



(11) **EP 4 144 612 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.03.2023 Patentblatt 2023/10

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 1/08^(2006.01) B61L 1/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22185369.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 1/161; B61L 1/08; B61L 1/162; B61L 1/165; B61L 1/167

(22) Anmeldetag: **18.07.2022**

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

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

(72) Erfinder: **Freise, Rainer**
38124 Braunschweig (DE)

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

(30) Priorität: **02.09.2021 DE 102021209644**

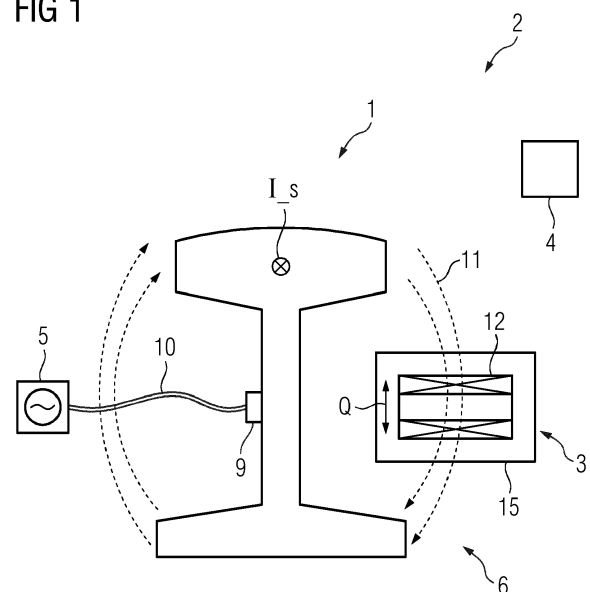
(54) **SENSOREINRICHTUNG, ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM ERFASSEN EINER ÄNDERUNG EINES MAGNETFELDES**

(57) Die Erfindung betrifft eine Sensoreinrichtung (2) zum Erfassen einer Änderung eines Magnetfeldes (11), die durch ein sich der Sensoreinrichtung (2) auf einer Fahr­schiene (1) annäherndes Rad (7) eines Schienenfahrzeugs (8) verursacht wird, mit wenigstens einem Empfangsschwingkreis (3), der zum Erzeugen einer durch das Magnetfeld (11) verursachten Empfangsspannung (U_E) ausgebildet ist, und mit wenigstens einer mit dem Empfangsschwingkreis (3) verbundenen Auswerteinrichtung (4), die zum Auswerten der Empfangsspannung (U_E) ausgebildet ist.

Um Fehlzählungen zu vermeiden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung wenigstens eine Stromquelle (5) umfasst, die wenigstens zwei mit der Fahr­schiene (1) verbindbare Anschlusskontakte (9) aufweist und die zum Bereitstellen eines in die Fahr­schiene (1) einspeisbaren Schienenstroms (I_s) an den Anschlusskontakten (9) ausgebildet ist, wobei von dem in die Fahr­schiene (1) eingespeisten Schienenstrom (I_s) das Magnetfeld (11) in einem Schienenabschnitt (26) zwischen den Anschlusskontakten (9) erzeugbar ist und der Empfangsschwingkreis (3) im Schienenabschnitt (26) zwischen den Anschlusskontakten (9) anordenbar ausgebildet ist.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Erfassen einer Änderung eines Magnetfeldes (11), die durch ein sich der Sensoreinrichtung (2) auf einer Fahr­schiene (1) annäherndes Rad (7) eines Schienenfahrzeugs (3) verursacht wird.

FIG 1



EP 4 144 612 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Änderung eines Magnetfeldes, die durch ein sich der Sensoreinrichtung auf einer Fahrschiene annäherndes Rad eines Schienenfahrzeugs verursacht wird, mit wenigstens einem Empfangsschwingkreis, der zum Erzeugen einer durch das Magnetfeld verursachten Empfangsspannung ausgebildet ist, und mit wenigstens einer mit dem Empfangsschwingkreis verbundenen Auswerteeinrichtung, die zum Auswerten der Empfangsspannung ausgebildet ist.

[0002] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erfassen einer Änderung eines Magnetfeldes, die durch ein sich der Sensoreinrichtung auf einer Fahrschiene annäherndes Rad eines Schienenfahrzeugs verursacht wird.

[0003] In der Gleisfreimeldetchnik für eisenbahntechnische Anlagen sind induktiv arbeitende Achszählsensoren hinlänglich bekannt. Diese werden verwendet, um Achsen oder vielmehr Räder eines Zuges bei dessen Überfahrt über eine Sensoreinrichtung zu zählen. Dadurch wird beispielsweise festgestellt, ob ein bestimmter Gleisabschnitt von einem Zug belegt ist oder nicht.

[0004] Solche Sensoreinrichtungen sind beispielsweise in der DE 10 2016 211 354 A1, der DE 10 2016 201 896 A1 oder der DE 10 2014 207 409 A1 beschrieben.

[0005] Wie oben bereits erwähnt, werden in einer eisenbahntechnischen Anlage mittels solcher als Achszählsensoren bezeichneten Sensoreinrichtungen Gleisabschnitte als frei oder belegt gewertet. Davon abhängig werden Gleisabschnitte für eine Befahrung durch einen Zug freigegeben oder nicht. Daher ist es für die Sicherheit der eisenbahntechnischen Anlage besonders wichtig, dass die eingesetzten Sensoreinrichtungen möglichst fehlerfrei die Radüberfahrten der Schienenfahrzeuge ermitteln. Sogenannte Fehlzählungen, die aufgrund von Messungenauigkeiten auftreten können, sind zu vermeiden. Damit Fehlzählungen nicht zu Unfällen führen können, wird ein hoher Aufwand betrieben, um diese zu erkennen bzw. zu vermeiden. In jedem Fall ist es wünschenswert, verbesserte Sensoreinrichtungen bereitzustellen, mit denen Fehlzählungen vermieden werden können.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sensoreinrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit denen Fehlzählungen vermieden werden können.

[0007] Die erfindungsgemäße Sensoreinrichtung löst die Aufgabe erfindungsgemäß durch wenigstens eine Stromquelle, die wenigstens zwei mit der Fahrschiene verbindbare Anschlusskontakte aufweist und die zum Bereitstellen eines in die Fahrschiene einspeisbaren Schienenstroms an den Anschlusskontakten ausgebildet ist, wobei von dem in die Fahrschiene eingespeisten Schienenstrom das Magnetfeld in einem Schienenabschnitt zwischen den Anschlusskontakten erzeugbar ist und der Empfangsschwingkreis im Schienenabschnitt

zwischen den Anschlusskontakten anordenbar ausgebildet ist.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren löst die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass ein Schienenstrom in einen Schienenabschnitt der Fahrschiene zwischen wenigstens zwei Anschlusskontakten eingespeist wird, von dem Wechselstrom ein Magnetfeld und von dem Magnetfeld eine Empfangsspannung in einem Empfangsschwingkreis erzeugt werden, und die Empfangsspannung und eine durch die Magnetfeldänderung verursachte Änderung der Empfangsspannung ausgewertet werden.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird im Betrieb der Sensoreinrichtung der Schienenstrom mittels der Anschlusskontakte in die Fahrschiene eingespeist und durch den in der Fahrschiene fließenden Wechselstrom das Magnetfeld um die Fahrschiene herum erzeugt. Dieses Magnetfeld ändert sich durch das die Sensoreinrichtung passierende Rad eines Schienenfahrzeugs, was mit Hilfe des Empfangsschwingkreises und der Auswerteeinrichtung detektierbar ist. Im Vergleich zu den bekannten Sensoreinrichtungen kann somit auf die sogenannten Senderschwingkreise zum Erzeugen des Magnetfeldes verzichtet werden.

[0010] Weiterhin hat sich gezeigt, dass die erfindungsgemäße Sensoreinrichtung weniger anfällig für Fehlzählungen ist, die beispielsweise durch an der Unterseite des Schienenfahrzeugs befindliche Eisenteile wie beispielsweise magnetische Bremsen ausgelöst werden. Dies ist als besonders vorteilhaft anzusehen, weil dadurch weniger Fehlzählungen auftreten.

[0011] Das mittels der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung erzeugte Magnetfeld weist magnetische Feldlinien auf, die um die Schiene herum näherungsweise konzentrisch verlaufen. Dieser konzentrische Verlauf der magnetischen Feldlinien führt zur geringeren Empfindlichkeit der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung im Bereich oberhalb der Schienenoberkante.

[0012] Die Anschlusskontakte der Stromquelle werden vorzugsweise besonders niederohmig mit der Fahrschiene verbunden, um Leistungsverluste zu minimieren und den Schienenstrom optimal in die Fahrschiene zu leiten. Um eine deutliche und gut messbare Änderung der Empfangsspannung bei Radüberfahrt zu erreichen, ist ein kräftiger Schienenstrom von mehreren Ampere vorteilhaft. Für die Verbindung der Anschlusskontakte mit der Fahrschiene können auch vorhandene Befestigungsbohrungen oder ähnliches verwendet werden. Der erfindungsgemäße Empfangsschwingkreis ist aus einer Empfangsspule, einem Kondensator und einem Widerstand aufgebaut. Die mit dem Empfangsschwingkreis verbundene Auswerteeinrichtung kann beispielsweise eine Mikrokontroller aufweisen, der z.B. zum Abarbeiten von Rechenoperationen dient. Mit der erfindungsgemäßen Auswerteeinrichtung wird die Empfangsspannung ausgewertet und dadurch eine durch das annähernde oder vorbeifahrende Rad verursachte Magnetfeldänderung erkannt. Die Auswerteeinrichtung kann bei einer er-

kannten für die Radüberfahrt repräsentativen Magnetfeldänderung ein Ausgabesignal zur weiteren Verarbeitung innerhalb der eisenbahntechnischen Anlage ausbilden. Hierfür kann in der Auswerteeinrichtung ein Schwellwert für die Änderung der Empfangsspannung oder auch eine Änderung der Phasenlage, ggf. unter Berücksichtigung des Schienenstroms, hinterlegt sein, ab dem von einer durch ein Rad verursachten Magnetfeldänderung ausgegangen wird. Dieser Schwellwert ist parametrierbar.

[0013] Die erfindungsgemäße Lösung kann durch vorteilhafte Ausgestaltungen weiterentwickelt werden, wie sie im Folgenden beschrieben sind.

[0014] So kann die Auswerteeinrichtung mit der Stromquelle verbunden und zum Auswerten des Schienenstroms ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, dass relativ zum Schienenstrom eine Änderung der Empfangsspannung besonders eindeutig ermittelt werden kann.

[0015] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung kann die Auswerteeinrichtung zum Auswerten einer Änderung der relativen Phasenlagen von Empfangsspannung und Schienenstrom ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, dass bei der Betrachtung der Phasenlagen eine deutlich messbare Änderung bei der durch ein Rad verursachten Magnetfeldänderung zu sehen ist. Hierdurch ist die Radüberfahrt besonders einfach detektierbar und Fehlmessungen können besonders gut vermieden werden.

[0016] Um ein noch deutlicheres Ergebnis bei der durch ein Rad verursachten Magnetfeldänderung zu detektieren, kann die Stromquelle ausgebildet sein, den Schienenstrom im Wesentlichen mit einer Resonanzfrequenz des Empfangsschwingkreises bereitzustellen. Bei einem mit der Resonanzfrequenz betriebenen Schienenstrom wird das Magnetfeld, das ein magnetisches Wechselfeld ist, ebenfalls mit der Resonanzfrequenz gewechselt und so ein optimales Verhalten des Empfangsschwingkreises verursacht.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann die Sensoreinrichtung wenigstens eine Signalverarbeitungseinrichtung für die Empfangsspannung und/oder den Schienenstrom aufweisen, die zum Pegelanpassen, Filtern und/oder Verstärken ausgebildet ist. Dies hat den Vorteil, dass die Signale aus dem Empfangsschwingkreis optimal aufbereitet werden und so von der Auswerteeinrichtung besonders gut ausgewertet werden können. Zusätzlich kann auch ein Umwandeln zu einem Rechtecksignal erfolgen, dass einfacher zu verarbeiten ist und bei dem z.B. eine Veränderung der Phasenlage leichter erkennbar ist.

[0018] Um die Bewegungsrichtung des detektierten Rades ebenfalls zu ermitteln, kann die Sensoreinrichtung wenigstens zwei in Schienenlängsrichtung nebeneinander anordenbare Empfangsschwingkreise aufweisen. Die nebeneinander angeordneten Empfangsschwingkreise dieser Ausgestaltung werden zeitlich nacheinander von dem annähernden Rad des Schienenfahrzeugs beeinflusst, so dass aus der zeitlichen Diffe-

renz die Bewegungsrichtung ermittelt werden kann.

[0019] Um einen optimalen Schutz vor Umwelteinflüssen zu gewährleisten, kann die Sensoreinrichtung wenigstens ein Gehäuse aufweisen, in dem der wenigstens eine Empfangsschwingkreis angeordnet ist.

[0020] Ferner betrifft die Erfindung auch eine Anordnung mit wenigstens einer Fahrschiene und mit wenigstens einer Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Magnetfeldänderung, die durch ein sich der Sensoreinrichtung auf der Fahrschiene annäherndes Rad eines Schienenfahrzeugs verursacht wird, wobei die Sensoreinrichtung an der Fahrschiene angeordnet ist. Erfindungsgemäß wird vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet ist.

[0021] Um eine Montage und Installation der Anordnung zu verbessern, können die Anschlusskontakte der Stromquelle auf der einen Seite der Fahrschiene angeordnet sein und der wenigstens eine Empfangsschwingkreis auf der anderen Seite der Fahrschiene angeordnet sein.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung kann eine Empfangsspule des Empfangsschwingkreises derart zur Fahrschiene positioniert sein, dass sowohl mit als auch ohne Magnetfeldänderung jeweils eine durch die Auswerteeinrichtung messbare Empfangsspannung erzeugt wird. Dies hat den Vorteil, dass die durch das annähernde Rad verursachte Magnetfeldänderung besonders gut detektiert werden kann.

[0023] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von beispielhaften Ausführungsformen in den Zeichnungen erläutert.

[0024] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung von beispielhaften Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Anordnung und erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung;

Figur 2 eine schematische Darstellung der Ausführungsformen in Figur 1 mit dem Einfluss eines vorbeifahrenden Rades eines Schienenfahrzeugs;

Figur 3 eine schematische Darstellung eines Schaltbildes der beispielhaften Ausführungsformen der Figuren 1 und 2;

Figur 4 eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung;

Figur 5 eine schematische Darstellung der Ausführungsform in Figur 4 in einer anderen Ansicht.

[0025] Zunächst wird die Erfindung anhand der beispielhaften Ausführungsform in den Figuren 1-3 be-

schrieben.

[0026] Figur 1 zeigt eine im Querschnitt dargestellte Fahrschiene 1, die Teil einer Fahrstrecke einer eisenbahntechnischen Anlage ist und von Schienenfahrzeugen befahren wird. Um Achsen bzw. vielmehr Räder 7 von die Fahrschiene 1 passierenden Schienenfahrzeugen 8 zu detektieren, ist eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung 2 vorgesehen.

[0027] Die Sensoreinrichtung 2 umfasst in der beispielhaften Ausführungsform der Figuren 1-3 einen Empfangsschwingkreis 3, eine Auswerteeinrichtung 4 und eine Stromquelle 5. Die Sensoreinrichtung 2 bildet zusammen mit der Fahrschiene 1, an der die Sensoreinrichtung 2 angeordnet ist, eine erfindungsgemäße Anordnung 6 aus. In Figur 2 ist ein Zustand dargestellt, in dem sich ein Rad 7 eines Schienenfahrzeugs 8 im Bereich der Sensoreinrichtung 2 befindet.

[0028] Die Stromquelle 5 ist zur Bereitstellung eines Wechselstroms ausgebildet und umfasst zwei Anschlusskontakte 9. Über Leitungen 10 wird an den Anschlusskontakten 9 ein von der Stromquelle 5 erzeugter Schienenstrom I_s bereitgestellt. Die Anschlusskontakte 9 sind jeweils möglichst niederohmig mit der Fahrschiene 1 verbunden, so dass der Schienenstrom I_s in die Fahrschiene 1 eingespeist werden kann. Die Anschlusskontakte 9 sind in einer Schienenlängsrichtung L mit einem Abstand A voneinander entfernt. Somit fließt im Betrieb der Sensoreinrichtung 2 der Schienenstrom I_s in einem Schienenabschnitt 26 zwischen den Anschlusskontakten 9.

[0029] Die Fahrschiene 1 ist wie üblich aus elektrisch leitendem Material hergestellt, wie beispielsweise Stahl. Folglich bildet sich durch den fließenden Strom I_s ein Magnetfeld 11 im Wesentlichen konzentrisch um die Fahrschiene 1 herum aus. In den Figuren 1 und 2 sind die magnetischen Feldlinien schematisch mit gestrichelten Pfeilen dargestellt. Damit ein für die Funktion der Sensoreinrichtung 2 optimiertes Magnetfeld 11 erzeugt wird, stellt die Stromquelle 5 bei der Ausführungsform in den Fig. 1 bis 3 einen relativ starken Schienenstrom I_s mit einigen Ampere Stärke zu Verfügung.

[0030] Aus Platzgründen und zur einfachen Installation sind die Anschlusskontakte 9 bei der beispielhaften Ausführungsform in den Figuren 1-3 gegenüberliegend vom Empfangsschwingkreis in einem mittleren Bereich der Fahrschiene 1 unterhalb des Schienenkopfes angeordnet. Die Anschlusskontakte 9 können beispielsweise in vorhandenen Bohrungen der Fahrschiene 1 installiert werden. Vorteilhafterweise entspricht die von der Stromquelle 5 erzeugte Frequenz des Schienenstroms I_s einer Resonanzfrequenz des Empfangsschwingkreises 3, die auch als Arbeitsfrequenz bezeichnet werden kann.

[0031] Der Empfangsschwingkreis 3 umfasst eine Empfangsspule 12 sowie einen Kondensator 13 und einen Widerstand 14, die in Figur 3 dargestellt sind. Der Empfangsschwingkreis 3 ist als ein Parallelschwingkreis aufgebaut. Zum Schutz ist der Empfangsschwingkreis 3

in einem Gehäuse 15 angeordnet.

[0032] Wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt, ist der Empfangsschwingkreis 3 so positioniert, dass die Empfangsspule 12 von dem Magnetfeld 11 durchdrungen wird. Die in den Fig. 1-3 beispielhaft zylindrisch dargestellte Spule ist mit der Zylinderachse im Wesentlichen quer zu den Magnetfeldlinien angeordnet. Dies ist im Wesentlichen auch quer zur Schienenlängsrichtung L. Weiterhin ist die Empfangsspule 12 so im Magnetfeld 11 positioniert, dass sie sowohl im Zustand mit Rad 7 als auch ohne Rad 7 von den Magnetfeldlinien durchdrungen wird. Dadurch wird im Betrieb in dem Empfangsschwingkreis 3 eine elektrische Spannung induziert. Wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt, verändert sich das Magnetfeld 11 durch das vorbeifahrende Rad 7 des Schienenfahrzeugs 8. Durch die Magnetfeldänderung verändert sich auch die in dem Empfangsschwingkreis 3 induzierte Spannung, was durch die Auswerteeinrichtung 4 ermittelt und im Folgenden noch genauer beschrieben wird. Die Empfangsspule 12 ist so positioniert, dass das Magnetfeld 11 in einer Querrichtung Q durchdringt, die im Wesentlichen quer zur Schienenlängsrichtung L liegt. Die Empfangsspule 12 ist zur Fahrschiene 1 fest angeordnet, damit sich deren Position nicht verändert, beispielsweise auch nicht durch die vorbeifahrenden Schienenfahrzeuge 8 oder Wettereinflüsse. Die kann z.B. durch geeignete Befestigungsmittel an der Fahrschiene 1 geschehen.

[0033] Die Auswerteeinrichtung 4 ist bei der Ausführungsform in den Fig. 1-3 sowohl mit der Stromquelle 5 als auch mit dem Empfangsschwingkreis 3 signaltechnisch verbunden. So empfängt die Auswerteeinrichtung 4 sowohl den von der Stromquelle 5 bereitgestellten Schienenstrom I_s als auch die in dem Empfangsschwingkreis 3 induzierte Spannung, die im Folgenden als U_E bezeichnet wird und in Figur 3 dargestellt ist.

[0034] In der in den Figuren 1-3 dargestellten beispielhaften Ausführungsform der Sensoreinrichtung 2 umfasst die Auswerteeinrichtung 4 zwei Signalverarbeitungseinrichtungen 16, 17. Durch die Signalverarbeitungseinrichtungen 16, 17 werden die Eingangssignale, also der Schienenstrom I_s und die Spannung U_E vorverarbeitet. Diese Signalvorverarbeitung kann beispielsweise eine Verstärkung, Pegelanpassung oder Filterung sein. Anschließend werden die Signale jeweils in einer weiteren Verarbeitungseinrichtung 18, 19 zu einem Rechtecksignal gewandelt.

[0035] Die Auswerteeinrichtung 4 umfasst weiterhin in der beispielhaften Ausführungsform der Figuren 1-3 eine analoge Analyseeinrichtung 20, die aus den Rechtecksignalen 21 und 22 ein der Phasenverschiebung t_p entsprechendes Analogsignal 23 erzeugt. Die sich daraus ergebende Spannung U_{diff} wird innerhalb der Auswerteeinrichtung 4 zur Weiterverarbeitung beispielsweise an einen nachgeschalteten Mikroprozessor 24 geführt, der ebenfalls Teil der Auswerteeinrichtung 4 ist.

[0036] Der Mikroprozessor 24 bestimmt ein Steuersignal 25, das von der Auswerteeinrichtung 4 ausgegeben

wird, zur Weiterverarbeitung in der eisenbahntechnischen Anlage, beispielsweise in einem Stellwerk. Das Steuersignal 25 wird beispielsweise ausgegeben, wenn die Spannung U_{diff} einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt, der für das erkannte Rad als repräsentativ angesehen werden kann.

[0037] Alternativ zu der mit gestrichelten Pfeilen in Fig. 3 dargestellten Signalführung über die Analyseeinrichtung 20 können innerhalb der Auswerteeinrichtung 4 die Rechtecksignale 21, 22 zur weiteren Verarbeitung auch direkt zum Mikroprozessor 24 geführt werden, wie in Fig. 3 mit durchgezogenen Pfeilen dargestellt.

[0038] Zusätzlich oder auch alternativ kann auch das Signal U_E dem Mikroprozessor 25 zur Pegelbewertung direkt zugeführt werden. Diese Empfangsspannung U_E würde bereits ausreichen, um das an der Sensoreinrichtung 2 vorbeifahrende Rad 7 zu erkennen, weil sich hierdurch das Magnetfeld ändert und damit auch die Empfangsspannung U_E . Die Auswertung der Empfangsspannung U_E reicht also bereits aus, um das Rad 7 zu erkennen.

[0039] Im Folgenden wird mit Bezug auf die Figuren 4 und 5 eine weitere beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung 2 und der Anordnung 6 beschrieben. Der Einfachheit halber wird lediglich auf die Unterschiede zu der beispielhaften Ausführungsform der Figuren 1-3 eingegangen.

[0040] Im Gegensatz zu den Ausführungsformen der Figuren 1-3 umfasst die Sensoreinrichtung 2 in der Ausführungsform in den Figuren 4 und 5 zwei in Schienenlängsrichtung L nebeneinander angeordnete Empfangsschwingkreise 3. Die beiden Empfangsschwingkreise 3 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 15 angeordnet und jeweils wie der Empfangsschwingkreis 3 der Ausführungsform der Fig. 1-3 ausgebildet.

[0041] Die beiden Empfangsschwingkreise 3, die auch als unterschiedliche Kanäle der Sensoreinrichtung 2 bezeichnet werden können, werden von der Auswerteeinrichtung 4 separat ausgewertet. Die Auswertung geschieht jeweils in gleicher Weise wie in Figur 3 für die Ausführungsformen der Figuren 1-3 dargestellt.

[0042] Wenn ein Rad 7 eines Schienenfahrzeugs 8 die Sensoreinrichtung 2 der Ausführungsform in den Figuren 4 und 5 erreicht, wird das Magnetfeld 11, das sich im gesamten Schienenabschnitt 26 zwischen den Anschlusskontakten 9 ausbildet, verändert. Diese zwischen den Empfangsschwingkreisen 3 zeitlich unterschiedliche Magnetfeldänderung schlägt sich auch in einer zeitlich unterschiedlichen Veränderung der Empfangsspannung U_E der beiden Empfangsschwingkreise 3 nieder. Aus dem zeitlichen Versatz kann die Auswerteeinrichtung 4 beispielsweise mittels des Mikroprozessors 24 die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 8 bestimmen.

[0043] Die beiden Empfangsschwingkreise 3 nutzen in vorteilhafter Weise den gleichen Schienenstrom I_s , der zwischen den Anschlusskontakten 9 fließt. Da der Abstand A zwischen den Anschlusskontakten 9 genügend Raum bietet, könnten auch weitere Empfangs-

schwingkreise 3 nebeneinander angeordnet sein. Die Anzahl der verwendeten Empfangsschwingkreise 3 ist lediglich begrenzt durch den Abstand A des Schienenabschnitts 26.

[0044] In sämtlichen Ausführungsformen der Fig. 1-5 sind die Empfangsschwingkreise 3 relativ zur Fahrschiene 1 fixiert.

[0045] Wie bereits bei der Ausführungsform der Figuren 1-3 erwähnt, sind die Anschlusskontakte 9 vorteilhafterweise besonders niederohmig mit der Fahrschiene 1 verbunden. Dadurch werden Leistungsverluste minimiert.

[0046] In Figur 5 ist die Ausführungsform in Figur 4 in einer Draufsicht von oben dargestellt.

Patentansprüche

1. Sensoreinrichtung (2) zum Erfassen einer Änderung eines Magnetfeldes (11), die durch ein sich der Sensoreinrichtung (2) auf einer Fahrschiene (1) annäherndes Rad (7) eines Schienenfahrzeugs (8) verursacht wird,

mit wenigstens einem Empfangsschwingkreis (3), der zum Erzeugen einer durch das Magnetfeld (11) verursachten Empfangsspannung (U_E) ausgebildet ist, und

mit wenigstens einer mit dem Empfangsschwingkreis (3) verbundenen Auswerteeinrichtung (4), die zum Auswerten der Empfangsspannung (U_E) ausgebildet ist,

gekennzeichnet durch

wenigstens eine Stromquelle (5), die wenigstens zwei mit der Fahrschiene (1) verbindbare Anschlusskontakte (9) aufweist und die zum Bereitstellen eines in die Fahrschiene (1) einspeisbaren Schienenstroms (I_s) an den Anschlusskontakten (9) ausgebildet ist, wobei von dem in die Fahrschiene (1) eingespeisten Schienenstrom (I_s) das Magnetfeld (11) in einem Schienenabschnitt (26) zwischen den Anschlusskontakten (9) erzeugbar ist und der Empfangsschwingkreis (3) im Schienenabschnitt (26) zwischen den Anschlusskontakten (9) anordenbar ausgebildet ist.

2. Sensoreinrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinrichtung (4) mit der Stromquelle (5) verbunden ist und zum Auswerten des Schienenstroms (I_s) ausgebildet ist.

3. Sensoreinrichtung (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinrichtung (4) zum Auswerten einer Änderung der relativen Phasenlagen von Empfangsspannung (U_E) und Schienenstrom (I_s) ausgebil-

- det ist.
4. Sensoreinrichtung (2) nach einem der oben genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Stromquelle (5) ausgebildet ist, den Schienenstrom (I_s) im Wesentlichen mit einer Resonanzfrequenz des Empfangsschwingkreises (3) bereitzustellen.
5. Sensoreinrichtung (2) nach einem der oben genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Sensoreinrichtung (2) wenigstens eine Signalverarbeitungseinrichtung (16, 17) für die Empfangsspannung (U_E) und/oder den Schienenstrom (I_s) aufweist, die zum Pegelanpassen, Filtern und/oder Verstärken ausgebildet ist.
6. Sensoreinrichtung (2) nach einem der oben genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Sensoreinrichtung (2) wenigstens zwei in Schienenlängsrichtung (L) nebeneinander anordenbare Empfangsschwingkreise (3) aufweist.
7. Sensoreinrichtung (2) nach einem der oben genannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Sensoreinrichtung (2) wenigstens ein Gehäuse (15) aufweist, in dem der wenigstens eine Empfangsschwingkreis (3) angeordnet ist.
8. Anordnung (6) mit wenigstens einer Fahrschiene (1) und mit wenigstens einer Sensoreinrichtung (2) zum Erfassen einer Magnetfeldänderung, die durch ein sich der Sensoreinrichtung (2) auf der Fahrschiene (1) annäherndes Rad (7) eines Schienenfahrzeugs (3) verursacht wird, wobei die Sensoreinrichtung (2) an der Fahrschiene (1) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Sensoreinrichtung (2) nach einer der oben genannten Ansprüche 1-7 ausgebildet ist.
9. Anordnung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Anschlusskontakte (9) der Stromquelle (5) auf der einen Seite der Fahrschiene (1) angeordnet sind und der wenigstens eine Empfangsschwingkreis (3) auf der anderen Seite der Fahrschiene (1) angeordnet ist.
10. Anordnung (6) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 eine Empfangsspule (12) des Empfangsschwingkreises (3) derart zur Fahrschiene (1) positioniert ist, dass sowohl mit als auch ohne Magnetfeldänderung jeweils eine durch die Auswerteeinrichtung (4)
- messbare Empfangsspannung (U_E) erzeugt wird.
11. Verfahren zum Erfassen einer Änderung eines Magnetfeldes (11), die durch ein sich der Sensoreinrichtung (2) auf einer Fahrschiene (1) annäherndes Rad (7) eines Schienenfahrzeugs (3) verursacht wird,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Schienenstrom (I_s) in einen Schienenabschnitt (26) der Fahrschiene (1) zwischen wenigstens zwei Anschlusskontakten (9) eingespeist wird,
 von dem Wechselstrom ein Magnetfeld (11) und von dem Magnetfeld (11) eine Empfangsspannung (U_E) in einem Empfangsschwingkreis (3) erzeugt werden, und
 die Empfangsspannung (U_E) und eine durch die Magnetfeldänderung verursachte Änderung der Empfangsspannung (U_E) ausgewertet werden.

FIG 1

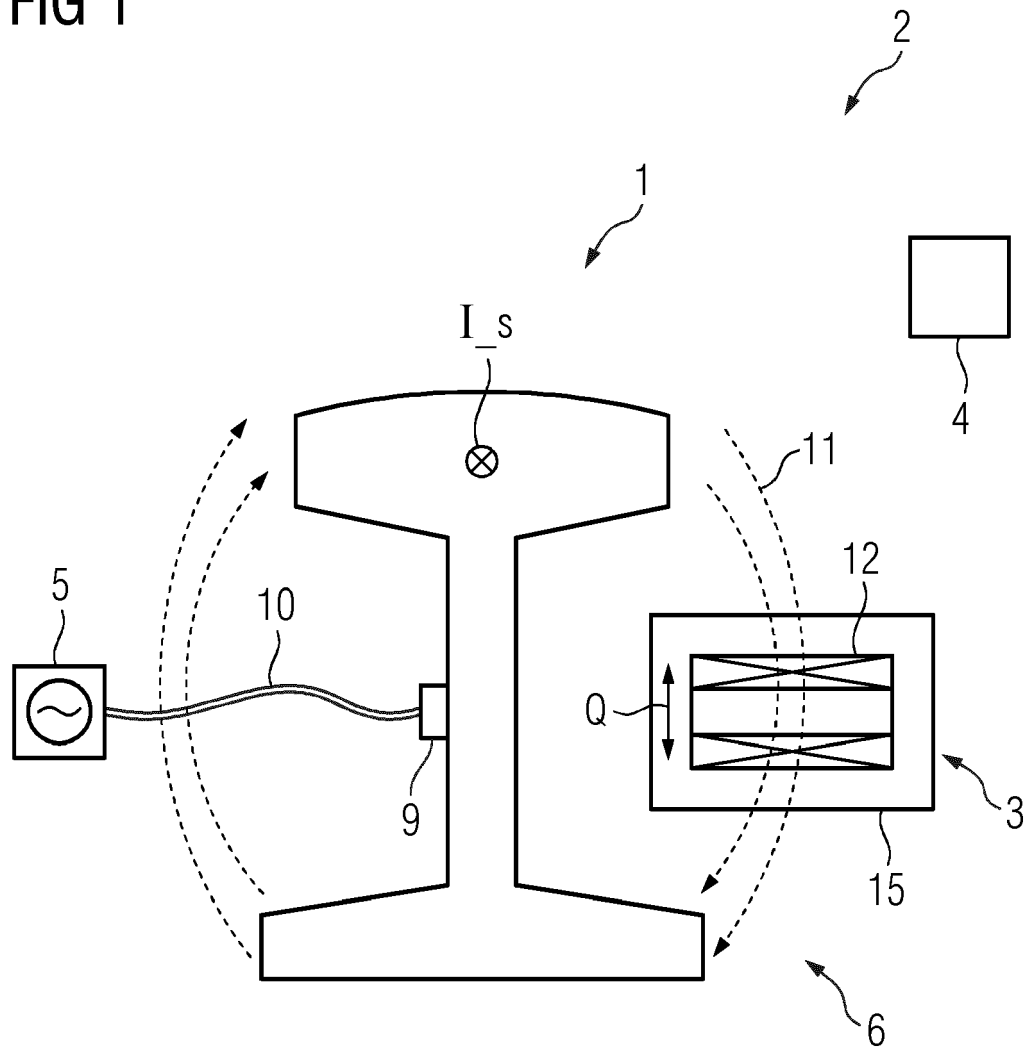


FIG 2

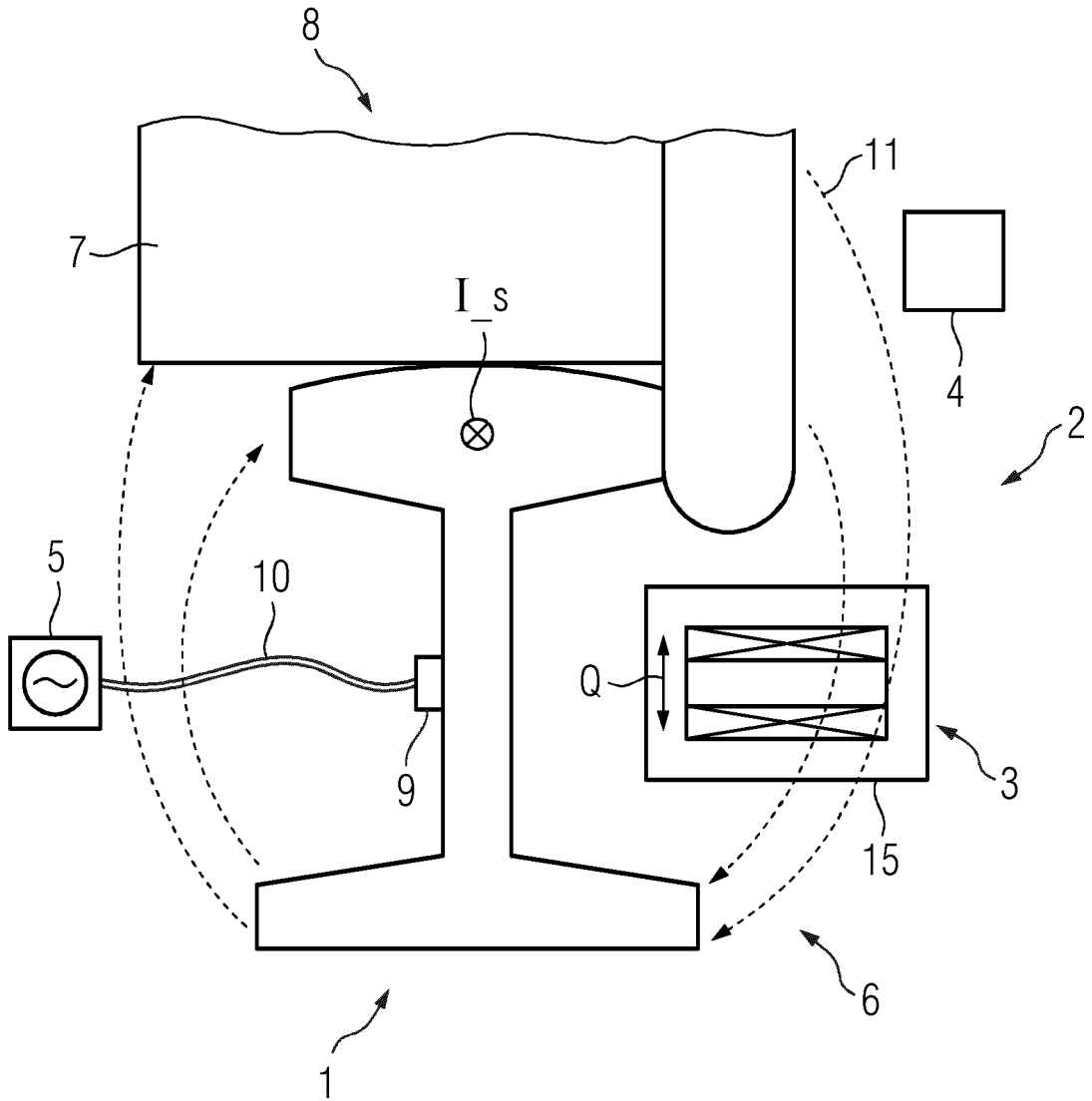


FIG 3

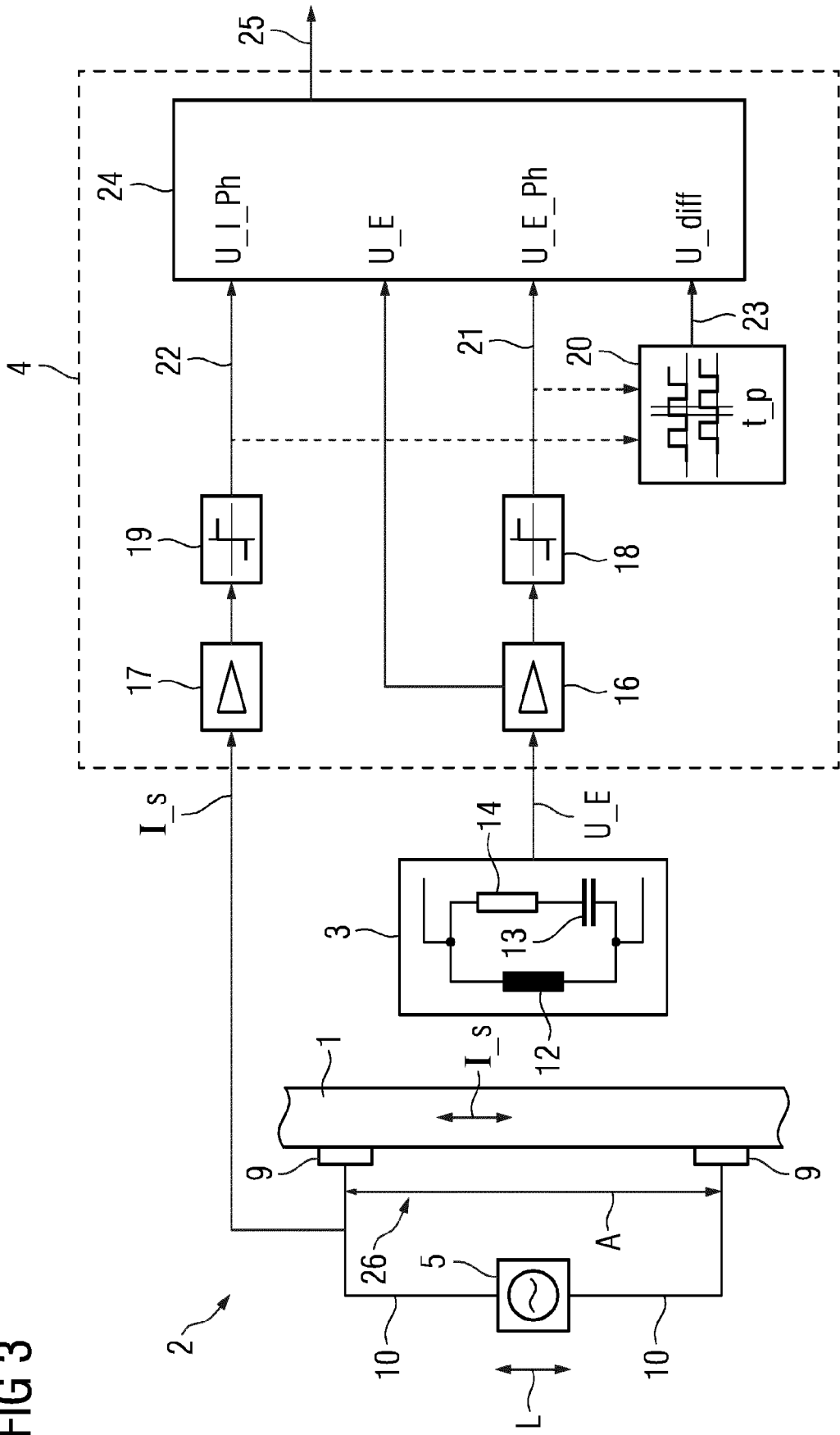


FIG 4

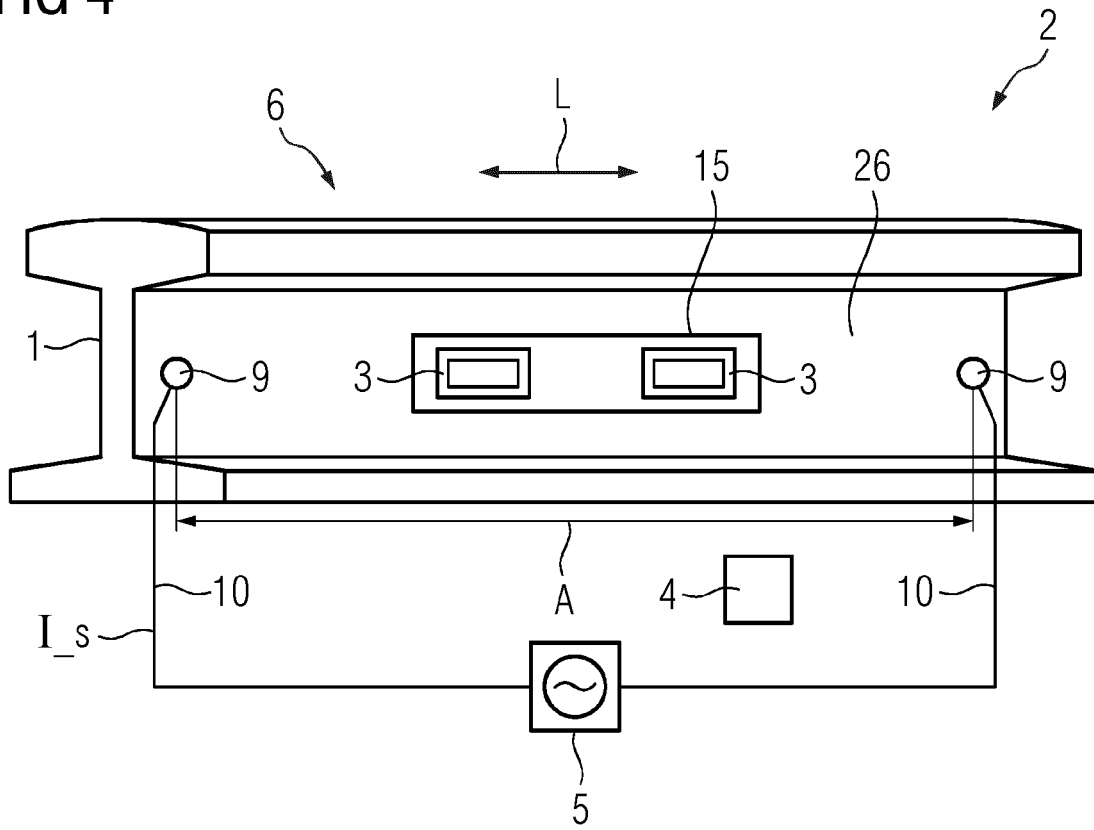
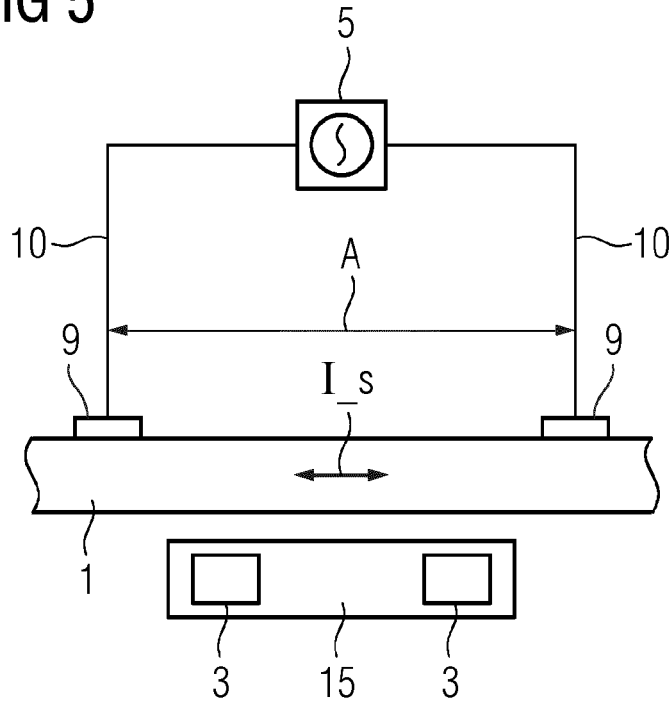


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 5369

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	CA 2 192 058 C (HARMON INDUSTRIES [US]) 20. Juni 2000 (2000-06-20) * Zusammenfassung * * Absatz [0003] - Absatz [0014]; Abbildungen 2, 6, 7, 8 *	1-11	INV. B61L1/08 B61L1/16
A	EP 1 468 891 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20) * Absatz [0005] * * Absatz [0013] - Absatz [0015]; Abbildung 1 *	3, 6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Dezember 2022	Prüfer Pita Priegue, Miguel
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 22 18 5369

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

14-12-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2192058	C	20-06-2000	CA 2192058 A1
			EP 0779195 A1
			US 5628479 A
			13-06-1997
			18-06-1997
			13-05-1997

EP 1468891	A1	20-10-2004	AT 297338 T
			EP 1468891 A1
			ES 2242153 T3
			15-06-2005
			20-10-2004
			01-11-2005

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 Patentdokumente

- DE 102016211354 A1 **[0004]**
- DE 102016201896 A1 **[0004]**
- DE 102014207409 A1 **[0004]**