

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Oktober 2010 (28.10.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/121907 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B61K 9/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/054644

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. April 2010 (08.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 628/2009 23. April 2009 (23.04.2009) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AG ÖSTERREICH** [AT/AT]; Siemensstraße 92, A-1210 Wien (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STEFAN, Thomas** [AT/AT]; Veste Rohr 23 Haus 6, A-2500 Baden (AT). **PETRIDES, Marcus** [AT/AT]; Engerthstr. 249/15/2, A-1020 Wien (AT). **SALAMON, Sigfried** [AT/AT]; Traviatag. 12-16/3/11, A-1230 Wien (AT).

(74) Anwalt: **MAIER, Daniel**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

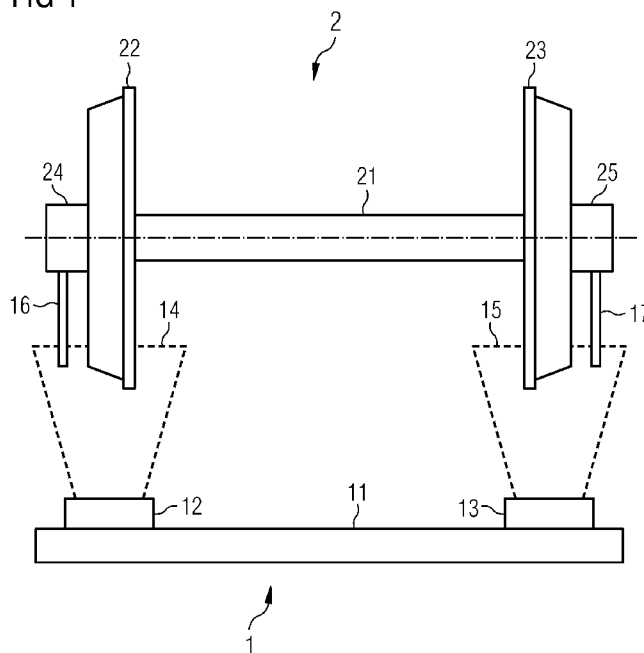
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE WHEEL AND AXLE GEOMETRY OF WHEEL SETS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER RAD- UND ACHSGEOMETRIE VON RADSÄTZEN

FIG 1



(57) Abstract: Disclosed are a method and an apparatus for determining the wheel and axle geometry of wheel sets mounted on railway vehicles by means of 3D sensors and angle determining devices.

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Einrichtung zur Bestimmung der Rad- und Achsgeometrie von an Schienenfahrzeugen eingebauten Radsätzen mittels 3D-Sensoren und Winkelbestimmungseinrichtungen.

WO 2010/121907 A2



Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zur Bestimmung der Rad- und
5 Achsgeometrie von Radsätzen.

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Meßeinrichtung
10 zur Bestimmung der Rad- und Achsgeometrie von Radsätzen.

Stand der Technik

Die Räder von Schienenfahrzeugen sind im Betrieb einem
15 deutlichen Verschleiß unterworfen. Der Kontakt der
metallischen Schiene mit dem ebenso metallischen
Schienenfahrzeugrad ruft einerseits einen Verschleiß der
Schiene als auch des Rades hervor. Besonders während der
Kurvenfahrt ist der Verschleiß erhöht, da dabei zwangsläufig
20 neben der Rollbelastung auch eine Gleitbelastung der
Radoberfläche auftritt. Die üblichen Radsätze, bei welchen
beide Räder fest auf einer Achse montiert sind und deshalb
keine Geschwindigkeitsunterschiede zwischen kurveninneren und
kurvenäußeren Rädern auftreten können, sind dem Verschleiß in
25 besonderem Maße unterworfen. Mittels sogenannter Losradsätze,
bei welchen die beiden Räder einer Achse jeweils drehbar an
einer Achse montiert sind, kann dieses Problem abgeschwächt,
aber nicht verhindert werden.

Blockieren (beispielsweise aufgrund starken Bremseneinsatzes)
30 fördert den lokalen Verschleiß an dem jeweiligen Berührungspunkt
zur Schiene und ruft Radunrundheiten oder das Herausbrechen
von Stücken der Radoberfläche hervor.

Für einen sicheren Bahnbetrieb ist deshalb die regelmäßige
Kontrolle aller Schienenfahrzeugräder erforderlich. Bei

dieser Kontrolle wird die Geometrie jedes Rades vermessen, wobei eine Radprofilmessung und eine Radunrundheitsmessung durchgeführt werden. Zur Durchführung dieser Messungen ist es erforderlich den Radsatz auszubauen und in einer Messmaschine einzuspannen. Weiters existieren Meßvorrichtungen, welche es erlauben die Radprofilmessungen und Radunrundheitsmessungen direkt an (eingebauten) Rädern vorzunehmen, diese führen jedoch keine gleichzeitigen Messungen beider Räder einer Achse durch, wodurch die sogenannte Phasenbeziehung der Unrundheiten beider Räder einer Achse nicht bestimmt werden kann. Ebenso kann der Abstand der Profile beider Räder zueinander nicht bestimmt werden. Weiters werden mit Einrichtungen nach dem Stand der Technik singuläre geometrisch eng begrenzte Beschädigungen wie Ausbrüche, lokaler Verschleiß, lokale Geometriefehler o.ä. des Radprofils nicht erkannt und vermessen und einer Lage am Profil zugewiesen. Bestehende (mobile) Meßvorrichtungen zur Bestimmung der Radgeometrie von Schienenfahrzeugrädern im eingebauten Zustand können nicht dieselben Messungen vornehmen wie ortsfeste Messmaschinen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Meßeinrichtung zur Bestimmung der Rad- und Achsgeometrie von Radsätzen anzugeben, zu deren Einsatz die Radsätze am Schienenfahrzeug verbleiben können und welche dieselben Meßgrößen bestimmt wie eine Meßmaschine gemäß dem Stand der Technik.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand untergeordneter Ansprüche.

- 5 Dem Grundgedanken der Erfindung nach wird eine Meßeinrichtung aus zwei optischen 3D-Sensoren und einem diese beiden Sensoren mechanisch verbindendem Abstandselement gebildet. Das Abstandselement gewährleistet, dass sich die beiden 3D-Sensoren in einem Abstand zueinander befinden, der im
- 10 Wesentlichen der Spurweite des zu messenden Radsatzes entspricht. Weiters umfasst die erfindungsgemäße Meßeinrichtung eine Winkelbestimmungseinrichtung. Mittels dieser Winkelbestimmungseinrichtung jeder gemessene Punkt der Radoberfläche einem bestimmten Winkel des Rades zugeordnet
- 15 werden.

- Durch diese Meßeinrichtung ist der Vorteil erzielbar, eine Radprofilmessung und eine Radunrundheitsmessung an beiden Rädern eines Radsatzes gleichzeitig vornehmen zu können, ohne
- 20 dass dazu der Radsatz aus dem Fahrzeug ausgebaut werden muss.

- Es ist besonders zweckmäßig, die 3D-Sensoren als sogenannte Laser-Lichtschnittsensoren auszuführen, da diese Sensoren eine hohe Meßgenauigkeit und hohe Ortsauflösung
- 25 gewährleisten. Mit Laser-Lichtschnittsensoren kann typischerweise eine Höhenauflösung des Radprofils von 1/100mm sowie eine Ortsauflösung (in Achsrichtung) von 1/10mm erreicht werden.

- 30 Die Winkelbestimmungseinrichtung ermittelt kontinuierlich die aktuelle Winkelstellung des Radsatzes, sodass eine eindeutige Zuordnung jedes einzelnen gemessenen Punktes der Radprofile einem bestimmten Winkel des Radsatzes zugeordnet werden kann.

Als Winkelbestimmungseinrichtung kann jedes Verfahren zur Drehwinkelmessung eingesetzt werden, wobei es vorteilhaft ist ein Verfahren zu wählen, welches in den für die Wartung von Schienenfahrzeugen typischen rauen Umgebungsbedingungen

5 eingesetzt werden kann. Typische bewährte Auflösungen der Winkelmessung betragen ca. 4000 bis 8000 Teile pro Umdrehung. Als besonders vorteilhaft und einfach anzuwendendes Verfahren ist die mechanische Abnahme des Drehwinkel durch ein (beispielsweise mittels einer Feder) an das

10 Schienenfahrzeuggrad angedrücktes Tastrad anzusehen. Dieses Tastrad umfasst in seiner Nabe einen Winkelencoder, welcher den Drehwinkel erfasst.

Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsform der Winkelbestimmungseinrichtung sieht den Einsatz eines

15 integrierten Drehwinkelsensors oder berührungsloser Wegmessung am Umfang vor. Dieser Sensor wird temporär (beispielsweise mittels Magnetkraft) an der Radscheibe des zu messenden Schienenfahrzeuggrades befestigt und ermittelt kontinuierlich die Richtung der Schwerkraft, sodass aus der
20 relativen Richtung der Schwerkraft in Verhältnis zum Gehäuse des Drehwinkelsensors die aktuelle Winkellage des Radsatzes ermittelt werden kann.

Die erfindungsgemäße Winkelbestimmungseinrichtung kann weiters mittels sogenannter berührungsloser Wegmessung am

25 Umfang des zu vermessenden Radsatzes.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, die Übertragung der Messwerte der Winkelbestimmungseinrichtung mittels Funk vorzunehmen, da dadurch im praktischen Einsatz der Meßeinrichtung Nachteile vermieden werden können, die beim
30 Einsatz von Kabelverbindungen nicht zu vermeiden sind (Kabelbruch, Verwickeln des Kabels an Bauteilen der Radaufhängung, etc.).

Eine erfindungsgemäße Meßeinrichtung umfasst weiters eine Auswerteeinrichtung, typischerweise als programmierbarer Computer ausgeführt, welche die Signale (Messwerte) beider 3D-Sensoren und der Winkelbestimmungseinrichtung empfängt und
5 aus diesen Daten ein mathematisches Modell des Radsatzes erstellt. Dieses Modell umfasst vorteilhafterweise die Radprofile beider Räder zu jedem erfassten Winkel und die geometrischen Daten der Räder zueinander. Dadurch ist der Radsatz in seiner ganzen, für den Bahnbetrieb wesentlichen
10 Geometrie bestimmt. Die Ausgabe dieser Modelldaten erfolgt vorzugsweise in einer Form, die die weitere elektronische Verarbeitung und Speicherung unterstützt. Beispielsweise ist es vorteilhaft, das geometrische Modell des Radsatzes als sogenannte „Matlab“ Datei zur erstellen und auszugeben.

15 Weiters ist erfindungsgemäß vorgesehen, eine Referenziereinrichtung vorzusehen. Es wird an beiden Seiten des zu messenden Radsatzes eine Referenziereinrichtung an einem feststehenden Teil der Radaufhängung (beispielsweise
20 des Lagerdeckels) temporär angebracht. Diese Referenziereinrichtungen sind so geformt auszuführen, dass ein Teil jeder Referenziereinrichtung in das Meßfeld des jeweils zugehörigen 3D-Sensors ragt und von diesem 3D-Sensor erfasst und vermessen wird.

25 Die Anwendung der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung erfolgt typischerweise in folgenden Schritten:

- Anheben des Schienenfahrzeugs, sodass die Radsätze frei drehbar werden,
- 30 - Unterlegen der Meßeinrichtung (Abstandselement mit zwei 3D-Sensoren) unter der Achse des zu messenden Radsatzes,
- Montage der beiden Referenziereinrichtungen,
- Montage der Winkelbestimmungseinrichtung,

- Start der Meßwerterfassung,
- Manuelles Drehen des Radsatzes um mindestens eine Umdrehung,
- Beenden der Meßwerterfassung und Ausgabe der Messwerte
5 (als mathematisches Modell),
- Abbau der einzelnen Teile der Meßeinrichtung.

Es ist vorteilhaft die Messung über mehr als eine Umdrehung des Radsatzes vorzunehmen um dadurch durch Mittelung der
10 Messwerte eine höhere Genauigkeit zu erzielen.

Mittels der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung ist es möglich, einen Radsatz eines Schienenfahrzeugs in seiner gesamten Geometrie zu erfassen, wobei dazu kein Ausbau des Radsatzes
15 erforderlich ist.

Die mittels der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung erzielbaren Genauigkeiten sind für die Beurteilung des Verschleißes eines Schienenfahrzeugrades bei weitem ausreichend. Dabei ist es besonders vorteilhaft, dass an die Genauigkeit der Lage der
20 Meßeinrichtung in Verhältnis zur Lage des Radsatzes keine hohen Erfordernisse erfüllt werden müssen. Aufgrund der Positionierung der Meßeinrichtung unterhalb des Radsatzes wirken sich geringe Abweichungen von der parallelen Lage der Meßeinrichtung zur Achse des Radsatzes nur unwesentlich aus.
25 Eine manuelle Positionierung der Meßeinrichtung (ohne weitere Vorrichtungen zur exakten Positionierung) ist jedenfalls ausreichend.

30

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Es zeigen beispielhaft:

Fig.1 Meßeinrichtung und Radsatz.

Fig.1 Meßeinrichtung und Radsatz, seitliche Ansicht.

Fig.1 Blockschaltbild.

5

Ausführung der Erfindung

Fig.1 zeigt beispielhaft und schematisch eine Meßeinrichtung 1 und einen Radsatz 2. Es ist ein Radsatz 2 dargestellt, welcher ein linkes Rad 22, ein rechtes Rad 23 und eine, die beiden Räder starr verbindende Achse 21 umfasst. Der Radsatz 2 ist in einem linken Lager 24 und einem rechten Lager 25 drehbar gelagert. Weitere Teile des Schienenfahrzeugs sind zur Vereinfachung nicht dargestellt. Eine Meßeinrichtung 1 umfasst einen linken 3D-Sensor 12, einen rechten 3D-Sensor 13 und ein, diese 3D-Sensoren 12, 13 mechanisch verbindendes Abstandselement. Die Meßeinrichtung 1 ist unter der Achse 21 angeordnet, sodass das Profil des linken Rads 22 im Meßfeld 14 des linken 3D-Sensors 12 und das Profil des rechten Rads 23 im Meßfeld 15 des rechten 3D-Sensors 13 befindlich ist. Am linken Lager 24 ist eine linke Referenziereinrichtung 16 lösbar befestigt, welche in das Meßfeld 14 des linken 3D-Sensors 12 ragt. Am rechten Lager 25 ist eine rechte Referenziereinheit 17 lösbar befestigt, welche in das Meßfeld 15 des rechten 3D-Sensors 13 ragt.

Fig.2 zeigt beispielhaft und schematisch eine seitliche Ansicht einer Meßeinrichtung 1 und eines Radsatzes 2. Es ist die Anordnung aus Fig.1 in Richtung der Achse 21 und eine Winkelbestimmungseinrichtung dargestellt. Als Winkelbestimmungseinrichtung ist ein Tastrad 18 vorgesehen, welches mittels einer am Abstandselement 11 befestigten

Hebel-Federanordnung an den Umfang des linken Rads 22 angedrückt ist und von diesem linken Rad 22 angetrieben wird. Ein in die Nabe des Tastrads 18 eingebauter Winkelencoder bestimmt den Drehwinkel des Tastrades 18. Mittels dieses

5 Drehwinkels des Tastrades 18 und des Verhältnisses der Durchmesser des linken Rades 22 und des Tastrades 18 zueinander erfolgt eine Bestimmung des Drehwinkels des Radsatzes 2.

- 10 **Fig.3** zeigt beispielhaft und schematisch ein Blockschaltbild der elektronischen Schaltungen einer Meßeinrichtung. Es ist eine Auswerteeinrichtung 3 dargestellt, an diese Auswerteeinrichtung 3 ist der linke 3D-Sensor 12, der rechte 3D-Sensor 13 und die Winkelbestimmungseinrichtung (Tastrad)
- 15 18 elektrisch angeschlossen. Die Auswerteeinrichtung 3 empfängt die von den 3D-Sensoren 12, 13 erfassten geometrischen Daten des Radsatzes 2 und die zu jedem Meßpunkt zugehörige Winkelinformation von der Winkelbestimmungseinrichtung (Tastrad) 18 und erstellt aus
- 20 diesen Daten ein mathematisches Modell 4 des gesamten Radsatzes. Dieses Modell 4 wird in der Auswerteeinrichtung 3 gespeichert und kann an eine weitere (nicht dargestellte) Datenverarbeitungseinrichtung ausgegeben werden.

Liste der Bezeichnungen

	1	Meßeinrichtung
5	11	Abstandselement
	12	3D-Sensor links
	13	3D-Sensor rechts
	14	Meßfeld links
	15	Meßfeld rechts
10	16	Referenziereinrichtung links
	17	Referenziereinrichtung rechts
	18	Tastrad
	2	Radsatz
	21	Achse
15	22	Rad links
	23	Rad rechts
	24	Lager links
	25	Lager rechts
	3	Auswerteeinrichtung
20	4	mathematisches Modell

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Rad- und Achsgeometrie von Radsätzen mit folgenden Verfahrensschritten:
- entlasten des Schienenfahrzeugs, sodass die Radsätze frei drehbar werden,
 - unterlegen einer Meßeinrichtung unter der Achse des zu messenden Radsatzes,
 - montieren von zwei Referenziereinrichtungen an feststehenden Teilen des Schienenfahrzeugs,
 - montieren einer Winkelbestimmungseinrichtung,
 - starten der Meßwerterfassung,
 - drehen des Radsatzes um mindestens eine Umdrehung,
 - beenden der Meßwerterfassung
 - bestimmen eines Mathematischen Modells der Geometrie des Radsatzes
 - ausgeben dieses mathematisches Modell,
 - abbauen der einzelnen Teile der Meßeinrichtung.
2. Meßeinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß Anspruch 1, umfassend eine Winkelbestimmungseinrichtung, zwei Referenziereinrichtungen, zwei 3D-Sensoren und eine Auswerteeinrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden 3D-Sensoren mittels eines Abstandselements im Abstand der Spurweite des Radsatzes angeordnet sind und die Auswerteeinrichtung Mittel umfasst, welche die von den 3D-Sensoren erfassten Meßwerte in ein mathematisches Modell der Geometrie des Radsatzes umwandeln
3. Winkelbestimmungseinrichtung zum Einsatz in einer Meßeinrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch**

gekennzeichnet, dass die Winkelbestimmungseinrichtung den Drehwinkel des Radsatzes mittels eines Tastrades erfasst.

- 5 4. Winkelbestimmungseinrichtung zum Einsatz in einer
Meßeinrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch**
gekennzeichnet, dass die Winkelbestimmungseinrichtung
den Drehwinkel des Radsatzes mittels eines integrierten
Drehwinkelsensors erfasst.
- 10
5. Referenzierungseinrichtung zum Einsatz in einer
Meßeinrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch**
gekennzeichnet, dass die Referenzierungseinrichtung
Mittel zur lösbaren Befestigung an einem feststehenden
15 Bauteile des Schienenfahrzeugs umfasst und die
Referenzierungseinrichtung in das Meßfeld des ihr
zugeordneten 3D-Sensors ragt.
- 20
6. Meßeinrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch**
gekennzeichnet, dass die 3D-Sensoren als Laser-
Lichtschnittsensoren ausgebildet sind.

FIG 1

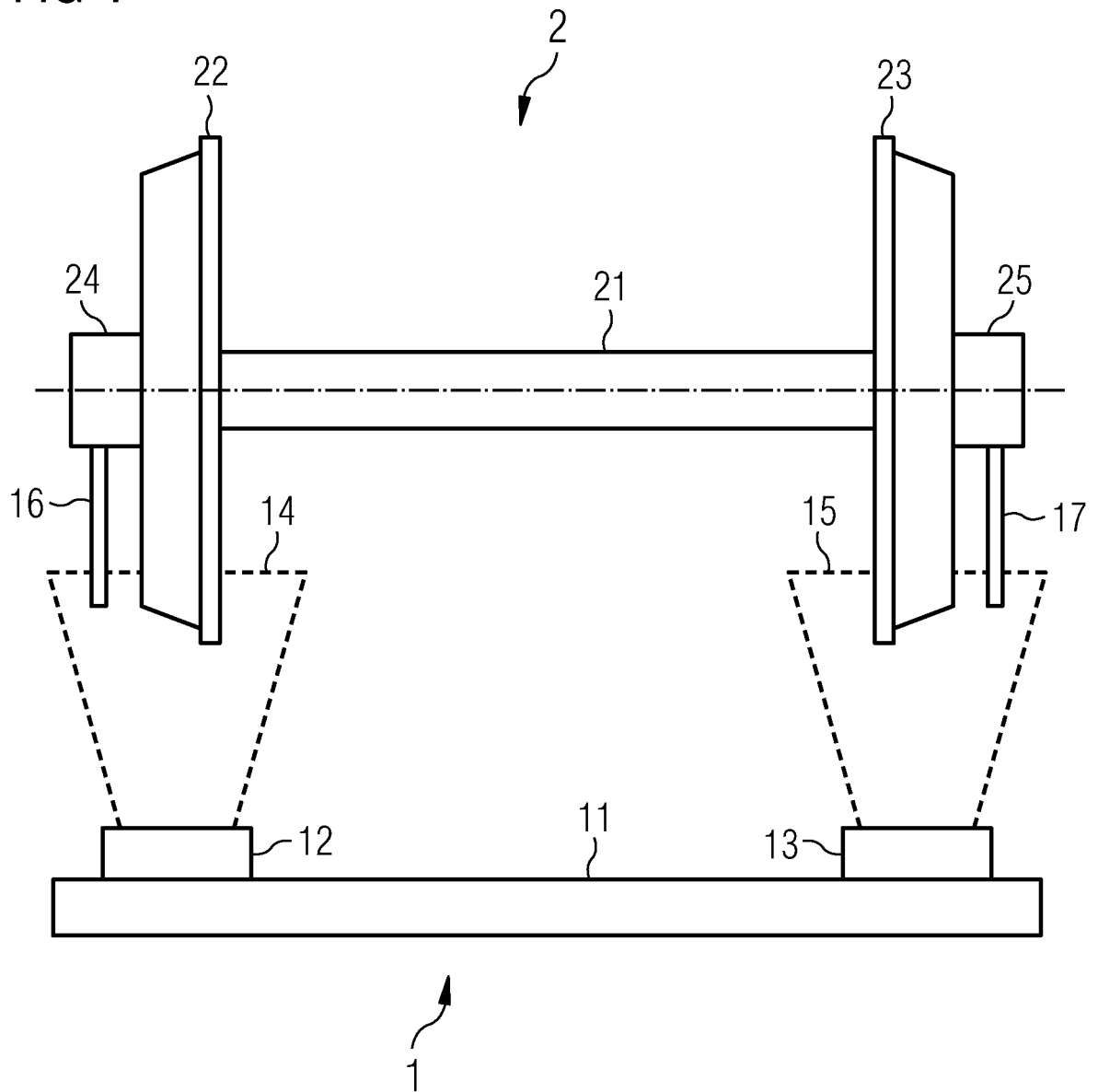


FIG 2

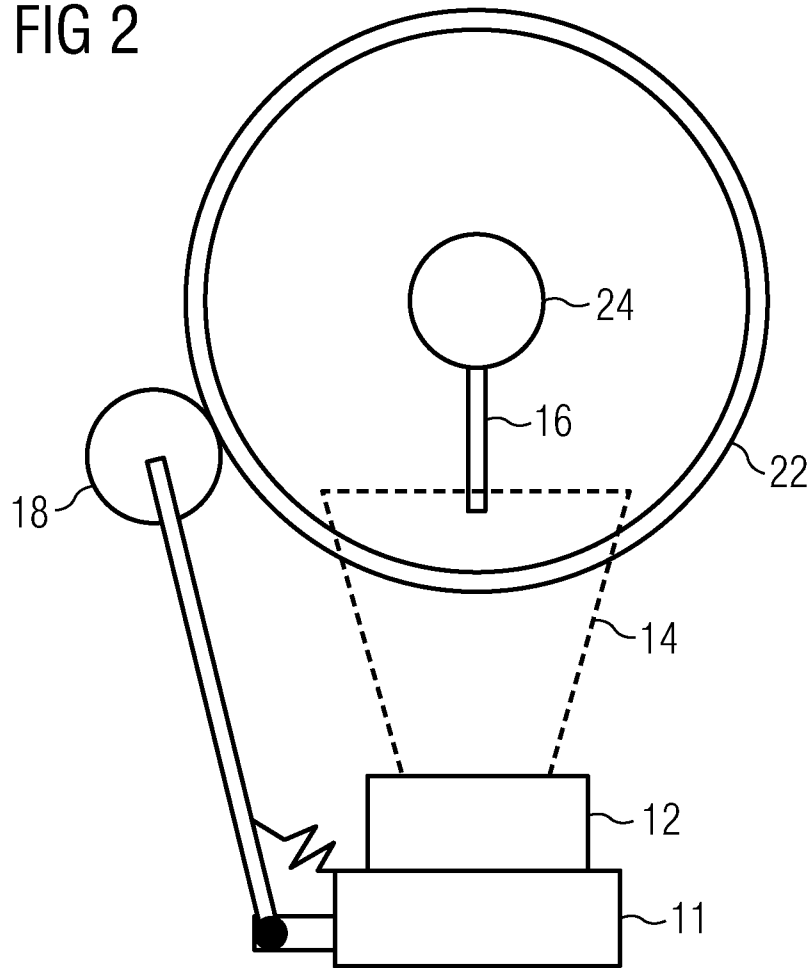


FIG 3

