

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
5. November 2015 (05.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/165703 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01V 3/10 (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/057661
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. April 2015 (09.04.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 207 885.7
28. April 2014 (28.04.2014) DE
- (71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **RÖHRL, Thomas**; Lilienweg 23, 93092
Barbing (DE). **SÄGER, Peter**; Herrnackerstraße 7, 61381
Friedrichsdorf (DE). **HENRICH, Benjamin**; Bergstrasse
10, 55444 Schweppenhausen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: FOREIGN-BODY DETECTION DEVICE AND POWER INDUCTIVE CHARGING DEVICE

(54) Bezeichnung : FREMDKÖRPERERFASSUNGSVORRICHTUNG UND LEISTUNGS-INDUKTIVLADEVORRICHTUNG

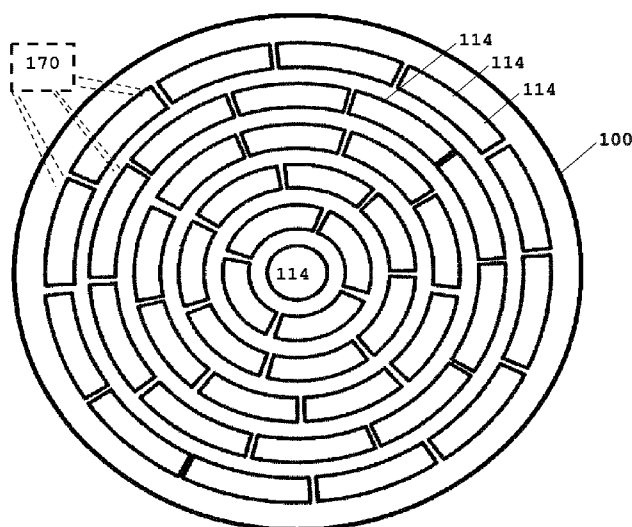


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a foreign-body detection device having a plurality of coils (114). Said coils are arranged next to each other. The coils (114) have the shape of ring sectors. Several coils follow one another both along the circumferential direction of the ring sectors and perpendicular thereto. The invention further relates to a power inductive charging device for charging inductively chargeable motor vehicles. The power inductive charging device comprises a foreign-body detection device and a power coil arrangement on which the power inductive charging device is arranged.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Fremdkörpererfassungsvorrichtung mit einer Vielzahl von Spulen (114) vorgeschlagen. Diese sind nebeneinander angeordnet. Die Spulen (114) weisen die Form von Ringsektoren auf. Mehrere Spulen folgen sowohl entlang der Umlaufrichtung der Ringsektoren als auch senkrecht hierzu aufeinander. Ferner wird eine Leistungs-Induktivladevorrichtung zur Aufladung von induktiv aufladbaren Kraftfahrzeugen vorgeschlagen. Die Leistungs-Induktivladevorrichtung umfasst eine Fremdkörpererfassungsvorrichtung sowie eine

Leistungsspulenanordnung, auf der die Leistungs-Induktivladevorrichtung angeordnet ist.

Beschreibung

Fremdkörpererfassungsvorrichtung und Leistungs-Induktivlade-
vorrichtung

5

Es ist bekannt, Fahrzeuge mit Hybridantrieb oder reine Elekt-
rofahrzeuge mittels stationärer Stromquellen aufzuladen, wo-
bei dies kabelgebunden („plug in“) oder durch induktive Über-
tragung geschehen kann. Bei induktiver Übertragung wird von
10 einer stationären Sendespule ein Magnetwechselfeld erzeugt,
welches in einer fahrzeugseitigen Empfangsspule zu induzier-
tem Strom führt. Da zwischen der stationären Sendespule und
der fahrzeugseitigen Empfangsspule üblicherweise Lücken be-
stehen, werden auch metallische Fremdkörper in der Nähe oder
15 auf der Sendespule mit induziertem Strom beaufschlagt. Insbe-
sondere bei Leistungsanwendungen, bei denen mit einer Lade-
leistung von typischerweise mehr als zwei Kilowatt geladen
wird, führt dies zu starker Erhitzung des metallischen Fremd-
körpers.

20

In der Druckschrift US 2010/0169062 A1 wird vorgeschlagen,
eine Fremdkörperdetektionsspule zu verwenden, um anhand von
Veränderungen im Magnetfeld der Sendespule auf Fremdkörper
schließen zu können. Hierbei wird eine Fremdobjektdetektions-
25 spule verwendet, die sich durch Wickeln eines Spulendrahts
parallel zur Spulenebene einer Sendespule ergibt, wobei sich
die ergebenden Spulenabschnitte über den gesamten Radius er-
strecken. Es wurde erkannt, dass derartige Spulenabschnitte
keine ausreichende Ortsgenauigkeit ermöglichen.

30

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit
aufzeigen, mit der sich Fremdkörper präziser erfassen lassen.

Offenbarung der Erfindung

Es wurde erkannt, dass sich eine präzise Erfassung und Ortung eines Fremdoobjekts mit einer Vielzahl flächig angeordneter
5 Spulen realisieren lässt, die in zwei unterschiedliche Richtungen verteilt sind. Dadurch ergibt sich eine flächige Auflösung (im Sinne von Pixeln) mit Spulen als Sensorelemente, deren Ortsauflösung in keiner Richtung beschränkt ist, während der Stand der Technik nur eine Winkelauflösung, jedoch
10 keine Abstandsauflösung (senkrecht zur Richtung der Winkelauflösung) bietet. Insbesondere können die Spulen gemäß einer Auflösung in Polarkoordinaten (d.h. Auflösung in Winkel und Abstand) verteilt sein, um so der runden bzw. kreisförmigen Geometrie von zahlreichen Primärspulen Rechnung tragen zu
15 können.

Um den Winkel im Sinne von Polarkoordinaten zu bestimmen, sind die Spulen entlang umlaufender Linien verteilt, insbesondere im Wesentlichen entlang von Kreisen, Ovalen oder El-
20 lipsen. Um den Abstand im Sinne von Polarkoordinaten zu bestimmen, sind die Spulen in Ringen (die ineinander liegend bzw. geschachtelt bzw. von innen nach außen aneinandergereiht sind) verteilt, insbesondere im Wesentlichen entlang von kreisförmigen, ovalen oder ellipsenförmigen Ringen. Dadurch
25 ergibt sich eine gute zweidimensionale Auflösung. Da diese "runde" Kurvenform, entlang der die Spulen verteilt sind, ferner zahlreichen geläufigen Spulenformen von Sende- oder Primärspulen entspricht, sind keine Anpassungen aufgrund unterschiedlicher Formen der Fremdkörpererfassungsvorrichtung
30 gegenüber dem Magnetfeld der Sendespule erforderlich.

Die Ringe sind nicht notwendigerweise Kreisringe. Die Ringe können eine polygonale Grundform aufweisen, insbesondere mit

abgerundeten Ecken. Es können insbesondere aneinander liegende quadratische oder rechteckige Ringe als Grundform für die gruppierte Verteilung von Spulen vorgesehen sein. Wie kreisförmige oder allgemein runde Ringe können auch Ringe in

5 Polygonalform in Bogenabschnitte bzw. Winkelabschnitte unterteilt sein, wodurch sich Sektoren bzw. Ringsektoren ergeben. Die Wahl des Rings und die Wahl des Winkels ergeben einen bestimmten Sektor, der einer Spule entspricht, bzw. entlang dem sich die Spule erstreckt. Jedem Sektor ist eine Spule zuge-

10 ordnet, wodurch sich die flächige Auflösung (d.h. Auflösung in unterschiedlichen Richtungen) und die resultierende verbesserte Auflösung ergeben.

Es wird eine Fremdkörpererfassungsvorrichtung mit einer Vielzahl von Spulen vorgeschlagen. Diese sind flächig verteilt und sind insbesondere nebeneinander angeordnet. Die Spulen sind in Form von Sektoren und insbesondere Ringsektoren ausgebildet. Als Ring wird hierbei nicht nur ein Kreisring sondern auf ovale oder ellipsoide Ringe bezeichnet, sowie auch

20 Ringe, die einer polygonalen Form folgen. Insbesondere kann der Ring eine sechseckige Form aufweisen, vorzugsweise in Form eines regulären Sechsecks, das abgerundete Ecken haben kann. Der Ring kann definiert werden durch eine äußere und eine innere geschlossene Linie, wobei beide Linien konzentrisch zueinander angeordnet sind. Die Fläche zwischen diesen

25 Linien, die auch als Randbereich der Fläche betrachtet werden kann, die von der äußeren geschlossenen Linien umgrenzt wird, ist der Bereich, in dem sich Leiter der Spulen erstrecken bzw. in dem sich Wicklungen erstrecken. Die Leiter bzw. Wick-

30 lungen umgreifen die Fläche, welche von der inneren geschlossenen Linien definiert wird. Die letztgenannte Fläche bildet somit die Spulenfläche. Die innere und die äußere geschlossene Linie haben die gleiche Grundform und können durch In

diesem Sinne kann als Ring ein in sich geschlossener Randbereich einer geschlossenen Fläche betrachtet werden, deren Umfang eine in sich geschlossene Kurve darstellt. Der Randbereich kann entlang seines umfänglichen Verlaufs eine konstante oder auch variierende Dicke aufweisen. Der Randbereich kann insbesondere eine, zwei, vier oder mehr Symmetrieachsen aufweisen. Zur Unterteilung in Winkelbereiche (um eine winkelabhängige Auflösung zu realisieren) sind die Ringe in Sektoren (bzw. in Winkelbereiche) unterteilt. Diese sind vorzugsweise für alle Ringe oder entlang desselben Rings mit einer konstanten Länge bzw. Bogenlänge ausgestaltet. Die Winkelbereiche bzw. die Bogenlänge, welche das Winkelintervall, das die Sektoren jeweils überstreichen, können konstant sein oder können zum Außenrand der Fremdkörpererfassungsvorrichtung hin zunehmen (oder auch abnehmen). Mehrere Spulen folgen in Umlaufrichtung aufeinander. Ferner folgen mehrere Spulen in senkrecht hierzu (d.h. zum Außenrand der Fremdkörpererfassungsvorrichtung hin) aufeinander. Die Spulen können zum Außenrand der Fremdkörpererfassungsvorrichtung hin mit dem gleichen Winkel zueinander ausgerichtet sein, oder können hinsichtlich des Winkels zueinander versetzt sein (d.h. in Umlaufrichtung). Vorzugweise sind die Spulen entlang mehrerer konzentrischer Ringe angeordnet.

Die Spulen können nebeneinander angeordnet sein sowie ineinander liegende Gruppen bilden. Bei einer derartigen Gruppe liegt mindestens eine Spule innerhalb einer Spule, die diese umgreift. Insbesondere liegend mehrere Spulen innerhalb einer Spule. Die innerhalb liegenden Spulen sind nebeneinander angeordnet und können die Innenfläche der Spule, die diese umgreift, im Wesentlichen vollständig abdecken, beispielsweise abgesehen von Lücken, in denen Verbindungsleitungen zu den innen liegenden Spulen verlaufen. Mit anderen Worten können

in der Spulenfläche einer Spule eine oder vorzugsweise mehrere Spulenflächen weiterer (innen liegenden) Spulen angeordnet sein. Dies ermöglicht die grobe Positionserfassung mittels der Spule, die die mindestens eine innen liegende Spule umgreift, während die innen liegenden Spulen die Position innerhalb der umgreifenden Spule mit im Vergleich hierzu feineren örtlichen Auflösung. Es können auch mehr als zwei Auflösungsebenen bestehen, indem mindestens eine Spule, die von einer weiteren Spule umgriffen wird, selbst weitere zumindest eine weitere Spule umgreift. Daher kann die mindestens eine innen liegende Spule selbst eine Spule sein, die mindestens eine weitere Spule umgreift. Spulen, die weitere Spulen umgreifen, können zur Schnellerfassung von Objekten verwendet werden, während die von dieser Spule umgriffenen Spulen zur näheren Positionsbestimmung innerhalb der umgreifenden Spule dienen.

Die Spulen weisen vorzugsweise Sensitivitäten auf, die (bis auf einen vordefinierten Toleranzbereich) einander entsprechen. Dies kann für alle Spulen der Fremdkörpererfassungsvorrichtung gelten, wobei vorzugsweise dies nur für eine Untergruppe oder jeweils für mehrere Untergruppen von Spulen gilt. Insbesondere bei einem radial verlaufenden Feldstärkenverlauf können unterschiedlich nahe zum Außenrand der Fremdkörpererfassungsvorrichtung gelegene Spulen unterschiedliche Sensitivitäten aufweisen, während Spulen, die den gleichen Abstand zum Außenrand haben, die gleiche Sensitivität haben und somit - abgesehen von einem vordefinierten Toleranzbereich - nicht voneinander abweichen. Mit anderen Worten haben Spulen, die auf dem gleichen Ring liegen, im Wesentlichen die gleiche Sensitivität. Jedoch können auch Spulen, die auf unterschiedlichen Ringen liegen, die gleiche Sensitivität aufweisen. Alternativ können sich die Sensitivitäten von Spulen auf unter-

schiedlichen Ringen (d.h. unterschiedlichen Abständen zum Außenrand) unterscheiden, etwa um einem radialen Feldstärkenverlauf Rechnung zu tragen und etwa ein nach außen abnehmendes Feld mit nach außen zunehmender Sensitivität zumindest
5 teilweise zu kompensieren.

Daher kann die Vielzahl von Spulen in mindestens eine Untergruppe von Spulen unterteilt sein (d.h. eine Untergruppe aufweisen oder in mehrere Untergruppen unterteilt sein), wobei
10 die Spulen der gleichen Untergruppe Sensitivitäten aufweisen, die nicht mehr als ein vorbestimmter Toleranzbereich voneinander abweichen. Diese Untergruppen entsprechen beispielsweise Spulen, die sich auf dem gleichen Ring befinden, oder auf andere Weise, etwa wie oben beschrieben, der geometrisch
15 gruppiert sind.

Die Einteilung in Untergruppen kann eine geometrische Gruppierung sein, etwa eine Gruppierung entlang der Umlaufrichtung der Fremdkörpererfassungsvorrichtung oder senkrecht hierzu.
20 Die Spulen der gleichen Untergruppe sind etwa entlang der Umlaufrichtung angeordnet. Alternativ oder in Kombination hierzu können die Spulen der gleichen Untergruppe senkrecht zu der Umlaufrichtung angeordnet sein, etwa entlang einer Geraden, die durch das Zentrum der Fremdkörpererfassungsvorrichtung führt. Das Vorangehende stellt eine Möglichkeit dar, die
25 Spulen geometrisch in Untergruppen mit bestimmten Eigenschaften (Sensitivität) zu gruppieren. Die Ausrichtung der Spulen ist hiervon vorzugsweise nicht betroffen; vielmehr sind die Spulen (bzw. die Hauptachsen der Spulenflächen) vorzugsweise
30 entlang der Ringe (die in Umlaufrichtung) ausgerichtet. Die Normalen der Spulenflächen sind zueinander parallel und weisen vorzugsweise im Wesentlichen in die gleiche Richtung.

Ein weiterer Aspekt ist die gezielte Anpassung bzw. Ausgestaltung der Sensitivitäten der Spulen. Als Sensitivität wird etwa das Verhältnis von Signalpegel des von den Spulen erzeugten (und ggf zusätzlich aufbereiteten Signals) zur Feldstärke des Feldes betrachtet, das durch die Spulen (d.h. durch die Spulenfläche) hindurch tritt. Dies entspricht insbesondere der Induktivität der Spulen, kann jedoch auch zusätzliche Einflussgrößen betreffen, die sich aus einer Signalaufbereitung ergeben, etwa Einflussgrößen Dämpfung, Verstärkung, Güte eines Schwingkreises, in dem sich die Spule befindet, und ähnliches. Die (durch die Gruppierung vorgegebenen) Sensitivitäten definieren sich daher beispielsweise durch die jeweilige Induktivität der Spulen. Hierbei ergeben sich die Sensitivitäten aus der Windungszahl, dem (effektiven) Spulenquerschnitt, der Spulenlänge, der (effektiven) magnetischen Permeabilität bzw. der Form der Spule.

Alternativ oder in Kombination hiermit kann das von den Spulen erzeugte Signal aufbereitet werden, d.h. durch Dämpfung bzw. Verstärkung. Diese Aufbereitung hat Einfluss auf die Sensitivität. Die Sensitivität kann daher durch eine der Spule nachgeschaltete Anpassungsschaltung bzw. Pegelanpassungseinrichtung wie ein Verstärker oder ein Spannungsteiler beeinflusst werden. Hierbei kann die Dämpfung bzw. Verstärkung fest vorgegeben sein, oder kann veränderlich sein, etwa um die Fremdkörpererfassungsvorrichtung an eine bestimmte Applikation (Fahrzeug, Sendespule, Untergrund) individuell oder typspezifisch anzupassen. Als Verstärkungsfaktor werden Faktoren gleich, größer oder kleiner als eins bezeichnet, wobei bei Verstärkungsfaktoren kleiner als eins als Dämpfung wirken. Anstatt des Begriffs Verstärkungsfaktor kann daher auch der Betrag der Übertragungsfunktion (für eine bestimmte Sendefrequenz) herangezogen werden. Die Dämpfung kann auch innerhalb

eines Resonanzkreises realisiert sein, so dass mit der Dämpfung die Güte des Resonanzkreises eingestellt oder bestimmt werden kann.

5 Alternativ oder in Kombination hiermit, kann die Sensitivität der jeweiligen Spule definiert bzw. beeinflusst werden von einer jeweiligen Verstimmung von Resonanzkreisen, welche zum Teil von den Spulen gebildet werden, gegenüber einer vorbestimmten Resonanzfrequenz. Hierbei bildet die jeweilige Spule
10 einen Resonanzkreis mit einer Kapazität. Die Sensitivität ist abhängig von dem Grad der Abweichung der Resonanzfrequenz des Resonanzkreises und der Frequenz des magnetischen Wechselfeldes, mit der die Fremdkörpererfassungsvorrichtung (bzw. deren Spulen) angeregt wird. Hierbei kann gezielt verstimmt werden
15 (d.h. ein hoher Grad an Abweichung eingestellt werden), um die Sensitivität geringer einzustellen als bei vergleichbaren Resonanzkreisen, die einen geringeren Grad an Abweichung aufweisen. Die Verstimmung kann fest vorgegeben sein oder kann veränderlich sein, etwa durch Hinzuschalten oder Entfernen
20 einer Induktivität oder einer Kapazität aus dem Resonanzkreis. Weiterhin kann die Güte des Resonanzkreises (und dadurch die Sensitivität) durch einen fest vorgegebenen oder veränderlichen Widerstand beeinflusst werden, wobei hierzu etwa eine Anpassungsschaltung zur Dämpfung wie vorangehend
25 beschrieben verwendet werden kann.

Wie vorangehend bemerkt kann die Sensitivität gezielt beeinflusst werden. Hierbei kann eine mit der jeweiligen Spule verbundene Einstellvorrichtung verwendet werden. Diese ist
30 eingerichtet, die Induktivität der Spule, den Verstärkungsfaktor (und somit auch die Dämpfung bzw. die Güte) oder die Verstimmung anhand eines Einstellsignals zu verändern. Diese einstellbare Möglichkeit der Beeinflussung der Sensitivitäten

der Spulen ermöglicht eine Kalibrierung oder auch eine Anpassung an unterschiedliche Fahrzeugtypen, Ladestationen oder auch an unterschiedliche, individuelle Fahrzeuge oder Ladestationen. Die Einstellvorrichtung ist insbesondere ein steuerbares Schaltelement. Dieses kann mit Anzapfungen und/oder Anschlüssen der jeweiligen Spule verbunden sein. Ferner kann die Einstellvorrichtung ein veränderlicher Serien- oder Parallelwiderstand sein, mit dem sich insbesondere die Güte eines Schwingkreises einstellen lässt, innerhalb dessen die betreffende Spule angeschlossen ist. Zudem kann die Einstellvorrichtung ein Verstärker mit einstellbarem Verstärkungsfaktor sein und/oder kann ein Dämpfungsglied mit einstellbarem Dämpfungsfaktor sein, etwa ein Spannungsteiler. Schließlich kann die Einstellvorrichtung eine steuerbar zuschaltbare oder abtrennbare Induktivität oder Kapazität sein. Die Einstellvorrichtung hat einen Signaleingang und ist wie vorangehende beschrieben ausgestaltet, die Sensitivität gemäß dem Signal am Signaleingang der betreffenden Spule einzustellen. Wie bereits bemerkt kann die Sensitivität durch Ändern von Eigenschaften der Spule eingestellt werden (etwa durch Hinzuschalten / Kurzschließen von Windungen) und/oder durch Einstellen von Komponenten, die an die betreffende Spule angeschlossen sind oder dieser nachgeschaltet sind, etwa Dämpfungsglieder, Verstärker und anderes.

Im Weiteren sind weitere Möglichkeiten dargestellt, die Sensitivität steuerbar (insbesondere über ein elektrisches Steuersignal) einzustellen oder die Sensitivität wie hier beschrieben auszugestalten. Demnach weist die Fremdkörpererfassungsvorrichtung eine Pegelanpassungseinrichtung auf. Diese kann aktive oder passive Dämpfungsglieder und/oder Verstärker umfassen. Die Dämpfungsglieder und/oder Verstärker weisen einen Eingang auf, der mit der jeweiligen Spulen verbunden ist.

Alternativ oder in Kombination hierzu umfasst die Pegelanpassungseinrichtung Bauelemente, die mit den Spulen parallel oder seriell verschaltet sind. Die Bauelemente sind insbesondere Kondensatoren, die mit den Spulen jeweils einen Resonanzkreis bilden. Alternativ oder in Kombination hierzu sind Bauelemente als Widerstände vorgesehen, die mit den Spulen Resonanzdämpfungselemente bilden. Weiterhin können Bauelemente in Form von in der Pegelanpassungseinrichtung realisierten, diskreten Induktivitäten vorliegen. Diese können als Anpassungselemente für die Induktivitätswerte der Spulen ausgebildet sein.

Ein weiterer Aspekt betrifft Ausführungsformen, mit denen sich die Signale der Spulen auf einfache Weise auswerten lassen. Hierbei weist die Fremdkörpererfassungsvorrichtung eine Auswertungsschaltung auf. Diese ist mit den Spulen in Verbindung bzw. ist an diese angeschlossen. Die Auswertungsschaltung ist eingerichtet, Abweichungen, welche von Fremdkörpern stammen, in den Signalen zu erkennen.

Die Auswertungsschaltung weist einen Vergleicher auf. Dieser ist eingerichtet, die Signale der Spulen untereinander zu vergleichen, die Signale der Spulen mit Signalen von Referenzspulen oder einer anderen Signalquelle zu vergleichen, und/oder ist ausgestaltet, die Signale der Spulen mit vorgegebenen Referenzwerten (d.h. einem Referenzwert oder einem Vektor mit einer Vielzahl derartiger Referenzwerte) zu vergleichen. Das Vergleichsergebnis entspricht beispielsweise einer Stärke der Abweichung, welche wiederum die Präsenz oder die Größe und ggf. auch den Ort des Fremdobjekts wiedergibt.

Der Vergleicher kann mehrere Signaleingänge aufweisen. Diese sind an den Spulen der mindestens einen Untergruppe ange-

geschlossen. Der Vergleicher kann ferner zumindest einen Referenzeingang aufweisen, der zum Empfang eines Referenzwerts oder eines Referenzvektors eingerichtet ist. Der Vergleicher ist insbesondere eingerichtet ist, eine Abweichung zwischen dem Signal an den Signaleingängen einerseits und dem Referenzwert oder dem Referenzvektor andererseits zu ermitteln, vorzugsweise einen Pegelunterschied.

Alternativ kann der Vergleicher mehrere Signaleingänge aufweisen. Diese sind an den Spulen der mindestens einen Untergruppe angeschlossen sind. Der Vergleicher weist hierbei ferner einen Speicher auf, der eingerichtet ist, einen Referenzwert oder einen Referenzvektor zu speichern, insbesondere ein Referenzwert oder einen Referenzvektor der wie der im vorangehenden genannten Abschnitt beschriebene Referenzwert oder einen Referenzvektor ausgebildet ist. Der Vergleicher ist ferner eingerichtet, eine Abweichung zwischen dem Signal an den Signaleingängen einerseits und dem Referenzwert oder dem Referenzvektor andererseits zu ermitteln, insbesondere eine Wertdifferenz (d.h. einen Pegelunterschied).

Weiterhin kann der Vergleicher mehrere Signaleingänge aufweisen, die an verschiedenen Spulen der gleichen Untergruppe angeschlossen sind. Der Vergleicher ist eingerichtet, eine Abweichung zwischen den Signalen der verschiedenen Spulen zu ermitteln. Hierbei sind die Sensitivitäten der Spulen der Untergruppe (bis auf eine Abweichung innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs) gleich. Der Vergleicher kann mehrere Gruppen dieser mehreren Signaleingänge aufweisen.

Es kann ferner ein Multiplexer vorgesehen sein, der mehrere Spulen per Multiplex mit dem Vergleicher (insbesondere mit dem gleichen Signaleingang des Vergleichers) verbindet. Ins-

besondere wenn Signale von Spulen miteinander verglichen werden, so können mehrere Multiplexer vorgesehen sein, über die der Vergleicher mit den Spulen verbunden ist, um so zwei Vergleichskanäle zu ermöglichen.

5

Die Fremdkörpererfassungsvorrichtung kann ferner Fehlsignalgenerator aufweisen. Dieser ist insbesondere dem Vergleicher nachgeschaltet. Dadurch kann der Fehlsignalgenerator das Ergebnis des Vergleichers auswerten, d.h. kann die Abweichung dahingehend auswerten, ob bzw. wo ein Fremdkörper vorliegt und wie groß dieser ist (bzw. wie stark er die kabellose Energieübertragung beeinträchtigt oder eine Gefährdung darstellt).

15 Bei einer über einem vorgegebenen Wert liegende Abweichung wird von dem Fehlsignalgenerator ein Fehlersignal erzeugt. Dieses gibt wieder, dass eine Abweichung auftritt, die über dem vorgegebenen Wert liegt. Alternativ oder in Kombination hiermit kann das Fehlersignal, zu dessen Abgabe der Fehlsignalgenerator eingerichtet ist, die Stärke der Abweichung oder ein Maximums der Abweichung wiedergeben. Alternativ oder in Kombination hiermit kann das Fehlersignal eine Identifikationsinformation oder einen Ort derjenigen Spule (oder Spulen) wiedergeben, deren Signal(e) um mehr als den vorgegebenen
20 Wert abweicht (abweichen). Eine Spule lässt sich beispielsweise über eine Nummer identifizieren, die innerhalb der Fremdkörpererfassungsvorrichtung nur einer Spule zugeordnet ist. Ferner kann das Fehlersignal eine Identifikationsinformation oder einen Ort einer Untergruppe von Spulen wiedergeben, von denen das Signal mit dem Signal stammt, das um mehr
25 als den vorgegebenen Wert abweicht.

Weiterhin wird eine Leistungs-Induktivladevorrichtung zur Aufladung von induktiv aufladbaren Kraftfahrzeugen beschrieben. Diese Leistungs-Induktivladevorrichtung umfasst zumindest eine Fremdkörpererfassungsvorrichtung, wie sie hier beschrieben ist. Die Leistungs-Induktivladevorrichtung weist ferner eine Leistungsspulenordnung auf. Entlang dieser erstrecken sich alle Spulen der Fremdkörpererfassungsvorrichtung oder ein Teil der Vielzahl der Spulen der Fremdkörpererfassungsvorrichtung. Die Fremdkörpererfassungsvorrichtung und die Leistungs-Induktivladevorrichtung sind übereinander angeordnet. Die Leistungs-Induktivladevorrichtung ist vorzugsweise eine stationäre Leistungs-Induktivladevorrichtung, kann jedoch auch eine fahrzeugseitige Leistungs-Induktivladevorrichtung sein, deren Leistungsspulenordnung zur Aufnahme von Energie ausgestaltet ist und die Fremdkörpererfassungsvorrichtung trägt.

Wie oben bemerkt, können die Sensitiväten der Spulen so geschaffen oder eingestellt sein, dass Spulen einer Untergruppe (etwa Spulen, die auf dem gleichen Ring liegen), die gleiche Sensitiväten aufweisen und somit bei einer Sendespule (d.h. Leistungsspulenordnung) mit einer Form, die der Ringform entspricht, die Spulen einer Untergruppe ungefähr den gleichen Signalpegel liefern, wenn keine Fremdkörper vorliegt. Der Fremdkörper ändert das Feld, so dass entlang der Ringe nicht mehr eine im Wesentlichen konstante Feldstärke herrscht, wodurch eine Abweichung unmittelbar auf den Fremdkörper zurückgeführt werden kann. Dies ermöglicht einen einfachen Vergleich, da ohne Fremdkörper gleiche Signalpegel (für Spulen entlang eines Rings) vorliegen, und der einzige Grund für eine Abweichung von Pegeln von Spulen entlang eines Rings in der Präsenz eines Fremdkörpers besteht. Hierbei wird von im Wesentlichen konstanten Feldstärken entlang der jewei-

ligen Ringe ausgegangen. Die Sensitivitäten der Spulen, die sich entlang eines Rings befinden, werden entsprechend ausgestaltet, um etwaige Abweichungen (ohne Präsenz eines Fremdkörpers) entlang des Rings zumindest teilweise zu kompensieren.

Eine weitere Möglichkeit ist es, eine Veränderung der Feldstärke in Abhängigkeit des Orts, die sich aus den Eigenschaften der Leistungsspulenanordnung selbst ergibt, mithilfe der Ausgestaltung oder Einstellung der Sensitivitäten zumindest teilweise zu kompensieren. Während der vorangehende Abschnitt davon ausgeht, dass sich die Feldstärke entlang eines Rings im Wesentlichen konstant bleibt, wird hierbei der Fall betrachtet, dass die Feldstärke sich mit dem Ort ändert. Dies ist insbesondere der Fall bei Spulen, die unterschiedlich nahe am Außenrand aller Spulen bzw. der Fremdkörpererfassungsvorrichtung angeordnet sind (d.h. sich an unterschiedlichen radialen Positionen befinden). Bei einem radialen Feldverlauf (etwa wenn die Leistungs-Induktivladevorrichtung bzw. die Sendespule eine Zylinderspule ist) nimmt die Feldstärke mit zunehmendem Abstand vom Zentrum des Feldes (d.h. in radialer Richtung) ab. Diese ortsabhängige Varianz und allgemein alle Varianzen der Feldstärke, die ortsabhängig sind, können durch entsprechende Realisierung oder Einstellung der Sensitivitäten zumindest teilweise kompensiert werden.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Leistungsspulenanordnung (oder allgemein die Sendespule) eine Feldstärkenverteilung mit einer ortsabhängigen Varianz auf, insbesondere eine radiale Varianz. Die Spulen weisen Sensitivitäten auf, die eine ortsabhängige Varianz aufweisen. Diese Sensitivitäten können durch Ausgestaltung oder Steuerung diese Varianz aufweisen. Dadurch wird die (zumindest teilweise) Kompensation

ermöglicht. Die ortsabhängige Varianz der Sensitivitäten kompensiert zumindest teilweise die ortsabhängige Varianz der Feldstärkenverteilung. Wenn mit anderen Worten in einer Richtung die Feldstärkenverteilung eine ortsabhängige Varianz aufweist, die eine Abnahme (oder Zunahme) der Feldstärke entlang dieser Richtung wiedergibt, so gibt die ortsabhängige Varianz der Feldstärkenverteilung eine Zunahme (oder Abnahme) wieder. Die Stärke der Veränderung der Sensitivitäten in eine Richtung (allgemein: ortsabhängig) kann der Stärke der Veränderung der Feldstärke entsprechen, kann diese überkompensieren, oder kann geringer sein und dadurch diese nur zum Teil kompensieren.

Durch diese Kompensation ergeben sich bei einer (ortsabhängig variierenden) Feldstärke gleiche (d.h. innerhalb eines Toleranzfensters liegende) Signale (direkt aus den Spulen oder nach der Anpassung bzw. Pegelanpassung), so dass ein Fremdkörper anhand einer Abweichung der Signale untereinander erkannt werden kann. Sind die Signalpegel ohne vorliegenden Fremdkörper jedoch bereits aufgrund unterschiedlicher Sensitivitäten oder aufgrund einer variierenden Feldstärkeverteilung unterschiedlich, kann durch einfaches Vergleichen nicht mehr ein Fremdkörper detektiert werden.

Weiterhin kann die Fremdkörpererfassungsvorrichtung mit einem Substrat und der Vielzahl von Spulen ausgestaltet sein, wobei die Spulen von mindestens einer strukturierten, leitenden Schicht gebildet werden, die von dem Substrat getragen wird. Mit anderen Worten kann die Fremdkörpererfassungsvorrichtung substratbasiert sein.

Das Substrat kann flexibel oder starr sein. Das Substrat und die mindestens eine Schicht als können eine ein- oder mehrlagige Leiterplatte ausgebildet sein. Die mindestens eine

strukturierte, leitende Schicht kann als Metallschicht ausgebildet sein. Die mindestens eine strukturierte, leitende Schicht kann eine oder mehrere Leiterbahnen ausbilden.

- 5 Die mindestens eine Schicht ist vorzugsweise strukturiert anhand von Ausnehmungen, die sich durch die gesamte Dicke der jeweiligen Schicht erstrecken. Die Ausnehmungen sind gefräste, geätzte, gestanzte oder per Laserablation erzeugte Ausnehmungen. Alternativ kann die leitende, strukturierte
10 Schicht eine urgeformte Schicht sein, etwa eine gedruckte oder gesinterte Schicht.

Es kann Abdecklage vorgesehen sein, vorzugsweise aus einem elektrisch isolierendem Material, wobei die Abdecklage über
15 der mindestens einen strukturierten, leitenden Schicht angeordnet ist, um diese abzudecken.

Die mindestens eine strukturierte, leitende Schicht ist teilweise oder vollständig in dem Substrat eingebettet. Ferner
20 kann die strukturierte, leitende Schicht auf dem Substrat befestigt sein, etwa mittels einer Klebeverbindung.

Die Fremdkörpererfassungsvorrichtung kann ferner eine Schaltung und/oder Bauelemente aufweisen. Die Schaltung und/oder
25 die Bauelemente können die hier beschriebene Einstellvorrichtung, Pegelanpassungsvorrichtung, den Vergleicher, die Auswerteschaltung, den Fehlersignalgenerator oder andere hier beschriebenen Schaltungsteile oder Bauelemente (wie die hier beschriebenen Kondensatoren, Induktivitäten, Schalter, Dämpfungsglieder, Verstärker usw.) realisieren
30

Die Schaltung kann eine Pegelanpassungseinrichtung, etwa aktive oder passive Dämpfungsglieder oder einen Verstärker um-

fassen. Die Pegelanpassungseinrichtung kann einen Eingang aufweisen, der mit den Spulen verbunden ist, und/oder wobei die Bauelemente mit den Spulen parallel oder seriell verschaltet sind, wobei die Bauelemente insbesondere Kondensatoren sind, die mit den Spulen jeweils einen Resonanzkreis bilden, und/oder die Bauelemente Widerstände sind, die mit den Spulen Resonanzdämpfungselemente bilden, und/oder die Bauelemente diskrete Induktivitäten sind, die als Anpassungselemente der Induktivitätswerte der Spulen ausgebildet sind. Diese Komponenten können teilweise oder vollständig an dem Substrat montiert sein, in oder auf dem auch die Spulen vorgesehen sind. Diese Komponenten können insbesondere über die zumindest eine elektrische leitende, strukturierte Schicht miteinander und/oder mit den Spulen verbunden sein.

Die Spulen oder eine Untergruppe der Spulen können nebeneinander angeordnet sein und eine Spulenflächen aufweisen, die sich entlang des Substrats erstreckt.

Die Leistungs-Induktivladevorrichtung kann zumindest eine substratbasierte Fremdkörpererfassungsvorrichtung umfassen, wie sie hier beschrieben ist. Die Leistungs-Induktivladevorrichtung kann ferner eine Leistungsspulenanordnung aufweisen, entlang der sich alle oder ein Teil der Vielzahl der Spulen der substratbasierten Fremdkörpererfassungsvorrichtung erstreckt.

Um Störsignale abzublocken kann ein Filter vorgesehen sein, der den Spulen nachgeschaltet ist. Das Filter kann vor oder innerhalb der Einstellvorrichtung oder der Anpassungseinrichtung vorgesehen sein. Das Filter ist frequenzselektiv, ist insbesondere ein Tiefpass, ein Hochpass oder auch ein Bandpass. Der Bandpass kann in Form eines Schwingkreises aus-

gebildet sein, insbesondere in Form eines LC-Schwingkreises, bei dem die Spule die Induktivität L des Schwingkreises bildet. Alternativ können den Spulen nachgeschaltete Filter verwendet werden, die als analoger und/oder digitaler Filter ausgebildet sind. In dem Durchlassbereich befindet sich insbesondere eine vorgegebene Frequenz, die der Frequenz des Wechselfeldes entspricht, zu dessen Erfassung die Spulen eingerichtet sind.

10 Kurzbeschreibung der Zeichnung

Die Figur 1 ist eine schematische Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Fremdkörpererfassungsvorrichtung.

15 Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

Die Figur 1 ist eine schematische Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Fremdkörpererfassungsvorrichtung, bei der innerhalb einer Kreisform (dargestellt durch die Umfangslinie 100) zahlreiche Spulen 114 durch die zumindest eine strukturierte, leitende Schicht ausgebildet sind. Eine symbolisch dargestellte Schaltung 170 ist, wie mit den gestrichelten Linien dargestellt, mit den einzelnen Spulen 114 verbunden.

Die Schaltung 170 kann eine Einstellvorrichtung sein, wie sie hier beschrieben ist. Die Schaltung 170 kann zumindest eine der folgenden Komponenten umfassen oder aus diesen bestehen: Ein steuerbares Schaltelement, das insbesondere mit Anzapfungen der jeweiligen Spule verbunden ist, ein vorzugsweise veränderlicher Serien- oder Parallelwiderstand, ein Verstärker vorzugsweise mit einstellbarem Verstärkungsfaktor, ein Dämpfungsglied vorzugsweise mit einstellbarem Dämpfungsfaktor, etwa ein Spannungsteiler, und/oder eine Induktivität oder Ka-

pazität, die insbesondere steuerbar zuschaltbar oder abtrennbar ist.

Alternativ oder in Kombination hiermit kann die Schaltung 170 eine wie hier beschriebene Pegelanpassungseinrichtung umfassen oder aus dieser bestehen. Die Pegelanpassungseinrichtung kann zumindest ein aktives oder passives Dämpfungsglied oder zumindest einen Verstärker aufweist. Diese können einen Eingang aufweisen, der insbesondere mit den Spulen verbunden ist. Die Pegelanpassungseinrichtung kann ferner Bauelemente aufweisen, die mit den Spulen parallel oder seriell verschaltet sind. Die Bauelemente sind insbesondere Kondensatoren, welche vorzugsweise mit den Spulen jeweils einen Resonanzkreis bilden. Ferner kann die Pegelanpassungseinrichtung Bauelemente umfassen, welche insbesondere Widerstände sind, die mit den Spulen Resonanzdämpfungselemente bilden. Ferner können die Bauelemente diskrete Induktivitäten sein, die als vorzugsweise diskrete Anpassungselemente der Induktivitätswerte der Spulen ausgebildet sind.

Die Schaltung 170 kann ferner einen Fehlsignalgenerator aufweisen, der insbesondere dem Vergleicher nachgeschaltet ist. Der Fehlsignalgenerator kann wie hierin beschrieben ausgestaltet sein.

Die Schaltung 170 ist insbesondere über Leiterbahnen mit den Spulen 114 verbunden, wobei die Leiterbahnen und die Spulen aus der gleichen leitenden, strukturierten Schicht ausgebildet sind. Ferner können die Spulen und die Leiterbahnen, gegebenenfalls auch Verbindungen innerhalb der Schaltung oder Bauelemente der Schaltung von der gleichen Leiterplatte ausgebildet sein, insbesondere von der gleichen oder von unter-

schiedlichen leitenden, strukturierten Schichten der Leiterplatte.

Die in Figur 1 dargestellten Spulen haben die Form von Kreisringsegmenten. Diese sind sowohl in Radialrichtung als in Umfangsrichtung der Fremdkörpererfassungsvorrichtung der Figur 1 aneinandergereiht. Die Spulen sind entlang von ineinander liegenden Ringen angeordnet. Die Ringe sind in der Figur 1 als Kreisringe dargestellt, jedoch können die Ringe auch eine andere Grundform wie ein Kreis aufweisen, etwa ein Oval, eine Ellipse, ein Polygon, ein Polygon mit abgerundeten Ecken oder jeder andere Form, die sich durch eine geschlossene Linie darstellen lässt.

Wie dargestellt, befinden sich Lücken zwischen den einzelnen Spulen, die insbesondere in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung benachbarte Spulen zueinander beabstanden. Diese mittelbare Aneinanderreihung ermöglicht es, zwischen den Spulen Leiter vorzusehen. Die Spulen unterschiedlichen Radialabstands zur Mitte (bzw. unterschiedlichen Abstands zur Umfangsline der Fremdkörpererfassungsvorrichtung, die Umfangsline, die die Spulen 114 umgreift) können zueinander winkelversetzt sein, wie beispielsweise die Spulen des äußersten Rings und des zweitäußersten Rings oder können sich im gleichen Winkelbereich befinden, etwa wie die in der Zeichenebene obersten Spulen des zweitäußersten und drittäußersten Rings, entlang dem die Spulen angeordnet sind. Die Umfangsline 100 entspricht insbesondere dem Außenrand und umgekehrt.

Die Spulen sind in Gruppen angeordnet, wobei in jeder Gruppe der Abstand zur Mitte (bzw. zur Umfangsline 100) gleich ist und Spulen unterschiedlicher Gruppen unterschiedliche (Radial-)abstände aufweisen. Insbesondere haben Spulen gleichen

Abstands zur Mitte die gleiche Querschnittfläche und vorzugsweise auch die gleich Form. Ferner können Spulen unterschiedlicher Abstände zur Mitte der Vorrichtung die gleiche Querschnittfläche aufweisen. Es ist zu erkennen, dass die am Mittelpunkt gelegene Spule 114 kreisförmig ist. Daher können die Spulen auch unterschiedliche Formen aufweisen. Vorzugsweise weisen Spulen des gleichen (Radial-)abstands zur Mitte die gleich geometrische Form auf. In der Figur 1 weisen alle Spulen, die sich nicht in der Mitte befinden, im Wesentlichen die gleiche Form auf, nämlich die Form eines Ringsektors oder konkreter eines Kreisringsektors, und unterscheiden sich lediglich im Biegeradius.

Vorzugsweise sind alle Spulen mit der Schaltung 170 verbunden. Ferner können mehrere Schaltungen 170 in der Fremdkörpererfassungsvorrichtung und somit auf der Leiterplatte angeordnet sein, so dass alle Spulen auch an derartige Schaltungen angeschlossen sind. Die Schaltung 170 dient beispielsweise der Verstärkung, der Dämpfung oder auch Pegelanpassung. Ferner kann die Schaltung Kondensatoren aufweisen, die zusammen mit den Spulen Resonanzkreise bilden.

Im letztgenannten Fall sind die Resonanzfrequenzen der Resonanzkreise deren Spulen in Figur 1 dargestellt sind, im Wesentlichen gleich. Die Schaltung 170 muss nicht notwendigerweise außerhalb der Anordnung der Spulen vorgesehen sein, sondern kann auch sich zumindest teilweise zwischen den Spulen befinden und für insbesondere auch über die Leiterplatte verteilt sein, welche die in Figur 1 dargestellten Spulen wiedergibt.

In Figur 1 sind lediglich die Umrisse der Spulen dargestellt; lediglich Zuleitungen sind beispielhaft mit gestrichelter Li-

nie am oberen linken Rand dargestellt. Die in Figur 1 verwendete Anordnungsform der Spulen der Fremdkörpererfassungsvorrichtung ist ein Kreis. Alternativ zu dieser Ausprägung kann auch ein Oval, eine Ellipse oder eine andere Form verwendet werden, etwa ein Polygon oder auch ein Polygon mit gerundeten Ecken. Insbesondere ist die Anordnungsform der Spulen der Fremdkörpererfassungsvorrichtung 114 im Wesentlichen gleich der Form der Leistungsspuleneinheit, falls die Fremdkörpererfassungsvorrichtung mit einer derartigen Leistungsspulenanordnung kombiniert ist.

In der Figur 1 sind die Spulen als Gruppen dargestellt, deren Form der Gesamtform (Kreis- bzw. Ringform) der Fremdkörpererfassungsvorrichtung entspricht. Da die in Figur 1 dargestellte Grundform ein Kreis ist, ergeben sich einzelne Spulen als Kreisringsektoren mit unterschiedlichem Radialabstand zur Mitte. Stattdessen können auch allgemein Ringsektoren verwendet werden oder auch nicht radial sondern zueinander rechteckig angeordnete Spulen, etwa in Form von Polygonen, Rechtecken, Sechsecken oder Quadraten, welche in einer Richtung, insbesondere in zwei zueinander orthogonalen Richtungen, aneinandergereiht sind. Bei einer derartigen Anordnung können verschiedene Gruppen zueinander versetzt sein, so dass sich Spalten oder Reihen ergeben, deren Elemente von Reihe zu Reihe oder von Spalte zu Spalte zueinander versetzt sind. Alternativ können derartige Spulen nicht zueinander versetzt angeordnet sein.

Die Figur 2 zeigt eine Fremdkörpererfassungsvorrichtung mit einer Vielzahl von Spulen 114, welche ringförmig angeordnet sind. Es ist schematisch dargestellt, dass innerhalb des mit dem Bezugszeichen 114 gekennzeichneten Rings von Spulen auch weitere Ringe innerhalb dieses Rings bestehen, entlang denen

sich Spulen erstrecken. Die Sensibilitäten der Spulen 114, die sich entlang des gleichen Ringes erstrecken, sind aneinander angepasst, etwa durch Wahl der Spulengeometrie, durch die Anzahl der Spulenwicklungen oder durch andere Maßnahmen, die die Ausgestaltung der Spulen betrifft. Alternativ oder in Kombination hierzu können Dämpfungsglieder D , D' vorgesehen sein. Diese sind entweder in einer Signalableitung einer Spule dargestellt, wie mit dem Bezugszeichen D gekennzeichnet ist, oder sind innerhalb eines Resonanzkreises vorgesehen, wie es mit dem Bezugszeichen D' dargestellt ist. Daher kann die Fremdkörpererfassungsvorrichtung ferner zumindest einen Kondensator aufweisen, vorzugsweise für jede Spule einen Kondensator, mit dem die Spule verbunden ist. Die Kondensatoren können hierbei direkt an der Spule angeordnet sein. Alternativ kann für jede Spule oder vorzugsweise für mehrere Spulen ein Kondensator vorgesehen sein, etwa innerhalb einer Einstellvorrichtung, oder innerhalb einer Pegelanpassungseinrichtung oder einer Auswertungsschaltung. Insbesondere kann zwischen dem Kondensator und der Spule und insbesondere ein Multiplexer vorgesehen sein, so dass sich erst nach entsprechender Einstellung des Schaltkreises beziehungsweise des Multiplexers ein Schwingkreis ergibt, der den Kondensator und die jeweils durch den Schalter oder durch den Multiplexer ausgewählte Spule umfasst. Zudem kann der Kondensator mit einem Kapazitätswert vorgesehen sein, mit dem sich die Sensitivität gezielt realisieren lässt, mit welcher sich die gewünschte (angepasste) Sensitivität ergibt.

Der Spule 114 nachgeschaltet kann ferner ein Filter F vorgesehen sein, der etwa als Tiefpass, ein Hochpass oder als Bandpass ausgestaltet ist. Hierbei liegt entweder die Resonanzfrequenz des Resonanzkreises (umfassend die betreffende Spule und den Kondensator) um Durchlassbereich des Filters,

oder die Frequenz des Wechselfeldes, welches zur Anregung der Fremdkörpererfassungsvorrichtung vorgesehen ist, liegt in dem Durchlassbereich.

- 5 Schließlich kann ein Dämpfungselement D vorgesehen sein, insbesondere ein Widerstand, ein Spannungsteiler oder auch ein einstellbares insbesondere elektronisches Dämpfungsglied, mit dem sich die Sensitivität der betreffenden Spule anpassen lässt. Anstatt oder in Kombination mit einem Dämpfungsglied D
10 kann an der betreffenden Stelle ein Verstärker vorgesehen sein, mit dessen Verstärkungsfaktor sich die Anpassung der Sensitivitäten der Spulen erreichen lässt.

Die Fremdkörpererfassungseinrichtung der Figur 2 umfasst ferner
15 einen ersten Multiplexer M1 und einen zweiten Multiplexer M2. Beide Multiplexer umfassen jeweils eine Schnittstelle mit mehreren Eingängen. Durch Auswahl eines Eingangs wählt der erste Multiplexer M1 eine erste Gruppe aller Spulen, insbesondere alle Spulen, die in dem gleichen Winkelbereich liegen
20 oder die auf andere Weise gruppiert sind, insbesondere gemäß einer geometrischen Eigenschaft. Der zweite Multiplexer ermöglicht es, aus dieser von dem Multiplexer M1 ausgewählten Gruppe eine Untergruppe und insbesondere ein einzelnes Element und somit eine einzelne Spule 114 auszuwählen, deren
25 Signal betrachtet wird. Hierbei kann der zweite Multiplexer beispielsweise verwendet werden, um den Rand auszuwählen, entlang dem sich die ausgewählte Untergruppe von Spulen beziehungsweise die betreffende Spule erstreckt. Bei anderen Spulenanordnungen, etwa gemäß einem kartesischen Koordinaten-
30 system, kann der erste Multiplexer dazu dienen, die Spalte auszuwählen, während der zweite Multiplexer M2 die Zeile auswählt. In diesem Sinne kann auch der in Figur 2 dargestellte Multiplexer M1 zur Winkelauswahl verwendet werden, entspre-

chend der Zeilenauswahl, während der Multiplexer M2 zur Abstandsauswahl beziehungsweise Ringauswahl verwendet wird, entsprechend einer hiermit verknüpften Spaltenauswahl. Somit kann der Multiplexer M1 zur Auswahl gemäß eines ersten Kriteriums verwendet werden, während der Multiplexer M2 zur Auswahl eines zweiten Kriteriums der betreffenden Spule geeignet ist. Die zur Auswahl verwendeten Kriterien sind orthogonal zueinander, so dass sich bei der Anwendung beider Kriterien immer eine Untergruppe von Spulen oder insbesondere ein einzelnes Element, das heißt eine einzelne Spule ergibt, während die Kriterien für sich jeweils eine Gruppe der Spulen auswählen. Anstatt miteinander derart verschachtelte Multiplexer M1 und M2 zu verwenden, kann auch ein einzelner Multiplexer verwendet werden, mit dem sich eine einzelne Spule oder eine Untergruppe von Spulen direkt aus allen Spulen wählen lässt.

In der Figur 2 ist ferner eine Auswertungsschaltung A dargestellt, welche den Spulen 114, den Komponenten C, D', D und/oder F, welche als Anpassungsschaltung betrachtet werden können, nachgeschaltet ist. Insbesondere befindet sich zwischen der Auswertungsschaltung A und den Spulen beziehungsweise den ebenfalls nachgeschalteten Komponenten zur Anpassung zumindest einen Multiplexer M1 oder M2.

Die Auswertungsschaltung A erhält bereits Signale, die von Spulen stammen, deren Sensitivität bereits angepasst ist. Alternativ kann in der Auswertungsschaltung eine Anpassung, ebenfalls auch zusätzlich, vorgenommen werden. Die Auswertungsschaltung umfasst einen Vergleicher V, der den Signalpegel der Spule, deren Sensitivität bereits angepasst ist, gegenüber einem Referenzwert auswertet, oder der den Signalpegel zweier Spulen vergleichend auswertet. Das Vergleichsergebnis wird an einen dem Vergleicher V nachgeschaltetem Feh-

lersignalgenerator F weitergegeben. Dieser ist eingerichtet, ein Fehlersignal zu erzeugen, wenn das Ergebnis des Vergleichers V angibt, dass die Pegel um mehr als einen Schwellenwert voneinander abweichen. Gegebenenfalls kann auch dieser
5 Schwellenwert verändert werden, um unterschiedliche Sensitivitäten zumindest teilweise zu kompensieren.

Der Vergleichers V kann einen Speicher S umfassen, in dem ein Referenzwert oder ein Referenzsektor abgelegt ist. Der Referenzwert gibt Signalpegel einzelner Spulen, Untergruppen von
10 Spulen oder Gruppen von Spulen im Normbetrieb wieder, so dass die Höhe des Vergleichsergebnisses die Stärke der Feldbeeinflussung durch den Fremdkörper wiedergibt. Die Auswertungsschaltung A kann mit den Multiplexern verbunden sein, entweder
15 direkt oder dadurch, dass eine gemeinsame Ansteuerung mit beiden verbunden ist, so dass die das von dem Fehlergenerator F abgegebene Fehlersignal eine Information darüber umfassen kann, welche Spule oder Spulen vom Multiplexer ausgewählt sind und an der Auswertungsschaltung A anliegen.

Bezugszeichenliste

	100	Umfangslinie
	114	Spulen
5	170	Schaltung
	A	Auswertungsschaltung
	C	Kondensator
	D, D'	Dämpfungsglied innerhalb eines Resonanzkreises oder den Spulen nachgeschaltet
10	F	Filter
	FG	Fehlersignalgenerator
	M1, M2	erster, zweiter Multiplexer
	S	Speicher innerhalb Vergleicher V
	V	Vergleicher
15		

Patentansprüche

1. Fremdkörpererfassungsvorrichtung mit einer Vielzahl von Spulen (114), die nebeneinander angeordnet sind, wobei
5 die Spulen (114) die Form von Ringsektoren aufweisen und sowohl entlang der Umlaufrichtung der Ringsektoren als auch senkrecht hierzu mehrere Spulen (114) aufeinander folgen.
- 10 2. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von Spulen (114) in mindestens eine Untergruppe von Spulen (114) unterteilt sind und die Spulen (114) der gleichen Untergruppe Sensitivitäten aufweisen, die um nicht mehr als ein vorbestimmter Toleranzwert
15 voneinander abweichen.
3. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Spulen der gleichen Untergruppe entlang der Umlaufrichtung angeordnet sind und/oder die Spulen der gleichen Untergruppe senkrecht zu der Umlaufrichtung angeordnet sind.
20
4. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Sensitivitäten
25
 - durch die jeweilige Induktivität der Spulen (114),
 - durch einen jeweiligen Verstärkungsfaktor einer der Spulen nachgeschalteten Anpassungsschaltung (A), und/oder
 - durch eine jeweilige Verstimmung von Resonanzkrei-
30 sen (114; C), welche zum Teil von den Spulen gebildet werden, gegenüber einer vorbestimmten Resonanzfrequenz
definiert sind.
- 35 5. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach Anspruch 4, die ferner eine mit der jeweiligen Spule verbundenen Einstellvorrichtung aufweist, die eingerichtet ist, die In-

duktivität der Spule, den Verstärkungsfaktor oder die Verstimmung anhand eines Einstellsignals zu verändern, insbesondere ein steuerbares Schaltelement, das mit Anzapfungen der jeweiligen Spule verbunden ist, ein veränderlicher Serien- oder Parallelwiderstand, ein Verstärker mit einstellbarem Verstärkungsfaktor, ein Dämpfungsglied mit einstellbarem Dämpfungsfaktor, etwa ein Spannungsteiler, und/oder eine steuerbar zuschaltbare oder abtrennbare Induktivität oder Kapazität.

6. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, die eine Pegelanpassungseinrichtung (D) umfasst, etwa aktive oder passive Dämpfungsglieder oder Verstärker, die einen Eingang aufweisen, der mit den Spulen verbunden ist, und/oder wobei die Pegelanpassungseinrichtung (D) Bauelemente aufweist, die mit den Spulen parallel oder seriell verschaltet sind, wobei die Bauelemente insbesondere Kondensatoren sind, die mit den Spulen jeweils einen Resonanzkreis bilden, und/oder die Bauelemente Widerstände sind, die mit den Spulen Resonanzdämpfungselemente bilden, und/oder die Bauelemente diskrete Induktivitäten sind, die als Anpassungselemente der Induktivitätswerte der Spulen ausgebildet sind.

7. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüchen, die ferner eine Auswertungsschaltung (A) aufweist, die mit den Spulen in Verbindung ist, wobei die Auswertungsschaltung einen Vergleicher (V) aufweist, der:

- mehrere Signaleingänge aufweist, die an die Spulen (114) der mindestens einen Untergruppe angeschlossen sind, wobei der Vergleicher ferner zumindest einen Referenzeingang aufweist, der zum Empfang eines Referenzwerts oder Referenzvektors eingerichtet ist, und der Vergleicher eingerichtet ist, eine Abweichung zwischen dem Signal an den Signaleingängen einerseits und dem Referenzwert oder dem Referenzvektor andererseits zu ermitteln;

- mehrere Signaleingänge aufweist, die an die Spulen der mindestens einen Untergruppe angeschlossen sind, wobei der Vergleicher (V) ferner einen Speicher (S) aufweist, der eingerichtet ist, einen Referenzwert oder einen Referenzvektor zu speichern, und der Vergleicher eingerichtet ist, eine Abweichung zwischen dem Signal an den Signaleingängen einerseits und dem Referenzwert oder dem Referenzvektor andererseits zu ermitteln; oder
 - der mehrere Signaleingänge aufweist, die an verschiedenen Spulen (114) der gleichen Untergruppe angeschlossen sind, und der Vergleicher eingerichtet ist, eine Abweichung zwischen den Signalen der verschiedenen Spulen zu ermitteln.
8. Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach Anspruch 7, die ferner einen dem Vergleicher nachgeschalteten Fehlersignalgenerator (FG) aufweist, der eingerichtet ist, bei einer über einem vorgegebenen Wert liegende Abweichung ein Fehlersignal zu erzeugen, das
- das Auftreten einer Abweichung, die über dem vorgegebenen Wert liegt;
 - die Stärke der Abweichung oder eines Maximums der Abweichung und/oder
 - eine Identifikationsinformation oder einen Ort derjenigen Spule, deren Signal um mehr als den vorgegebenen Wert abweicht,
- wiedergibt.
9. Leistungs-Induktivladevorrichtung zur Aufladung von induktiv aufladbaren Kraftfahrzeugen, mit zumindest einer Fremdkörpererfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Leistungs-Induktivladevorrichtung ferner eine Leistungsspulenordnung aufweist, entlang der sich alle oder ein Teil der Vielzahl der Spulen (114) der Fremdkörpererfassungsvorrichtung erstrecken.

10. Leistungs-Induktivladevorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Leistungsspulenordnung eine Feldstärkenverteilung mit einer ortsabhängigen Varianz aufweist, wobei die Spulen (114) Sensitivitäten aufweisen, die eine ortsabhängige Varianz aufweisen, wobei die ortsabhängige Varianz der Sensitivitäten die ortsabhängige Varianz der Feldstärkenverteilung zumindest teilweise kompensiert.

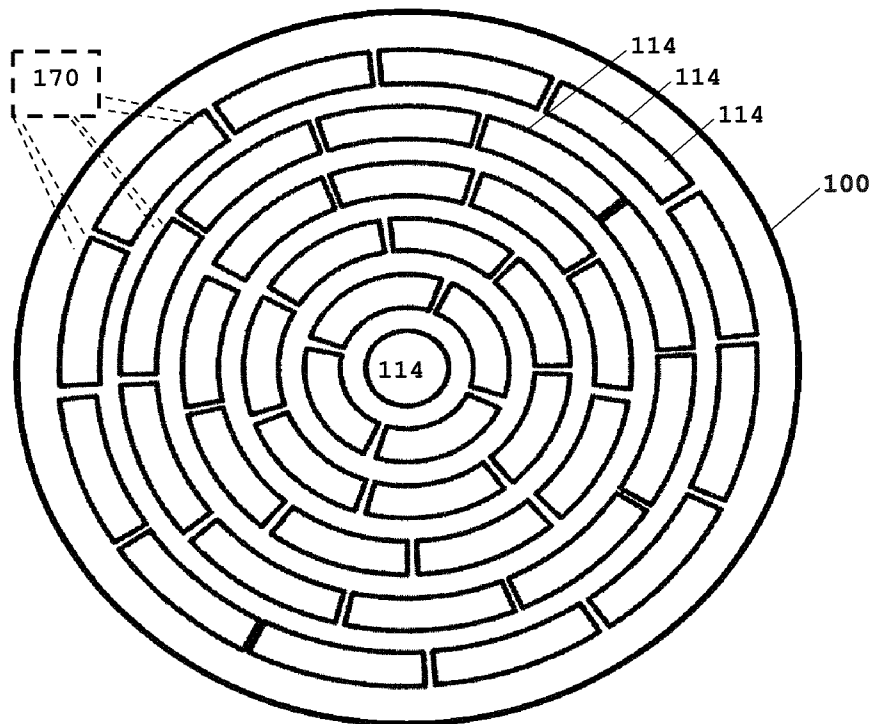


Fig. 1

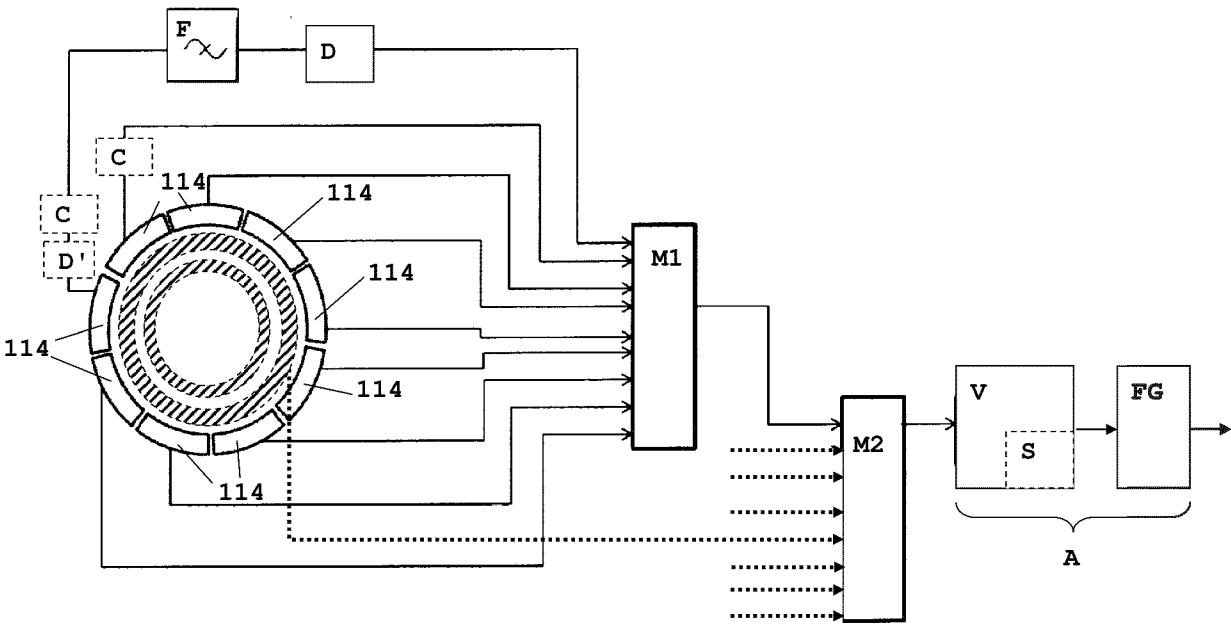


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/057661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01V3/10 B60L11/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01V H02J H04B B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/181875 A1 (WECHLIN MATHIAS [DE] ET AL) 19 July 2012 (2012-07-19) paragraphs [0008], [0016] - [0023], [0026]; figures 1,2 -----	1-4,7-9
X	US 2014/084857 A1 (LIU XUN [CN] ET AL) 27 March 2014 (2014-03-27) paragraphs [0001], [0002], [0038], [0039], [0053] - [0062], [0066], [0067]; figures 5,8a,8b -----	1-7,9,10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2015

Date of mailing of the international search report

29/06/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bream, Philip

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/057661

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012181875 A1	19-07-2012	CA 2766854 A1	20-01-2011
		CN 102474119 A	23-05-2012
		DE 102009033237 A1	20-01-2011
		EP 2454797 A2	23-05-2012
		JP 5508527 B2	04-06-2014
		JP 2012533277 A	20-12-2012
		KR 20120089237 A	09-08-2012
		RU 2012102070 A	20-08-2013
		US 2012181875 A1	19-07-2012
		WO 2011006758 A2	20-01-2011

US 2014084857 A1	27-03-2014	US 2014084857 A1	27-03-2014
		WO 2014048161 A1	03-04-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01V3/10 B60L11/18
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01V H02J H04B B60L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/181875 A1 (WECHLIN MATHIAS [DE] ET AL) 19. Juli 2012 (2012-07-19) Absätze [0008], [0016] - [0023], [0026]; Abbildungen 1,2	1-4,7-9
X	US 2014/084857 A1 (LIU XUN [CN] ET AL) 27. März 2014 (2014-03-27) Absätze [0001], [0002], [0038], [0039], [0053] - [0062], [0066], [0067]; Abbildungen 5,8a,8b	1-7,9,10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/06/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bream, Philip

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/057661

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012181875 A1	19-07-2012	CA 2766854 A1	20-01-2011
		CN 102474119 A	23-05-2012
		DE 102009033237 A1	20-01-2011
		EP 2454797 A2	23-05-2012
		JP 5508527 B2	04-06-2014
		JP 2012533277 A	20-12-2012
		KR 20120089237 A	09-08-2012
		RU 2012102070 A	20-08-2013
		US 2012181875 A1	19-07-2012
		WO 2011006758 A2	20-01-2011

US 2014084857 A1	27-03-2014	US 2014084857 A1	27-03-2014
		WO 2014048161 A1	03-04-2014
