



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.01.2015 Patentblatt 2015/05**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 13/22** (2006.01) **H01Q 1/22** (2006.01)  
**H01Q 1/32** (2006.01) **H01Q 21/00** (2006.01)  
**H01Q 13/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14002324.3**

(22) Anmeldetag: **07.07.2014**

(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**

(72) Erfinder:  
• **Iliev, Stojan**  
**83026 Rosenheim (DE)**  
• **Brunner, Thomas**  
**83083 Riedering (DE)**  
• **Busse, Holger**  
**09116 Chemnitz (DE)**  
• **Behnke, Walter**  
**09243 Niederfrohna (DE)**

(30) Priorität: **25.07.2013 DE 102013012551**

(71) Anmelder: **KATHREIN Sachsen GmbH**  
**09241 Mühlau (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Findeisen & Neumann**  
**Pornitzstraße 1**  
**09112 Chemnitz (DE)**

(54) **Bodenantenne**

(57) Die Erfindung betrifft eine Bodenantenne für hochfrequente elektromagnetische Signale, die in einen Boden eingebettet werden kann. Es wird die Aufgabe gelöst, eine solche Bodenantenne zu schaffen, die kostengünstig und einfach montierbar und einrichtbar ist. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Bodenantenne als eine Rohrschlitzantenne (1, 1') ausgestaltet ist, wobei die Rohrschlitzantenne (1, 1') als Hohlraumresonator für eine stehende elektromagnetische Welle mit

einer Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H$ ) und für ein Abstrahlen und/oder ein Empfangen von elektromagnetischen Signalen mit einer Signal-Wellenlänge ( $\lambda_O$ ) durch wenigstens einen in Richtung einer Bodenoberfläche vorgesehenen Schlitz (3) der Rohrschlitzantenne (1, 1') ausgebildet ist. Weiterhin wird ein Sende- und/oder Empfangssystem unter Verwendung einer diesbezüglichen Bodenantenne vorgeschlagen. (Fig. 1)

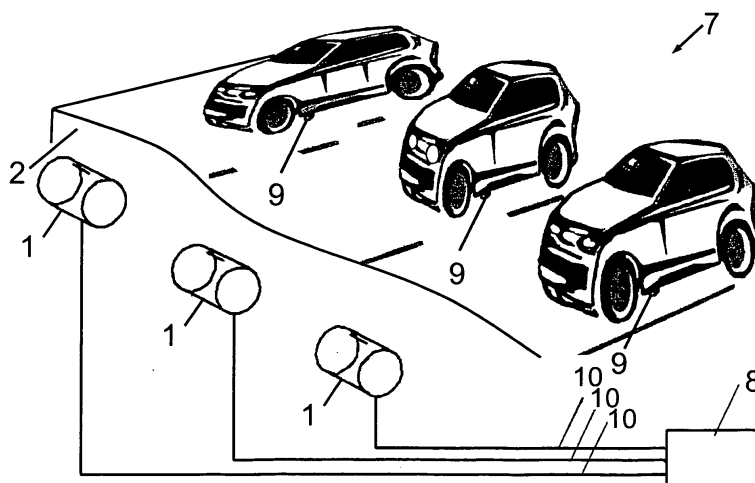


Fig. 4

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bodenantenne für hochfrequente elektromagnetische Signale, die in einen Boden eingebettet werden kann und ein Sende- und/oder Empfangssystem für hochfrequente elektromagnetische Signale mit wenigstens einer in einem Boden befindlichen Bodenantenne, wenigstens einer mit der Bodenantenne gekoppelten Sender- und/oder Empfangereinheit, und wenigstens einem bewegbaren Empfangs- und/oder Sendemodul, das dafür ausgebildet ist, von der Bodenantenne gesendete elektromagnetische Signale zu empfangen und/oder elektromagnetische von der Bodenantenne empfangbare Signale zu senden.

**[0002]** Elektromagnetische Signale, die mit Hilfe von Antennen gesendet und/oder empfangen werden, kommen im Stand der Technik für unterschiedliche Zwecke zum Einsatz. Beispielsweise beschreibt die DE 10 2011 100 046 A1 eine RFID-Vorrichtung zur Nutzung in der Logistik, bei der herkömmliche planare RFID-Antennen in einem Boden eines Transportweges und insbesondere in einem Fahrweg für Fahrzeuge angeordnet sind. Als mechanischer Schutz dieser RFID-Antennen sind Metallkonstruktionen mit Schlitzten vorgesehen, die teilweise den Boden der Transportwege bilden. Die Schlitzte in den Metallkonstruktionen dienen dabei als Sekundärstahler für RFID-Signale, sodass in der Kombination der herkömmlichen RFID-Antennen und der Metallkonstruktionen Bodenantennen ausgebildet sind. Nachteilig an dieser Lösung sind unter anderem deren aufwendige Montage und Einrichtung sowie eine starke Verstimmung der RFID-Antennen durch das Metall in unmittelbarer Nähe der RFID-Antennen. Bei großen mechanischen Belastungen der Transportwege sind darüber hinaus aufwendige mechanische Verstärkungen der geschlitzten Signaldurchlassbereiche der Metallkonstruktionen erforderlich.

**[0003]** Aus der DE 10 2007 007 674 A1 ist ein RFID-System mit einem aus für UHF RFID Wellenlängen dimensionierten Rohrschlitzantennen zusammengesetzten Portal bekannt. Dieses RFID-System kann durch das Portal transportierte und mit RFID-Transpondern gekennzeichnete Waren erfassen. Nachteilig an dieser technischen Lösung ist der hohe bauliche Aufwand zur Errichtung des Portals, insbesondere wenn mehrere Fahrspuren, die beispielsweise von mehreren LKW befahren werden können, überwacht werden sollen.

**[0004]** Es sind daher Aufgaben der Erfindung, eine Bodenantenne und ein Sende- und/oder Empfangssystem mit der Bodenantenne vorzuschlagen, die kostengünstig und einfach montierbar und einrichtbar sind.

**[0005]** Die Aufgabe wird in einem Aspekt durch eine Bodenantenne der eingangs genannten Gattung gelöst, die sich dadurch auszeichnet, dass die Bodenantenne als eine Rohrschlitzantenne ausgestaltet ist, wobei die Rohrschlitzantenne als Hohlraumresonator für eine stehende elektromagnetische Welle mit einer Hohlleiter-Wellenlänge  $\lambda_H$  und für ein Abstrahlen und/oder ein Emp-

fangen von elektromagnetischen Signalen mit einer Signal-Wellenlänge  $\lambda_O$  durch wenigstens einen in Richtung einer Bodenoberfläche vorgesehenen Schlitz der Rohrschlitzantenne ausgebildet ist.

**[0006]** Bei der erfindungsgemäßen Lösung, als Bodenantenne eine Rohrschlitzantenne einzusetzen, sind wegen der hohen mechanischen Belastbarkeit einer Rohrschlitzantenne keine die Bodenantenne schützenden Metallkonstruktionen zur Aufnahme mechanischer Kräfte erforderlich. Stattdessen kann die erfindungsgemäße Bodenantenne bei richtiger Auslegung selbst hohe mechanische Kräfte aufnehmen. Der Schlitz der Rohrschlitzantenne kann zur weiteren Erhöhung der Belastbarkeit mit einem festen für elektromagnetische Strahlen transparenten Material verschlossen sein. Die Rohrschlitzantenne kann einfach in einen Boden eingebettet werden. Der Boden kann dabei aus verschiedenen für elektromagnetische Strahlen transparenten Materialien, beispielsweise aus Bitumen, Tartan, Asphalt oder Beton bestehen. Bei dem mit der Bodenantenne ausgestatteten Boden kann es sich beispielsweise um eine Fahrspur, eine Fahrbahn mit mehreren Fahrspuren, den Boden einer Produktionshalle oder um Laufbahnen in einem Stadion handeln.

**[0007]** Die Bodenantenne kann wie jede Antenne sowohl als eine Sendeantenne als auch als eine Empfangsantenne für elektromagnetische Wellen eingesetzt werden. Zur technischen Ausnutzung elektromagnetischer Wellen zum Zweck von Datenübertragungen sind die Wellen üblicherweise zu Signalen geformt, d.h. in einer geeigneten Weise moduliert. In einem RFID-System sendet ein RFID-Lesegerät hochfrequente elektromagnetische Signale, ein RFID-Transponder moduliert diese Signale und das RFID-Lesegerät registriert diese Modulation des von dem Lesegerät gesendeten Signals. In anderen Sende- und Empfangssystemen wird die Bodenantenne zumindest zeitabschnittsweise als reine Sendeantenne oder als reine Empfangsantenne oder sowohl zum Senden als auch zum Empfangen von Daten genutzt.

**[0008]** Die von der Bodenantenne gesendeten und/oder empfangenen Signale haben im Vakuum eine Vakuum-Signal-Wellenlänge. In Luft oder anderen dielektrischen Medien verkürzt sich die Signal-Wellenlänge in dem Medium umgekehrt proportional zu der Brechzahl des Mediums. Das beidseitig geschlossene Rohr der Rohrschlitzantenne wirkt als Hohlraumresonator für eine stehende elektromagnetische Welle mit einer Hohlleiter-Wellenlänge  $\lambda_H$ , wobei die Hohlleiter-Wellenlänge  $\lambda_H$  größer ist als die Signal-Wellenlänge  $\lambda_O$ , mit der das Signal aus dem Schlitz der Rohrschlitzantenne austritt. Die Resonanzbedingung des Hohlraumresonators ist bei axialen Antennenlängen erfüllt, die eine einfache oder mehrfache Länge der halben Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ), beispielsweise eine Länge von  $\lambda_H/2$  oder  $\lambda_H$  oder  $3/2 \lambda_H$ , haben. Die Länge des Schlitzes ist ungefähr gleich der halben Signal-Wellenlänge ( $\lambda_O/2$ ) der Signale außerhalb des Schlitzes.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Bodenantenne ist vorzugsweise aus einem beidseitig durch leitfähige Platten geschlossenen und elektrisch leitfähigen Rundrohr ausgebildet, in dessen zylindermantelförmiger Rohrwandung der wenigstens eine Schlitz axial ausgerichtet ist.

**[0010]** In dieser Ausbildung hat das Rohr der Rohrschlitzantenne einen runden Querschnitt. Runde Rohre können besonders günstig hergestellt werden. Prinzipiell können aber auch andere Rohre, beispielsweise Hohlprofile mit einem rechteckigen Querschnitt, eingesetzt werden. Die rohrförmige bzw. hohlzylindrische Rohrschlitzantenne ist an den beiden Zylindergrundflächen durch leitfähige Platten geschlossen, wobei die Platten als Reflektoren für sich in dem Rohr ausbreitende elektromagnetische Wellen dienen. Auf diese Weise entsteht ein im Wesentlichen geschlossener Hohlraum.

**[0011]** In der bevorzugten Ausbildung der erfindungsgemäßen Bodenantenne weist die Rohrschlitzantenne eine Rohrlänge, die etwa gleich einer Periode der Hälfte der Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ) ist, und einen Rohrdurchmesser, der die Ausbildung einer stehenden Welle in der fundamentalen transversalen elektrischen Mode  $TE_{011}$  bei Unterdrückung höherer Moden bewirkt, auf.

**[0012]** In der Rohrwandung befindet sich ein Schlitz, der in axialer Richtung parallel zu der Achse des Rohres ausgerichtet ist. Der Mittelpunkt des Schlitzes befindet sich in axialer Richtung bei  $\lambda_H/4$ , also bei einer  $\lambda_H/2$ -langen Antenne in der Mitte des Rohres. Die Länge und die Breite der Bodenantenne sind derart abgestimmt, dass die Fundamentalmode  $TE_{011}$  angeregt wird, höhere Moden jedoch nicht.

**[0013]** In Ausführungsbeispielen von für die UHF RFID Frequenzen 865 MHz oder 928 MHz verwendbaren Bodenantennen haben die Rohrschlitzantennen eine Rohrlänge von 492,0 mm oder eine um weniger als 50 % von 492,0 mm abweichende Rohrlänge und einen Rohrdurchmesser von 219,1 mm.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausbildung weist die erfindungsgemäße Bodenantenne einen radial von der Rohrwandung der Rohrschlitzantenne aus in das Rohr ragenden Speisestab auf, wobei der Speisestab axial bezüglich des Schlitzes etwa zentriert und auf einem Umfang des Rohres um etwa 90° zu dem Schlitz versetzt angeordnet ist.

**[0015]** Über den Stab wird die Hochfrequenz in den Hohlraumresonator eingekoppelt, wobei der Stab eine Kopplung eines Antennenkabels an das elektrische Feld in dem Hohlraum bewirkt. Diese Art der Kopplung wird auch als Stiftkoppelung bezeichnet. Es kann aber auch eine andere Art der Koppelung, beispielsweise die Schleifenkoppelung an das magnetische Feld eingesetzt werden. Für eine einfache Montage ist es günstig, den Speisestab und das in die Bodenantenne mündende Antennenkabel horizontal auszurichten. Bei einem nach oben orientierten Schlitz ist in diesem Fall der Speisestab horizontal und auf dem Umfang des Rohres um 90° zu dem Schlitz versetzt. Der Speisestab kann aber auch in beliebigen anderen Winkeln zu dem Schlitz versetzt an-

geordnet sein.

**[0016]** Bei Verwendung der Stiftkoppelung ist der Speisestab vorzugsweise an einem in der Rohrwandung befindlichen Steckverbinder befestigt, wobei der Steckverbinder ein Stecker und/oder eine Buchse ist. Durch den Steckverbinder kann das Antennenkabel unabhängig von der Antenne konfektioniert und montiert werden, ohne die Stiftkoppelung in der Rohrschlitzantenne zu beeinflussen. Je nach Ausbildung des Steckverbinders wird zwischen Stecker und Buchse unterschieden. Mitunter ist jeweils ein Pol des Steckverbinders als Stecker und ein jeweils anderer Pol als Buchse ausgebildet, so dass der Steckverbinder in diesem Fall sowohl Stecker als auch Buchse ist.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung der erfindungsgemäßen Bodenantenne weist die Rohrschlitzantenne wenigstens zwei entlang einer Linie angeordnete Schlitz auf, wobei der Abstand der Mittelpunkte der Schlitz etwa gleich einer Periode der Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H$ ) ist. Längere Antennen mit mehreren Schlitz zeigen sich durch höhere Antennengewinne aus.

**[0018]** In einer anderen vorteilhaften Ausbildung der erfindungsgemäßen Bodenantenne weist die Rohrschlitzantenne wenigstens zwei neben einer Mittellinie abwechselnd in entgegengesetzte Richtungen versetzt angeordnete Schlitz auf, wobei der axiale Abstand der Mittelpunkte der Schlitz etwa gleich einer Periode der Hälfte der Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ) ist und wobei der Speisestab axial bezüglich des Schlitzes etwa zentriert und auf einem Umfang des Rohres um etwa 180° zu der Mittellinie versetzt angeordnet ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist pro Halbwelle der Hohlleiterwellenlänge ein Schlitz vorhanden. Durch die 180° auf dem Rohrumfang gegenüber der Mittellinie versetzt angeordnete Speisung sind die Schlitz umfänglich symmetrisch zu dem Speisepunkt beabstandet.

**[0019]** Die Aufgabe der Erfindung wird in einem Aspekt auch durch ein Sende- und/oder Empfangssystem der eingangs definierten Gattung gelöst, in welchem der Boden aus einem für hochfrequente elektromagnetische Strahlung transparenten Material ausgebildet ist und erfindungsgemäß die Bodenantenne eine in den Boden eingebettete Rohrschlitzantenne ist.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Sende- und/oder Empfangssystem weist eine mechanisch belastbare Rohrschlitzantenne auf. Eine Metallkonstruktion als Bestandteil der Bodenantenne wie im Stand der Technik ist hingegen nicht vorgesehen. Der Boden in dem erfindungsgemäßen Sende- und/oder Empfangssystem besteht nicht aus Metall sondern aus einem zumindest teilweise für hochfrequente elektromagnetische Strahlung transparenten Material, so dass von der Bodenantenne gesendete Signale aus dem Boden austreten und in Richtung des Bodens gesendete Signale von der Bodenantenne empfangen werden können.

**[0021]** In einer bevorzugten Ausbildung des erfindungsgemäßen Sende- und/oder Empfangssystems ist die Sender- und/oder Empfängereinheit in der Rohr-

schlitzantenne angeordnet. In diesem Fall hat die Rohrschlitzantenne die zusätzliche Funktion eines Gehäuses für die Sender- und/oder Empfängereinheit. Dadurch wird ein externes Gehäuse für die Sender- und/oder Empfängereinheit eingespart. Eine weitere Einsparung ergibt sich aus dem entfallenden Antennenkabel, das sonst die Bodenantenne und eine extern angeordnete Sender- und/oder Empfängereinheit verbindet. Die in der Rohrschlitzantenne angeordnete Sender- und/oder Empfängereinheit wird in einem Ausführungsbeispiel über ein Kabel mit Energie versorgt. In einer vorteilhaften Ausgestaltung dieses erfindungsgemäßen Sende- und/oder Empfangssystems weist die Sender- und/oder Empfängereinheit eine drahtlose Datenübertragungsschnittstelle auf. Die drahtlose Datenübertragungsschnittstelle, beispielsweise nach dem WLAN oder dem ZigBee Standard, ermöglicht einen kabellosen Datenaustausch zwischen der Sender- und/oder Empfängereinheit und einem Computer. In einem anderen Ausführungsbeispiel erfolgt der Datenaustausch zwischen der Sender- und/oder Empfängereinheit und dem Computer über ein Datenkabel. Der Computer ist dabei eine Komponente des Sende- und/oder Empfangssystems, der beispielsweise aus RFID-Transpondern ausgelesene Informationen weiterleitet.

**[0022]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist das erfindungsgemäße Sende- und/oder Empfangssystem wenigstens zwei in einer horizontalen Ebene zueinander um 90° gedreht angeordnete Rohrschlitzantennen, die mit um 90° phasenverschobenen Signalen gespeist werden können, auf. Damit können zirkular polarisierte Signale erzeugt werden, die unabhängig von der Ausrichtung einer Antenne eines über dem Boden bewegbaren Empfangs- und/oder Sendemoduls konstant gute Signalübertragungen ermöglichen.

**[0023]** In einem Anwendungsbeispiel ist in dem erfindungsgemäßen Sende- und/oder Empfangssystem die Sender- und/oder Empfängereinheit ein RFID-Lesegerät und das Empfangs- und/oder Sendemodul ist ein RFID-Transponder und das Sende- und/oder Empfangssystem ist dafür ausgebildet, über dem Boden bewegte RFID-Transponder mit dem RFID-Lesegerät zu erfassen. Die RFID-Transponder können zur Kennzeichnung verschiedener Objekte verwendet werden. Beispielsweise handelt es sich bei den Objekten um Waren, deren Transport überwacht und von einem Computer in einer Datenbank dokumentiert wird. Die Objekte sind in anderen Anwendungsbeispielen Fahrzeuge, deren Bewegung zum Zweck einer Mautberechnung erfasst wird, oder Schuhe von Sportlern, deren Bewegung zeitlich erfasst wird. In dem erfindungsgemäßen Sende- und/oder Empfangssystem können mit mehreren Bodenantennen, die zum Beispiel mehreren Fahrspuren auf einer Straße oder mehreren Laufbahnen in einem Sportstadion zugeordnet sind, diese Fahrspuren oder Laufbahnen gleichzeitig überwacht werden.

**[0024]** Die vorliegende Erfindung soll im Folgenden an Hand von Figuren näher beschrieben werden. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bodenantenne
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bodenantenne
- Fig. 2 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bodenantenne
- Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Sende- und/oder Empfangssystem mit drei Bodenantennen

**[0025]** Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Bodenantenne in Gestalt einer Rohrschlitzantenne 1 mit einem Schlitz 3, der entsprechend einer bevorzugten Einbaulage nach oben gerichtet dargestellt ist. Die Länge des Schlitzes ist ungefähr gleich der halben Signal-Wellenlänge ( $\lambda_0/2$ ). Die Rohrschlitzantenne 1 besteht aus einem entlang einer Achse des Rohres geraden Rohr, das axial beidseitig durch planare leitfähige Platten 4 unter Ausbildung eines Hohlzylinders geschlossen ist. Die Platten 4 sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit dem Rohr verschweißt. In anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispielen ist wenigstens eine der beiden Platten 4 unter Ausbildung einer elektrisch leitfähigen Grenzfläche in das Rohr geklemmt oder an dem Rohr entlang der Achse axial verschiebbar befestigt.

**[0026]** Die Länge der Rohrschlitzantenne 1 ist mit der halben Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ) so bemessen, dass sich in der Rohrschlitzantenne 1 eine stehende elektromagnetische Welle in der fundamentalen transversalen elektrischen Mode  $TE_{011}$  ausbilden kann. Eine solche Welle wird, da der Schlitz 3 in dem Hohlraumresonator eine kleine Öffnung ausbildet, teilweise durch den Schlitz 3 abgestrahlt. Die Versorgung der Rohrschlitzantenne 1 mit einem hochfrequenten elektromagnetischen Signal erfolgt über ein nicht dargestelltes koaxiales Antennenkabel. Die Kopplung des Antennenkabels an die Antenne erfolgt über zwei miteinander verbindbare Steckverbinder 6, von denen nur der mit der Rohrschlitzantenne 1 verbundene Teil skizziert ist. An dem Steckverbinder 6 ist ein Speisestab 5 befestigt, wobei die Länge des Speisestabes 5 so bemessen ist, dass eine möglichst gute Kopplung erreicht wird, das heißt, dass möglichst wenig Reflexion des hochfrequenten elektromagnetischen Signals auftritt.

**[0027]** Der Außendurchmesser der dargestellten Rohrschlitzantenne 1 beträgt 219,1 mm und die Rohrlänge 492,0 mm. Mit diesen Abmessungen liegt die Resonanzfrequenz der  $TE_{011}$ -Mode bei 865 MHz, so dass die bei 865 MHz liegende UHF RFID Frequenz mit der Bodenantenne gesendet werden kann. Die Länge des Rohres kann in Anpassung an verschiedene Randbedingungen, wie z.B. an Antennenverstimmungen durch Antennenkabel und Schlitz, um etwa maximal 50% größer oder kleiner als 492,0 mm ausgebildet sein. Zur Realisierung anderer Frequenzbereiche, beispielsweise im 5,8 GHz-RFID-Bereich, ist eine Skalierung der Antennenabmessungen erforderlich.

**[0028]** Fig. 2 zeigt schematisch ausschnittsweise ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen

Rohrschlitzantenne 1', die im Gegensatz zu der in Fig. 1 gezeigten Rohrschlitzantenne 1 mehrere auf eine Linie angeordnete Schlitze 3 aufweist. Von den vorhandenen Schlitzen 3 sind nur drei Schlitze 3 beispielhaft dargestellt. Die Rohrschlitzantenne 1' weist den gleichen Durchmesser wie die Rohrschlitzantenne 1 auf, ihre Länge beträgt hingegen ein Mehrfaches, beispielsweise ein Fünffaches, der Rohrschlitzantenne 1. Im Inneren der Rohrschlitzantenne 1' bildet sich eine stehende Welle mit mehreren Perioden und etwa der gleichen Frequenz wie in der Rohrschlitzantenne 1 aus. Durch die mehreren Schlitze weist die Rohrschlitzantenne 1' einen höheren Gewinn auf, so dass die hochfrequenten elektromagnetischen Signale über eine größere Entfernung übertragen werden können. Zur Speisung der Rohrschlitzantenne 1' weist diese einen Speisestab 5 auf, der am Umfang der Rohrschlitzantenne 1' um 90° zu dem Schlitz versetzt angeordnet ist. Dieser Versatz ist in Fig. 2 durch Hilfslinien verdeutlicht.

[0029] Fig. 3 zeigt schematisch ausschnittsweise ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Rohrschlitzantenne 1'', die mehrere neben einer Mittellinie abwechselnd in entgegengesetzte Richtungen versetzt angeordnete Schlitze 3 aufweist. Das heißt, von der Mittellinie ausgehend sind die Schlitze abwechselnd links und rechts neben der Mittellinie angeordnet. Der axiale Abstand der Schlitze in der Rohrschlitzantenne 1'' ist mit der halben Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ) halb so groß wie der axiale Abstand der Schlitze in der Rohrschlitzantenne 1' in Fig. 2. Der Speisestab 5 ist am Zylindermantel der Rohrschlitzantenne 1'' um 180° zu der Mittellinie versetzt angeordnet.

[0030] Fig. 4 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Sende- und/oder Empfangssystem 7 mit drei der Rohrschlitzantennen 1, die in Fig. 1 separat dargestellt sind. Die Rohrschlitzantennen 1 sind in einen Boden 2 eingebettet. Der Boden 2 ist in einer Schnittdarstellung skizziert, um einen freien Blick auf die Rohrschlitzantennen 1 zu ermöglichen. Die Rohrschlitzantennen 1 sind jeweils über ein Antennenkabel 10 mit einer Sender- und/oder Empfangereinheit 8 verbunden. Bei der Sender- und/oder Empfangereinheit 8 handelt es sich um ein RFID-Lesegerät mit drei Kanälen. Die Sender- und/oder Empfangereinheit 8 ist zum Senden von Signalen nach dem RFID-Standard ausgebildet und in der Lage die von RFID-Transpondern 9 erzeugten Rückstreuungen, die bis in die Sender- und/oder Empfangereinheit 8 rückwirken, zu detektieren. Die RFID-Transponder dienen in dem skizzierten Ausführungsbeispiel zur Kennzeichnung von Kraftfahrzeugen und jede der Rohrschlitzantennen 1 dient der Überwachung einer Fahrspur einer breiten Straße.

[0031] Aus den dargestellten und erörterten Ausführungsbeispielen kann der Fachmann weitere erfindungsgemäße Bodenantennen und Sende- und/oder Empfangssysteme im Bereich der Erfindung herleiten und ausführen.

## Bezugszeichen

### [0032]

5	1, 1'	Rohrschlitzantenne
2		Boden
3		Schlitz einer Rohrschlitzantenne
4		leitfähige Platte
5		Speisestab
10	6	Steckverbinder
7		Sende- und/oder Empfangssystem
8		Sender- und/oder Empfangereinheit
9		Empfangs- und/oder Sendemodul
10		Antennenkabel
15	$\lambda_H$	Hohlleiter-Wellenlänge
	$\lambda_O$	Signal-Wellenlänge

## Patentansprüche

1. Bodenantenne für hochfrequente elektromagnetische Signale, die in einen Boden eingebettet werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenantenne als eine Rohrschlitzantenne (1, 1') ausgestaltet ist, wobei die Rohrschlitzantenne (1, 1') als Hohlraumresonator für eine stehende elektromagnetische Welle mit einer Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H$ ) und für ein Abstrahlen und/oder ein Empfangen von elektromagnetischen Signalen mit einer Signal-Wellenlänge ( $\lambda_O$ ) durch wenigstens einen in Richtung einer Bodenoberfläche vorgesehenen Schlitz (3) der Rohrschlitzantenne (1, 1') ausgebildet ist.
2. Bodenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrschlitzantenne (1, 1') aus einem beidseitig durch leitfähige Platten (4) geschlossenen und elektrisch leitfähigen Rundrohr ausgebildet ist, in dessen zylindermantelförmiger Rohrwandung der wenigstens eine Schlitz (3) axial ausgerichtet ist.
3. Bodenantenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrschlitzantenne (1, 1') eine Rohrlänge, die etwa gleich einer Periode der Hälfte der Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ) ist, und einen Rohrdurchmesser, der die Ausbildung einer stehenden Welle in der fundamentalen transversalen elektrischen Mode  $TE_{011}$  bei Unterdrückung höherer Moden bewirkt, aufweist.
4. Bodenantenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrschlitzantenne (1, 1') eine Rohrlänge von 492,0 mm oder eine um weniger als 50 % von 492,0 mm abweichende Rohrlänge und einen Rohrdurchmesser von 219,1 mm hat.
5. Bodenantenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenantenne einen radial von

- der Rohrwandung der Rohrschlitzantenne (1, 1') aus in das Rohr ragenden Speisestab (5) aufweist, wobei der Speisestab (5) axial bezüglich des Schlitzes (3) etwa zentriert und auf einem Umfang des Rohres um etwa 90° zu dem Schlitz (3) versetzt angeordnet ist. 5
6. Bodenantenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Speisestab (5) an einem in der Rohrwandung befindlichen Steckverbinder (6) befestigt ist, wobei der Steckverbinder (6) ein Stecker und/oder eine Buchse ist. 10
7. Bodenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrschlitzantenne (1') wenigstens zwei entlang einer Linie angeordnete Schlitz (3) aufweist, wobei der Abstand der Mittelpunkte der Schlitz (3) etwa gleich einer Periode der Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H$ ) ist. 15
8. Bodenantenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrschlitzantenne (1') wenigstens zwei neben einer Mittellinie abwechselnd in entgegengesetzte Richtungen versetzt angeordnete Schlitz (3) aufweist, wobei der axiale Abstand der Mittelpunkte der Schlitz (3) etwa gleich einer Periode der Hälfte der Hohlleiter-Wellenlänge ( $\lambda_H/2$ ) ist und wobei der Speisestab (5) axial bezüglich der Schlitz (3) etwa zentriert und auf einem Umfang des Rohres um etwa 180° zu der Mittellinie versetzt angeordnet ist. 20 25 30
9. Sende- und/oder Empfangssystem (7) für hochfrequente elektromagnetische Signale mit 35
- wenigstens einer in einem Boden (2) befindlichen Bodenantenne,
  - wenigstens einer mit der Bodenantenne gekoppelten Sender- und/oder Empfängereinheit (8), und 40
  - wenigstens einem bewegbaren Empfangs- und/oder Sendemodul (9), das dafür ausgebildet ist, von der Bodenantenne gesendete elektromagnetische Signale zu empfangen und/oder elektromagnetische von der Bodenantenne empfangbare Signale zu senden, 45
- dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden (2) aus einem für hochfrequente elektromagnetische Strahlung transparenten Material ausgebildet ist und die Bodenantenne eine in den Boden eingebettete Rohrschlitzantenne (1, 1') nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8 ist. 50
10. Sende- und/oder Empfangssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender- und/oder Empfängereinheit (8) in der Rohrschlitzantenne (1, 1') angeordnet ist. 55
11. Sende- und/oder Empfangssystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender- und/oder Empfängereinheit (8) eine drahtlose Datenübertragungsschnittstelle aufweist.
12. Sende- und/oder Empfangssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sende- und/oder Empfangssystem (7) wenigstens zwei in einer horizontalen Ebene zueinander um 90° gedreht angeordnete Rohrschlitzantennen (1, 1'), die mit um 90° phasenverschobenen Signalen gespeist werden können, aufweist.
13. Sende- und/oder Empfangssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender- und/oder Empfängereinheit (8) ein RFID-Lesegerät und das Empfangs- und/oder Sendemodul (9) ein RFID-Transponder ist und dass das Sende- und/oder Empfangssystem (7) dafür ausgebildet ist, über dem Boden (2) bewegte RFID-Transponder mit dem RFID-Lesegerät zu erfassen.

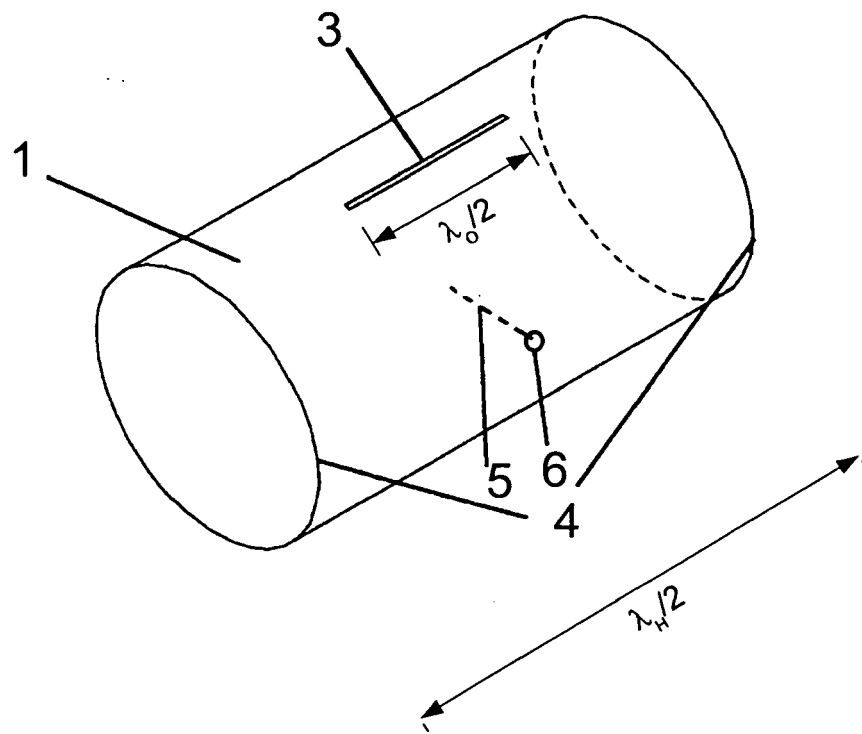


Fig. 1

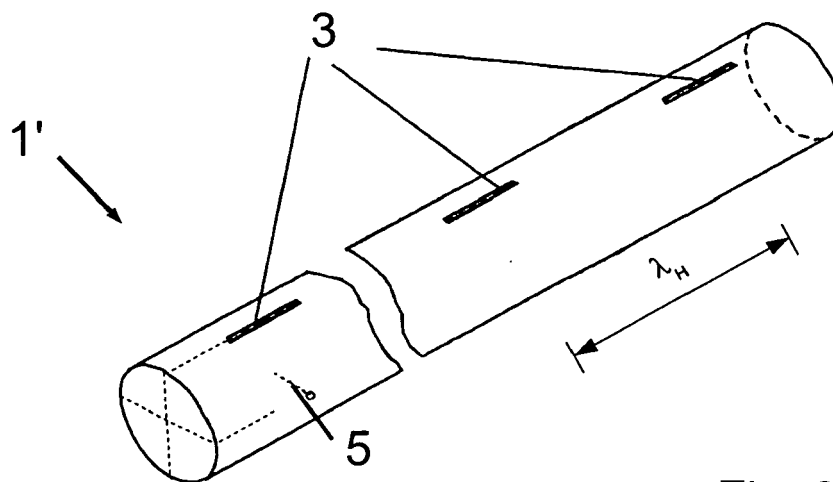


Fig. 2

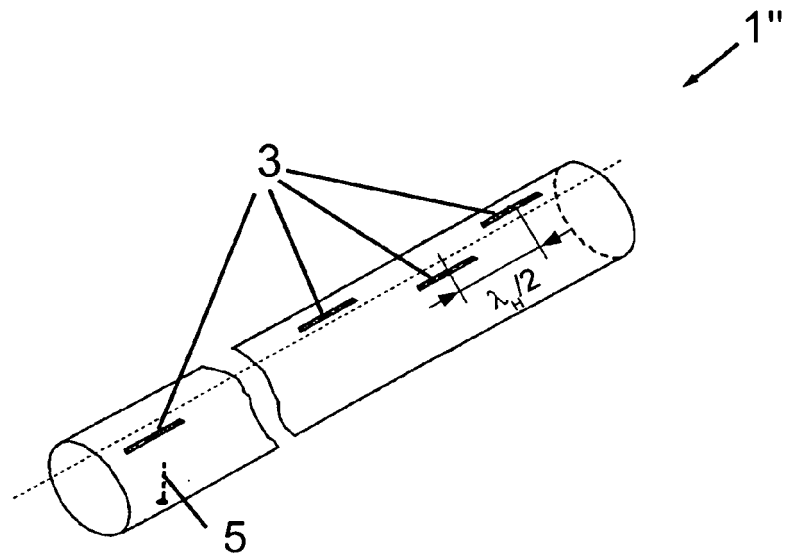


Fig. 3

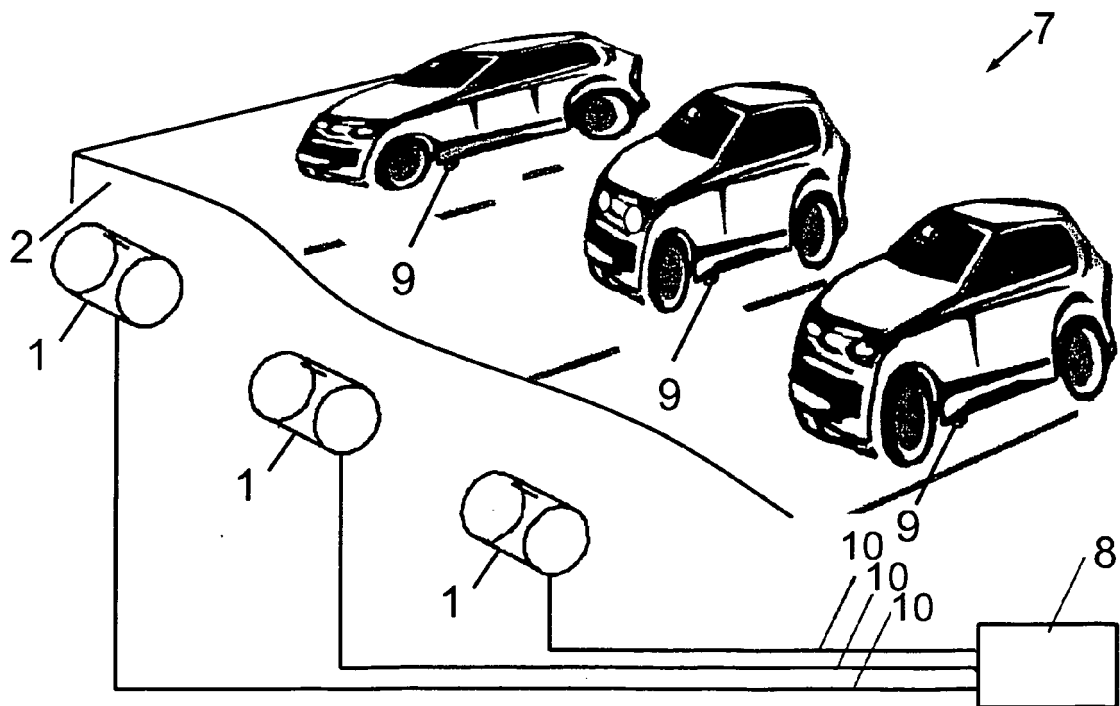


Fig. 4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 00 2324

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 863 522 C (TELEFUNKEN GMBH) 19. Januar 1953 (1953-01-19)	1-6	INV.
A	* Anspruch 1; Abbildung 1 *	7-13	H01Q13/22
	-----		H01Q1/22
A	JP 2004 007210 A (NIPPON ANTENNA KK; KANADEN CORP) 8. Januar 2004 (2004-01-08)	1-13	H01Q1/32
	* Zusammenfassung *		H01Q21/00
	* Abbildungen 1-8 *		H01Q13/12
	-----		
A	US 2004/032362 A1 (ANDERSSON ROINE [SE] ET AL) 19. Februar 2004 (2004-02-19)	1-13	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,4 *		
	* Absatz [0026]; Abbildung 6 *		
	-----		
A,D	DE 10 2011 100046 A1 (HOERMANN KG ANTRIEBSTECHNIK [DE])	1-13	
	31. Oktober 2012 (2012-10-31)		
	* Absätze [0046] - [0061]; Abbildungen 1-4 *		
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. Dezember 2014</b>	Prüfer <b>van Norel, Jan</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
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			

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

EP 14 00 2324

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.

08-12-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 863522 C	19-01-1953	KEINE	
JP 2004007210 A	08-01-2004	JP 3926677 B2 JP 2004007210 A	06-06-2007 08-01-2004
US 2004032362 A1	19-02-2004	AT 350673 T AU 6652701 A DE 60125776 T2 EP 1305652 A1 JP 4766643 B2 JP 2004503752 A US 2004032362 A1 US 2005237191 A1 WO 0204980 A1	15-01-2007 21-01-2002 18-10-2007 02-05-2003 07-09-2011 05-02-2004 19-02-2004 27-10-2005 17-01-2002
DE 102011100046 A1	31-10-2012	KEINE	

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 102011100046 A1 [0002]
- DE 102007007674 A1 [0003]