgegeben-
en Punkt auf dem Kraftfahrzeug **4** ausgestrahlte und
von diesem reflektierte Laserstrahl mittels eines ge-
strichelten Doppelpfeils dargestellt.

[0094] Die Messplätze **3, 24, 44, 48, 52** und **56** ver-
fügen des Weiteren noch über eine Datenverarbei-
tungseinheit, die mit den Messkameras **14, 16** oder
24, 28, 30, 32 sowie, falls vorhanden, mit den Ab-
standssensoren **50** und **58** verbunden ist und dafür
konfiguriert ist, die Abbildung der Messkameras **14,**
16 oder **24, 28, 30, 32** und ggf. die Messwerte der Ab-
standssensoren **50** und **58** zu verarbeiten. Diese Da-
tenverarbeitungseinheit ist in den Figuren nicht dar-
gestellt.

[0095] Im Betrieb der Messplätze **2, 24, 44, 48, 52**
und **56** werden zunächst die Messtargets **6, 8, 10** und
12 mittels ihrer Spannwerkzeuge oder Radadapter
an den Rädern des Kraftfahrzeugs **4** befestigt und so
in eine festgelegte Position zu den Rädern des Kraft-
fahrzeugs **4** gebracht.

[0096] Die Position der Messkameras **14** und **16** so-
wie der Messkameras **26, 28, 30** und **32** zueinander
ist entweder durch eine hochgenaue Anbringung an
dem Tragbalken **22** oder dem Tragrahmen **42** oder
durch eine vorige Kalibrierung genau bekannt.

[0097] Dann werden die Messtargets **6, 8, 10, 12**
beim den Messplätzen **2, 44, 48** mit zwei Kameras **14**

und **16** und bei den Messplätzen **24, 52, 56** mit den vier Kameras **26, 28, 30** und **32** erfasst.

[0098] Nach Übermittlung der Abbildungen der Messkameras **14, 16** bzw. **26, 28, 30** und **32**, ermittelt die Datenverarbeitungseinheit die räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder daraus, indem die Abbildungen mit gespeicherten Referenzabbildungen verglichen werden.

[0099] Um die Genauigkeit zu erhöhen und insbesondere, wenn die zur Verfügung stehenden Messtargets **6, 8, 10** und **12** mit den zur Verfügung stehenden Spannmitteln bzw. Radadaptoren nicht positionsgenau an den Rädern des Kraftfahrzeugs **4** befestigt werden können, können die Räder des Kraftfahrzeugs **4**, insbesondere durch Verschieben des Kraftfahrzeugs **4** nach vorne oder nach hinten, bewegt und abgerollt werden, und die Messkameras **14** und **16** (bei den Messplätzen **2, 44, 48**) und **26, 28, 30** und **32** (bei den Messplätzen **24, 52, 56**) erfassen den Bewegungsverlauf der Messtargets **6, 8, 10, 12**, mindestens jedoch eine Folge von mehreren Abbildungen davon. Aus dem Bewegungsverlauf der Messtargets **6, 8, 10, 12** bestimmt die Datenverarbeitungseinheit die Drehachse der Räder und somit die räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder des Kraftfahrzeugs **4**.

[0100] Bei den Messplätzen **44** und **52** erfasst die Kamera **16, 30** zusätzlich noch das Abstandstarget **46, 54**. Die Datenverarbeitungseinheit berechnet aus der Abbildung des Abstandstargets **46, 54** den Abstand zwischen der Messkamera **16, 30** und dem Abstandstarget **46, 54**, und aus der Abbildung der Messtargets **6, 8, 10, 12** die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera **14, 16** bzw. **26, 28, 30, 32** und dem jeweiligen Messtarget **6, 8, 10, 12**, und sie berechnet aus diesen Abständen, sowie aus der Position der Messkameras **14, 16** bzw. **26, 28, 30, 32** zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs **4**. Diese Berechnung ist dem Fachmann bekannt und braucht hier nicht erläutert zu werden.

[0101] Bei den Messplätzen **48** und **56** bestimmt der Abstandssensor **50, 58** zusätzlich noch den Abstand zu einem vorgegebenen Messpunkt auf der Karosserie des Kraftfahrzeugs **4**, insbesondere zum höchsten Punkt dessen Dachs. Die Datenverarbeitungseinheit berechnet aus der Abbildung der Messtargets **6, 8, 10, 12** die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera **14, 16** bzw. **26, 28, 30, 32** und dem jeweiligen Messtarget **6, 8, 10, 12**, und sie berechnet aus diesen Abständen, aus dem Abstand des Abstandssensors **50, 58** zu dem Messpunkt auf der Karosserie, sowie aus der Position der Messkameras **14, 16** bzw. **26, 28, 30, 32** zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs **4**.

[0102] Nach Ermittlung der Höhenstände der Räder

des Kraftfahrzeugs **4**, entweder basierend auf dem Erfassen der Abstandstargets **46, 54** durch die entsprechenden Messkameras **14, 16** bzw. **26, 28, 30, 32** oder basierend auf den Abstandssensoren **50, 58**, kann die Datenverarbeitungseinheit daraus Sollwerte für die räumliche Stellung der Vorder- und Hinterräder ermitteln, die für die Beurteilung der Qualität der von der Datenverarbeitungseinheit ermittelten räumlichen Stellung der Vorder- und Hinterräder bspw. durch einen Vergleich herangezogen werden kann.

Bezugszeichenliste

2	erster Messplatz
4	Kraftfahrzeug
6, 8, 10, 12	Messtarget
14, 16	Messkameras
18, 20	Kamerablickfelder
22	Tragbalken
24	zweiter Messplatz
26, 28, 30, 32	Messkameras
34, 36, 38, 40	Kamerablickfelder
42	Tragrahmen
44	dritter Messplatz
46	Abstandstarget
48	vierter Messplatz
50	Abstandssensor
52	fünfter Messplatz
54	Abstandstarget
56	sechster Messplatz
58	Abstandssensor

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 97/14016 [[0002](#), [0005](#), [0018](#)]

Schutzansprüche

1. Fahrwerksvermessungseinrichtung für ein auf einem Messplatz (2) stehendes Kraftfahrzeug (4), umfassend:

nach oben gerichtete Messtargets (6, 8, 10, 12) an den Rädern des Kraftfahrzeugs (4),
eine nach unten gerichtete erste Messkamera (14), die so oberhalb des Messplatzes (2) auf der rechten Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des rechten Vorderrads (6) und das Messtarget des rechten Hinterrads (8) in ihrem Blickfeld (18) liegen;
eine nach unten gerichtete zweite Messkamera (16), die so oberhalb des Messplatzes (2) auf der linken Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des linken Vorderrads (10) und das Messtarget des linken Hinterrads (12) in ihrem Blickfeld liegen;
wobei die erste und die zweite Messkamera (14, 16) in einer vorgegebenen Position zueinander angeordnet sind; und
eine Datenverarbeitungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie aus den von den Messkameras (14, 16) erfassten Abbildungen der Messtargets (6, 8, 10, 12) die räumliche Stellung der Vorderräder und der Hinterräder ermittelt.

2. Fahrwerksvermessungseinrichtung für ein auf einem Messplatz (24) stehendes Kraftfahrzeug (4), umfassend:

nach oben gerichtete Messtargets (6, 8, 10, 12) an den Rädern des Kraftfahrzeugs (4),
eine nach unten gerichtete erste Messkamera (26), die so oberhalb des Messplatzes (24) auf der rechten Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des rechten Vorderrads (6) in ihrem Blickfeld liegt;
eine nach unten gerichtete zweite Messkamera (28), die so oberhalb des Messplatzes (24) auf der rechten Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des rechten Hinterrads (8) in ihrem Blickfeld liegt;
eine nach unten gerichtete dritte Messkamera (30), die so oberhalb des Messplatzes (24) auf der linken Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des linken Vorderrads (10) in ihrem Blickfeld liegt;
eine nach unten gerichtete vierte Messkamera (32), die so oberhalb des Messplatzes (24) auf der linken Kraftfahrzeugseite angeordnet ist, dass das Messtarget des linken Hinterrads (12) in ihrem Blickfeld liegt;
wobei die Messkameras (26, 28, 30, 32) in einer vorgegebenen Position zueinander angeordnet sind; und
eine Datenverarbeitungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie aus den von den Messkameras (26, 28, 30, 32) erfassten Abbildungen der Messtargets (6, 8, 10, 12) die räumliche Stellung der Vorderräder und der Hinterräder ermittelt.

3. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach Anspruch 2, wobei wenigstens zwei der Messkameras (26, 28, 30, 32), insbesondere die hinteren Messka-

meras (28, 32) oder die vorderen Messkameras (26, 30), längsverschieblich ausgebildet sind, um Kraftfahrzeuge mit unterschiedlichen Radständen zu erfassen.

4. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Messkameras (14, 16) im Betrieb den Bewegungsverlauf der Messtargets (6, 8, 10, 12) während einer Drehbewegung der Räder des Kraftfahrzeugs (4) erfassen, und wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie aus dem Bewegungsverlauf der Messtargets (6, 8, 10, 12) die Drehachse der Räder und somit die räumliche Stellung der Vorderräder und der Hinterräder des Kraftfahrzeugs (4) bestimmt.

5. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Messkameras (14, 16) jeweils als ein Paar von zwei Stereokameras ausgebildet sind, die beide jeweils mit einem unterschiedlichen Winkel auf das entsprechende Messtarget (6, 8, 10, 12) ausgerichtet sind.

6. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei weitere auf die Messtargets (6, 8, 10, 12) gerichtete Kameras vorgesehen sind.

7. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Messkameras (14, 16) höhenverstellbar sind.

8. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Messkameras (14, 16) an der Decke des Messplatzes (2) angebracht sind.

9. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Messkameras (14, 16; 26, 28, 30, 32) an einen Befestigungsträger (22; 42), insbesondere an einem Tragbalken (22) oder an einem Tragrahmen (42), oberhalb des Messplatzes (2; 24) angebracht sind.

10. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach Anspruch 9, wobei der Befestigungsträger (22) höhenverstellbar ist.

11. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach Anspruch 10, wobei der höhenverstellbare Befestigungsträger (22) der Messkameras (14, 16) über einen Antrieb verfügt.

12. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Messplatz (2) ferner über eine Hebebühne verfügt.

13. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach Anspruch 12, wobei der Antrieb des höhenverstellbaren

Befestigungsträgers (22) mit der Hebebühne gekoppelt ist, um im Betrieb eine synchrone Bewegung des höhenverstellbaren Befestigungsträgers (22) mit der Hebebühne zu ermöglichen.

14. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei ein Abstandssensor (50) so oberhalb des Messplatzes (48) angeordnet ist, dass er im Betrieb den Abstand zu einem vorgebbaren Messpunkt auf der Karosserie, insbesondere zu dem höchsten Punkt des Dachs der Karosserie, bestimmt, wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie im Betrieb aus der Abbildung der Messtargets (6, 8, 10, 12) die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera (14, 16) und dem jeweiligen Messtarget (6, 8, 10, 12) berechnet, und dass sie aus diesen Abständen, aus dem Abstand des Abstandssensors (50) zu dem Messpunkt auf der Karosserie sowie aus der Position der Messkameras (14, 16) zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs (4) berechnet.

15. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach Anspruch 14, wobei der Abstandssensor (50) an einer der Messkameras (14, 16) oder an dem Befestigungsträger (22) angebracht ist.

16. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei ein Abstandssensor so an einer vorgebbaren Position auf der Karosserie angeordnet ist, dass er im Betrieb den Abstand zu dem Befestigungsträger (22) oder zu wenigstens einer Messkamera (14, 16) bestimmt, wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie im Betrieb aus der Abbildung der Messtargets (6, 8, 10, 12) die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera (14, 16) und dem jeweiligen Messtarget (6, 8, 10, 12) berechnet, und dass sie aus diesen Abständen, aus dem Abstand des Abstandssensors zu dem Befestigungsträger (22) oder der Messkamera (14, 16) sowie aus der Position der Messkameras (14, 16) zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs (4) berechnet.

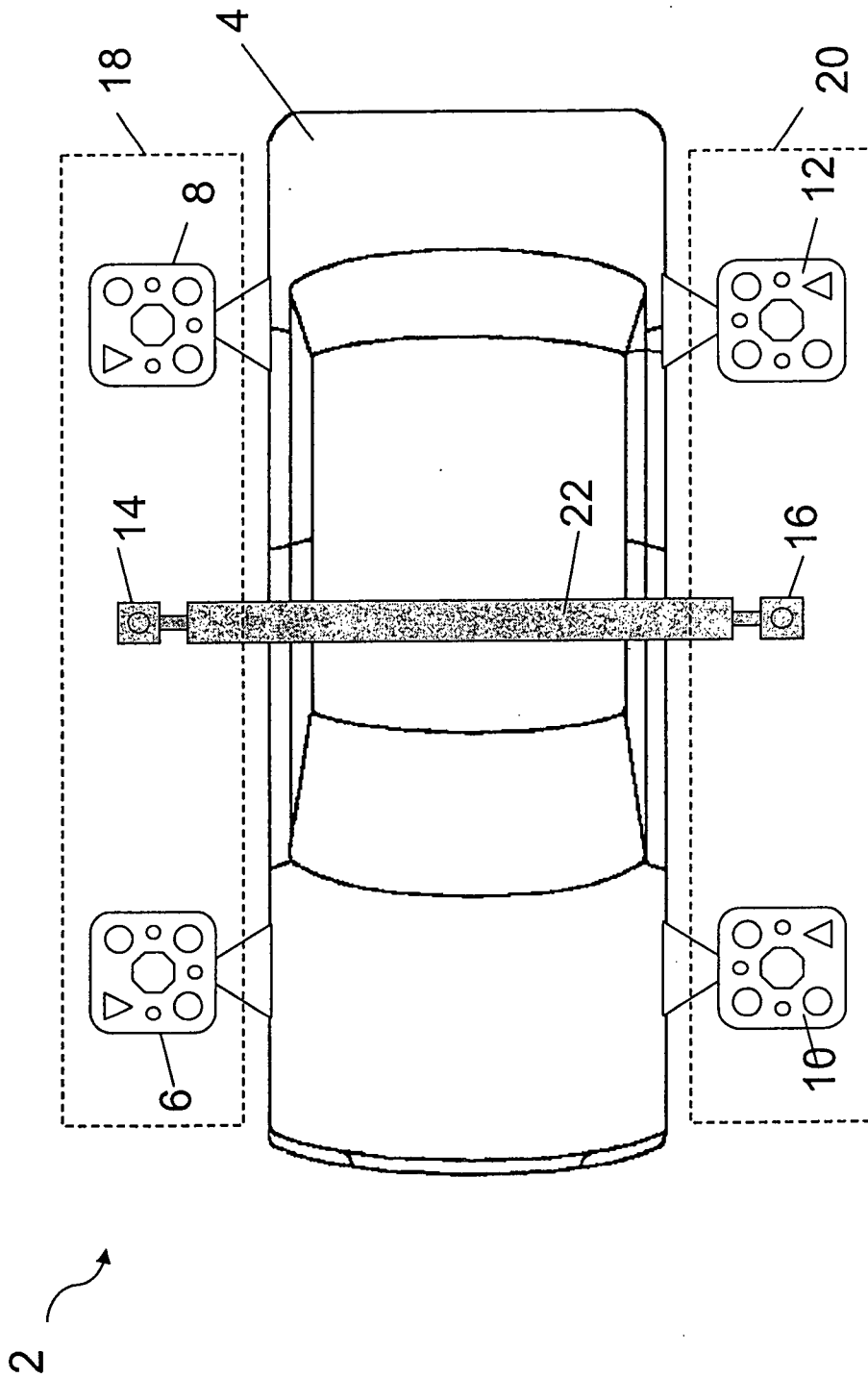
17. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei wenigstens eine Messkamera (14, 16) im Betrieb einen vorgebbaren Messpunkt an der Karosserie des Kraftfahrzeugs (4) erfasst, und wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie im Betrieb aus der Abbildung des Messpunkts den Abstand zwischen der Messkamera (14, 16) und dem Messpunkt und aus der Abbildung der Messtargets (6, 8, 10, 12) die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera (14, 16) und dem jeweiligen Messtarget (6, 8, 10, 12) berechnet, und dass sie aus diesen Abständen sowie aus der Position der Messkameras (14, 16) zueinander die Höhenstände der

Räder des Kraftfahrzeugs (4) berechnet.

18. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei wenigstens eine der Messkameras (16) im Betrieb an einer vorgebbaren Position an der Karosserie des Kraftfahrzeugs (4) angebrachtes Abstandstarget (46) erfasst, und wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie im Betrieb aus der Abbildung des Abstandstargets (46) den Abstand zwischen der Messkamera (16) und dem Abstandstarget (46) und aus der Abbildung der Messtargets (6, 8, 10, 12) die Abstände zwischen der jeweiligen Messkamera (14, 16) und dem jeweiligen Messtarget (6, 8, 10, 12) berechnet, und dass sie aus diesen Abständen sowie aus der Position der Messkameras (14, 16) zueinander die Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs (4) berechnet.

19. Fahrwerksvermessungseinrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei die Datenverarbeitungseinheit so konfiguriert ist, dass sie in Abhängigkeit der ermittelten Höhenstände der Räder des Kraftfahrzeugs (4) die für diese Höhenstände gültigen Sollwerte der räumlichen Stellung der Vorderräder und der Hinterräder errechnet oder aus einer Datenbank abruft.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen



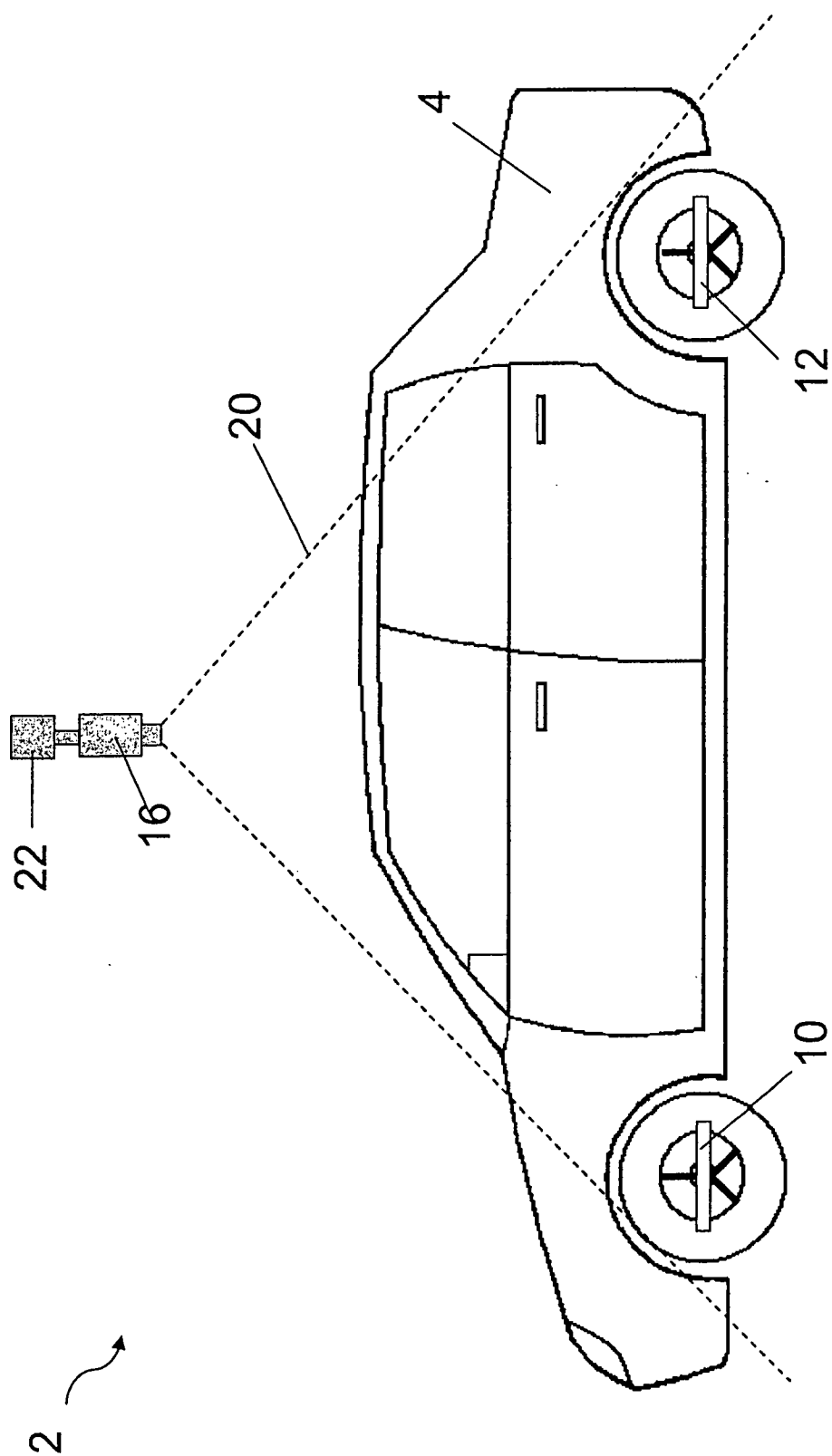
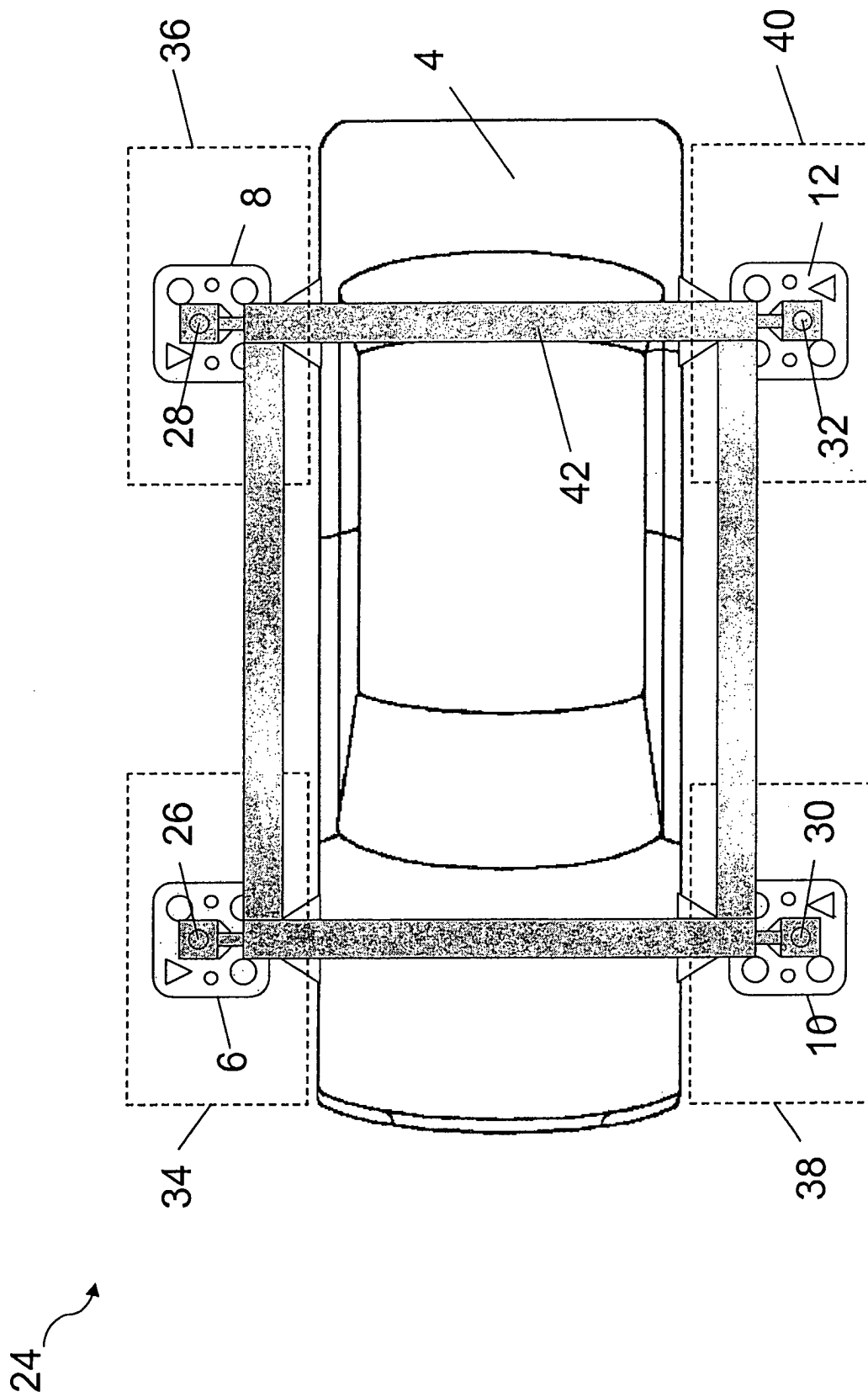


Fig. 2



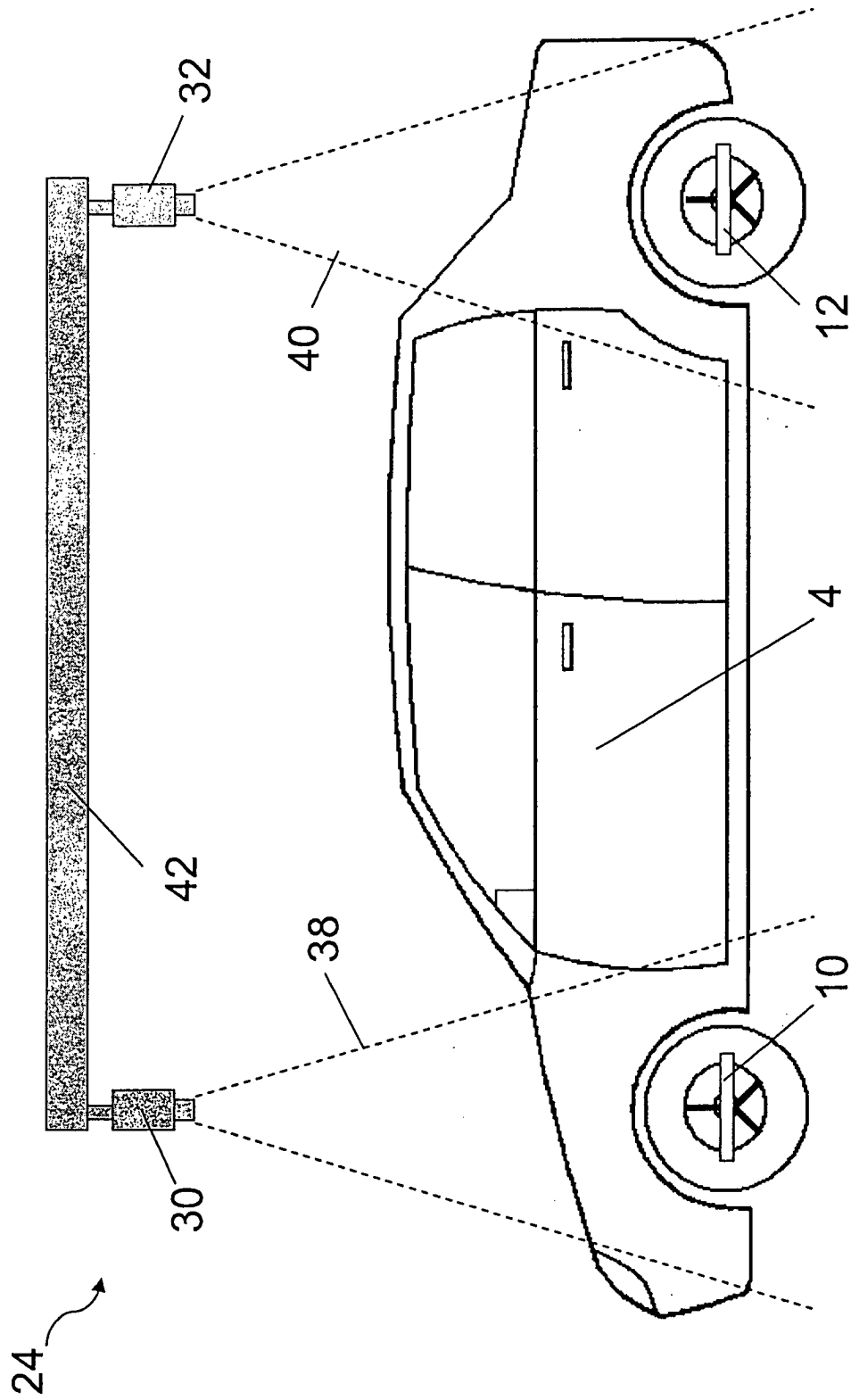


Fig. 4

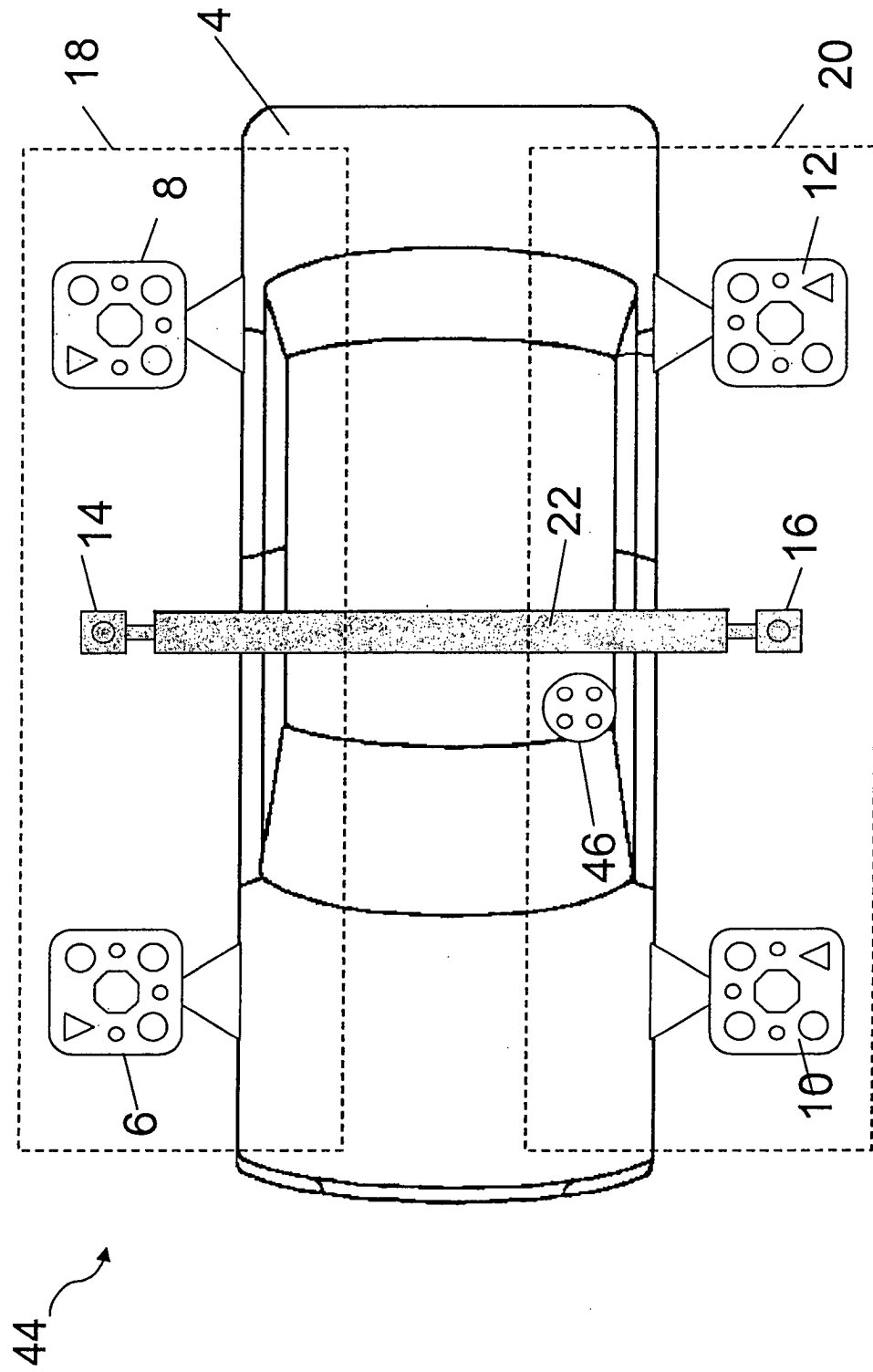


Fig. 5

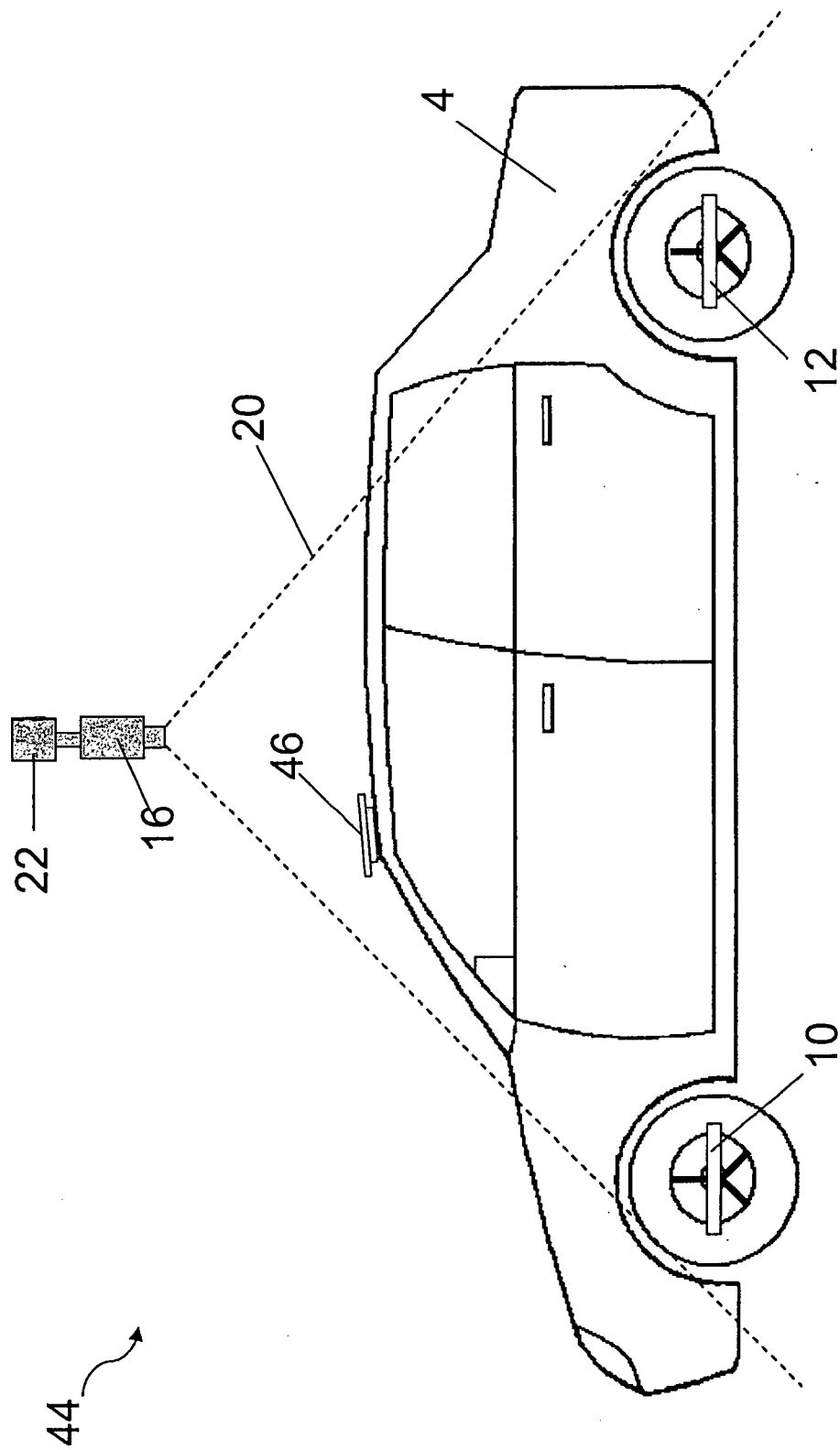


Fig. 6

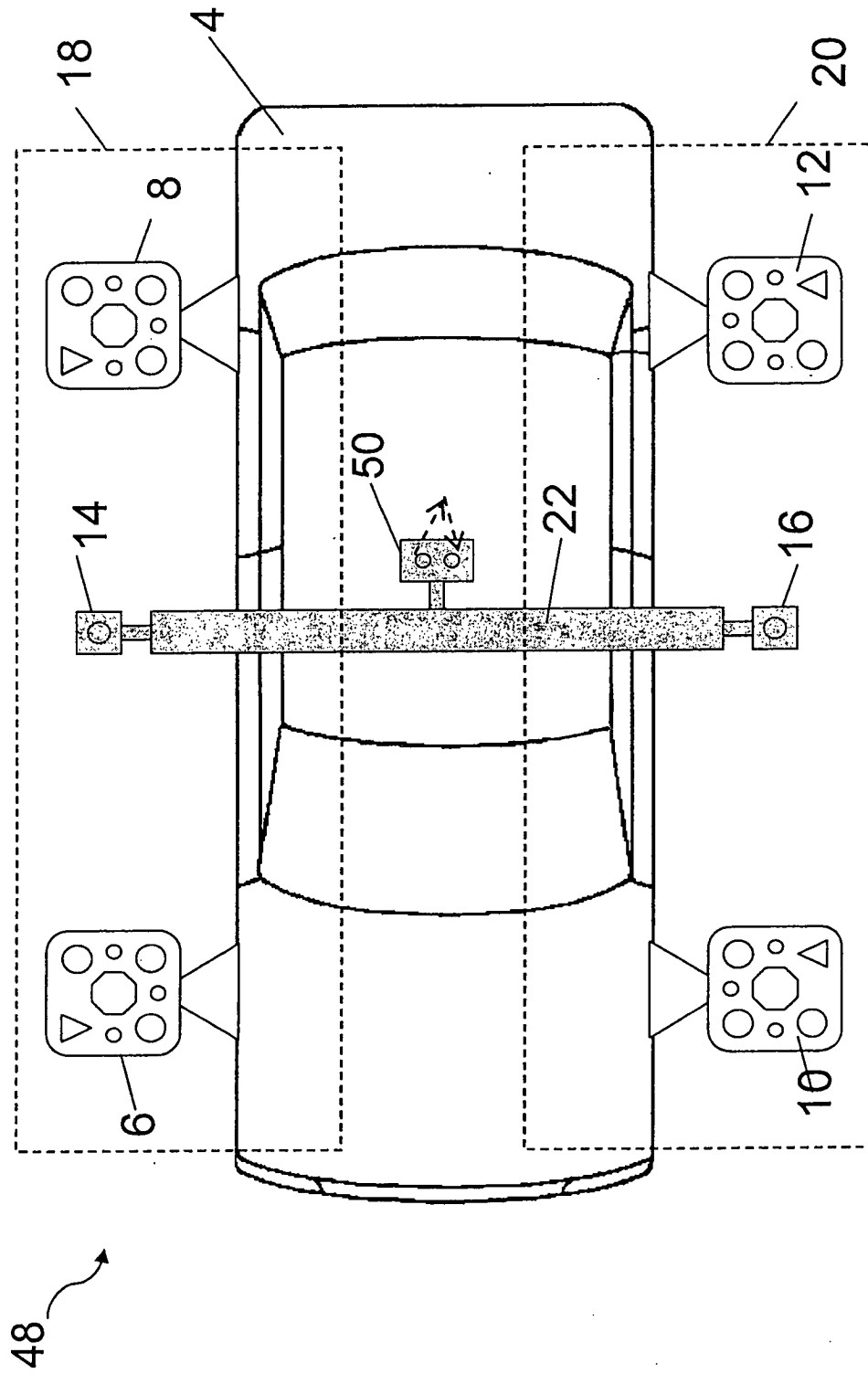


Fig. 7

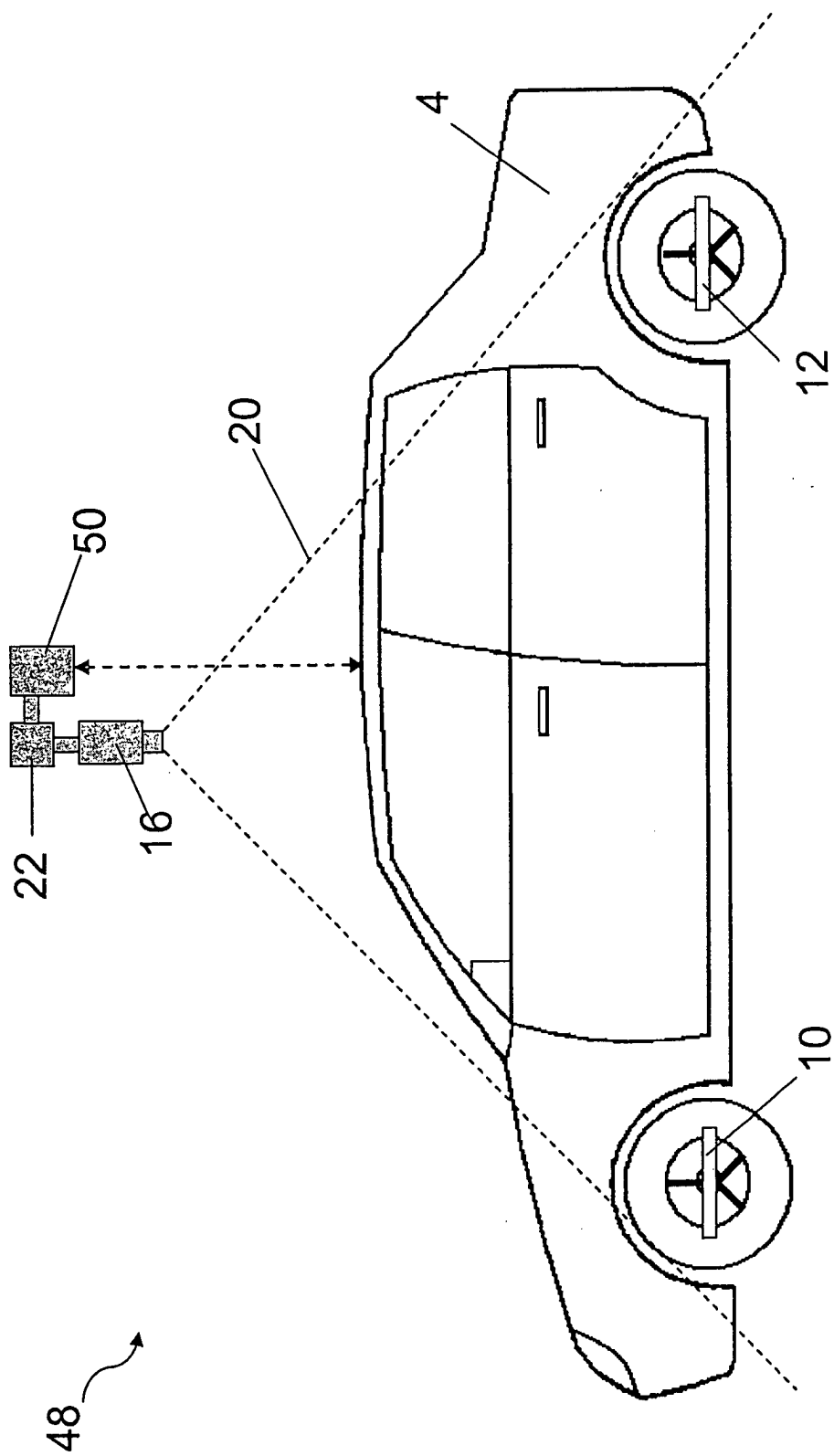


Fig. 8

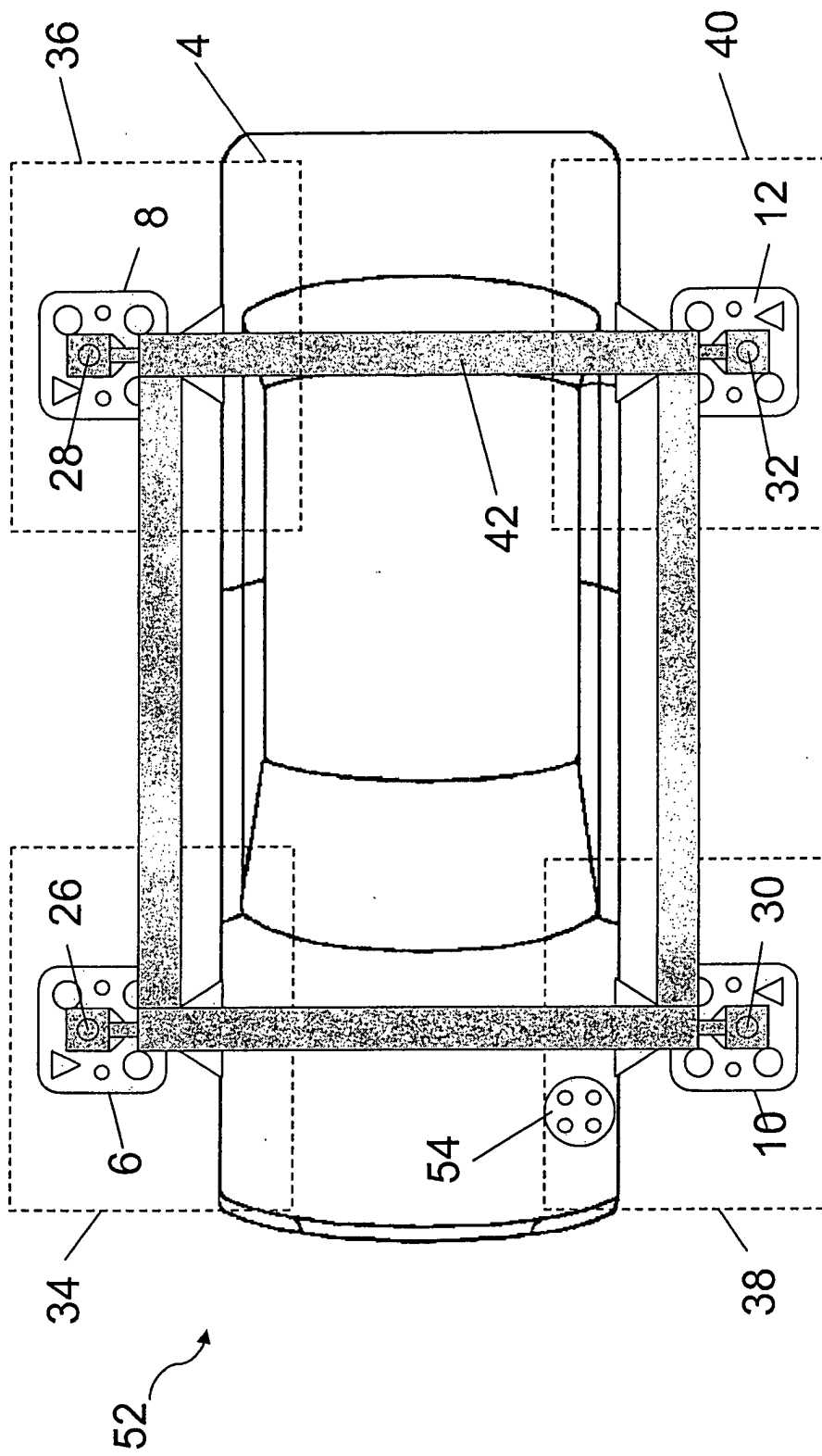


Fig. 9

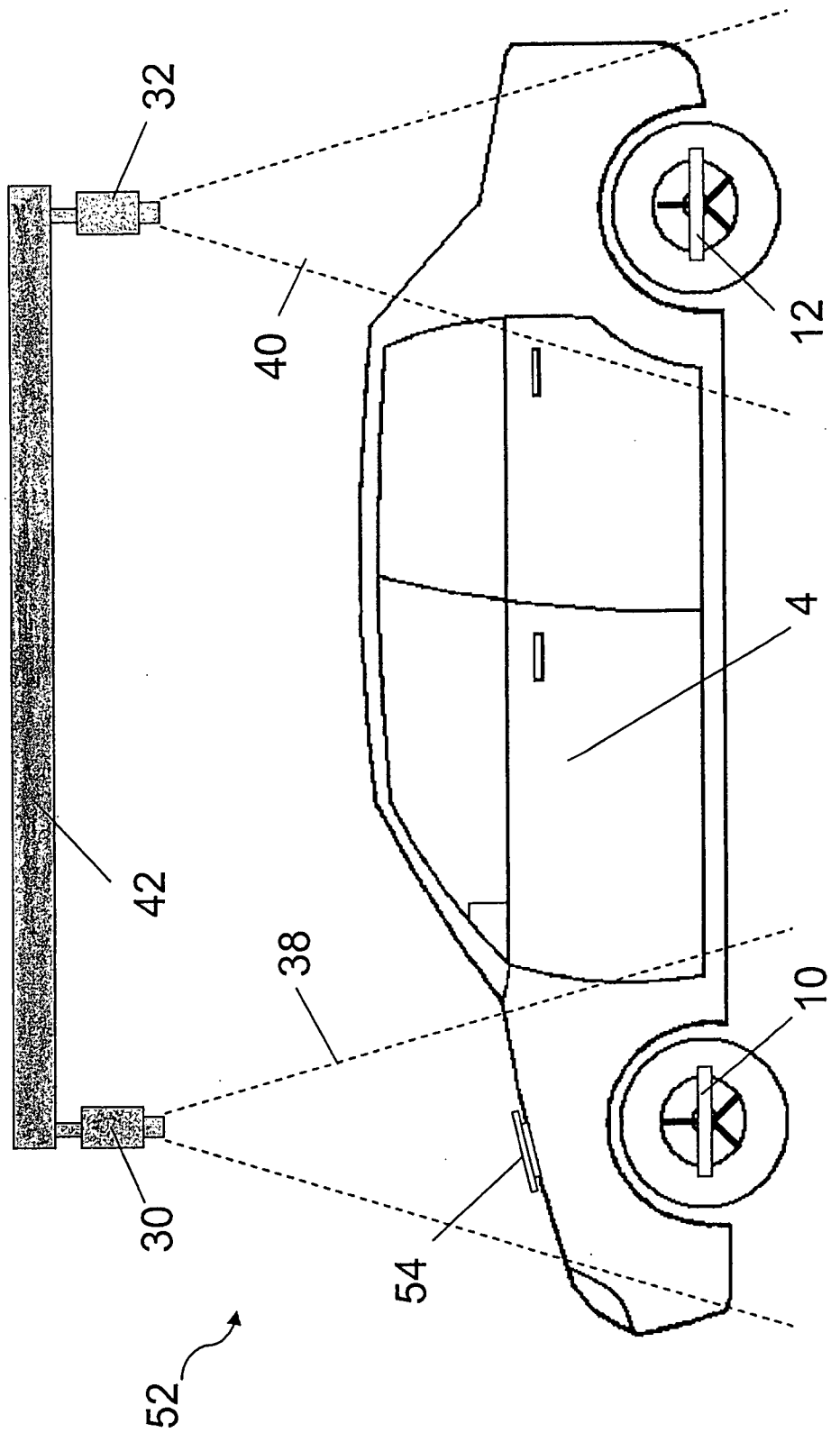


Fig. 10

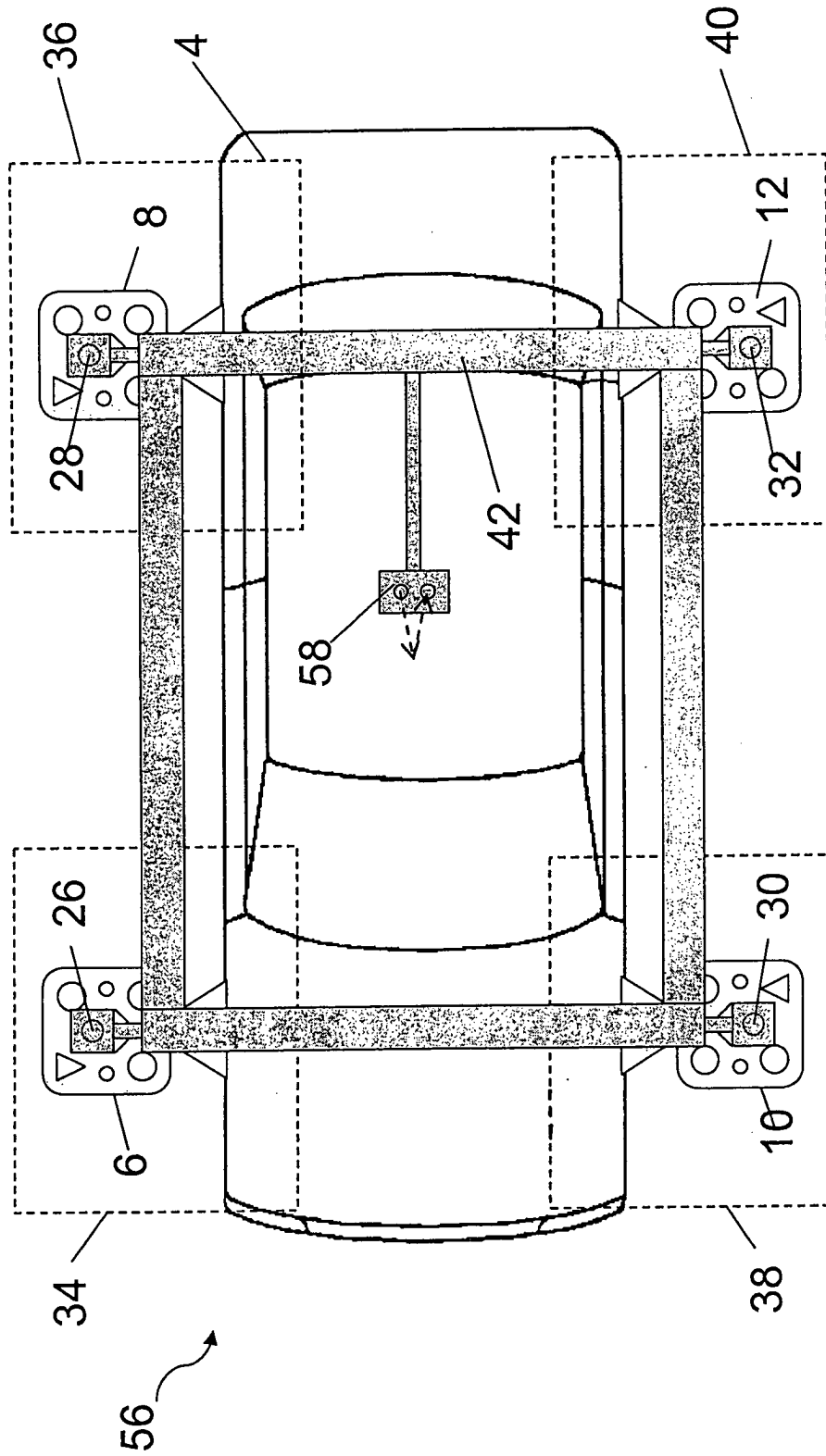


Fig. 11

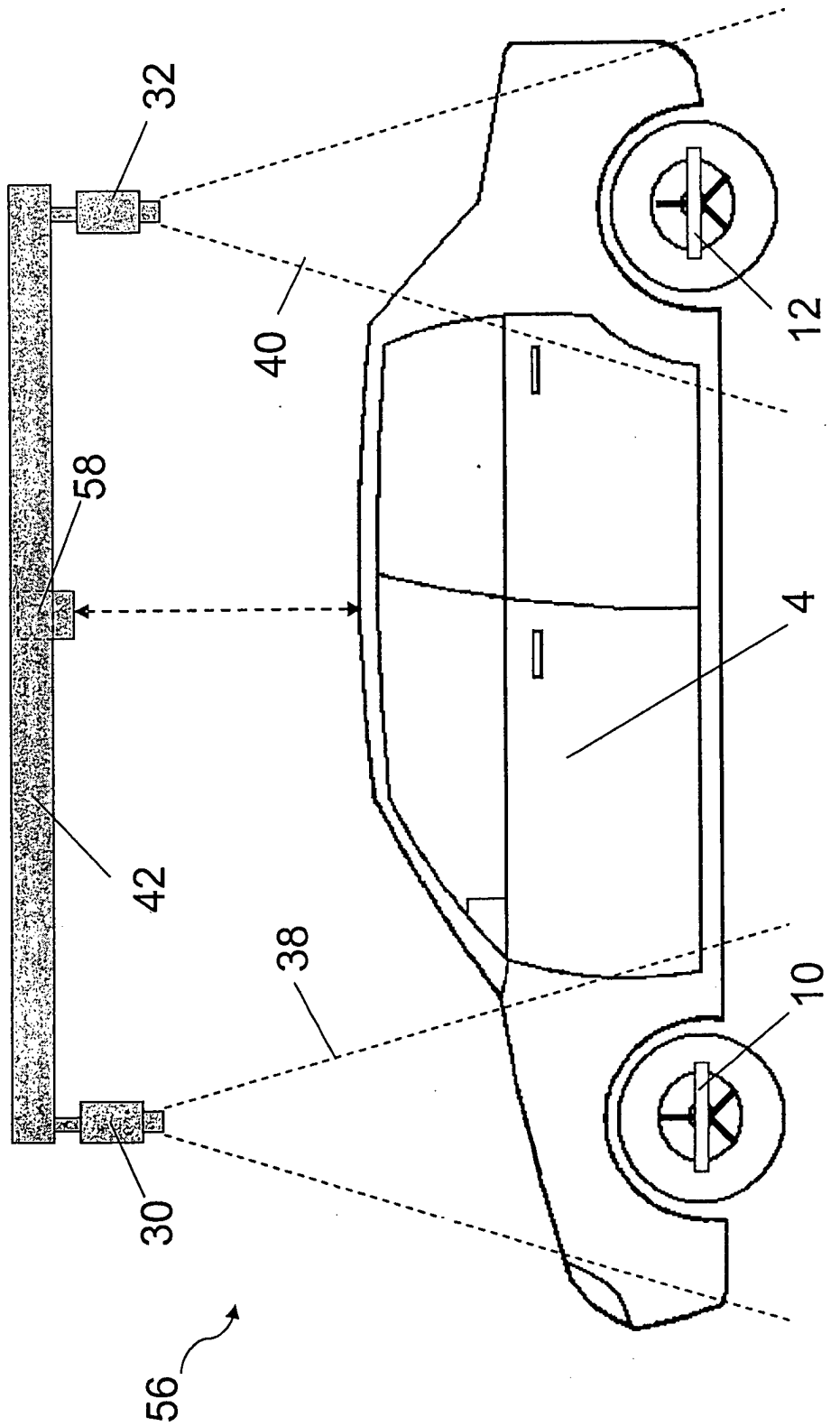


Fig. 12