



(11) **EP 4 467 416 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2024 Patentblatt 2024/48

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 1/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24176577.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 1/165

(22) Anmeldetag: **17.05.2024**

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

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Freise, Rainer**
38124 Braunschweig (DE)
• **Wübbenhorst, Michael**
31241 Ilsede (DE)

(30) Priorität: **25.05.2023 DE 102023204900**

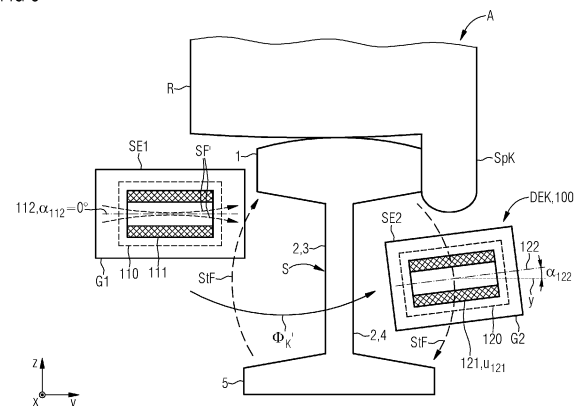
(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **INDUKTIV WIRKENDE RADSENSORANORDNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine induktiv wirkende Radsensoranordnung (DEK), deren Wirkungsweise auf einer Veränderung einer Koppelintensität (Φ_K') beruht, - bei der ein Sendeteil (SE1) mit Sendeschwingkreis (110), welcher eine Sendespule (111) aufweist, und ein dem Sendeteil (SE1) zugeordnetes Empfangsteil (SE2) mit Empfangsschwingkreis (120), welcher eine Empfangsspule (121) aufweist, in einem an einer Schiene (S) einer Bahngleisanlage montierten Zustand durch die Schiene (S) voneinander getrennt sind, wobei der Sendeschwingkreis (110) durch sein Streufeld (SF') auf den Empfangsschwingkreis (120) wirkt und in dessen Sendespule (121) eine Spannung (u_{121}) induziert, und - bei der die Sendespule (111) und die Empfangsspule (121) eine definierte räumliche Anordnung zueinander haben, derart, dass die in der Empfangsspule (121) induzierte Spannung (u_{121}) bei Einfahrt eines sich auf der Schiene (S) bewegenden Rades (R) in das Streufeld (SF') des Sendeschwingkreises (110) aufgrund ansteigender Koppelintensität (Φ_K') zwischen den beiden Spulen (111, 121) zunimmt und bei Ausfahrt des Rades (R) aus dem Streufeld aufgrund abnehmender Koppelintensität (Φ_K') zwischen den beiden Spulen (111, 121) abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen,

Um auch Räder mit größerem seitlichem Ablauf zuverlässig erkennen zu können, ist vorgesehen, dass im an der Schiene (S) montierten Zustand der Radsensoranordnung (DEK) die Achse (112) der Sendespule (111) in Schienenquerrichtung (y) liegt ($\alpha_{112}=0^\circ$) und die Achse (122) der Empfangsspule (121) senkrecht zur Schienenlängsrichtung (x) und dabei in einem spitzen Winkel (α_{122}), insbesondere in einem Winkel (α_{122}) zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung (y) liegt.

FIG 5



EP 4 467 416 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet induktiv wirkender Radsensoranordnungen (kurz Radsensoren), welche auf Räder von Schienenfahrzeugen reagieren. Derartige Radsensoranordnungen werden häufig auch als auf Räder reagierende Geber oder - wegen ihrer stets punktförmigen Wirkung - auch als auf Räder reagierende Schienenkontakte bezeichnet.

[0002] Derartige induktiv wirkende Schienenkontakte sind bekannt aus dem Fachbuch "Bahnsicherungstechnik", ISBN: 3-89578-177-0, 2003, Abschnitt 2.2.1: Auf Räder reagierende Geber (Radsensoren bzw. Schienenkontakte), Seiten 45-53.

[0003] In diesem Fachbuch ist im Abschnitt 2.2.1 b) die Wirkungsweise einer induktiv wirkenden Radsensoranordnung gezeigt und beschrieben, deren Wirkungsweise auf der räumlichen Veränderung - nämlich der Richtungsänderung - eines Streufeldes beruht. Eine erste Sensoreinrichtung dieser Radsensoranordnung ist ein Sendeteil mit einem Sendeteilgehäuse und einer in diesem untergebrachten Sendespule. Das Sendeteil ist hier an einer Seite der Schiene eines Gleises einer Bahngleisanlage befestigt. Eine zweite Sensoreinrichtung dieser Radsensoranordnung ist ein Empfangsteil mit einem Empfangsteilgehäuse und einer in diesem untergebrachten Empfangsspule. Das Empfangsteil ist hier dem Sendeteil gegenüberliegend an der anderen Seite der Schiene befestigt. Neben dem Gleis steht ein elektronischer Anschlusskasten mit einer Speise- und Auswerteelektronik.

[0004] Unter dem Streufeld versteht der Fachmann in diesem Zusammenhang das magnetische Wechselfeld des Sendeteils.

[0005] Die Figur 1 zeigt die Wirkungsweise dieser induktiv wirkenden Radsensoranordnung, welche auf der räumlichen Veränderung eines Streufeldes beruht. Die Sendespule SSp und die Empfangsspule ESp haben demnach eine definierte räumliche Anordnung zueinander. Das von der Sendespule SSp ständig ausgestrahlte Streufeld induziert in der Empfangsspule ESp eine Spannung u_{ind} , welche die Funktionstätigkeit der Radsensoranordnung ständig bestätigt. In der linken Abbildung der Figur 1 ist der Winkel α_{LT} zwischen dem Lot auf die Empfangsspule ESp und der Tangente an die Feldlinie fl zunächst ungleich Null, da kein Rad den Verlauf der Feldlinie beeinflusst. Nähert sich ein Rad R, so beeinflusst seine Eisenmasse zunehmend den Feldlinienverlauf des Streufeldes. Befindet es sich etwa 200 mm vor bzw. hinter der Gerätemitte, so schneiden die Flusslinien des Streufeldes die Empfangsspule ESp im Winkel von 90° und $u_{ind}=0$. Dies zeigt die Abbildung in der Mitte der Figur 1. Diese beiden "Nulldurchgänge" begrenzen den Schaltimpuls, der im elektronischen Anschlusskasten durch Starten und Wieder-Anhalten eines Oszillators erzeugt wird.

[0006] Des Weiteren ist in dem genannten Fachbuch im Abschnitt 2.2.1 c) die Wirkungsweise von induktiv wir-

kender Radsensoranordnungen in Form von Schienenkontakten gezeigt und beschrieben, deren Wirkungsweise auf der Veränderung der Koppelintensität zweier Schwingkreisspulen beruht. Eine erste Sensoreinrichtung ist ein Sendeteil mit einem Sendeteilgehäuse und einer in diesem untergebrachten Sendeschwingkreis mit Kondensator und Schwingkreisspule. Das Sendeteil ist wiederum an einer Seite einer Schiene eines Gleises einer Bahngleisanlage befestigt. Eine zweite Sensoreinrichtung dieser Radsensoranordnung ist ein Empfangsteil mit einem Empfangsteilgehäuse und einer in diesem untergebrachten Empfangsschwingkreis mit Kondensator und Schwingkreisspule. Das Empfangsteil ist dem Sendeteil gegenüberliegend an der anderen Seite der Schiene befestigt. Neben dem Gleis ist wiederum ein elektronischer Anschlusskasten angeordnet.

[0007] Die Figur 2 zeigt die Wirkungsweise dieser induktiv wirkenden Radsensoranordnung, welche auf der Veränderung der Koppelintensität Φ_K der beiden Schwingkreisspulen SSp und ESp beruht. Der Sendeschwingkreis wirkt durch sein Streufeld (Senderwechselfeld) - hier durch die Feldlinien fl dargestellt - ständig auf den Empfangsschwingkreis und induziert in dessen Schwingkreisspule ESp eine Spannung u_{ind} - welche im Folgenden auch als Empfangsspannung bezeichnet ist - die nach entsprechender Verstärkung und Frequenzwandlung als Meldung der Betriebsbereitschaft abgegeben wird.

[0008] Die Koppelintensität Φ_K im Ruhezustand ist mit dem Bezugszeichen Φ_R bezeichnet. Im Ruhezustand (keine Einwirkung eines Rades) gilt also $\Phi_K=\Phi_R$.

[0009] Fährt ein Rad R in das Streufeld, wird die Koppelintensität Φ_K im aktivierten Zustand - also bei Befahrung durch ein Rad R - ist mit dem Bezugszeichen Φ_A bezeichnet. Im aktivierten Zustand gilt also $\Phi_K=\Phi_A>\Phi_R$. Ein bei beiden Aktionen (Einfahren und Ausfahren des Rades) definierter Schwellwert (Trigger-Schwelle) begrenzt den Schaltimpuls, der nach einem Verstärken und einem Umwandeln in die systemspezifische Frequenz als Rechteckimpuls abgegeben wird.

[0010] Eine nach dem zuletzt beschriebenen Prinzip arbeitende Radsensoranordnungen ist auch in dem Artikel "Der elektronische Achszählpunkt ZP 43", Signal + Draht 79 (1987) 4, Seiten 91-96 beschrieben.

[0011] Die Figur 3 zeigt die aus dieser Druckschrift bekannten vereinfachten Darstellungen des Senderwechselfeldes ohne Radeinwirkung und die Figur 4 zeigt die aus dieser Druckschrift bekannten vereinfachten Darstellungen des Senderwechselfeldes bei Radeinwirkung. Zur Vereinheitlichung sind hier die beiden gezeigten Feldlinien mit fl1 bzw. fl2 bezeichnet. Außerdem sind zur Vereinheitlichung die Sendespule mit SSp und die Empfangsspule mit ESp bezeichnet.

[0012] In dieser Druckschrift findet sich im dortigen Abschnitt 4.2 der Hinweis, dass bei montiertem Gleisgerät - also bei montierter Radsensoranordnung - die Achsen

der Spule SSp des Sendeteils und der Spule ESp des Empfangsteils senkrecht zum Steg der Schiene S liegen. Diese Anordnung habe sich als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0013] In der Praxis hat sich gezeigt, dass der Pegel der in der Schwingkreisspule des Empfangsteils induzierten Spannung u_{ind} bei Überfahrt eines Rades mit zunehmendem seitlichem Ablauf des Rades von der Schiene abnimmt. Der seitliche Ablauf darf demnach nicht so groß sein, dass die Trigger-Schwelle für die Erkennung des Rades nicht mehr erreicht wird, sodass das Rad nicht erkannt werden würde. Ein Herabsetzen der Trigger-Schwelle würde zwar einen größeren seitlichen Ablauf des Rades ermöglichen; allerdings könnte ein solches Herabsetzen der Trigger-Schwelle zu einer Verringerung der Störfestigkeit der Radsensoranordnung gegenüber induktiv eingekoppelten Störspannungen auf Arbeitsfrequenz führen. Solche Störspannungen auf Arbeitsfrequenz können z.B. durch Ströme in der Schiene entstehen. So erzeugt beispielsweise der Rückleiterstrom einer Lokomotive durch die Schiene bzw. dessen Oberwellenanteil ein Störsignal in Form einer sogenannten Schwebung auf der Empfangsspannung in der Schwingkreisspule des Empfangsteils und diese Störspannung (Schwebung) auf der Empfangsspannung lässt sich nur unzureichend von der normalen Radbeeinflussung trennen, weil hier Tiefpassfilter prinzipbedingt versagen.

[0014] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine induktiv wirkenden Radsensoranordnung anzugeben, welche auch Räder mit größerem seitlichem Ablauf zuverlässig erkennt, ohne die Störfestigkeit der Radsensoranordnung gegen Störspannungen auf Arbeitsfrequenz zu verringern.

[0015] Versuche haben gezeigt, dass diese Aufgabe durch eine Radsensoranordnung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst wird.

[0016] Zudem haben die Versuche gezeigt, dass die Störfestigkeit bzw. die Störunempfindlichkeit der erfindungsgemäßen Radsensoranordnung gegen Störspannungen auf Arbeitsfrequenz, die durch Ströme in der Schiene entstehen, sogar verbessert werden kann.

[0017] Die Erfindung betrifft also eine induktiv wirkende Radsensoranordnung, deren Wirkungsweise auf einer Veränderung einer Koppelintensität beruht,

- bei der ein Sendeteil mit Sendeschwingkreis, welcher eine Sendespule aufweist, und ein dem Sendeteil zugeordnetes Empfangsteil mit Empfangsschwingkreis, welcher eine Empfangsspule aufweist, in einem an einer Schiene einer Bahngleisanlage montierten Zustand durch die Schiene voneinander getrennt sind, wobei der Sendeschwingkreis durch sein Streufeld auf den Empfangsschwingkreis wirkt und in dessen Sendespule eine Spannung induziert, und
- bei der die Sendespule und die Empfangsspule eine definierte räumliche Anordnung zueinander haben, derart, dass die in der Empfangsspule induzierte

Spannung bei Einfahrt eines sich auf der Schiene bewegenden Rades in das Streufeld des Sendeschwingkreises aufgrund ansteigender Koppelintensität zwischen den beiden Spulen zunimmt und bei Ausfahrt des Rades aus dem Streufeld aufgrund abnehmender Koppelintensität zwischen den beiden Spulen abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen.

[0018] Wie bereits erwähnt, ist eine solche induktiv wirkende Radsensoranordnung aus dem Fachbuch "Bahnsicherungstechnik", ISBN: 3-89578-177-0, 2003, Abschnitt 2.2.1: Auf Räder reagierende Geber (Radsensoren bzw. Schienenkontakte), Seiten 45-53 bekannt.

[0019] Erfindungsgemäß ist zur Lösung der oben genannten Aufgabe vorgesehen,

- dass im an der Schiene montierten Zustand der Radsensoranordnung die Achse der Sendespule in Schienenquerrichtung liegt und die Achse der Empfangsspule senkrecht zur Schienenlängsrichtung und dabei in einem spitzen Winkel, insbesondere in einem Winkel zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung liegt, oder
- dass im an der Schiene montierten Zustand der Radsensoranordnung die Achse der Sendespule senkrecht zur Schienenlängsrichtung und dabei in einem spitzen Winkel, insbesondere in einem Winkel zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung liegt und die Achse der Empfangsspule (211) senkrecht zur Schienenlängsrichtung und dabei in einem spitzen Winkel, insbesondere in einem Winkel zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung liegt.

[0020] Um die Fahrtrichtung eines passierenden Rades und damit die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges erkennen zu können, sind zweikanalig ausgebildete Radsensoranordnungen - also Radsensoranordnungen mit zwei Sensorkanäle - vorteilhaft. Beim Überfahren eines Schienenfahrzeuges erzeugen diese beiden Sensorkanäle dann nacheinander zeitlich versetzte Signale, die in der nachfolgenden Auswerteeinheit zur Fahrtrichtungserkennung des Schienenfahrzeuges benutzt werden können.

[0021] Bei der erfindungsgemäßen Radsensoranordnung wird es zu diesem Zweck als vorteilhaft angesehen,

- wenn das Sendeteil einen weiteren Sendeschwingkreis mit einer weiteren Sendespule aufweist und das Empfangsteil einen weiteren Empfangsschwingkreis mit einer weiteren Empfangsspule aufweist, wobei im an der Schiene montierten Zustand der Radsensoranordnung der weitere Sendeschwingkreis durch sein Streufeld auf den weiteren Empfangsschwingkreis wirkt und in der weiterer Empfangsspule eine Spannung induziert, und
- wenn die weitere Sendespule und die weitere Empfangsspule eine definierte räumliche Anordnung zueinander haben, derart, dass die in der weiteren

Empfangsspule induzierte Spannung bei Einfahrt eines sich auf der Schiene bewegendes Rades in das Streufeld des weiteren Sendeschwingkreises aufgrund ansteigender Koppelintensität zwischen den beiden weiteren Spulen zunimmt und bei Ausfahrt des Rades aus dem Streufeld aufgrund abnehmender Koppelintensität zwischen den beiden weiteren Spulen abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen,

- wobei im an der Schiene montierten Zustand der Radsensoranordnung die Achse der weiteren Sendespule in Schienenquerrichtung liegt und die Achse der weiteren Empfangsspule senkrecht zur Schienenlängsrichtung und dabei in einem spitzen Winkel, insbesondere in einem Winkel zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung liegt, oder
- dass im an der Schiene montierten Zustand der Radsensoranordnung die Achse der weiteren Sendespule senkrecht zur Schienenlängsrichtung und dabei in einem spitzen Winkel, insbesondere in einem Winkel zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung liegt und die Achse der weiteren Empfangsspule senkrecht zur Schienenlängsrichtung und dabei in einem spitzen Winkel, insbesondere in einem Winkel zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung liegt.

[0022] Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung, welche aus einer Schiene einer Bahngleisanlage, einer erfindungsgemäßen induktiv wirkenden Radsensoranordnung, deren Wirkungsweise auf einer Veränderung der Koppelintensität beruht, und einer Vorrichtung zum Befestigen der Radsensoranordnung an der Schiene gebildet ist.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, dabei zeigen:

Figur 5 eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung mit einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Radsensoranordnung, bei Überfahrt eines Rades eines Schienenfahrzeuges, wobei der Spurkranz des Rades seitlich am Schienenkopf anliegt, die

Figur 6 eine andere schematische Schnittdarstellung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 6, die

Figur 7 die schematische Schnittdarstellung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 bei Überfahrt eines Rades eines Schienenfahrzeuges, wobei der Spurkranz des Rades nicht an der Schiene anliegt, sondern einen seitlichen Ablauf mit dem Abstand d vom Schienenkopf hat, die

Figur 8 eine Draufsicht von oben auf das Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Anordnung, die

Figur 9 schematisch den Verlauf maximaler Signalpegel des Empfangssignals bei Radüberfahrt in Abhängigkeit vom seitlichen Ablauf d und die

Figur 10 eine Darstellung von in Versuchen gewonnenen Messergebnissen.

[0024] Die Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung A, welche aus einer Schiene S einer Bahngleisanlage, einer erfindungsgemäßen Radsensoranordnung DEK und einer hier nicht gezeigten Vorrichtung zum Befestigen der beiden Sensoreinrichtungen SE1 und SE2 der Radsensoranordnung DEK an der Schiene S gebildet ist.

[0025] Die Schiene weist eine Schienenlängsrichtung x , eine senkrecht zur Schienenlängsrichtung x verlaufende Schienenquerrichtung y und eine senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und senkrecht zur Schienenquerrichtung y verlaufende Schienenhochrichtung z auf. Die Schienenlängsrichtung x kann auch kurz als "x-Richtung" oder "Längsachse", die Schienenquerrichtung y auch kurz als "y-Richtung" oder "Querachse" und die Schienenhochrichtung z auch kurz als "z-Richtung" oder "Hochachse" bezeichnet werden.

[0026] Die Schiene weist außerdem einen Kopf 1, einen Steg 2 sowie einen Fuß 5 auf. Im gezeigten Ausführungsbeispiel der Anordnung A ist die Seite 3 eine Außenseite der Schiene S und die Seite 4 ist die Innenseite der Schiene S.

[0027] Die erfindungsgemäße Radsensoranordnung DEK ist eine induktiv wirkende Radsensoranordnung, welche auch als induktiv wirkender Schienenkontakt bezeichnet werden kann. Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Radsensoranordnung DEK beruht auf einer Veränderung von Koppelintensitäten (Φ_K') und (Φ_K''). Die erfindungsgemäße Radsensoranordnung DEK weist die als eine Baueinheit ausgebildete erste Sensoreinrichtung SE1 und die als eine Baueinheit ausgebildeten zweiten Sensoreinrichtung SE2 auf. Die erste Sensoreinrichtung SE1 ist ein Sendeteil der erfindungsgemäßen Radsensoranordnung DEK und die zweite Sensoreinrichtung SE2 ist ein dem Sendeteil zugeordneter Empfangsteil der erfindungsgemäßen Radsensoranordnung DEK.

[0028] Die erfindungsgemäße Radsensoranordnung DEK weist zwei Sensorkanäle 100 und 200 (siehe insbesondere Figur 8) auf.

[0029] Die Figur 5 zeigt eine schematische Schnittdarstellung (Schnitt senkrecht zur Schienenlängsrichtung x). Zu sehen ist der Sensorkanal 100 - bei überfahrendem Rad R - mit seinem Sendeschwingkreis 110 und seinem Empfangsschwingkreis 120, wobei von beiden Schwingkreisen jeweils nur deren Schwingkreisspule 111 bzw.

121 - also die Sendespule 111 und die Empfangsspule 121 dargestellt sind. In Schienenlängsrichtung in einem vorgegebenen Abstand hinter dem Sensorkanal 100 befindet sich der weitere Sensorkanal 200. Dieser weitere Sensorkanal ist in der Figur 6 schematisch im Schnitt gezeigt.

[0030] In einem an der Schiene S der Bahngleisanlage montierten Zustand sind das Sendeteil SE1 und das Empfangsteil SE2 durch die Schiene S voneinander getrennt, wobei der Sendeschwingkreis 110 durch sein Streufeld SF' auf den Empfangsschwingkreis 120 wirkt und in dessen Empfangsspule 121 eine Spannung u_{121} induziert.

[0031] Die Sendespule 111 und die Empfangsspule 121 haben eine definierte räumliche Anordnung zueinander, derart, dass die in der Empfangsspule 121 induzierte Spannung u_{121} bei Einfahrt des sich auf der Schiene S bewegenden Rades R in das Streufeld SF' des Sendeschwingkreises 110 aufgrund ansteigender Koppelintensität Φ_K' zwischen den beiden Schwingkreisspulen 111, 121 zunimmt und bei Ausfahrt des Rades R aus dem Streufeld SF' aufgrund abnehmender Koppelintensität Φ_K' zwischen den beiden Schwingkreisspulen 111, 121 abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen.

[0032] Im an der Schiene S montierten Zustand der Radsensoranordnung DEK liegt die Achse 112 der Sendespule 111 in Schienenquerrichtung y. Es gilt also $\alpha_{112}=0^\circ$.

[0033] Die Achse 122 der Empfangsspule 121 liegt senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und dabei in einem spitzen Winkel α_{122} , insbesondere in einem Winkel α_{122} zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung y.

[0034] Alternativ kann jedoch vorgesehen sein, dass im an der Schiene S montierten Zustand der Radsensoranordnung DEK die Achse 112 der Sendespule 111 senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und dabei in einem spitzen Winkel α_{112} , insbesondere in einem Winkel α_{112} zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung y liegt und die Achse 122 der Empfangsspule 121 senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und dabei in einem spitzen Winkel α_{122} , insbesondere in einem Winkel α_{122} zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung y liegt.

[0035] Die Figur 6 zeigt eine weitere schematische Schnittdarstellung (weiterer Schnitt senkrecht zur Schienenlängsrichtung x). Zu sehen ist der weitere Sensorkanal 200 - bei überfahrendem Rad R - mit seinem Sendeschwingkreis 210 und seinem Empfangsschwingkreis 220, wobei auch hier von beiden Schwingkreisen jeweils nur deren Schwingkreisspule 211 bzw. 221 - also die Sendespule 211 und die Empfangsspule 221 dargestellt sind.

[0036] Im an der Schiene S montierten Zustand der Radsensoranordnung DEK wirkt der weitere Sendeschwingkreis 210 durch sein Streufeld SF" auf den weiteren Empfangsschwingkreis 220 und induziert in der weiteren Empfangsspule 221 eine Spannung u_{221} .

[0037] Die weitere Sendespule 211 und die weitere Empfangsspule 221 haben eine definierte räumliche An-

ordnung zueinander, derart, dass die in der weiteren Empfangsspule 221 induzierte Spannung u_{221} bei Einfahrt des sich auf der Schiene S bewegenden Rades R in das Streufeld SF" des weiteren Sendeschwingkreises 210 aufgrund ansteigender Koppelintensität Φ_K'' zwischen den beiden weiteren Schwingkreisspulen 211, 221 zunimmt und bei Ausfahrt des Rades R aus dem Streufeld SF" aufgrund abnehmender Koppelintensität Φ_K'' zwischen den beiden Schwingkreisspulen 211, 221 abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen.

[0038] Im an der Schiene S montierten Zustand der Radsensoranordnung DEK liegt die Achse 212 der weiteren Sendespule 211 in Schienenquerrichtung y. Es gilt also $\alpha_{212}=0^\circ$. Die Achse 222 der weiteren Empfangsspule 221 liegt senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und dabei in einem spitzen Winkel α_{222} , insbesondere in einem Winkel α_{222} zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung y liegt.

[0039] Alternativ kann vorgesehen sein, dass im an der Schiene S montierten Zustand der Radsensoranordnung DEK die Achse 212 der weiteren Sendespule 211 senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und dabei in einem spitzen Winkel α_{212} , insbesondere in einem Winkel α_{211} zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung y liegt und die Achse 222 der weiteren Empfangsspule 221 senkrecht zur Schienenlängsrichtung x und dabei in einem spitzen Winkel α_{222} , insbesondere in einem Winkel α_{222} zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung y liegt.

[0040] Bei den Darstellungen der Figuren 5 und 6 liegt die Schiene S so im Gleisbett, dass die Schienenlängsrichtung x und die Schienenquerrichtung y in der horizontalen Ebene (kurz in der Horizontalen) verlaufen.

[0041] Auf der Außenseite 3 der Schiene S befinden sich die Sendespule 111 und die weitere Sendespule 211 im Gehäuse G1 des Sendeteils SE1 und auf der Innenseite 4 der Schiene S und dabei unterhalb des Spurkranzes SpK der Schiene S befinden sich die Empfangsspule 121 und die weitere Empfangsspule 221 im Gehäuse G2 des Empfangsteils SE2.

[0042] Die Befestigung der Gehäuse G1 und G2 an der Schiene S ist hier nicht dargestellt. Diese wird im Allgemeinen mit passenden Abstandhaltern und Befestigungsschrauben durch den Schienensteg erreicht oder durch eine Positionierung mit Hilfe einer Schienenfußhalterung.

[0043] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel verlaufen die Achsen 112 und 212 der Sendespulen 111 und 211 parallel zu hier nicht dargestellten Befestigungsachsen des Gehäuses G1. Das Gehäuse G1 ist gegenüber der Horizontalen nicht gedreht.

[0044] Die Achsen 122 und 222 der Empfangsspulen 121 und 221 verlaufen bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel parallel zu hier nicht dargestellten Befestigungsachsen des Gehäuses G2. Das Gehäuse G2 ist gegenüber der Horizontalen um den Winkel α gedreht. Dadurch sind bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die beiden Winkel $\alpha_{122} = \alpha_{222}$ gleich groß. Es gilt also hier $\alpha_{111} =$

$\alpha_{121} = \alpha$.

[0045] Dargestellt sind ebenfalls die Feldlinien eines Störfeldes SF, welches durch Ströme in der Schiene S entsteht.

[0046] Die Figur 7 zeigt den Querschnitt gemäß der Figur 5, wobei jedoch nun der Spurkranz SpK des Rades R nicht an der Schiene S anliegt, sondern einen seitlichen Abstand d zum Kopf der Schiene S, der unter Fachleuten als seitlichen Ablauf bezeichnet wird, aufweist.

[0047] Die Figur 8 zeigt eine schematische Draufsichtsdarstellung von oben auf die erfindungsgemäße Radsensoranordnung DEK mit ihren zwei Sensorkanälen 100 und 200. Die beiden Sensorkanäle 100 und 200 werden benötigt, um aus den bei Überfahrt überlappenden und versetzten Sensorsignalen die Fahrtrichtung des Zuges zu ermitteln.

[0048] Die Figur 9 zeigt den prinzipiellen Verlauf des maximalen Pegels des Empfangssignals bei Radüberfahrt in Abhängigkeit von dem seitlichen Ablauf d.

[0049] Dargestellt ist zum einen die Abhängigkeit des maximalen Pegels des Empfangssignals in Abhängigkeit von dem seitlichen Ablauf d bei einer horizontalen Ausrichtung der Empfangsspule mit $\alpha = 0^\circ$, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist (vgl. Figur 3). Dies zeigt die gestrichelte Linie L1.

[0050] Zum anderen ist die Abhängigkeit des maximalen Pegels des Empfangssignals in Abhängigkeit von dem seitlichen Ablauf d bei einer erfindungsgemäßen Radsensoranordnung DEK dargestellt, bei welcher der Winkel $\alpha > 0^\circ$ ist. Vorzugsweise wird hier ein Winkel von ungefähr $\alpha = 5^\circ - 15^\circ$ gewählt. Diese Kurve ist durch den Kippwinkel $\alpha > 0^\circ$ im Wesentlichen nach rechts verschoben, was einer Erhöhung des zulässigen seitlichen Ablaufs d entspricht.

[0051] In Figur 10 ist die Reduzierung der durch einen Schienenstrom auf Arbeitsfrequenz eingekoppelte Störung StF zu sehen. Es ist ein typischer Signalverlauf eines zweikanaligen Sensorsystems in dieser Aufbauart dargestellt.

[0052] Bei der Überfahrt eines Drehgestells mit zwei Radachsen überfahren zwei Räder kurz hintereinander die Radsensoranordnung.

[0053] Die oberen beiden Signalverläufe ergeben sich bei herkömmlicher horizontaler Ausrichtung der Empfangsspulen (vgl. Figur 3) zweier Sensorkanäle. Dabei werden die Spannungen (u_{ind1} , u_{ind2}) zweier Sensorkanäle ausgehend von einem Ruhesignal derart verändert, dass sich eine Spannungserhöhung ergibt, die einer Glockenkurve ähnelt. Beide Glockenkurven sind durch den räumlichen Abstand der Sensorkanäle nebeneinander leicht versetzt, woraus die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges ermittelt werden kann. Zwischen den Glockenkurven ist die Überlagerung eines höherfrequenten Störsignals StF auf dem Ruhesignal erkennbar.

[0054] Darunter sind die Signalspannungen der beiden Sensorkanäle 100 und 200 mit erfindungsgemäßer angekippter Spulenstellung der Empfangsspulen 121 und 221 bei gleichem Schienenstrom zu sehen. Die Re-

duzierung der äußeren Störgröße StF ist hier deutlich zu erkennen.

[0055] Durch das Ankippen der Empfangsspule 121 bzw. der Empfangsspule 221 aus der Horizontalen wird erreicht, dass der seitliche Ablauf vergrößert wird, ohne den Signalpegel wesentlich zu verringern. Diese Änderung reduziert also den Fehler, der bei ggf. zu großem seitlichem Ablauf durch Unterschreitung der minimalen Signalüberhöhung zur Raderkennung auftritt.

[0056] Gleichzeitig verbessert er die Störfestigkeit gegenüber Schienenströmen auf Arbeitsfrequenz, weil durch die Schiefstellung der Empfangsspule die Induktion der durch Schienenströme erzeugten magnetischen Wechselfelder in die Empfangsspule minimiert wird.

[0057] Eine Schiefstellung der Senderspule ist im Allgemeinen nicht erforderlich, weil die Auswirkung auf den seitlichen Ablauf oder die Schienenstromfestigkeit im Gegensatz zur Empfangsspule gering sind. Es kann aber z. B. aus Gründen der Kostenreduzierung oder der Vereinheitlichung von Gehäuseteilen auch die Senderseite gegen die Horizontale angekippt werden.

Bezugszeichenliste

[0058]

A Anordnung

S Schiene

1 Kopf der Schiene

2 Steg der Schiene

3, 4 Seiten der Schiene

5 Fuß der Schiene

X Schienenlängsrichtung

Y Schienenquerrichtung

Z Schienenhochrichtung

R Rad eines Schienenfahrzeugs

SpK Spurkranz des Rades R

d der seitliche Abstand des Spurkranzes zum Kopf der Schienen (seitlicher Ablauf)

DEK Induktiv wirkende Radsensoranordnung

SE1 erste Sensoreinrichtung (Sendeteil) der DEK

SE2 zweite Sensoreinrichtung (Empfangsteil) der DEK

G1 Gehäuse des Sendeteils

G2 Gehäuse des Empfangsteils

100 Sensorkanal

110 Sendeschwingkreis

120 Empfangsschwingkreis

111 Schwingkreisspule des Sendeschwingkreises 110 (kurz: Sendespule)

121 Schwingkreisspule des Empfangsschwingkreises 120 (kurz: Empfangsspule)

112 Achse der Sendespule 111

122	Achse der Empfangsspule 121	
α_{112}	Winkel der Achse 112 der Sendespule 111 zur Schienenquerrichtung Y	
α_{122}	Winkel der Achse 122 der Empfangsspule 121 zur Schienenquerrichtung Y	5
u_{121}	in der Empfangsspule 121 induzierte Spannung	
200	weiterer Sensorkanal	
210	weiterer Sendeschwingkreis	10
220	weiterer Empfangsschwingkreis	
211	weitere Schwingkreisspule des weiteren Sendeschwingkreises 210 (kurz: weitere Sendespule)	
221	weitere Schwingkreisspule des weiteren Empfangsschwingkreises 220 (kurz: weitere Empfangsspule)	15
212	Achse der weiteren Sendespule 211	
222	Achse der weiteren Empfangsspule 221	
α_{212}	Winkel der Achse 212 der weiteren Sendespule 211 zur Schienenquerrichtung Y	20
α_{222}	Winkel der Achse 222 der weiteren Empfangsspule 221 zur Schienenquerrichtung Y	
u_{221}	in der weiteren Empfangsspule 121 induzierte Spannung	
		25
α	Winkel der Befestigungsachsen der zweiten Sensoreinrichtung SE2 zur Schienenquerrichtung	

Patentansprüche

1. Induktiv wirkende Radsensoranordnung (DEK), deren Wirkungsweise auf einer Veränderung einer Koppelintensität (Φ_K') beruht,

- bei der ein Sendeteil (SE1) mit Sendeschwingkreis (110), welcher eine Sendespule (111) aufweist, und ein dem Sendeteil (SE1) zugeordnetes Empfangsteil (SE2) mit Empfangsschwingkreis (120), welcher eine Empfangsspule (121) aufweist, in einem an einer Schiene (S) einer Bahngleisanlage montierten Zustand durch die Schiene (S) voneinander getrennt sind, wobei der Sendeschwingkreis (110) durch sein Streufeld (SF') auf den Empfangsschwingkreis (120) wirkt und in dessen Sendespule (121) eine Spannung (u_{121}) induziert, und

- bei der die Sendespule (111) und die Empfangsspule (121) eine definierte räumliche Anordnung zueinander haben, derart, dass die in der Empfangsspule (121) induzierte Spannung (u_{121}) bei Einfahrt eines sich auf der Schiene (S) bewegenden Rades (R) in das Streufeld (SF') des Sendeschwingkreises (110) aufgrund ansteigender Koppelintensität (Φ_K') zwischen den beiden Spulen (111, 121) zunimmt und bei Ausfahrt des Rades (R) aus dem Streufeld aufgrund abnehmender Koppelintensität (Φ_K') zwi-

schen den beiden Spulen (111, 211) abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** im an der Schiene (S) montierten Zustand der Radsensoranordnung (DEK) die Achse (112) der Sendespule (111) in Schienenquerrichtung (y) liegt ($\alpha_{112}=0^\circ$) und die Achse (122) der Empfangsspule (121) senkrecht zur Schienenlängsrichtung (x) und dabei in einem spitzen Winkel (α_{122}), insbesondere in einem Winkel (α_{122}) zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung (y) liegt.

2. Induktiv wirkende Radsensoranordnung (DEK) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Sendeteil (SE1) einen weiteren Sendeschwingkreis (210) mit einer weiteren Sendespule (211) aufweist und das Empfangsteil (SE2) einen weiteren Empfangsschwingkreis (220) mit einer weiteren Empfangsspule (221) aufweist, wobei im an der Schiene (S) montierten Zustand der Radsensoranordnung (DEK) der weitere Sendeschwingkreis (210) durch sein Streufeld (SF'') auf den weiteren Empfangsschwingkreis (220) wirkt und in der weiteren Empfangsspule (221) eine Spannung (u_{221}) induziert, und

- bei der die weitere Sendespule (211) und die weitere Empfangsspule (221) eine definierte räumliche Anordnung zueinander haben, derart, dass die in der weiteren Empfangsspule (221) induzierte Spannung (u_{221}) bei Einfahrt eines sich auf der Schiene (S) bewegenden Rades (R) in das Streufeld (SF'') des weiteren Sendeschwingkreises (210) aufgrund ansteigender Koppelintensität (Φ_K'') zwischen den beiden weiteren Spulen (211, 221) zunimmt und bei Ausfahrt des Rades (R) aus dem Streufeld (SF'') aufgrund abnehmender Koppelintensität (Φ_K'') zwischen den beiden weiteren Spulen (211, 221) abnimmt, ohne je den Wert Null zu erreichen,

- wobei im an der Schiene (S) montierten Zustand der Radsensoranordnung (DEK) die Achse (212) der weiteren Sendespule (211) in Schienenquerrichtung (y) liegt ($\alpha_{212}=0^\circ$) und die Achse (222) der weiteren Empfangsspule (221) senkrecht zur Schienenlängsrichtung (x) und dabei in einem spitzen Winkel (α_{222}), insbesondere in einem Winkel (α_{222}) zwischen 5° und 15° , zur Schienenquerrichtung (y) liegt.

3. Anordnung (A) mit

- einer Schiene (S) einer Bahngleisanlage,
- einer induktiv wirkenden Radsensoranord-

nung (DEK), deren Wirkungsweise auf einer
Veränderung der Koppelintensität (Φ_K' ; Φ_K'') be-
ruht, und
- einer Vorrichtung zum Befestigen der Radsen-
soranordnung (DEK) an der Schiene (S),

5

dadurch gekennzeichnet, dass

die induktiv wirkende Radsensoranordnung (DEK)
nach einem der Ansprüche 1 oder 2 ausgebildet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1 (Stand der Technik)

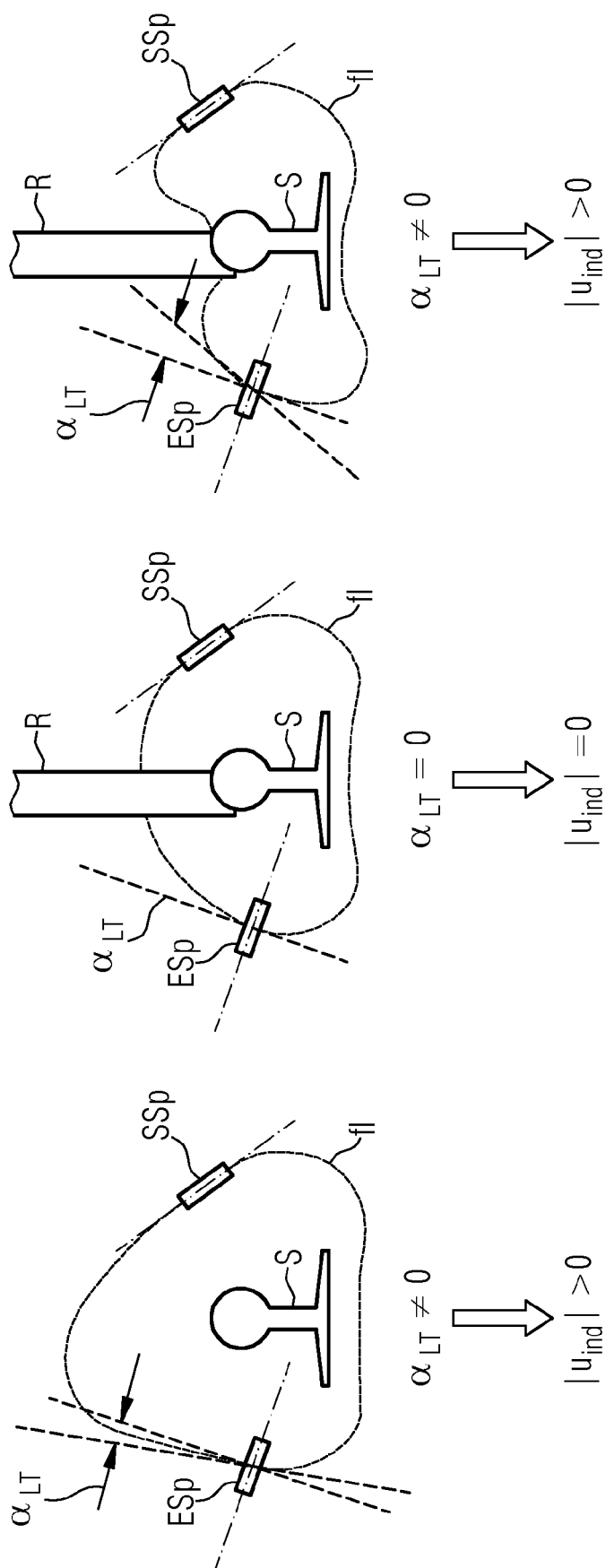


FIG 2 (Stand der Technik)

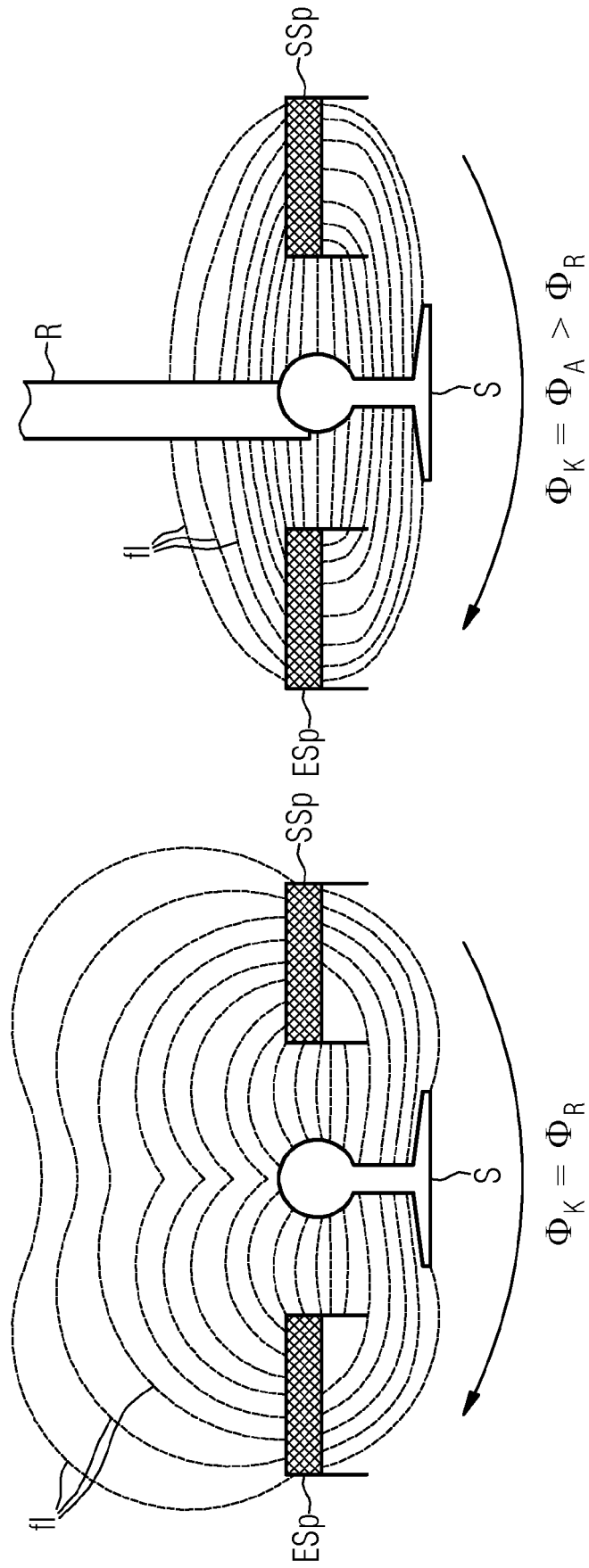


FIG 3 (Stand der Technik)

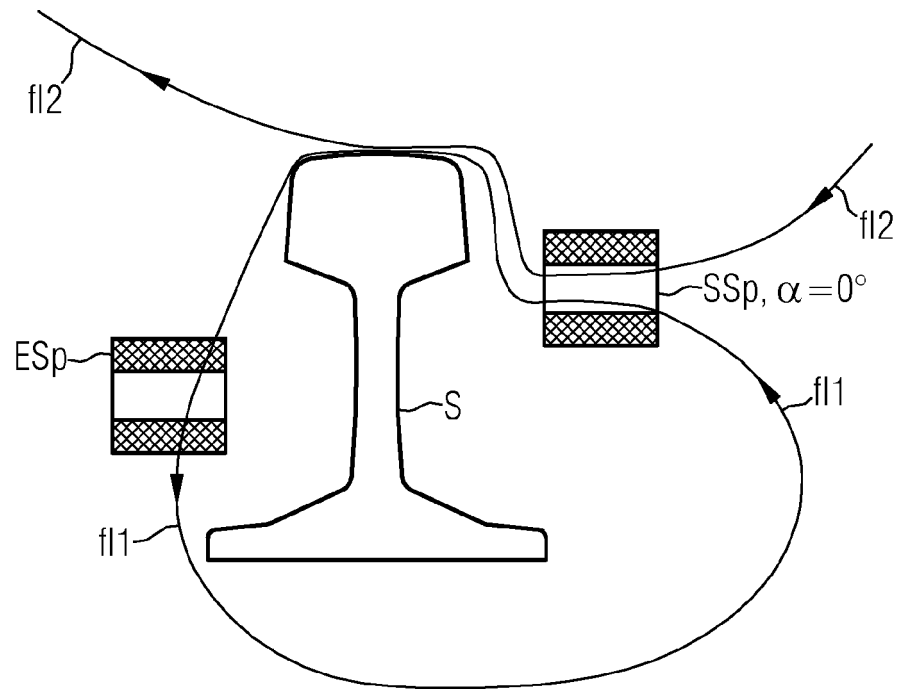


FIG 4 (Stand der Technik)

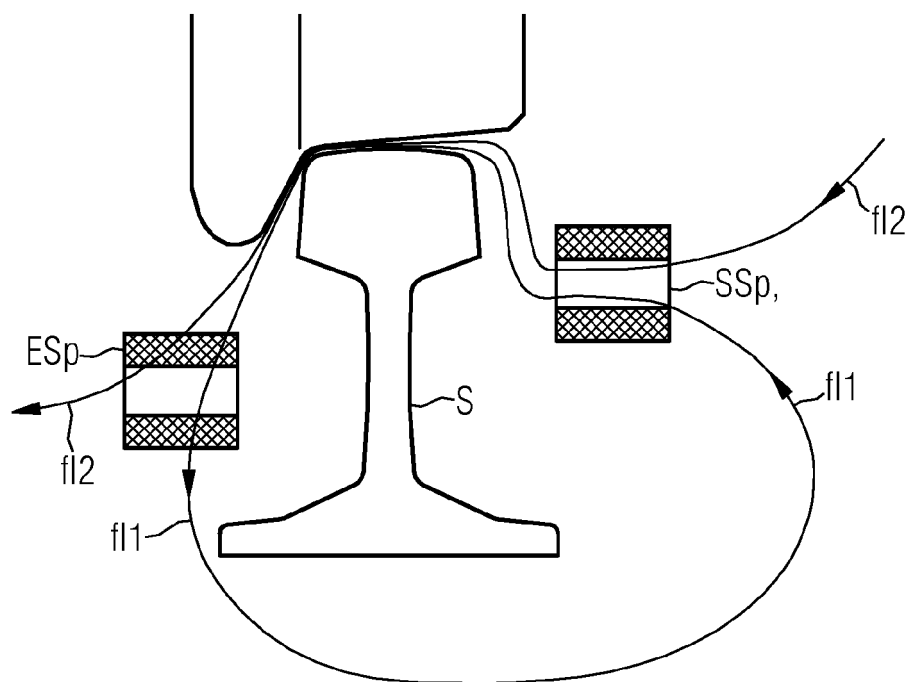


FIG 5

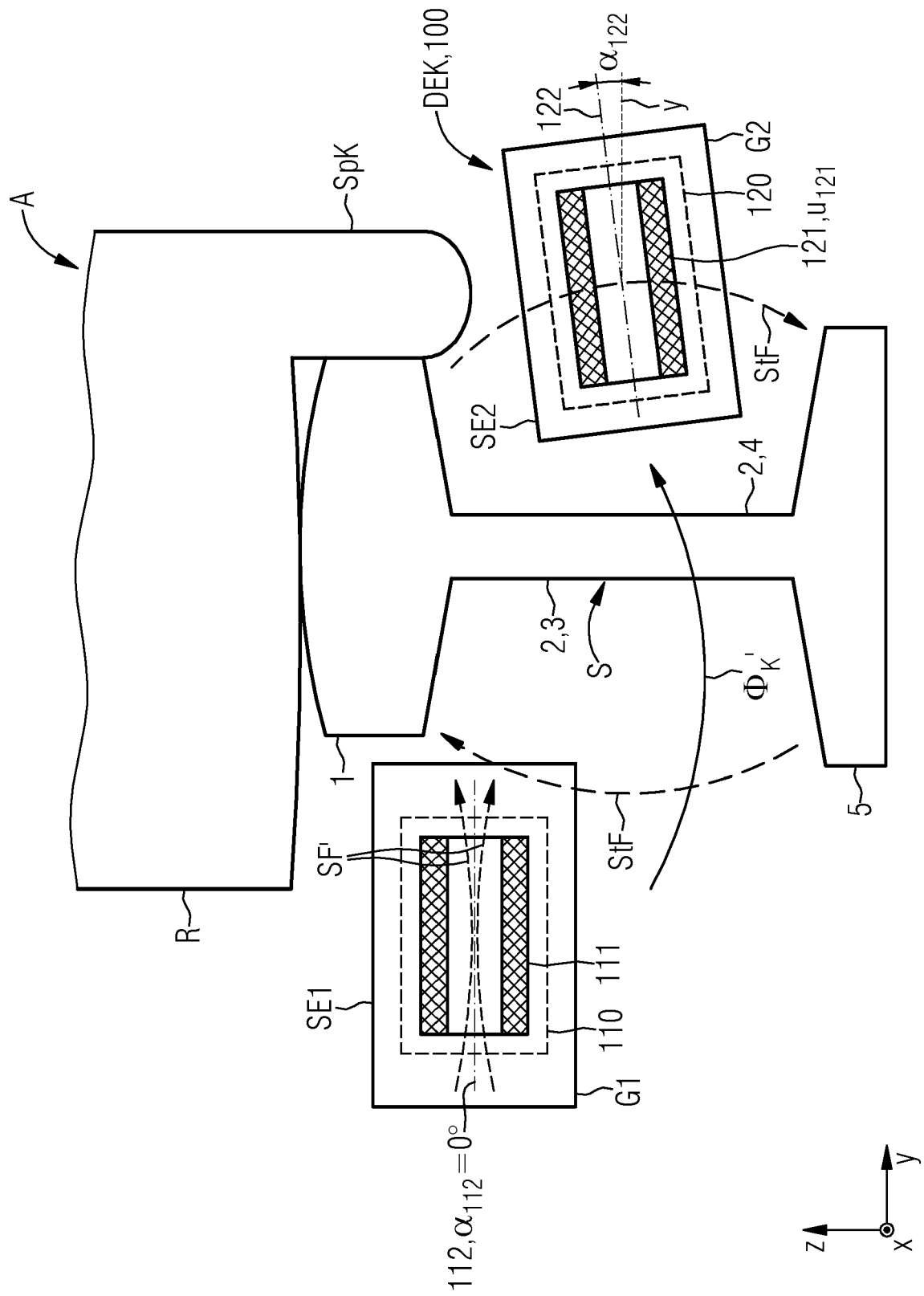


FIG 6

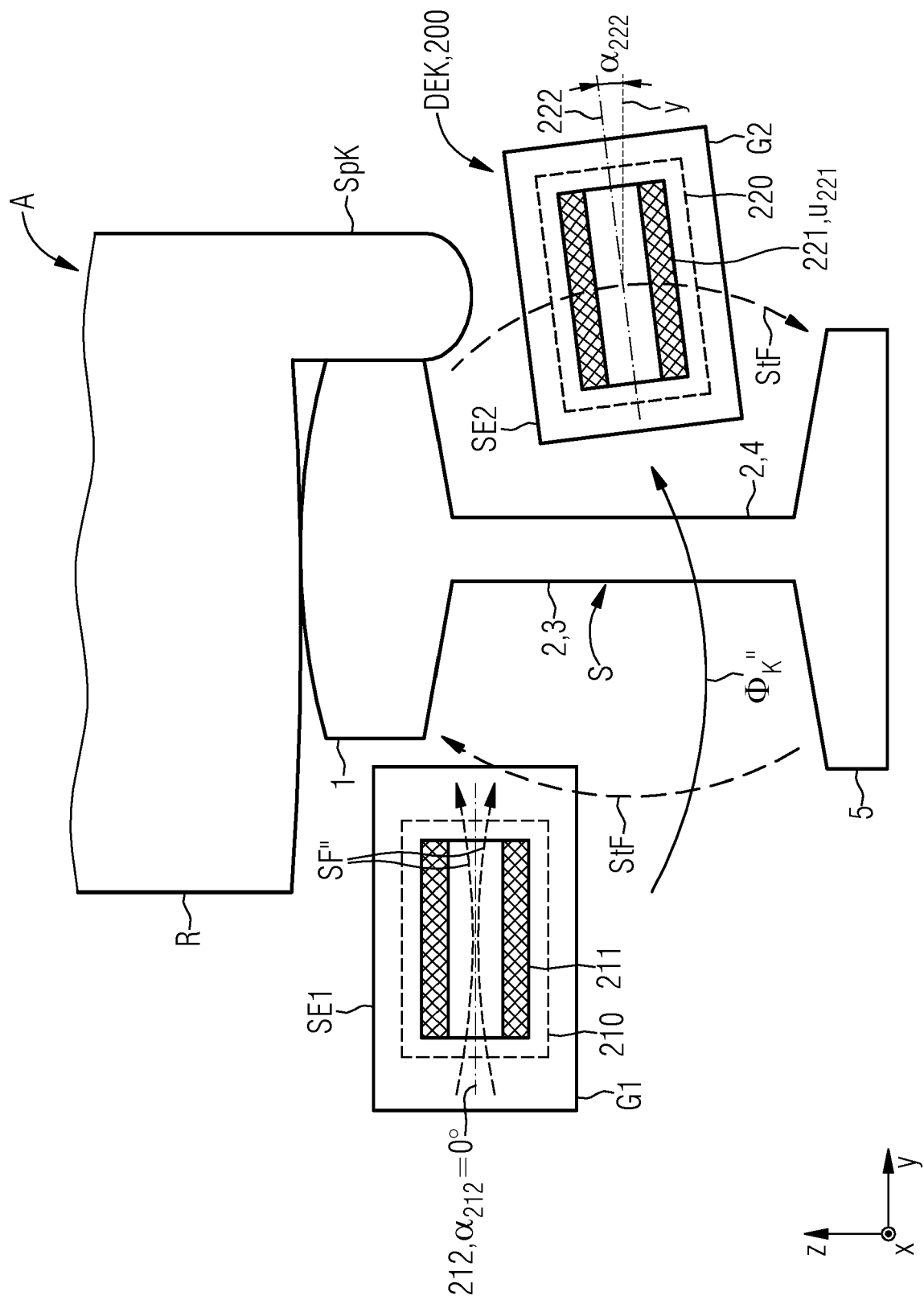


FIG 7

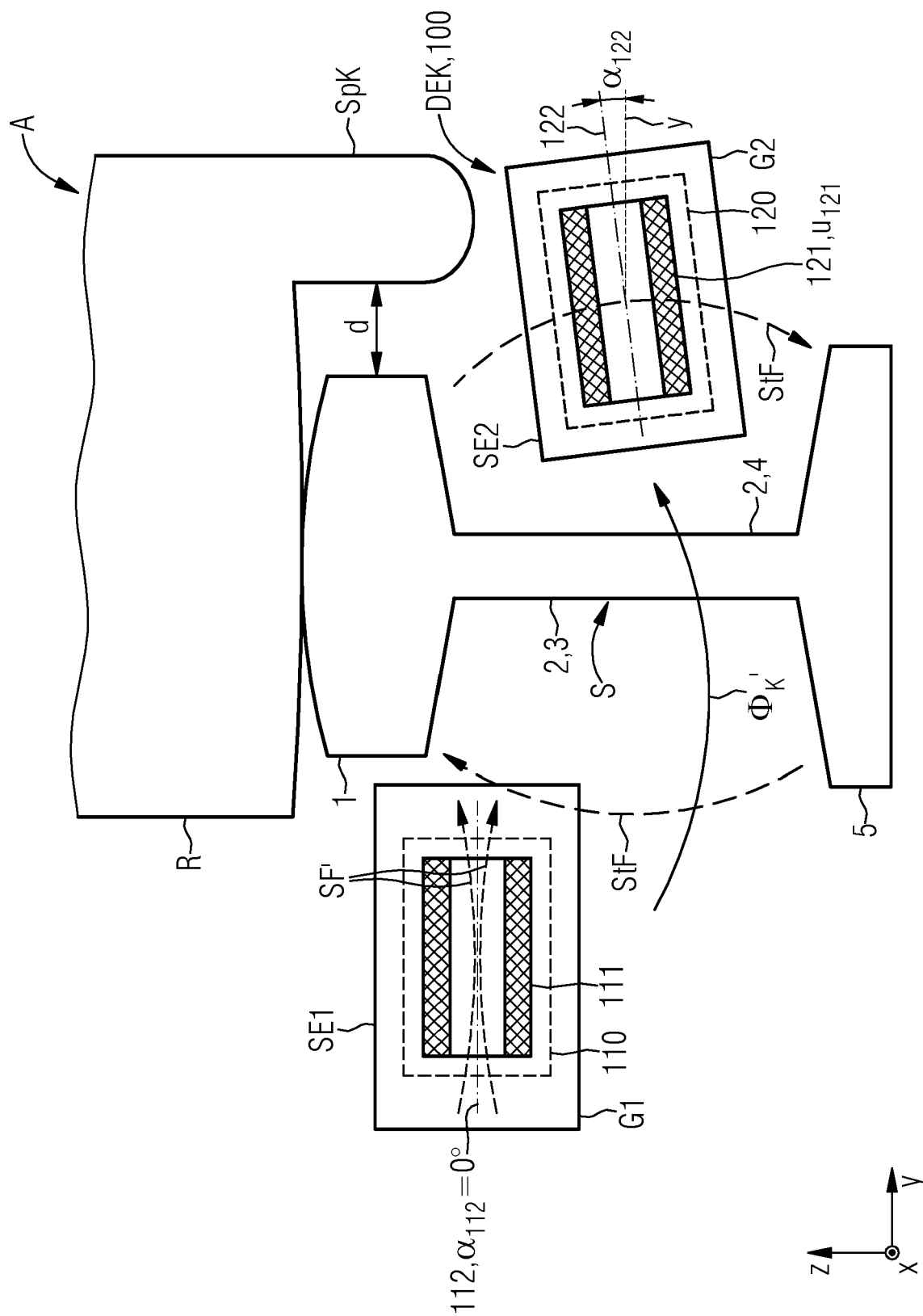


FIG 8

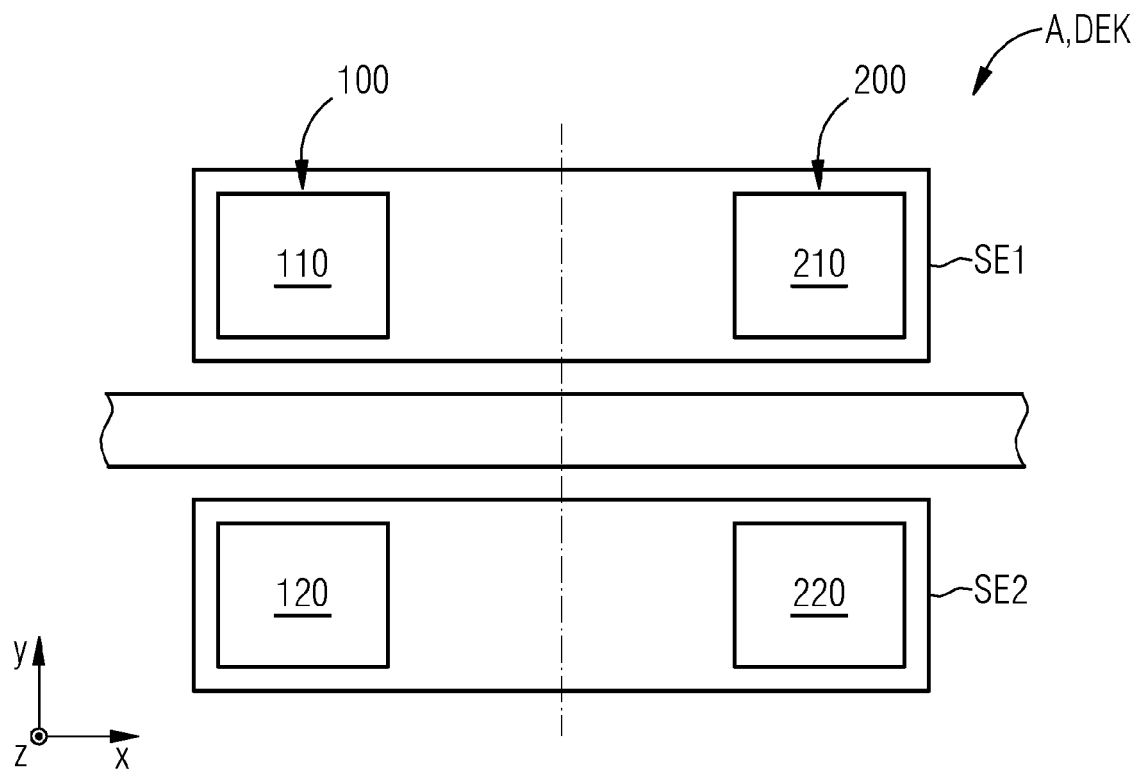


FIG 9

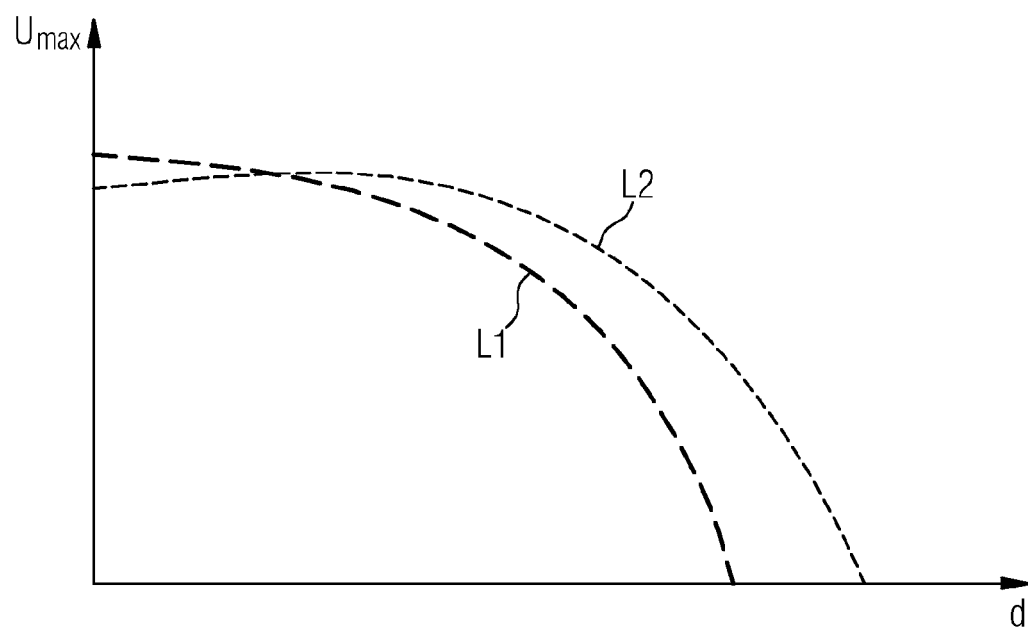
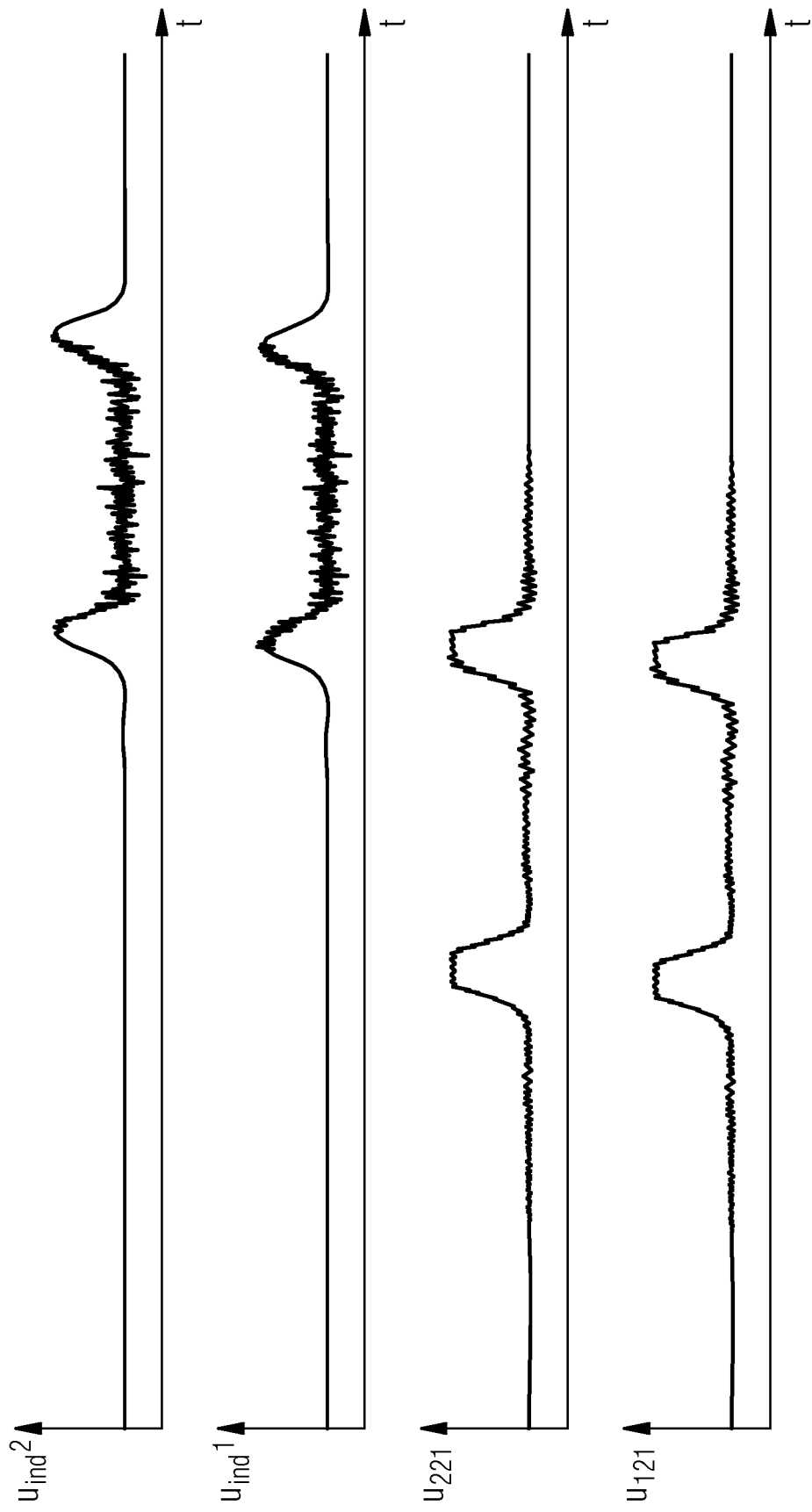


FIG 10





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 17 6577

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 916 434 A1 (SIEMENS MOBILITY GMBH [DE]) 1. Dezember 2021 (2021-12-01) * Absätze [0001], [0033] - [0041] * * Abbildungen 3-5 * -----	1-3	INV. B61L1/16
A,D	WOLFGANG FENNER ET AL: "Chapter 2: Sicherungstechnische Systemkomponenten", 1. Januar 2003 (2003-01-01), BAHNSICHERUNGSTECHNIK : STEUERN, SICHERN UND ÜBERWACHEN VON FAHRWEGEN UND FAHRGESCHWINDIGKEITEN IM SCHIENENVERKEHR, PUBLICIS CORPORATE PUBL, ERLANGEN, DE, PAGE(S) 26 - 137, XP009554818, ISBN: 978-3-89578-177-3 * Seite 52 - Seite 53 * * Abbildung 2.2.6 * -----	1-3	
A	CH 353 030 A (SIEMENS AG [DE]) 31. März 1961 (1961-03-31) * Seite 2, Zeile 12 - Zeile 51 * * Abbildung 1 * -----	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	JP S55 93078 A (NIPPON SIGNAL CO LTD) 15. Juli 1980 (1980-07-15) * das ganze Dokument * -----	1-3	B61L
A	DE 10 2017 220281 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16. Mai 2019 (2019-05-16) * Absätze [0047] - [0049] * * Abbildungen 5-6 * -----	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Oktober 2024	Prüfer Massalski, Matthias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 24 17 6577

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

10-10-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3916434	A1	01-12-2021	AU 2021203195	A1	16-12-2021
				EP 3916434	A1	01-12-2021
15	CH 353030	A	31-03-1961	KEINE		
	JP S5593078	A	15-07-1980	JP S5593078	A	15-07-1980
				JP S6224306	B2	27-05-1987
20	DE 102017220281	A1	16-05-2019	AU 2018366851	A1	30-04-2020
				CN 111315628	A	19-06-2020
				DE 102017220281	A1	16-05-2019
				EP 3681777	A1	22-07-2020
				ES 2887281	T3	22-12-2021
25				PL 3681777	T3	27-12-2021
				WO 2019096514	A1	23-05-2019
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Bahnsicherungstechnik. Radsensoren bzw, 2003, 45-53 **[0002]**
- *Der elektronische Achszählpunkt* ZP 43, 1987, vol. 4, 91-96 **[0010]**
- Bahnsicherungstechnik. Radsensoren bzw, 2003, 45-53 **[0018]**