



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(51) Int Cl.7: **B61L 1/16**

(21) Anmeldenummer: **02090264.9**

(22) Anmeldetag: **17.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Schmidt, Harald
38104 Braunschweig (DE)**

(30) Priorität: **30.07.2001 DE 10137519**

(54) **Radsensor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Radsensor, insbesondere für eine Gleisfreimeldeanlage, mit mindestens einem gleisseitigen induktiven Sensor zur Erfassung einer Magnetfeldänderung infolge des Gleis überfahrender Eisenräder eines Schienenfahrzeuges und einer kernlosen Spulen (L1, L2; La, Li) aufweisenden Anordnung zur Kompensation störender Magnetfelder (ϕ_s , $B_{Stör}$). Zur Optimierung der Wirkung der Kompensationsanordnung sind eine erste kernlose Spule (La) und eine innerhalb dieser angeordnete, bei gemeinsamer Bestromung ein gegensinniges Magnetfeld (B_{Li}) erzeugende

zweite kernlose Spule (Li) vorgesehen, wobei die Windungsebenen der Spulen (La, Li) im Wesentlichen übereinstimmen und die Windungszahlen (n_{Li} , n_{La}) der Spulen (Li, La) umgekehrt proportional zu den Spulenflächen (A_{La} , A_{Li}) sind. Alternativ können zwei kernlose Spulen (L1, L2) im Wesentlichen gleicher Geometrie und gleicher Windungszahlen vorgesehen sein, deren Windungsebenen zueinander im Wesentlichen parallel verlaufen, wobei sich die Spulen (L1, L2) in Vertikalprojektion überlappen und bei gemeinsamer Bestromung gegensinnige Magnetfelder erzeugen.

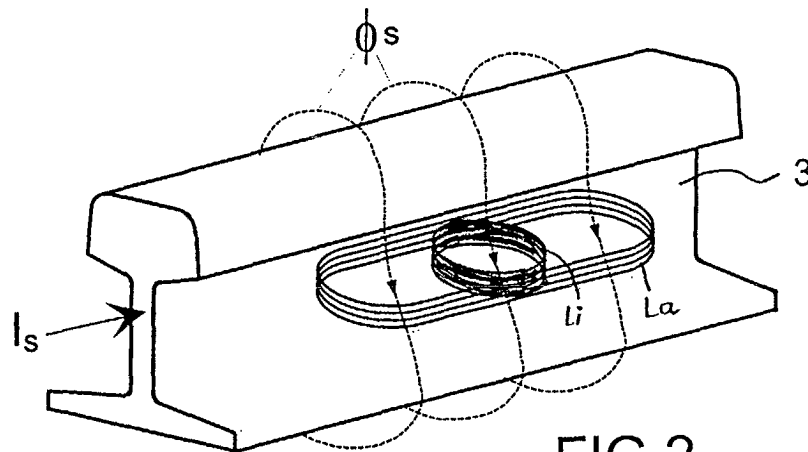


FIG 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Radsensor sowie eine Radsensoranordnung gemäß dem Oberbegriff der nebengeordneten Ansprüche 1, 3, 8 und 10. Radsensoren werden im Bahnwesen für die Gleisfreimeldung, aber auch für andere Schalt- und Meldeaufgaben eingesetzt. Dabei wird überwiegend die magnetfeldbeeinflussende Wirkung der Eisenräder der Schienenfahrzeuge ausgenutzt. Mittels am Gleiskörper angebrachter induktiver Sensoren, die ein spezifisches Magnetfeld erzeugen, lässt sich die Rückwirkung der Eisenräder erfassen, wobei mit jeder Raderfassung bzw. Achsenerfassung ein Radimpuls registriert wird. Die Anzahl der Radimpulse gibt im Zusammenwirken mit einem weiteren Radsensor Auskunft über den Belegungszustand des dazwischenliegenden Gleisabschnittes. Diese Gleisfreimeldung stellt ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Steuerung von Weichen und Signalen dar. Anhand des Belegungszustandes von Gleisabschnitten wird die Entscheidung getroffen, ob ein Schienenfahrzeug in diesem Gleisabschnitt einfahren darf oder nicht. Folglich müssen die Meldesignale der Achszähler extrem hohen Zuverlässigkeitsanforderungen genügen. Es ist sicherzustellen, dass nur die Sensoren überfahrenden Eisenräder der Schienenfahrzeuge von den Sensoren erfasst werden und Störmagnetfelder anderer Herkunft ignoriert werden. Das betrifft beispielsweise Magnetfelder, die bei elektrischer Traktion durch Schienenströme und durch Fahrzeugkomponenten wie Transformatoren, Drosseln und elektronische Schienenbremsen entstehen. Letztere stellen ein besonderes Problem dar, da die erzeugten Magnetfelder sehr stark sind. Das betrifft insbesondere die für den ICE (Intercity Express) entwickelte Wirbelstrombremse, welche in erregtem Zustand ein Störmagnetfeld erzeugt, das das Arbeitsmagnetfeld des induktiven Sensors sehr stark überlagert.

[0002] Ein Lösungsansatz, der darauf beruht, die Arbeitsfrequenzen der Sensoren in vermeintlich störfeldfrequenzfreie Größenordnungen zu legen, kann keinen dauerhaften Erfolg garantieren, da durch die Entwicklung neuer Fahrzeugkomponenten ständig neue Störfelder mit teilweise sehr hohen Frequenzen hinzukommen. Durch Frequenzwahl lässt sich außerdem nicht vermeiden, dass Störfelder Frequenzanteile im Bereich der Arbeitsfrequenz des induktiven Sensors enthalten. Üblicher Weise liegen die Arbeitsfrequenzen im Bereich von 30 kHz bis 1 MHz, während Störfelder durchaus auch Frequenzen bis zu 2 MHz erreichen können.

[0003] Ein anderer Lösungsansatz basiert auf Kompensationsbestrebungen der Art, dass das Störmagnetfeld durch Aufbau eines gegensinnigen Feldes quasi neutralisiert wird. Gemäß der DE-A1-197 09 844 ist dazu eine Spulenanordnung mit einem magnetischen Kern vorgesehen. Zwei konzentrisch zueinander angeordnete Spulen sind derart geschaltet, dass bei gemeinsamer Bestromung gegensinnige Magnetfelder entste-

hen. Ein magnetisches Störfeld induziert hingegen in beiden Spulen Störspannungen, die sich wegen der gegensinnigen Beschaltung der beiden Spulen kompensieren. -Die Spulenanordnung ist Teil eines induktiven Sensors zum Erzeugen eines Arbeitsmagnetfeldes erhalten bleibt. Die Eisenmasse eines überfahrenden Rades verändert die Eigenschaften des Arbeitsmagnetfeldes, was sensorisch erfasst wird. Problematisch bei diesem Lösungsansatz ist jedoch, dass ein sehr starkes Störmagnetfeld, beispielsweise das einer erregten Wirbelstrombremse, den Spulenkern so magnetisieren kann, dass ein unerwünschtes Ansprechen des Sensors verursacht wird.

[0004] Eine ähnliche, aber kernlose Spulenanordnung ist aus der DE-A1-199 15 597 bekannt. Die Empfindlichkeit dieses gattungsbildenden Achszählers ist jedoch gering, da das zur Detektion des Rades erzeugte Magnetfeld den Bereich des Spurkranzes des Rades nicht optimal durchsetzt. Außerdem kann Nässe am Sensorgehäuse bei den üblicherweise hohen Arbeitsfrequenzen kernloser Spulenanordnungen zu einer weiteren Herabsetzung der Sensorempfindlichkeit führen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu beseitigen und einen Radsensor mit induktivem Sensor anzugeben, dessen Parameter hinsichtlich der Empfindlichkeit und damit hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems optimiert sind.

[0006] Die Aufgabe wird alternativ durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 3 gelöst. Gemäß Anspruch 1 wird eine Optimierung erreicht, indem die innere Spule eine dem Flächenverhältnis entsprechende höhere Windungszahl als die äußere Spule aufweist. Auf diese Weise wird bei homogenen Störfeldern nicht nur eine Teilkompensation derselben, sondern eine vollständige Kompensation erreicht. Die spezielle Spulendimensionierung hat außerdem zur Folge, dass die beim Befahren in beiden Spulen entgegengesetzt auftretenden Induktionen nicht gleich groß sind und folglich eine ausreichend hohe Gesamtinduktion zur Detektion eines Rades verbleibt. Da Störeffekte quasi vollständig eliminiert sind und das Arbeitsmagnetfeld eine sehr hohe Feldstärke aufweist und den Spurkranz des zu detektierenden Rades optimal durchsetzt, ergibt sich gegenüber dem Stand der Technik eine wesentliche Verbesserung der Empfindlichkeit der Sensorik und somit eine Erhöhung der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems. Ist das Störmagnetfeld inhomogen, können Differenzen zwischen den Störspannungen der Teilspulen Infolge der unterschiedlichen Spulenabmessungen auftreten. In diesem Fall ist eine teilkompensierende Wirkung vorhanden, wobei die effektiv verbleibende Gesamtstörspannung äußerst gering und letztlich zu vernachlässigen ist.

[0007] Die zweite Spule ist gemäß Anspruch 2 vorzugsweise zentrisch innerhalb der ersten Spule angeordnet. Der Kompensationseffekt ist jedoch auch dann vorhanden, wenn die innere Spule exzentrisch angeordnet ist. Auch die Spulenformen können sehr unter-

schiedlich sein. Beispielsweise kann die innere Spule kreisförmige Windungen aufweisen und exzentrisch innerhalb einer oval ausgebildeten äußeren Spule angeordnet sein.

[0008] Anspruch 3 charakterisiert eine weitere Lösung der Aufgabenstellung, wobei gegenüber der Lösung gemäß Anspruch 1 zusätzlich eine Vereinfachung erzielt wird. Spulen unterschiedlicher Geometrie und unterschiedlicher Windungszahlen sind bei dieser Alternativlösung nicht erforderlich. Statt dessen ist eine in der Vertikalprojektion sich überlappende Anordnung gleichartiger Spulen vorgesehen, wobei die Windungsebenen quasi übereinander angeordnet sind. Da die Spulen nicht ineinander oder sich durchdringend angeordnet sind, durchsetzt das von einer Spule erzeugte Magnetfeld die andere Spule zu gleichen Teilen mit entgegengerichteten inneren und äußeren magnetischen Flüssen, das heißt, die Spulen sind magnetisch voneinander entkoppelt.

[0009] Die Spulen sind nach Anspruch 4 vorzugsweise als sehr flache, spiralförmig gewickelte Scheibenspulen ausgebildet. Auf diese Weise lassen sich die Spulen problemlos in das Gehäuse eines Radsensors einbauen.

[0010] Gemäß Anspruch 5 können die Windungsebenen der Spulen bei beiden Alternativlösungen parallel zur Gleisebene verlaufen.

[0011] Bei einer in Anspruch 6 gekennzeichneten speziellen Spulenordnung für die Alternativlösung gemäß Anspruch 3 sind beide Spulen mit dem gleichen Neigungswinkel zu einer Horizontalfläche in Gleisrichtung angekippt. Magnetische Störfelder durchsetzen dann beide Spulen in gleicher Intensität und Richtung und heben sich damit auf, auch wenn das Feld nicht parallel zu den Spulenlängsachsen verläuft.

[0012] Einfache Spulen- bzw. Wicklungsgeometrien, die auf einer runden Grundfläche beruhen, sind gemäß Anspruch 7 bevorzugt. Denkbar sind jedoch für beide Alternativen auch eckige, insbesondere quadratische oder rechteckige Grundflächen.

[0013] Bei einer in Anspruch 8 beschriebenen vorteilhaften Weiterbildung sind zwei Radsensoren hintereinander angeordnet. Auf diese Weise lässt sich anhand des zeitlichen Abstandes der Radimpulsregistrierung die Fahrtrichtung eines die beiden Radsensoren überfahrenden Schienenfahrzeuges ermitteln.

[0014] Um den Abstand der beiden Radsensoren möglichst gering zu halten, insbesondere bei gemeinsamer Umhäusung, und dennoch zeitlich ausreichend zueinander versetzte Radimpulse zu erhalten, sind gemäß Anspruch 9 dachförmig geneigte Windungsebenen der Spulenpaare vorgesehen.

[0015] Anspruch 10 charakterisiert eine Doppelradsensoranordnung, bei der sich auch die benachbarten Spulen der beiden Radsensoren überlappen. Auch in diesem Bereich wirkt die magnetische Entkopplung gemäß Anspruch 3. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die geometrische Überlappung der Radsen-

soren eine längere Überlappungsphase der von einem Rad auf beide Sensoren ausgeübten Beeinflussung aufweist.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand figürlicher Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
- Figur 1 eine schematische Darstellung des Kompensationsprinzips, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist,
Figur 2 eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform einer Spulenordnung,
Figur 3a eine Seitenansicht und eine Draufsicht einer Spulenordnung gemäß Figur 2 mit Arbeitsfeldbeaufschlagung,
Figur 3b die Seitenansicht gemäß Figur 3a mit Störfeldbeaufschlagung,
Figur 4 eine Abwandlung der ersten Ausführungsform in Seitenansicht und in Draufsicht,
Figur 5 eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform einer Spulenordnung,
Figur 6 eine Seitenansicht und eine Draufsicht der zweiten Ausführungsform gemäß Figur 5,
Figur 7a eine Seitenansicht gemäß Figur 6 mit Arbeitsfeldbeaufschlagung,
Figur 7b eine Seitenansicht gemäß Figur 6 mit Störfeldbeaufschlagung,
Figur 8 eine Doppelradsensoranordnung,
Figur 9 eine Spulenordnung und
Figur 10 eine weitere Doppelradsensoranordnung.

[0017] Figur 1 veranschaulicht schematisch die Funktionsweise eines induktiven Sensors mit Störfeldkompensation nach dem Stand der Technik. Der Sensor besteht im Wesentlichen aus einem Oszillator 1 und einem Schwingkreis 2 mit einem Kondensator C und zwei Spulen L1 und L2. Mit dieser Anordnung ist es möglich, die Störspannungen $U_{\text{StörL1}}$ und $U_{\text{StörL2}}$ eines auf beide Spulen L1 und L2 gleichartig einwirkenden Störmagnetfeldes ϕ_s (Figur 2 und Figur 5) zu kompensieren. Dazu sind die beiden Spulen L1 und L2 im LC-Schwingkreis 2 derart verschaltet, dass die Störspannungen $U_{\text{StörL1}}$ und $U_{\text{StörL2}}$ bei gleichem Absolutwert entgegengerichtet sind und sich somit gegenseitig aufheben. Andererseits wird eine durch den Oszillator 1 an den LC-Schwingkreis 2 angelegte Arbeitsspannung U_{oszl1} bzw. U_{oszl2} zur Erzeugung eines Arbeitsmagnetfeldes durch diese Anordnung kaum beeinflusst.

[0018] Figur 2 zeigt einen Gleiskörper 3 in perspektivischer Ansicht mit einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Spulenordnung zur Störmagnetfeldkompensation. Es ist ersichtlich, dass ein Störmagnetfeld ϕ_s von einem Schienenstrom I_s erzeugt wird. Um dieses Störmagnetfeld ϕ_s quasi zu neutralisieren, sind hier die beiden Spulen L1 und L2 in Reihe geschaltete als innere Spule Li und äußere Spule La ausgebildet, wobei die Windungsorientierungen der beiden Spulen Li und La einander entgegengerichtet sind, wie die Figuren 3a und 4 durch Pfeile symbolisiert zeigen. Au-

ßerdem ist die Windungszahl n_{Li} der inneren Spule Li größer als die Windungszahl n_{La} der äußeren Spule La.

[0019] Aus

$$U = \mu \cdot n \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

bzw.

$$U = \mu \cdot n \cdot \frac{1}{A} \frac{dB}{dt}$$

und

$U_{Li} = U_{La}$ ergibt sich für die Dimensionierung der Spulen:

$$\frac{n_{Li}}{n_{La}} = \frac{A_{La}}{A_{Li}},$$

wobei

μ die Permeabilität,
 Φ der magnetische Fluss,
 B die magnetische Induktion und
 A die Fläche der Spule La bzw. Li
 bedeuten. Die innere Spule Li hat also eine dem Flächenverhältnis entsprechende höhere Windungszahl n_{Li} als die äußere Spule La. Dieser Umstand hat zur Folge, dass die durch den Schwingkreisstrom des Oszillators 1 in beiden Spulen Li und La entgegengesetzt auftretenden Induktionen B_{Li} und B_{La} nicht gleich groß sind und im Bereich der inneren Spule Li gemäß Figur 3a eine ausreichend hohe Gesamtinduktion $B_{Li}-B_{La}$ zur Detektion eines den induktiven Sensor überfahrenden Rades eines Schienenfahrzeuges verbleibt. Dagegen kompensieren sich der innere und der äußere Anteil eines Störmagnetfeldes mit der Gesamtinduktion $B_{Stör}$ gegenseitig, wie Figur 3b in symbolhafter Darstellung zeigt.

[0020] Der Kompensationseffekt ist auch dann vorhanden, wenn, wie in Figur 4, die innere Spule Li nicht zentrisch in der äußeren Spule La angeordnet ist. In weiterer Abwandlung können die Spulen Li und La nahezu beliebige Formen, wie kreisförmig, quadratisch, rechteckig oder oval haben. Bei exakter Befolgung der oben angegebenen Dimensionierungsregel, nämlich der umgekehrter Proportionalität der Windungszahlen zu den Spulenflächen, kann eine nahezu vollständige Kompensation störender homogener Magnetfelder erreicht werden. Bei inhomogenen Störfeldern können Differenzen zwischen den Störspannungen der Spulen Li und La infolge der unterschiedlichen Spulenabmessungen auftreten. Die effektiv verbleibende Gesamtstörspannung ist jedoch immer kleiner als die einer einzelnen Spule, so dass zumindest teilkompensierende Wirkung garantiert ist.

[0021] Die Figuren 5 bis 10 beziehen sich auf eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform einer störfeldkompensierenden Spulenordnung. Gegenüber der in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Variante unterscheidet sich diese Ausführungsform insbesondere dadurch, dass die verwendeten Spulen L1 und L2 im Gegensatz zu den Spulen Li und La gleichartige Geometrie aufweisen. Damit ergibt sich eine Verringerung des Aufwandes bzw. der Kosten.

[0022] Figur 5 zeigt in analoger Darstellungsweise zu Figur 2, dass zwei gegeneinander versetzte und sich teilweise überlappende Spulen L1 und L2 gleicher Geometrie und Windungszahlen vorgesehen sind. Da beide Spulen L1 und L2 baugleich sind, induziert das Störmagnetfeld Φ_s in beide Spulen L1 und L2 die gleiche Störspannung $U_{StörL1}$ und $U_{StörL2}$ (Figur 1). Zur Kompensation sind die Spulen L1 und L2, wie zur Figur 1 ausgeführt, gegeneinander verschaltet. Bei der sich überlappenden, nicht aber durchdringenden Anordnung der beiden Spulen L1 und L2 sind diese magnetisch voneinander entkoppelt, das heißt, das von einer Spule L1 bzw. L2 erzeugte Magnetfeld durchsetzt die andere Spule L2 bzw. L1 zu gleichen Teilen mit den entgegengerichteten inneren und äußeren magnetischen Flüssen Φ_i und Φ_a , wie Figur 6 zeigt. Dieser Effekt wird durch die teilweise Überlappung der Spulen L1 und L2 erreicht, wobei der Abstand X zwischen den Längsachsen der beiden Spulen L1 und L2 immer kleiner als deren Durchmesser ist. Für das zur Detektion von Rädern erforderliche Arbeitsmagnetfeld B_{L1} bzw. B_{L2} ergeben sich die in Figur 7a dargestellten Verhältnisse, während ein Störmagnetfeld $B_{Stör}$ gemäß Figur 7b kompensiert wird. Jede Spule L1 und L2 erzeugt ein Magnetfeld wie eine einzelne Spule, da durch die magnetische Entkopplung keine gegenseitige Beeinflussung auftritt. Daher hat es auch keinen Einfluss, dass die Magnetfelder B_{L1} und B_{L2} beider Spulen L1 und L2 im Oszillatorbetrieb entgegengerichtet sind. Beide Spulen L1 und L2 tragen zu gleichen Teilen zur Detektion eines Rades bei, weil ihre Magnetfelder B_{L1} und B_{L2} vom Spurkranz 4 (Figur 8) eines Rades in gleicher Weise beeinflusst werden. Gegenüber einer Anordnung mit nur einer Sensor-spule, das heißt ohne Einbeziehung dieser Einzelspule in eine Spulenmehrheit zur Störfeldkompensation, verlängert sich der Einwirkungsbereich des Rades etwa um den seitlichen Versatz X der beiden Spulen L1 und L2.

[0023] Figur 8 zeigt die Spulen L1_1, L2_1 und L2_2 zweier Radsensoren relativ zu dem Gleiskörper 3. Dabei sind die Spulen L1_1, L2_1 sowie L2_2 und L1_2 derart, zum Beispiel innerhalb eines Sensorgehäuses, angebracht, dass ihre Mittelpunkte eine konstante Höhe zur horizontalen Grundfläche des Gleiskörpers 3 aufweisen, wobei die Windungsebenen zur Gleisebene geneigt sind. Magnetische Störfelder durchsetzen dann die beiden Spulen L1_1 und L2_1 bzw. L2_2 und L1_2 jeweils in gleicher Intensität und Richtung und heben sich damit auf, auch wenn das Störfeld nicht parallel zu den Spulenlängsachsen verläuft. Der in Figur 8 darge-

stellte Doppelsensor wird von dem Spurkranz 4 des Rades in einer bestimmten zeitlichen Reihenfolge überfahren, so dass aus der Signalreihenfolge auf die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges geschlossen werden kann.

[0024] In Figur 9 ist eine bevorzugte Spulenform für Radsensoren dargestellt. Die Spulen L1 und L2 sind scheibenförmig ausgebildet und in Spiralen gewickelt. Die Höhe der Scheibenspulen entspricht dem Durchmesser des Wicklungsdrahtes und ist folglich derart gering, dass die beiden sich überlappenden Spulen L1 und L2 ohne Neigung in das Gehäuse eines Radsensors eingebaut werden können.

[0025] Figur 10 veranschaulicht einen Doppelsensor mit Scheibenspulen L1_Sys1 und L2_Sys1 sowie L1_Sys2 und L2_Sys2, wobei sich auch die benachbarten Spulen L2_Sys1 und L1_Sys2 der beiden Sensorsysteme Sys1 und Sys2 überlappen

[0026] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die vorstehend angegebenen Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche auch bei grundsätzlich anders gearteter Ausführung von den Merkmalen der Erfindung Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Radsensor, insbesondere für eine Gleisfreimeldeanlage, mit mindestens einem gleisseitigen induktiven Sensor zur Erfassung einer Magnetfeldänderung infolge das Gleis überfahrender Eisenräder eines Schienenfahrzeuges und einer kernlose Spulen (L1, L2; La, Li) aufweisenden Anordnung zur Kompensation störender Magnetfelder (ϕ_s , $B_{Stör}$), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste kernlose Spule (La) und eine innerhalb dieser angeordnete, bei gemeinsamer Bestromung ein gegensinniges Magnetfeld (B_{Li}) erzeugende zweite kernlose Spule (Li) vorgesehen sind, wobei die Windungsebenen der Spulen (La, Li) im Wesentlichen übereinstimmen und die Windungszahlen (n_{Li} und n_{La}) der Spulen (Li und La) umgekehrt proportional zu den Spulenflächen (A_{La} und A_{Li}) sind.
2. Radsensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Spule (Li) zentrisch innerhalb der ersten Spule (La) angeordnet ist.
3. Radsensor, insbesondere für eine Gleisfreimeldeanlage, mit mindestens einem gleisseitigen induktiven Sensor zur Erfassung einer Magnetfeldänderung infolge das Gleis überfahrender Eisenräder eines Schienenfahrzeuges und einer kernlose Spulen (L1, L2) aufweisenden Anordnung zur Kompensation störender Magnetfelder (ϕ_s , $B_{Stör}$), **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei kernlose Spulen (L1, L2) mit im Wesentlichen gleicher Geometrie und gleicher Windungszahlen vorgesehen sind, deren Windungsebenen zueinander im Wesentlichen parallel verlaufen, wobei sich die Spulen (L1, L2) in Vertikalprojektion überlappen und bei gemeinsamer Bestromung gegensinnige Magnetfelder erzeugen.
4. Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulen (L1, L2; L1Sys1, L2Sys1, L1_Sys2, L2_Sys2) als Scheibenspulen, deren Höhe dem Durchmesser des verwendeten Leiters entspricht, ausgebildet sind.
5. Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Windungsebenen der Spulen (L1, L2; La, Li) im Wesentlichen parallel zur Gleisebene verlaufen.
6. Radsensor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Windungsebenen der Spulen (L1_1, L2_1; L2_2, L2_1) zur Gleisebene eine im Wesentlichen in Gleislängsrichtung orientierte Neigung aufweisen und die Verbindungslinie der Spulenmittelpunkte auf einer horizontalen Ebene gleisparallel verläuft.
7. Radsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulen (L1, L2; Li, La) runde, insbesondere kreisförmige und/oder ovale Windungen aufweisen.
8. Fahrtrichtungsabhängige Radsensorenanordnung, **gekennzeichnet durch** die paarweise Verwendung von in Gleisrichtung beabstandeten Radsensoren nach einem der vorangehenden Ansprüche.
9. Fahrtrichtungsabhängige Radsensorenanordnung nach Anspruch 8, **gekennzeichnet durch** die Verwendung von Radsensoren nach Anspruch 5, wobei die Windungsebenen der Spulenpaare (L1_1 und L2_1; L2_2 und L1_2) dachförmig in entgegengesetzte Richtungen orientierte Neigungen aufweisen.
10. Fahrtrichtungsabhängige Radsensorenanordnung, **gekennzeichnet durch** die paarweise Verwendung von in Gleisrichtung sich überlappenden Radsensoren nach einem der vorangehenden Ansprüche.

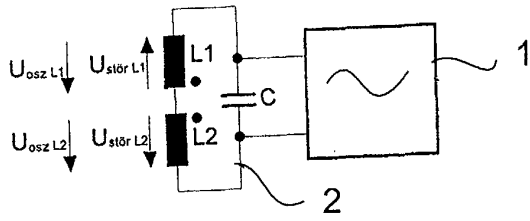


FIG 1

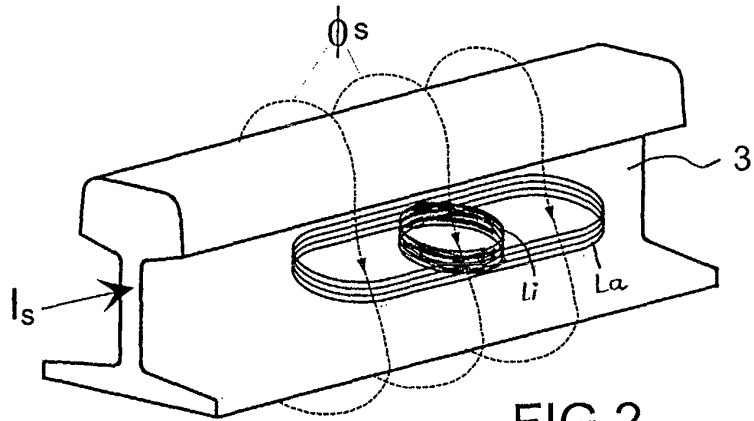


FIG 2

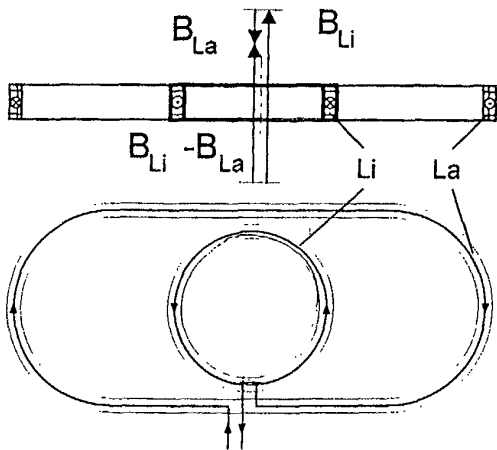


FIG 3a

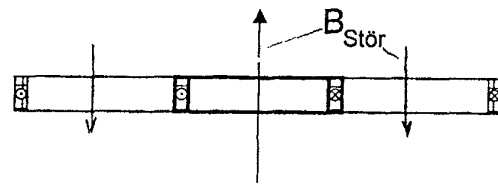


FIG 3b

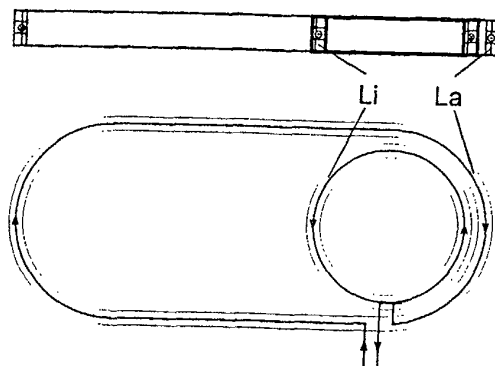


FIG 4

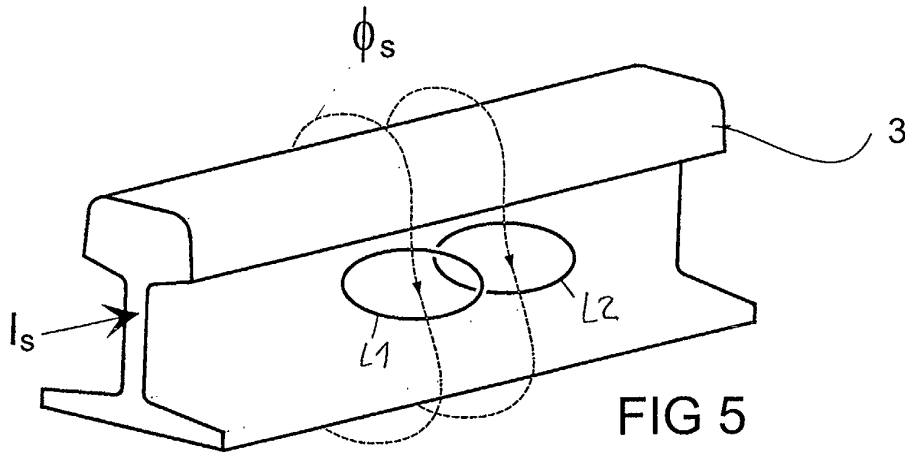


FIG 5

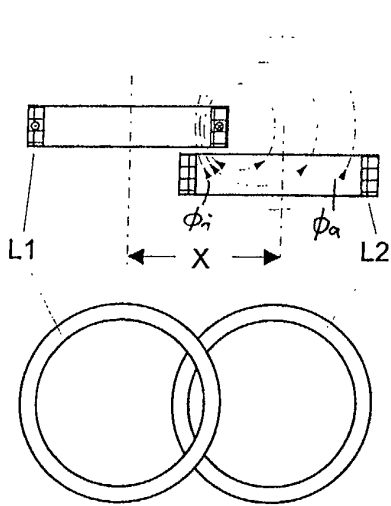


FIG 6

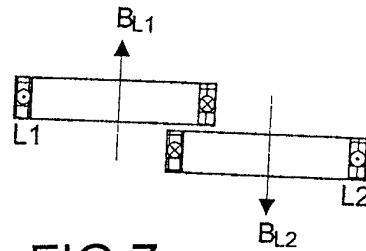


FIG 7a

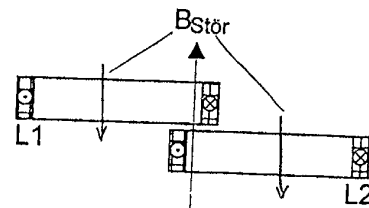


FIG 7b

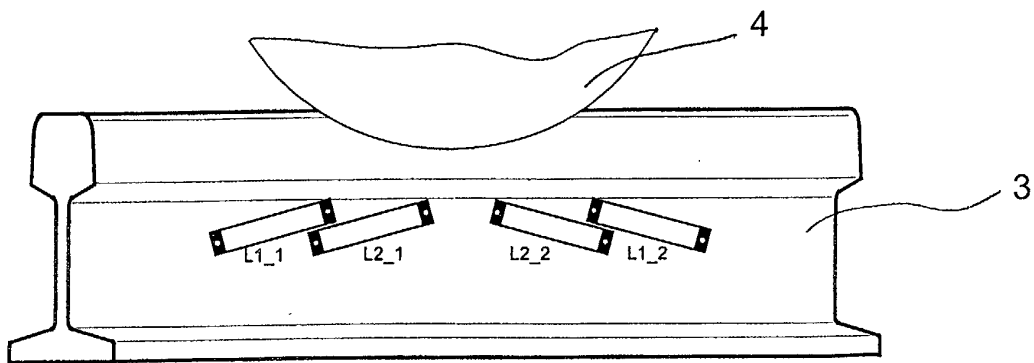


FIG 8

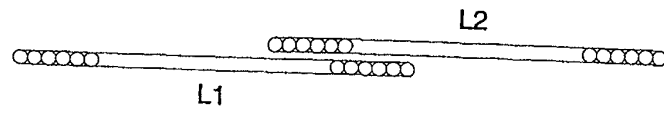


FIG 9

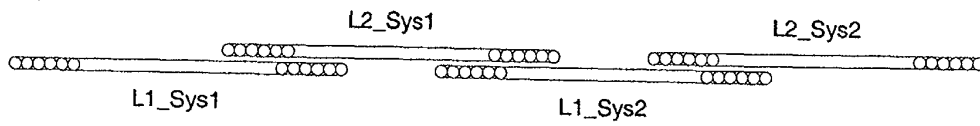


FIG 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 09 0264

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 199 15 597 A (FRAUSCHER JOSEF) 30. Dezember 1999 (1999-12-30) * das ganze Dokument *	1-8	B61L1/16
A	US 3 882 374 A (MCDANIEL ALDEN W) 6. Mai 1975 (1975-05-06) * das ganze Dokument *	1-8	
A	DD 261 004 A (DEUTSCHE REICHSBAHN) 12. Oktober 1988 (1988-10-12) * das ganze Dokument *	1,6	
D,A	DE 197 09 844 A (SIEMENS AG) 3. September 1998 (1998-09-03) * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B61L G01V
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	17. Oktober 2002	Reekmans, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03/92 (P4/C03)

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

EP 02 09 0264

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.

17-10-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19915597	A	30-12-1999	AT 406139 B	25-02-2000
			AT 61098 A	15-07-1999
			DE 19915597 A1	30-12-1999

US 3882374	A	06-05-1975	KEINE	

DD 261004	A	12-10-1988	DD 261004 A1	12-10-1988

DE 19709844	A	03-09-1998	DE 19709844 A1	03-09-1998

EPO FORM P0461

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