



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.11.2019 Patentblatt 2019/47

(51) Int Cl.:
B61L 1/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19172212.3**

(22) Anmeldetag: **02.05.2019**

(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

(72) Erfinder:
• **Wiengarten, Ralf**
44139 Dortmund (DE)
• **Ulke, Gerd**
45277 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Rupprecht, Kay**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 47
80538 München (DE)

(30) Priorität: **14.05.2018 DE 102018111448**

(71) Anmelder: **Pintsch GmbH**
46537 Dinslaken (DE)

(54) **SENSOR ZUM ERFASSEN VON METALLTEILEN, SOWIE VERFAHREN ZUM ABSCHWÄCHEN EINES MAGNETISCHEN FELDDES**

(57) Sensor zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges, mit einem elektrischen Schwingkreis, welcher mindestens eine Sensorkapazität und eine einen Spulenkern umfassende und ein magnetisches Feld erzeugende Sensorspule aufweist, wobei der Spulenkern der Sensorspule, bezogen auf dessen Längsachse, ungefähr in einem orthogonalen Winkel zu

einer Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges angeordnet ist, um ein von dem Schienenfahrzeug ausgehendes magnetisches Feld abzuschwächen. Es wird auch eine Verwendung mindestens zweier solcher Sensoren und ein Verfahren zum Abschwächen eines von einem Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Feldes angegeben.

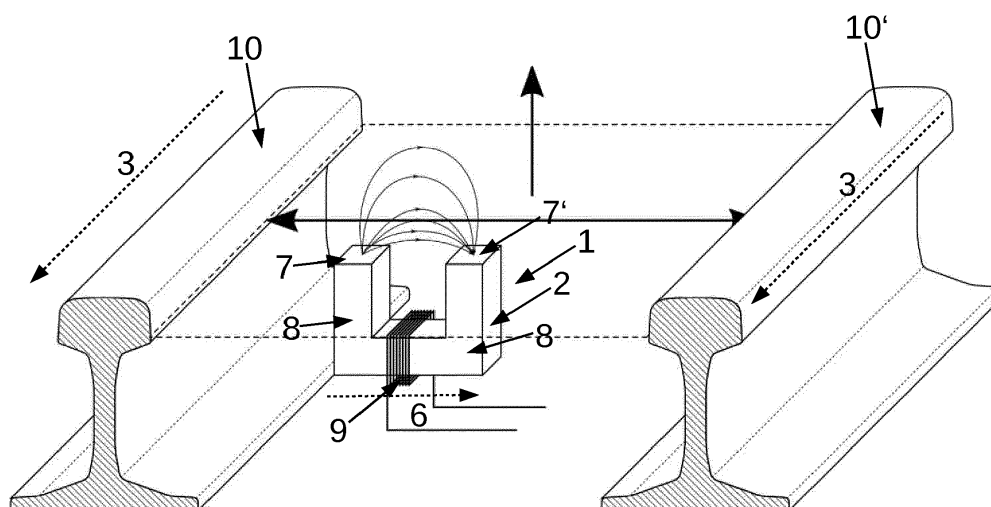


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sensor zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeugs, eine Verwendung mindestens zweier derartiger Sensoren und ein Verfahren zum Abschwächen eines von einem Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Feldes.

[0002] Allgemein werden Einrichtungen zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere zum Erfassen von metallischen oder teilmetallischen Rädern von Schienenfahrzeugen, mit Hilfe von induktiven Sensoren realisiert. Hierbei ist ein Höchstmaß an Sicherheit erforderlich, trotz nur sporadischer Anwendung. Ein Beispiel für einen derartigen Anwendungsbereich ist der Eisenbahnverkehr. Im Folgenden wird auf die Verwendung derartiger Sensoren oder eines derartigen Verfahrens im Eisenbahnverkehr Bezug genommen. Damit ist allerdings keine Einschränkung auf diesen Anwendungsbereich verbunden.

[0003] Im Bereich des Eisenbahnverkehrs ist es üblich, dass ein Sensor zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges, parallel in Schienenlängsrichtung, also parallel zur Bewegungsrichtung der Räder des Schienenfahrzeuges, angeordnet ist. Ein derartiger Sensor stellt mit hoher Verfügbarkeit Signale bereit, die üblicherweise über ein Kabel in eine Innenanlage geleitet und dort entsprechend verarbeitet werden. Hierdurch können Funktionen, wie beispielsweise die Anwesenheitsmeldung eines Schienenfahrzeuges, die Fahrtrichtungserkennung oder eine Gleisfreimeldung in Form einer Achsenzählung realisiert werden.

[0004] Auch ist es üblich, dass jeder Sensor aus einer Sensorspule und einer Oszillatorschaltung besteht. Die Sensorspule bildet mit einem Kondensator einen Schwingkreis und baut ein Wechselmagnetfeld in ihrer Umgebung auf. Ein in den Wirkbereich der Sensorspule eindringender metallischer Teil eines Eisenbahnrades dämpft den Schwingkreis, da diesem durch das Eisen des Eisenbahnrades Energie durch Wirbelstromverluste entzogen wird. Dies hat zur Folge, dass sich die Spannungsamplitude bzw. die Spannungsfrequenz des Schwingkreises ändert, was in eine Änderung der Stromaufnahme des Sensors umgewandelt wird. Dieses Messsignal wird über eine Zweidrahtleitung in die Innenanlage einer Sicherungsanlage geleitet und dort verarbeitet oder zur Verarbeitung aufbereitet.

[0005] Die Montageposition des Sensors wird durch die Geometrie der Schiene bzw. durch das Eisenbahnrad in engen Grenzen vorbestimmt. Unabhängig hiervon tritt jedoch als Problem auf, dass von dem Schienenfahrzeug auch magnetische Felder mit einer derart hohen Intensität emittiert werden können, dass eine Spannung in die Sensorspule induziert wird. Dieser Vorgang kann in der Elektronik zu einem Zustand führen, der das Vorhandensein eines Rades fälschlicherweise an die höherge-

legene Auswertelektronik weiterleitet. Dort führt dies zu einer fehlerhaften Information, die den Betrieb des Eisenbahnnetzes stören kann. Derartige vom Schienenfahrzeug emittierte magnetische Felder werden beispielsweise durch Wirbelstrombremsen, Magnetschienenbremsen oder eine starke Stromaufnahme von den Antriebseinheiten der Schienenfahrzeuge erzeugt.

[0006] Bekannt ist beispielsweise aus dem Stand der Technik Dokument DE 199 15 597 A1 eine Anordnung einer Achterspule, die in Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs ausgerichtet wird. Die beiden Teilspulen der Achterspule sind derart verschaltet, dass ein Magnetfeld, das aus einer Entfernung deutlich größer als die Ausdehnung der Achterspule ausgesendet wird, bereits in dieser kompensiert wird.

[0007] Das Stand der Technik Dokument DE 101 37 519 A1 versucht das oben beschriebene Problem durch eine zusätzliche Spule zu lösen, welche in die eigentliche Send- bzw. Empfangsspule eingebettet wird.

[0008] Die WO 2010/052081 A1 beschreibt eine Anordnung, bei der eine Spule die Send- bzw. Empfangsspule ist und eine zweite Spule ausschließlich der Kompensation dient. Diese zweite Spule ist mindestens ein Drittel des Spulendurchmessers der Send- bzw. Empfangsspule darunter angeordnet.

[0009] Die DE 10 2009 053 257 A1 offenbart eine Anordnung von Sensor- und Kompensationsspule mit insgesamt drei Spulen.

[0010] Es haben sich jedoch unterschiedliche Nachteile im Stand der Technik ergeben. So trifft das vom Schienenfahrzeug emittierte magnetische Feld entweder zu unterschiedlichen Zeiten auf die Sensorspule oder eine Kompensationsanordnung für eine induzierte Spannung ist sehr anspruchsvoll zu realisieren.

[0011] Bei einer Überfahrt eines Rades eines Schienenfahrzeuges über die Sensorspule wird zuerst die äußere und danach die mittlere Spule durch das magnetische Feld beeinflusst. Erst wenn beide Spulen mit dem vom Schienenfahrzeug emittierten magnetischen Feld durchflutet sind, kommt es zu einer optimalen Kompensation. Ein weiterer Nachteil des Stands der Technik besteht darin, dass Kompensationsspulen üblicherweise unterhalb der eigentlichen Send- bzw. Empfangsspulen montiert werden, wodurch die Kompensationsspulen nicht die gleiche Intensität des von dem Schienenfahrzeug emittierten magnetischen Feldes erfahren, wie die Send- bzw. Empfangsspulen. Dies hat seinen Grund darin, dass mit steigendem Abstand von der Quelle das magnetische Feld schwächer wird. Hierdurch wird eine vollständige Kompensation verhindert und eine Störspannung bleibt bestehen. Ein weiterer Nachteil zeigt sich durch sehr anspruchsvoll zu realisierende Spulenkonstruktionen, welche insbesondere für den Eisenbahnbereich einen zu hohen Platzaufwand erfordern. Auch zeigt sich bei den komplizierten Spulenkonstruktionen der bereits beschriebene Nachteil, dass die Spule nicht zu jedem Zeitpunkt der Überfahrt eines Rades eines Schienenfahrzeugs dem gleichen magnetischen Feld

ausgesetzt ist.

[0012] Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zu beseitigen oder zumindest zu minimieren.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Sensor nach Anspruch 1 gelöst. Demnach ist ein Sensor zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges, vorgesehen, mit einem elektrischen Schwingkreis, welcher mindestens eine Sensorkapazität und eine einen Spulenkern umfassende und ein magnetisches Feld erzeugende Sensorspule aufweist, wobei der Spulenkern der Sensorspule, bezogen auf dessen Längsrichtung, ungefähr in einem orthogonalen Winkel zu einer Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges angeordnet ist, um ein von dem Schienenfahrzeug ausgehendes magnetisches Feld abzuschwächen.

[0014] Unter dem Begriff "ungefähr in einem orthogonalen Winkel" wird insbesondere eine Anordnung des Spulenkerns der Sensorspule in einem Winkel von 70° bis 110° zu einer Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges, verstanden, wobei diese Anordnung bezogen auf die Längsachse des Spulenkerns ist. Vorzugsweise erfolgt diese Anordnung in einem Winkel von 80° bis 100°, besonders bevorzugt 85° bis 95°. Auch ist es möglich, dass es sich um einen orthogonalen Winkel im mathematischen Sinn, also um einen rechtwinkligen (90°-) Winkel handelt.

[0015] Der erfindungsgemäße Sensor bietet den Vorteil, dass das von einem Schienenfahrzeug emittierte magnetische Feld abgeschwächt wird. Hierdurch wird eine Induktion einer Spannung, welche durch ein derartiges magnetisches Feld in die Sensorspule induziert wird, verhindert. Dies wird dadurch erreicht, dass der Spulenkern der Sensorspule ungefähr in einem orthogonalen Winkel zu der Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges angeordnet ist. Hierdurch werden die vom Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Felder in dem Moment, in dem sie die Sensorspule erreichen, bedingt durch den Spulenaufbau und die Spulenpositionierung abgeschwächt. Durch den Aufbau der Sensorspule wird außerdem erreicht, dass nur die vom Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Felder kompensiert werden. Das durch die Sensorspule erzeugte Magnetfeld, welches von den metallischen oder teilmetallischen Rädern beeinflusst wird und durch den Sensor zum Erfassen der Anwesenheit des Rades eines Schienenfahrzeuges verwendet wird, wird durch den erfindungsgemäßen Gegenstand nicht beeinträchtigt. Insbesondere liegt der vorliegenden Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass die vom Schienenfahrzeug emittierten magnetischen Felder an jedem Ort des Schienenkontaktes in guter Näherung die gleiche Richtung und ähnliche Intensitäten aufweisen. Die Erzeuger dieses vom Schienenfahrzeug emittierten Magnetfeldes befinden sich in einer

Entfernung zu der Sensorspule, die groß ist gegenüber den Abmaßen der Sensorspule. Dies wird sowohl beim Aufbau als auch bei der ungefähr orthogonalen Positionierung der Sensorspule benutzt, welche die Kompensation der Spannung, die von dem vom Schienenfahrzeug emittierten magnetischen Feld induziert wird, sicherstellt.

[0016] Vorzugsweise besteht der Spulenkern aus hochpermeablem Material. Unter einem hochpermeablen Material wird im Folgenden ein Material verstanden, welches eine relative Permeabilität größer als 10 aufweist. Hierdurch wird, unter Verwendung eines im Stand der Technik bekannten Materials, der Vorteil erzielt, dass ein kostengünstiger und dennoch qualitativ hochwertiger Spulenkern zur Verfügung steht.

[0017] Ebenso hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass der Spulenkern ein Ferritkern ist. Hierdurch kann beispielsweise ein weichmagnetischer Spulenkern realisiert werden.

[0018] In funktioneller Hinsicht hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass der Spulenkern entlang der Längsachse eine Fläche umschließt und an seinen Enden mindestens zwei Stirnflächen aufweist, aus denen der größte Teil des magnetischen Feldes eintritt und/oder austritt. Ein Vorteil hierbei ist, dass der Spulenkern nicht geschlossen ist, wodurch durch die mindestens zwei Stirnflächen auf dem Spulenkern der größte Teil des magnetischen Flusses ein- bzw. austritt. Da der Spulenkern in einem ungefähr orthogonalen Winkel zur Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges angeordnet ist, breitet sich das Magnetfeld in der Luft oberhalb der Sensorspule aus, dahin gerichtet, wo das zu erfassende metallische oder teilmetallische Rad eines Schienenfahrzeugs erwartet wird. Hierdurch wird erreicht, dass zu jeder Zeit, also auch während der Überfahrt eines Rades eines Schienenfahrzeuges, die vom Schienenfahrzeug emittierten Magnetfelder gleichzeitig auf die zwei Stirnflächen der Sensorspule treffen. Hierdurch wird eine Spannung induziert, welche sich jedoch aufgrund unterschiedlicher Vorzeichen, gegenseitig aufhebt.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform weist der Spulenkern eine U-Form, eine E-Form, oder eine F-Form auf. Durch eine derartige Form können im Stand der Technik bekannte Spulenkerne im Sensor der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0020] Vorteilhafterweise weist der Spulenkern, bedingt durch seine Form, mindestens zwei Schenkel auf. Durch diese beiden Schenkel kann die Erregungsrichtung der Sensorspule genau eingestellt werden.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform sind die Wicklungen der Sensorspule asymmetrisch um die Schenkel gewickelt. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die vom Schienenfahrzeug emittierten magnetischen Felder unsymmetrisch auf die Schenkel des Spulenkerns auftreffen. Hierdurch kann eine mögliche induzierte Spannung, welche aufgrund der unsymmetrischen emittierten magnetischen Felder auftritt, weiter re-

duziert werden.

[0022] Ebenso ist es möglich, dass die Sensorspule an verschiedenen Stellen des Spulenkerns unterschiedliche Wicklungszahlen aufweist. Hierdurch können unter anderem die Vorteile des vorgehenden Ausführungsbeispiels erreicht werden. Insbesondere ist es hierdurch möglich, dass ein durch das Schienenfahrzeug emittiertes magnetisches Feld, welches in der Sensorspule eine Spannung induziert, weiter abgeschwächt wird.

[0023] Auch ist es möglich, dass eine Wicklung entlang des Spulenkerns aufgetragen ist. Hierdurch wird eine im Stand der Technik bekannte einfache und kostengünstige Möglichkeit der Herstellung erreicht.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform ist mindestens eine Wicklung der Sensorspule an einem beliebigen Ort des Spulenkerns angeordnet. Hierdurch ist es insbesondere möglich, dass zum Zwecke der weiteren Signalverarbeitung die Wicklung an einer beliebigen Stelle des Spulenkerns angeordnet werden kann, ohne die Funktionalität des Sensors zu beeinflussen.

[0025] Auch hat es sich in funktioneller Hinsicht als vorteilhaft erwiesen, dass die Schenkel unterschiedlich dimensioniert sind. Da die vom Schienenfahrzeug emittierten magnetischen Felder stärker in der Nähe eines Schienenkopfes sind, ist das emittierte magnetische Feld unsymmetrisch und trifft folglich auch unsymmetrisch auf die Schenkel der Sensorspule auf. Hierdurch kann es vorkommen, dass an der Sensorspule auch nach der Kompensation eine Restspannung messbar ist, die die Elektronik weiterhin in ihrer Funktion stören kann. Dadurch, dass die Schenkel unterschiedlich dimensioniert sind, kann die Restspannung auf ein Minimum reduziert werden, oder auf den Wert Null reduziert werden, um das Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges, nicht zu beeinträchtigen.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform ist der Sensor in einem Gehäuse verbaut, wobei das magnetische Feld der Sensorspule derart dimensioniert ist, dass es aus dem Gehäuse hinausgeht. Hierdurch kann insbesondere der Sensor vor Umwelteinflüssen, Beschädigung oder Vandalismus geschützt werden, und dennoch eine zuverlässige Erfassung von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges, bewirken.

[0027] Auch wird die eingangs gestellte Aufgabe durch die Verwendung von mindestens zwei Sensoren nach einem der vorangehenden Ausführungsbeispiele zur Bestimmung einer Bewegungsrichtung eines Schienenfahrzeuges gelöst. Hierdurch werden die Vorteile des Sensors erzielt.

[0028] Auch wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Abschwächen eines von einem Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Feldes gelöst, aufweisend den Schritt: Anbringen einer Sensorspule eines elektrischen Schwingkreises, wobei die Sensorspule einen Spulenkern aufweist, welcher, bezogen auf dessen Längsachse, ungefähr in einem orthogonalen Winkel

zu einer Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges angeordnet wird, um ein von dem Schienenfahrzeug ausgehendes magnetisches Feld abzuschwächen.

[0029] Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden die Vorteile des Sensors erzielt. Zusätzlich wird durch das Anbringen der Sensorspule in ungefähr einem orthogonalen Winkel zu einer Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges eine Abschwächung eines von einem Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Feldes erreicht, weitgehend unabhängig von den lokalen Gegebenheiten.

[0030] Vorteilhafterweise ist der Spulenkern derart ausgebildet und angeordnet, dass das durch die Sensorspule erzeugte magnetische Feld in Richtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges abgestrahlt wird. Hierdurch wird insbesondere erreicht, dass die Sensorspule in Richtung der erwarteten metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges sehr empfindlich eingestellt ist.

[0031] Auch ist es möglich, dass der Spulenkern entlang der Längsachse eine Fläche umschließt und an seinen Enden mindestens zwei Stirnflächen aufweist, aus denen der größte Teil des magnetischen Feldes eintritt und/oder austritt, wobei der Spulenkern derart positioniert ist, dass die beiden Stirnflächen in einer Ebene liegen, welche von einem Schienenkopf zu einem diesem gegenüberliegenden zweiten Schienenkopf aufgespannt wird.

[0032] Ein Vorteil hiervon ist, dass der Spulenkern nicht geschlossen ist, wodurch durch die mindestens zwei Stirnflächen auf dem Spulenkern der größte Teil des magnetischen Flusses ein- bzw. austritt. Da der Spulenkern in einem ungefähr orthogonalen Winkel zur Bewegungsrichtung der metallischen oder teilmetallischen Räder des Schienenfahrzeuges angeordnet ist, breitet sich das Magnetfeld in der Luft oberhalb der Sensorspule aus, dahin gerichtet, wo das zu erfassende metallische oder teilmetallische Rad eines Schienenfahrzeuges erwartet wird. Hierdurch wird erreicht, dass zu jeder Zeit, also auch während der Überfahrt eines Rades eines Schienenfahrzeuges, die vom Schienenfahrzeug emittierten Magnetfelder gleichzeitig auf die zwei Stirnflächen der Sensorspule treffen. Hierdurch wird eine Spannung induziert, welche sich jedoch aufgrund unterschiedlicher Vorzeichen, gegenseitig aufhebt. Zusätzlich wird durch eine derartige Positionierung sichergestellt, dass der Spulenkern in Richtung des zu erwartenden, von dem Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Feldes angeordnet ist.

[0033] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nun anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter und bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung des Spulenkerns der Sensorspule nach einer ersten Aus-

föhrungsform;

- Figur 2 die Ausführungsform der Figur 1 mit einem eingezeichneten und schematisch abgebildeten zweiten Schienenkopf;
- Figur 3 die erste Ausführungsform mit einem schematisch eingezeichneten Rad eines Schienenfahrzeuges;
- Figur 4 eine zweite Ausführungsform des Sensors, wobei auf dem Spulenkern unterschiedliche Wicklungen aufgetragen sind;
- Figur 5 eine dritte Ausführungsform des Sensors, wobei der Spulenkern unterschiedlich dimensionierte Schenkel aufweist;
- Figur 6 eine vierte Ausführungsform des Sensors, wobei der Spulenkern Uförmig ist;
- Figur 7 eine Kombination des zweiten, dritten und vierten Ausführungsbeispiels des Sensors.

[0034] Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass die Sensorspule der vorliegenden Erfindung derart konstruiert ist, dass die emittierten Magnetfelder vom Schienenfahrzeug in dem Moment, in dem sie die Sensorspule erreichen, bedingt durch den Spulenaufbau und bedingt durch die Lage der Sensorspule, eine Spannung in der Sensorspule erzeugen, die sich kompensiert. So wird durch den Aufbau und durch die Positionierung der Sensorspule erreicht, dass sich nur die von außen störenden Magnetfelder kompensieren. Das erwünschte Magnetfeld, also das Magnetfeld, das zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges dient, wird durch diesen Aufbau und durch diese Positionierung nicht beeinträchtigt.

[0035] Die Figur 1 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform des Sensors zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges. Abgebildet ist eine Sensorspule 1, welche einen Spulenkern 2 aufweist. Mit dem gestrichelten Pfeil 3 ist eine Bewegungsrichtung eines nicht abgebildeten Rades eines Schienenfahrzeuges angedeutet. Der abgebildete Spulenkern 2 besitzt eine Längsachse 6, sowie zwei Schenkel 8, 8'. Jeder dieser Schenkel 8, 8' weist auf der von der Wicklung 9 beabstandeten Stirnfläche 7, 7' ein durch die Wicklung 9 induziertes Magnetfeld auf, welches schematisch angedeutet ist. Aus der Figur 1 ist ersichtlich, dass sich der Spulenkern 2 in einem ungefähr orthogonalen Winkel zum Schienenkopf 10 befindet. Die Elektronik, welche durch die Wicklung 9 die Sensorspule 1 ansteuern kann, ist in der Figur 1 sowie in den nachfolgenden Abbildungen nicht abgebildet.

[0036] In der Figur 2 ist, analog zur Figur 1, eine Sen-

sorspule 1 abgebildet, welche einen Spulenkern 2 aufweist. Ebenso ist die Bewegungsrichtung 3 von nicht abgebildeten Rädern des Schienenfahrzeuges schematisch durch gestrichelte Pfeile eingezeichnet. Aus der Figur 2 wird insbesondere ersichtlich, dass sich die Stirnflächen 7, 7' des Spulenkerns 2 in einer Ebene befinden, welche durch den ersten Schienenkopf 10 und den zweiten diesem gegenüberliegenden Schienenkopf 10' aufgespannt wird. Der Spulenkern 2 befindet sich in einem ungefähr orthogonalen Winkel zur Bewegungsrichtung 3 der Räder des Schienenfahrzeuges.

[0037] Die Figur 3 zeigt eine detaillierte Ansicht der ersten Ausführungsform, wie bereits in Bezug auf die Figuren 1 und Figur 2 beschrieben. Zusätzlich eingezeichnet ist das Rad 4 eines Schienenfahrzeuges, welches sich in Bewegungsrichtung 3 bewegt. Auch eingezeichnet ist das magnetische Feld 5 des Schienenfahrzeuges, welches von diesem emittiert wird. Dieses magnetische Feld 5 kann beispielsweise durch eine Wirbelstrombremse, durch Magnetschienenbremsen oder durch eine starke Stromaufnahme von den Antriebseinheiten des Schienenfahrzeuges erzeugt werden. Es ist anzumerken, dass das magnetische Feld 5 des Schienenfahrzeuges vorliegend nur sehr schematisch eingezeichnet ist. Nichtsdestotrotz ist es ersichtlich, dass das magnetische Feld des Schienenfahrzeuges 5 in die Stirnflächen 7, 7' des Spulenkerns 2 eintritt und sowohl durch die symmetrische Ausgestaltung des Spulenkerns 2, als auch durch die ungefähr orthogonale Positionierung des Spulenkerns 2, abgeschwächt wird, bzw. wird die durch dieses magnetische Feld 5 in die jeweiligen Stirnflächen 7, 7' induzierten Spannung kompensiert. Die mit der Wicklung 9 verbundene Elektronik (nicht abgebildet) wird folglich durch keine Störspannung beeinträchtigt.

[0038] Die Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Sensorspule. Auch hier weist die Sensorspule 1 einen Spulenkern 2 auf, welcher in einem ungefähr orthogonalen Winkel zu einer Bewegungsrichtung 3 eines Rades eines Schienenfahrzeuges 4 angeordnet ist. In der vorliegenden Ausführungsform werden beispielsweise durch den elektrischen Antrieb (nicht abgebildet) des Rades des Schienenfahrzeuges 4 magnetische Felder 5 emittiert, welche jeweils in die Stirnflächen 7, 7' eintreten. Auch ist es ersichtlich, dass in die Stirnfläche 7 mehr magnetische Feldlinien eintreten, als in der Stirnfläche 7'. Um dennoch eine Abschwächung des emittierten magnetischen Feldes 5, bzw. der durch diese induzierten Spannung zu ermöglichen, ist um den Schenkel 8 eine Wicklung 9 gewickelt, welche weniger Windungen aufweist, als die Wicklung 9' um den Schenkel 8'. Hierdurch wird erreicht, dass das emittierte magnetische Feld 5 abgeschwächt wird, bzw. die von diesem Feld erzeugte Spannung in den beiden Schenkeln 8, 8' betragsmäßig gleich ist, wodurch keine Störspannung an einer an der Sensorspule angeschlossenen Elektronik auftritt. Dies wird sowohl durch die orthogonale Anordnung zur Bewegungsrichtung 3 des Rades des Schienenfahrzeuges 4, als auch durch die Form des Spulenkerns 2 und durch

die unterschiedlichen Wicklungen 9, 9', erreicht.

[0039] Die Figur 5 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sensorspule 1, wobei die Sensorspule 1 hier ebenfalls einen Spulenkern 2 aufweist. Der Unterschied zur ersten bzw. zweiten Ausführungsform besteht darin, dass der Schenkel 8' bzw. die Stirnfläche 7' größer dimensioniert ist, als der Schenkel 8 bzw. die Stirnfläche 7. Durch diese unterschiedliche Dimensionierung der Schenkel 8, 8' tritt in jedem der Schenkel 8, 8' in Summe ein bezogen auf den magnetischen Fluss gleich großes magnetische Feld 5 ein, und, aufgrund der größeren Dimension des Schenkels 8', wird eine betragsmäßig gleich große Spannung induziert. Hierdurch wird es möglich, dass sowohl für den Schenkel 8 als auch für den Schenkel 8' die gleichen Wicklungszahlen 9 verwendet werden. Eine mit der Sensorspule 1 verbundene Elektronik wird folglich durch keine Störspannung gestört.

[0040] Die Figur 6 zeigt eine vierte Ausführungsform der Sensorspule 1, wobei der Spulenkern 2 eine U-Form aufweist. Selbstverständlich ist es auch möglich, wenngleich auch in der Figur 6 nicht abgebildet, dass der Spulenkern 2 beispielsweise eine E-Form, oder eine F-Form aufweist. Unabhängig von den genannten speziellen Formen ist jeder Spulenkern möglich, welcher bedingt durch seine Form mindestens zwei Schenkel aufweist. Bei der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform ist sowohl das Rad des Schienenfahrzeuges 4, als auch mit einem gestrichelten Pfeil die Bewegungsrichtung 3 dieses Rades des Schienenfahrzeuges 4 angedeutet. Durch den Antrieb (nicht abgebildet) des Rades des Schienenfahrzeuges wird ein magnetisches Feld 5 erzeugt. Dieses magnetische Feld 5 trifft mit jeweils unterschiedlicher Intensität auf die Stirnflächen 7, 7' und induziert folglich in die Schenkel 8, 8' eine Spannung. Aufgrund der orthogonalen Anordnung des Spulenkerns, sowie aufgrund der U-förmigen Form des Spulenkerns, sind die in der Wicklung 9 resultierenden Spannungen, welche durch das magnetische Feld 5 des Schienenfahrzeuges induziert werden, gleich groß, jedoch mit einem unterschiedlichen Vorzeichen behaftet. Hierdurch heben sich diese induzierten Spannungen gegenseitig auf. Eine mit dem Spulenkern 2 verbundene Elektronik (nicht abgebildet) erfährt folglich keine Störspannung.

[0041] Die Figur 7 zeigt eine Kombination einiger der vorhergehenden Ausführungsbeispiele. Mit einer derartigen Kombination kann beispielsweise die Bewegungsrichtung 3 eines Fahrzeuges sehr sicher detektiert werden. Ebenso ist es hierdurch möglich, dass eine Radzählung durchgeführt wird. Hierdurch können beispielsweise Aussagen über eine Bewegung diverser Abschnitte eines Eisenbahnbetriebsbereiches aus der Ferne ermöglicht werden. Jede der abgebildeten Sensorspulen 1 besitzt jeweils einen Spulenkern 2. Zur besseren Übersicht ist das von dem Rad des Schienenfahrzeuges 4, beispielsweise von dem Antrieb des Rades des Schienenfahrzeuges 4, erzeugte magnetische Feld nicht eingezeichnet in der Figur 7. Jeder der Spulenkerns 2 weist

jeweils Schenkel 8, 8' auf, wobei diese jeweils eine Stirnfläche 7, 7' umfassen. Um diese Schenkel 8, 8' sind jeweils Wicklungen 9 bzw. 9' gewickelt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Spulenkerns 2 in ihrer Längsachse 6 des jeweiligen Spulenkerns 2 in einem ungefähr orthogonalen Winkel zum Schienenkopf 10 angeordnet sind. Durch eine derartige Anordnung und durch eine derartige Konstruktion der Spulenkerns werden die vom Schienenfahrzeug aktiv emittierten magnetischen Felder bzw. die durch diese magnetischen Felder in die jeweiligen Stirnflächen 7, 7' induzierten Spannungen kompensiert, so dass eine an den jeweiligen Spulenkerns 2 angeschlossene Elektronik (nicht abgebildet) keine Störspannung erfährt.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Sensorspule
2	Spulenkern
3	Bewegungsrichtung
4	Rad des Schienenfahrzeuges
5	magnetisches Feld des Schienenfahrzeuges
6	Längsachse des Spulenkerns
7, 7'	Stirnflächen
8, 8'	Schenkel
9, 9'	Wicklungen
10, 10'	Schienenkopf

Patentansprüche

1. Sensor zum Erfassen von Metallteilen, insbesondere von metallischen oder teilmetallischen Rädern eines Schienenfahrzeuges, mit einem elektrischen Schwingkreis, welcher mindestens eine Sensorkapazität und einen Spulenkern (2) umfassende und ein magnetisches Feld erzeugende Sensorspule (1) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) der Sensorspule (1), bezogen auf dessen Längsachse (6), ungefähr in einem orthogonalen Winkel zu einer Bewegungsrichtung (3) der metallischen oder teilmetallischen Räder (4) des Schienenfahrzeuges angeordnet ist, um ein von dem Schienenfahrzeug ausgehendes magnetisches Feld (5) abzuschwächen.
2. Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) aus hochpermeablen Material besteht.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) ein Ferritkern ist.

4. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) entlang der Längsachse (6) eine Fläche umschließt und an seinen Enden mindestens zwei Stirnflächen (7, 7') aufweist, aus denen der größte Teil des magnetischen Feldes eintritt und/oder austritt. 5
5. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) eine U-Form, eine E-Form, oder eine F-Form aufweist. 10
6. Sensor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) bedingt durch seine Form, mindestens zwei Schenkel (8, 8') aufweist. 15
7. Sensor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungen (9) der Sensorspule (2) asymmetrisch um die Schenkel (8, 8') gewickelt sind. 20
8. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorspule (1) an verschiedenen Stellen des Spulenkerns (2) unterschiedliche Wicklungszahlen aufweist. 25
9. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wicklung (9) entlang des Spulenkerns (2) aufgetragen ist. 30
10. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Wicklung (9) der Sensorspule (1) an einem beliebigen Ort des Spulenkerns (2) angeordnet ist. 35
40
11. Sensor nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schenkel (8, 8') unterschiedlich dimensioniert sind. 45
12. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor in einem Gehäuse verbaut ist, wobei das magnetische Feld der Sensorspule (1) derart dimensioniert ist, dass es aus dem Gehäuse hinausgeht. 50
13. Verwendung von mindestens zwei Sensoren nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Bestimmung einer Bewegungsrichtung (3) eines Schienenfahrzeuges. 55
14. Verfahren zum Abschwächen eines von einem Schienenfahrzeug ausgehenden magnetischen Feldes (5), aufweisend den Schritt: Anbringen einer Sensorspule (1) eines elektrischen Schwingkreises, wobei die Sensorspule (1) einen Spulenkern (2) aufweist, welcher, bezogen auf dessen Längsachse (6), ungefähr in einem orthogonalen Winkel zu einer Bewegungsrichtung (3) der metallischen oder teilmetallischen Räder (4) des Schienenfahrzeuges angeordnet wird, um ein von dem Schienenfahrzeug ausgehendes magnetisches Feld (5) abzuschwächen.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass das durch die Sensorspule (1) erzeugte magnetische Feld in Richtung der metallischen oder teilmetallischen Räder (4) des Schienenfahrzeuges abgestrahlt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenkern (2) entlang der Längsachse (6) eine Fläche umschließt und an seinen Enden mindestens zwei Stirnflächen (7, 7') aufweist, aus denen der größte Teil des magnetischen Feldes eintritt und/oder austritt, wobei der Spulenkern (2) derart positioniert ist, dass die beiden Flächen (7, 7') in einer Ebene liegen, welche von einem Schienenkopf (10) zu einem diesen gegenüberliegenden zweiten Schienenkopf (10') aufgespannt wird.

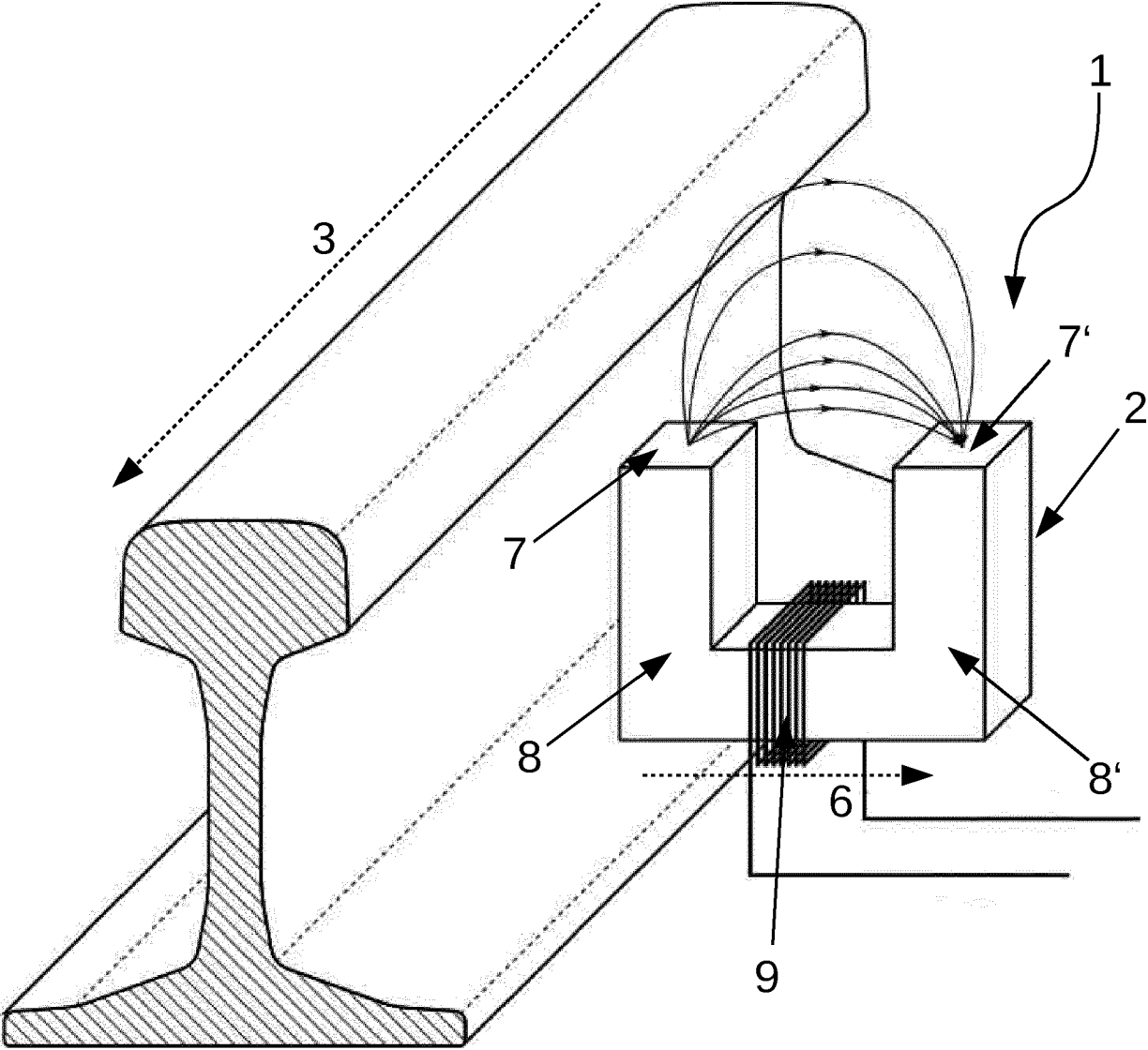


Fig. 1

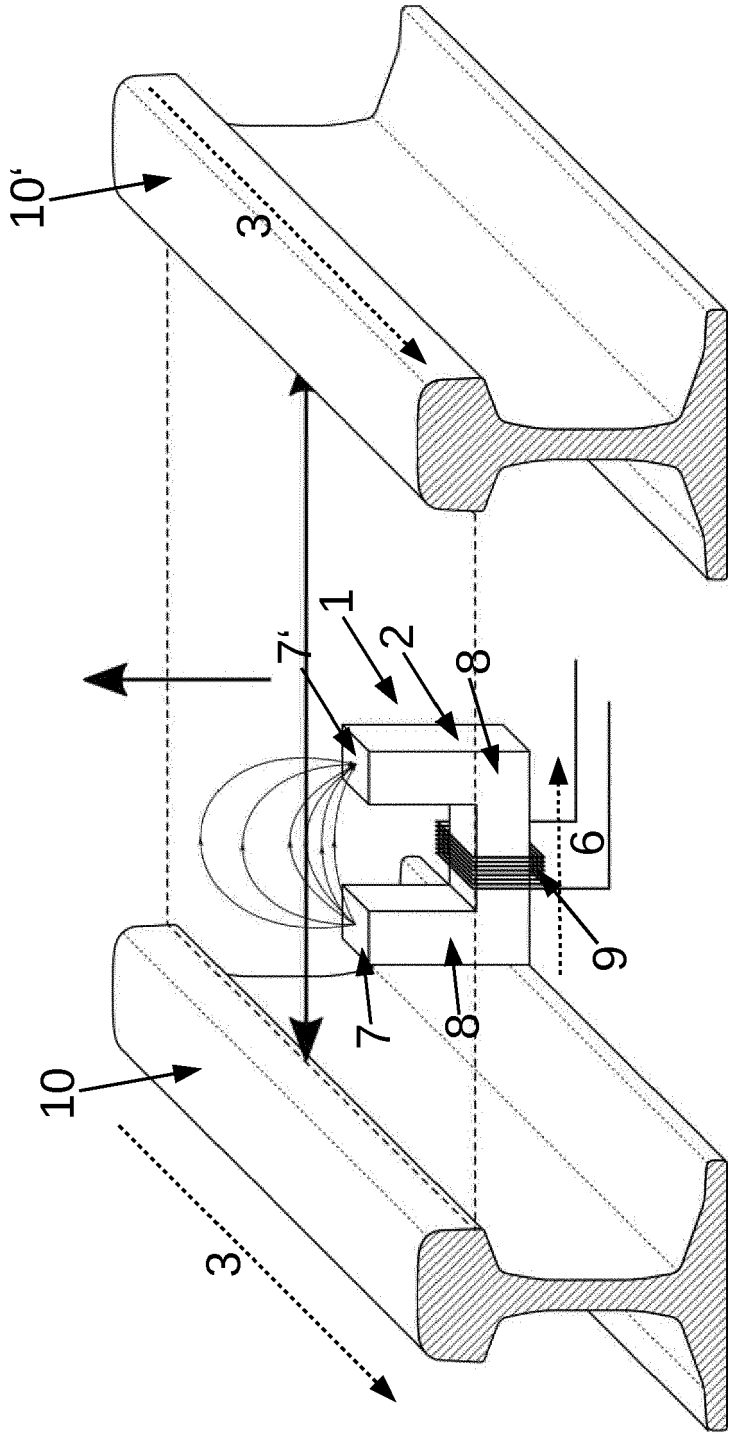


Fig. 2

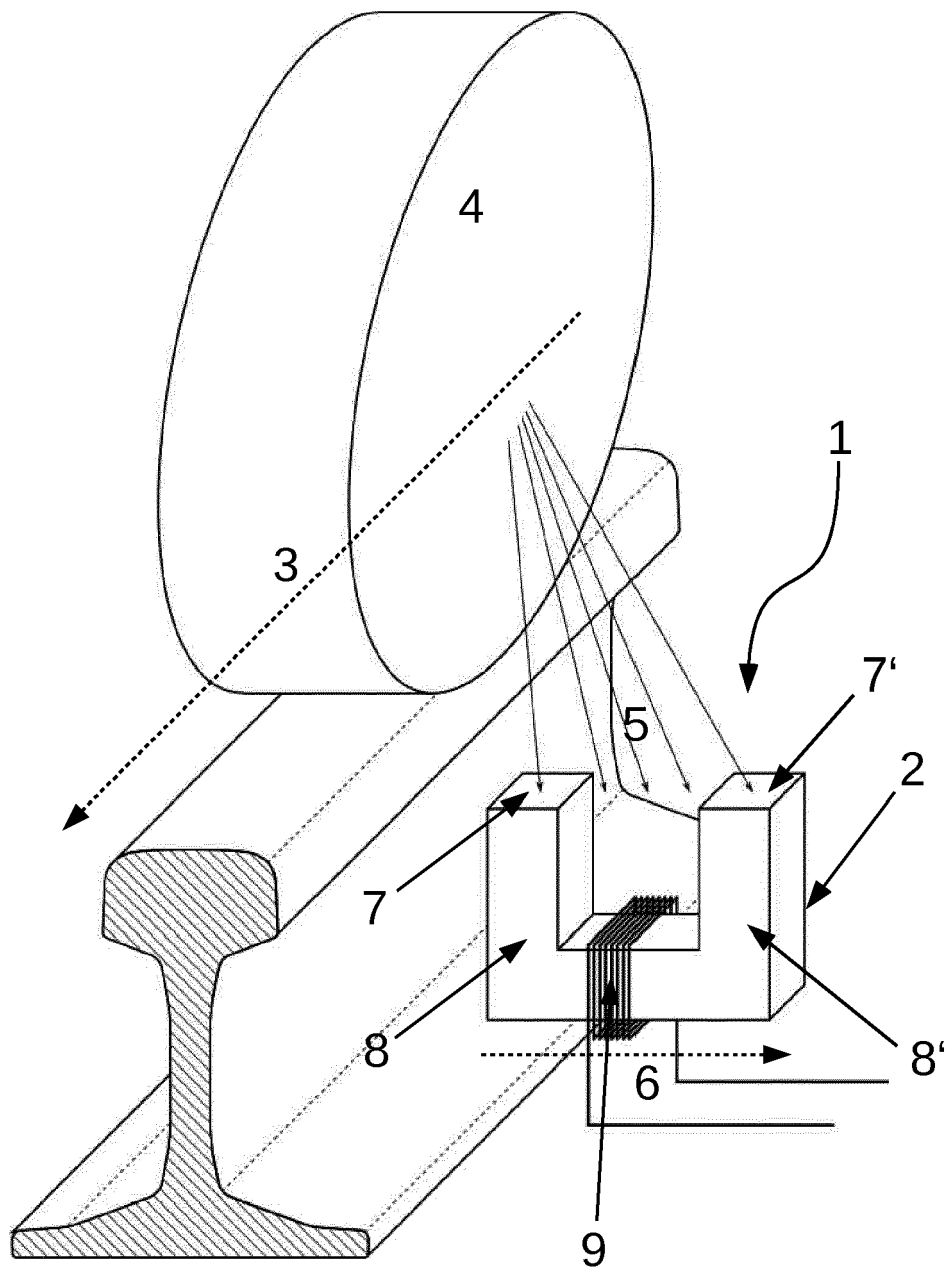


Fig. 3

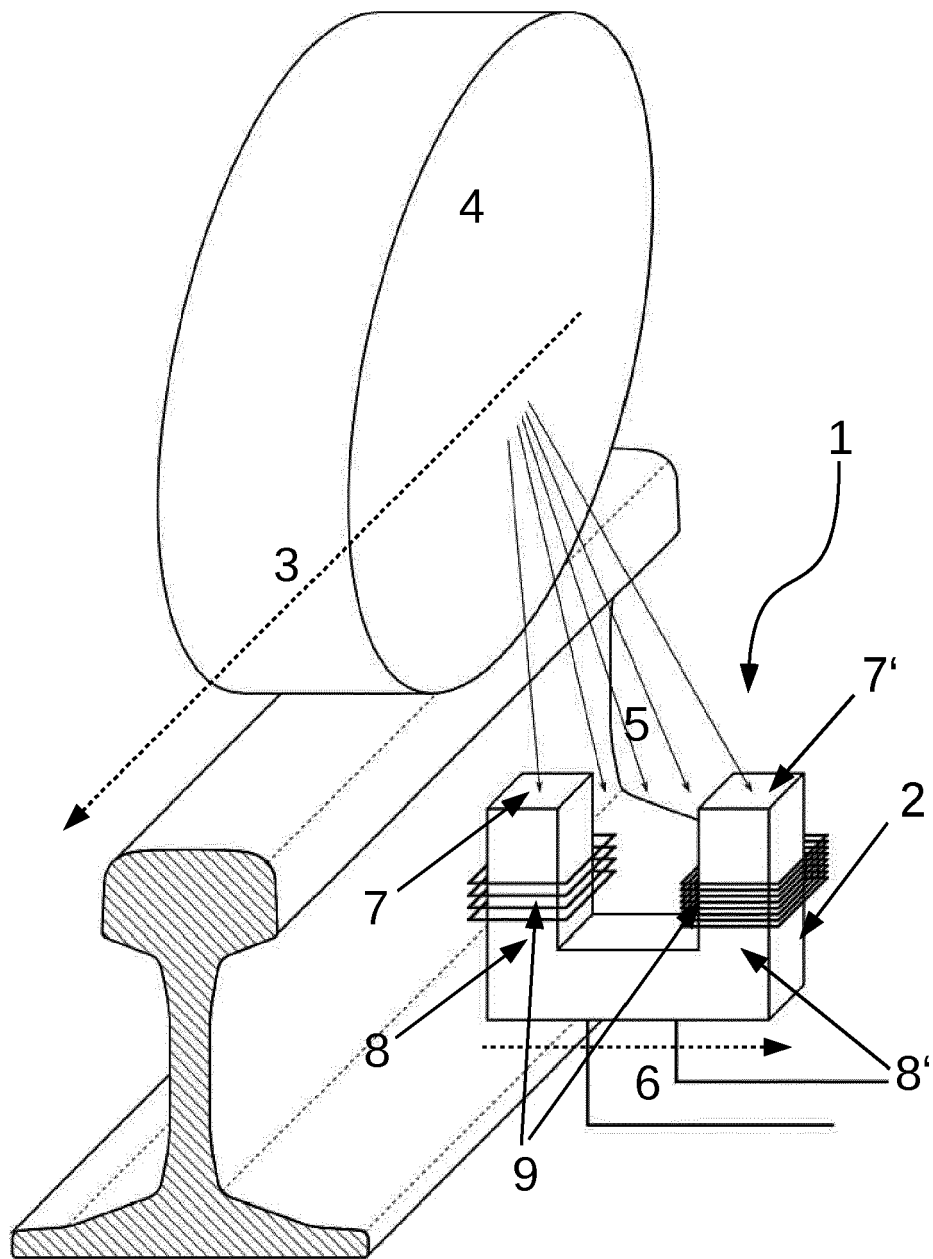


Fig. 4

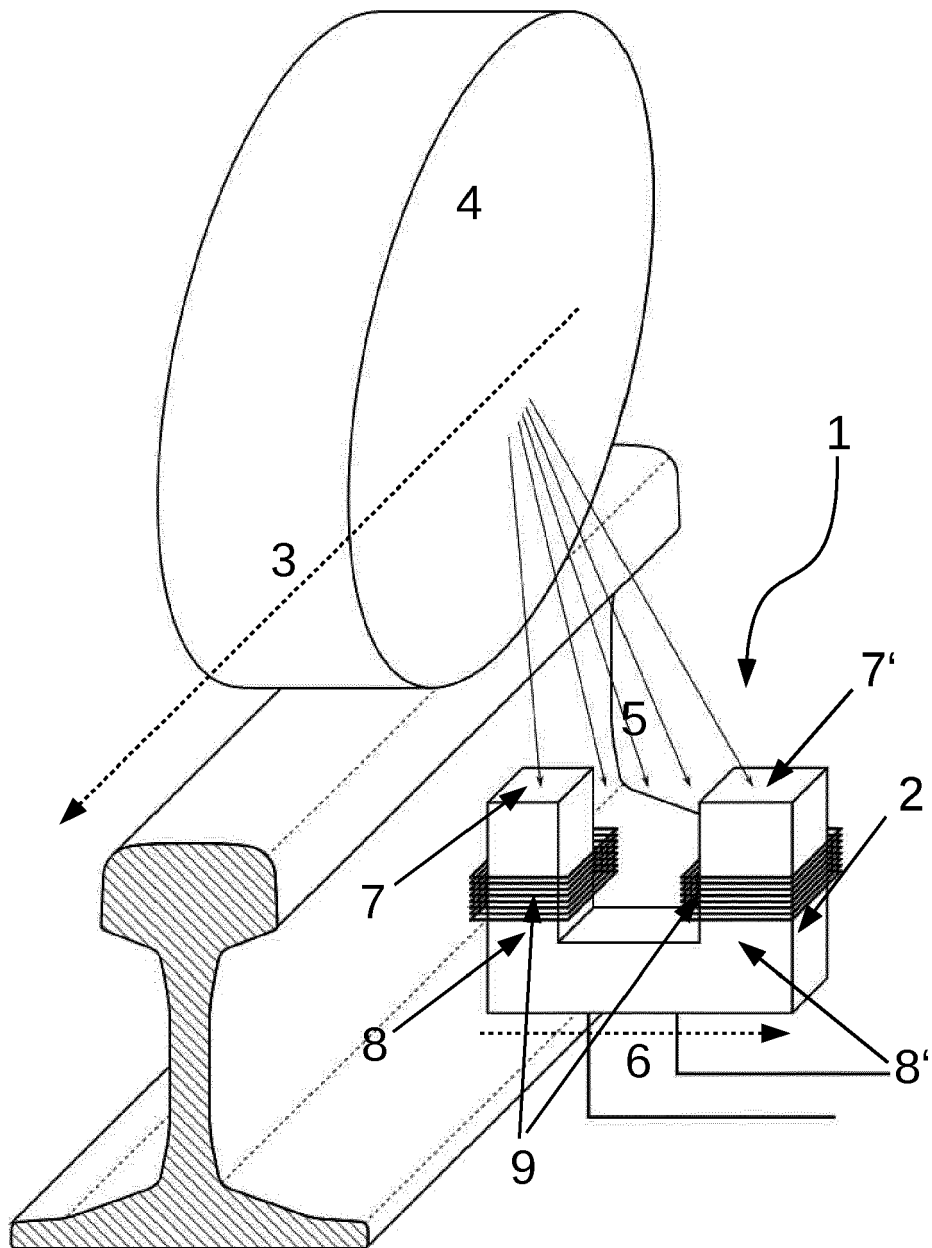


Fig. 5

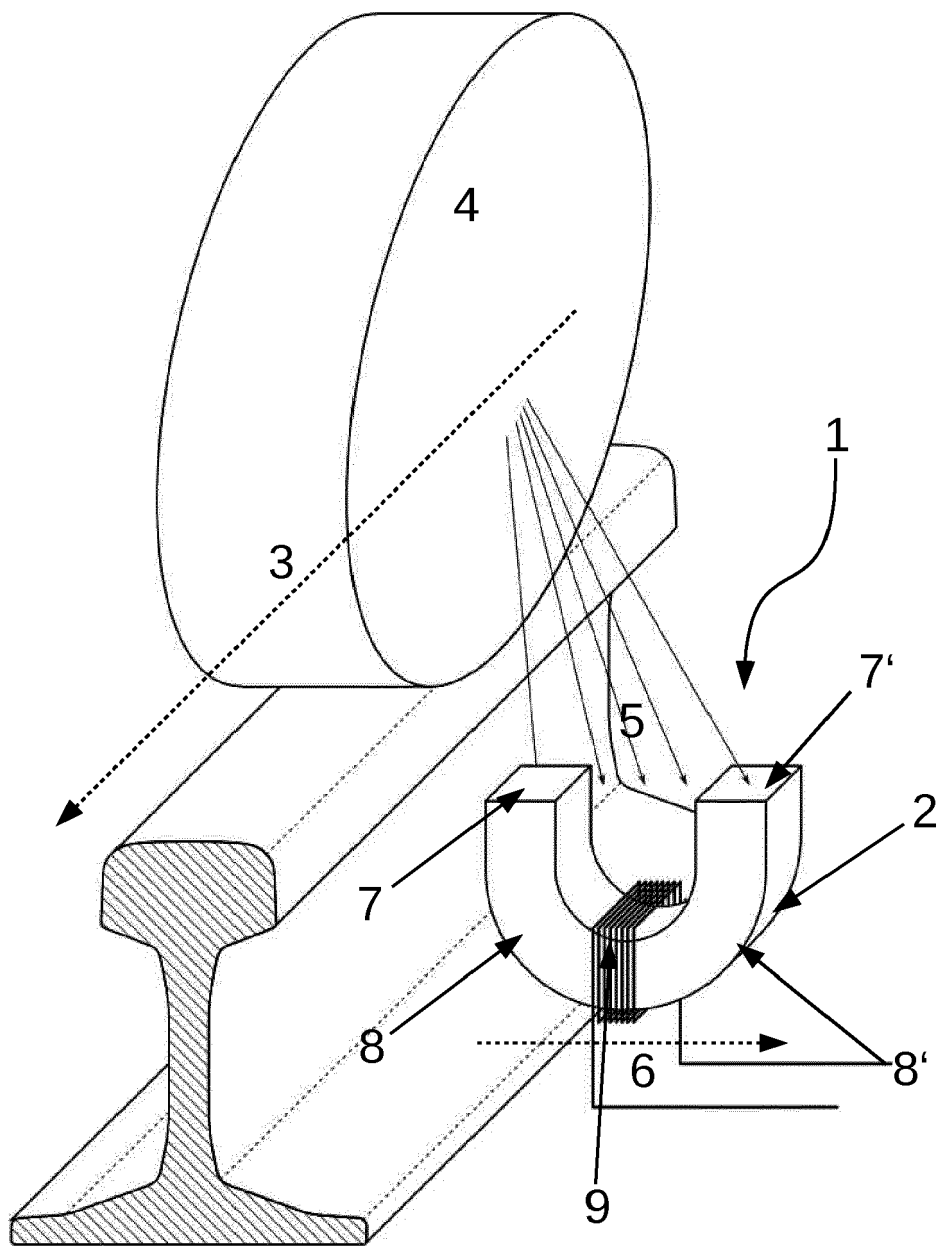


Fig. 6

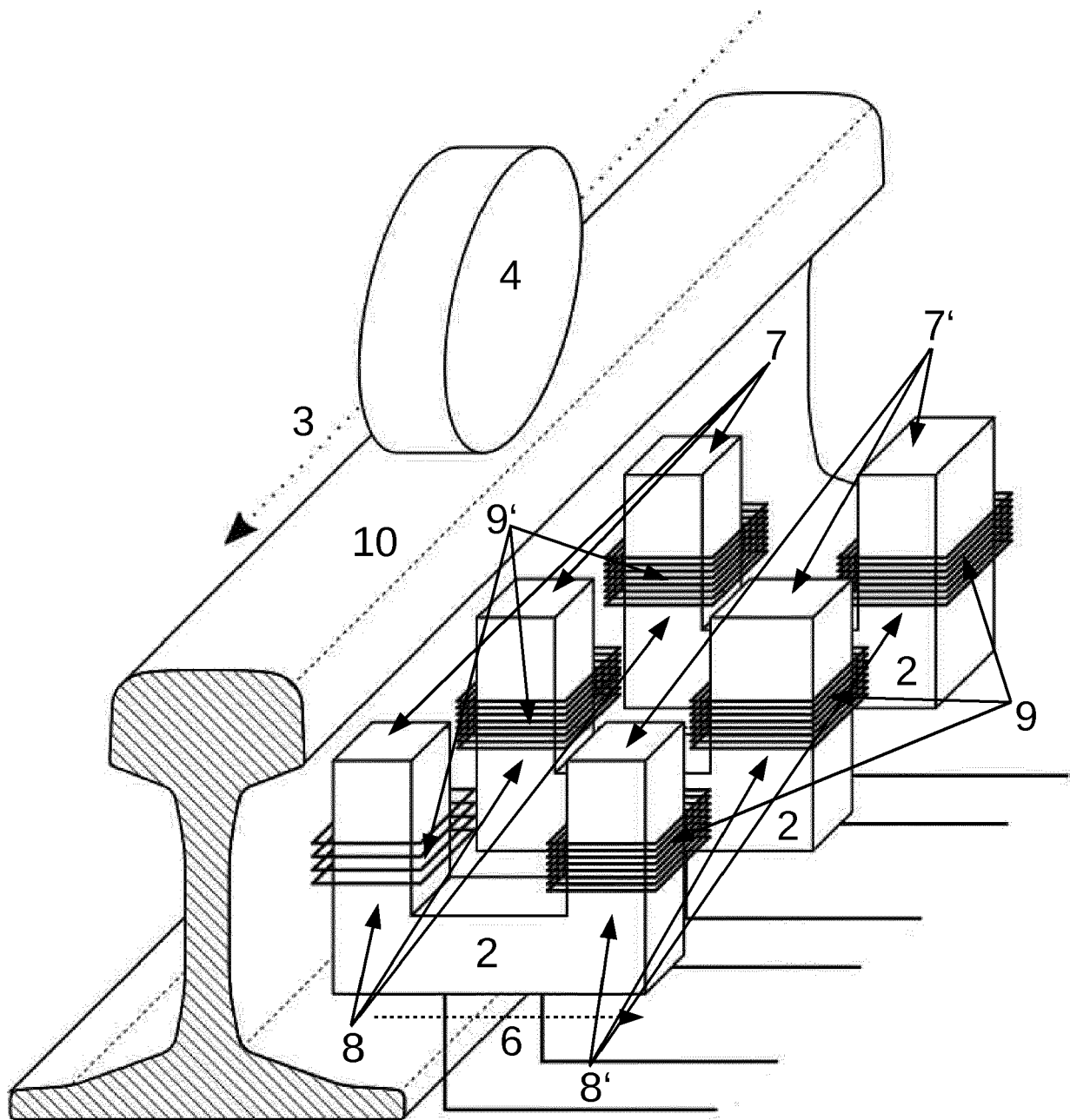


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 17 2212

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 197 09 844 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3. September 1998 (1998-09-03) * Figuren 1 - 3; Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 35 *	1-16	INV. B61L1/16
A	FR 2 469 722 A1 (SAXBY [FR]) 22. Mai 1981 (1981-05-22) * Figuren 1 und 3; Seite 3, Zeile 14 - Seite 4, Zeile 5; und Seite 5, Zeilen 18 - 33 *	1-16	
A	DE 14 05 723 A1 (WERK SIGNAL SICHERUNGSTECH VEB) 31. Oktober 1968 (1968-10-31) * Figuren 1 und 2; Seite 2, zweiter Absatz - Seite 3 *	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Oktober 2019	Prüfer Plützer, Stefan
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 17 2212

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.

14-10-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 19709844	A1	03-09-1998	KEINE	

15	FR 2469722	A1	22-05-1981	KEINE	

	DE 1405723	A1	31-10-1968	KEINE	

20					
25					
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 Patentdokumente

- DE 19915597 A1 [0006]
- DE 10137519 A1 [0007]
- WO 2010052081 A1 [0008]
- DE 102009053257 A1 [0009]