



(10) **DE 10 2016 215 503 A1** 2018.02.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 215 503.2**
(22) Anmeldetag: **18.08.2016**
(43) Offenlegungstag: **22.02.2018**

(51) Int Cl.: **H01Q 1/52 (2006.01)**
H02J 50/10 (2016.01)
B60L 11/18 (2006.01)

(71) Anmelder:
AUDI AG, 85045 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
Rinkleff, Thomas, Dr., 85057 Ingolstadt, DE;
Friedrich, Kai, 85049 Ingolstadt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

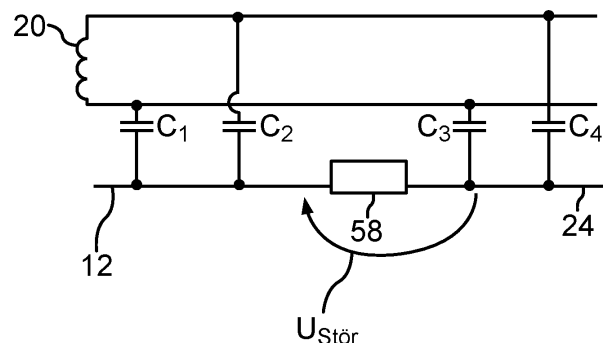
DE	10 2011 084 071	A1
US	7 358 923	B2
US	2015 / 0 137 615	A1
WO	2014/ 186 231	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetisches Entkoppeln einer Antenneneinheit eines Kraftfahrzeugs von einer Energiekopplungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Kraftfahrzeug (10) mit einer Karosserie (12), die zumindest teilweise aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff gebildet ist, einer von der Karosserie (12) elektrisch isoliert angeordneten elektrischen Anlage (14) mit einer Gleichrichtereinheit (16), einer an der Karosserie (12) elektrisch isoliert angeordneten Energiekopplungseinrichtung (18) zum Bereitstellen von elektrischer Energie für die elektrische Anlage (14), wobei die Energiekopplungseinrichtung (18) eine Spule (20) zum drahtlosen magnetischen Koppeln einer kraftfahrzeugexternen, ein magnetisches Wechselfeld (44) bereitstellenden Energiequelle (22) aufweist, wobei die Spule (20) an die Gleichrichtereinheit (16) der elektrischen Anlage (14) angeschlossen ist, und einer ein Antennenelement (24) aufweisenden, an der Karosserie (12) und gegenüber der elektrischen Anlage (14) elektrisch isoliert angeordneten Antenneneinheit (26) zum Bereitstellen einer funkbasierten Kommunikationsverbindung zwischen einem kraftfahrzeugseitigen Kommunikationsendgerät und einer kraftfahrzeugexternen Kommunikationsgegenstelle, gekennzeichnet durch eine Entkopplungseinrichtung (28, 30, 32, 34, 36) zum elektromagnetischen Entkoppeln der Spule (20) von der Antenneneinheit (26).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einer Karosserie, die zumindest teilweise aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff gebildet ist, einer von der Karosserie elektrisch isoliert angeordneten elektrischen Anlage mit einer Gleichrichtereinheit, einer an der Karosserie elektrisch isoliert angeordneten Energiekopplungseinrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie für die elektrische Anlage, wobei die Energiekopplungseinrichtung eine Spule zum drahtlosen magnetischen Koppeln einer kraftfahrzeugexternen, ein magnetisches Wechselfeld bereitstellenden Energiequelle aufweist, wobei die Spule an die Gleichrichtereinheit der elektrischen Anlage angeschlossen ist, und einer ein Antennenelement aufweisenden, an der Karosserie und gegenüber der elektrischen Anlage elektrisch isoliert angeordneten Antenneneinheit zum Bereitstellen einer funkbasierten Kommunikationsverbindung zwischen einem kraftfahrzeugseitigen Kommunikationsendgerät und einer kraftfahrzeugexternen Kommunikationsgestelle.

[0002] Kraftfahrzeuge der gattungsgemäßen Art mit einer Energiekopplungseinrichtung zum drahtlosen magnetischen Koppeln der kraftfahrzeugexternen Energiequelle zum drahtlosen Übertragen von Energie mittels des magnetischen Wechselfeldes sind dem Grunde nach bekannt, sodass es hierzu eines gesonderten druckschriftlichen Nachweises nicht bedarf. Das Kraftfahrzeug weist die Energiekopplungseinrichtung auf, damit dem Kraftfahrzeug Energie zugeführt werden kann, die vorzugsweise in dem elektrischen Energiespeicher des Kraftfahrzeugs zum Zwecke der Ausführung seines bestimmungsgemäßen Betriebs, beispielsweise des Fahrbetriebs, gespeichert werden kann. Die Energie wird mittels der kraftfahrzeugexternen Energiequelle, beispielsweise einer Ladestation oder dergleichen, bereitgestellt, die ihrerseits an eine elektrische Energiequelle, beispielsweise an ein öffentliches Energieversorgungsnetz, an einen elektrischen Generator, an eine Batterie und/oder dergleichen angeschlossen ist. Die Ladestation erzeugt das magnetische Wechselfeld unter Aufnahme elektrischer Energie der elektrischen Energiequelle. Die Energiekopplungseinheit des Kraftfahrzeugs erfasst das magnetische Wechselfeld mittels der Spule, entnimmt diesem Energie und stellt elektrische Energie kraftfahrzeugseitig bereit, insbesondere, um den elektrischen Energiespeicher des Kraftfahrzeugs und/oder auch eine elektrische Maschine der Antriebseinrichtung mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0003] Das Kraftfahrzeug weist in der Regel eine elektrische Anlage auf, die insbesondere bei einem elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeug eine elektrische Antriebseinheit für das Kraftfahrzeug umfasst. Darüber hinaus umfasst die elektrische Anlage in

der Regel auch den elektrischen Energiespeicher, der üblicherweise als Akkumulator ausgebildet ist. Bei elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeugen ist der elektrische Energiespeicher häufig durch eine Hochvoltbatterie gebildet. Die Hochvoltbatterie kann beispielsweise einen Lithium-Ion-Akkumulator oder dergleichen umfassen. Der elektrische Energiespeicher stellt neben anderen für den bestimmungsgemäßen Betrieb der elektrischen Anlage die elektrische Energie zur Verfügung.

[0004] Kraftfahrzeuge der gattungsgemäßen Art umfassen die Energiekopplungseinrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie für die elektrische Anlage. Zunehmend finden Energiekopplungseinrichtungen Einsatz, die eine Spule zum drahtlosen magnetischen Koppeln einer kraftfahrzeugexternen, ein magnetisches Wechselfeld bereitstellenden Energiequelle aufweisen. Dadurch ist eine elektromechanische Kopplung des Kraftfahrzeugs mit der kraftfahrzeugexternen Energiequelle zum Zuführen von elektrischer Energie, beispielweise ein Anschließen des Kraftfahrzeugs an eine Ladestation mittels eines Ladekabels oder dergleichen, nicht mehr erforderlich. Gleichwohl kann sie weiterhin optional vorgesehen sein. Hinsichtlich der Bedienung für den Nutzer des Kraftfahrzeugs ergeben sich hierdurch Vorteile, weil nämlich zum Zwecke des Energiekoppelns eine mechanische Verbindung, beispielsweise mittels eines Ladekabels oder dergleichen, nicht vorgenommen zu werden braucht. Damit die Energiekopplungseinrichtung mittels des magnetischen Wechselfeldes zugeführte Energie in elektrische Energie wandeln und der elektrischen Anlage zuführen kann, ist die Spule an eine Gleichrichtereinheit der elektrischen Anlage angeschlossen.

[0005] Da die Karosserie in der Regel zumindest teilweise aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff, beispielsweise Blech, insbesondere Metallblech, gebildet ist, ist in der Regel vorgesehen, dass die elektrische Anlage sowie auch die Energiekopplungseinrichtung elektrisch isoliert gegenüber der Karosserie angeordnet sind.

[0006] In Systemen, bei denen Energie mittels eines magnetischen Wechselfeldes übertragen wird, auch induktive Energieübertragung genannt, verändern sich durch Variation des Abstandes und/oder eines Versatzes Induktivitäten von beteiligten Spulenschaltungen.

[0007] Während eines Betriebs eines Systems zur drahtlosen Energiekopplung, insbesondere zur induktiven Energiekopplung, kann eine Vielzahl von Störungen, insbesondere elektromagnetischer Wechselwirkungen, beispielsweise Funkstörungen und/oder dergleichen verursachen. Energiequellen-seitig können diese Störungen mit klassischen Maßnahmen der Störunterdrückung, beispielsweise Ent-

störfiltern und/oder dergleichen gut gedämpft werden, sodass eine erforderliche elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) diesbezüglich in der Regel durch geeignetes Dämpfen oder dergleichen erreicht werden kann, sodass der bestimmungsgemäße Betrieb sämtlicher elektrischer Einrichtungen im Wesentlichen zuverlässig gewährleistet werden kann.

[0008] Aufgrund des Wandlungsprinzips ergeben sich kraftfahrzeugseitig jedoch Störaussendungen, die einerseits nur schlecht unterdrückt werden können und darüber hinaus klassischen Filtermaßnahmen häufig nur unzureichend zugänglich sind. Eine Störungsquelle ergibt sich beispielsweise dadurch, dass entsprechend des magnetischen Wechselfeldes die Spule der Energiekopplungseinrichtung eine elektrische Wechselspannung an ihren Anschlüssen bereitstellt, die zum Zwecke der Energiezuführung zur elektrischen Anlage des Kraftfahrzeugs mittels der Gleichrichtereinheit gleichgerichtet wird. Üblicherweise umfasst die Gleichrichtereinheit einen Brückengleichrichter. Es können Spannungssprünge auftreten, die zu unerwünschten Störaussendungen führen können. Solche Probleme können jedoch auch bei Betrieb an einem Einweggleichrichter, einem Zweiweggleichrichter oder dergleichen Schaltungen auftreten.

[0009] Als Problem erweist es sich dabei unter anderem, dass aufgrund der Gleichrichtungsfunktion die elektrische Spannung an den Anschlüssen der Spule hohen Änderungsgeschwindigkeiten unterliegen kann, die sich aufgrund des bestimmungsgemäßen Betriebs ergeben können. Hierdurch können Störaussendungen sowohl leitungsgebunden als auch nicht-leitungsgebunden freigesetzt werden, die in Frequenzbereiche hineinragen, in denen funkbasierte Kommunikation stattfindet, beispielsweise Mittelwelle, Kurzwelle, UKW, Fernsehen (TV), DAB (digital audio broadcasting) und/oder dergleichen.

[0010] Das Kraftfahrzeug weist in der Regel die Antenneneinheit auf, die dem Bereitstellen einer funkbasierten Kommunikationsverbindung dient. Durch die Anordnung der Antenneneinheit an der Karosserie, die in der Regel ebenfalls elektrisch isoliert angeordnet ist, kann durch elektromagnetische, insbesondere kapazitive, Kopplung ein Einkoppeln der von der Spule im bestimmungsgemäßen Betrieb erzeugten Störungen erfolgen, sodass in die Antenneneinheit Störspannungen eingekoppelt werden, die den bestimmungsgemäßen Betrieb der Antenneneinheit zum Bereitstellen der funkbasierten Kommunikationsverbindung stören können, wenn nicht sogar gänzlich verhindern.

[0011] Ferner offenbart die WO 2010/060062 A1 eine reduzierte Störung zwischen Empfängern und drahtlosen Leistungssendern. Weiterhin offenbart die DE 10 2013 225 241 A1 eine Feldabschir-

mung bei induktivem Laden. Weiterhin offenbart die WO 2016/030114 A1 ein induktives Energieübertragungssystem. Schließlich offenbart die EP 2 808 196 A1 ein Übertragerelement.

[0012] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Betrieb der funkbasierten Kommunikationsverbindung bei Betrieb der Energiekopplungseinrichtung zu verbessern.

[0013] Als Lösung schlägt die Erfindung ein Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 1 vor.

[0014] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich anhand von Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

[0015] Kraftfahrzeugseitig wird insbesondere vorgeschlagen, dass das Kraftfahrzeug eine Entkopplungseinrichtung zum elektromagnetischen Entkoppeln der Spule von der Antenneneinheit aufweist.

[0016] Kraftfahrzeuge im Sinne der Erfindung umfassen insbesondere elektrisch antreibbare Kraftfahrzeuge, wie zum Beispiel ein Elektrofahrzeug, ein Hybridfahrzeug wie ein Plug-In-Hybridfahrzeug, ein Mild-Hybridfahrzeug oder dergleichen, welches sowohl elektrisch als auch mittels einer Verbrennungskraftmaschine antreibbar ist, oder dergleichen. Auch wenn sich die Erfindung vorzugsweise an elektrisch antreibbare Kraftfahrzeuge richtet, ist sie dem Grunde nach auch bei anderen Kraftfahrzeugen einsetzbar, denen drahtlos mittels eines magnetischen Wechselfeldes Energie zugeführt werden kann.

[0017] Die Anwendung der Erfindung ist aber nicht auf Kraftfahrzeuge begrenzt. Sie kann ebenso bei Geräten zu Einsatz kommen, denen drahtlos Energie zugeführt werden soll, beispielsweise elektronische tragbare Geräte wie Mobilfunkendgeräte, Diktiergeräte, Messgeräte und/oder dergleichen.

[0018] Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass eine Schirmung der Spule nicht oder nur eingeschränkt möglich ist, da die Spule natürlich dem magnetischen Wechselfeld ausgesetzt sein muss, damit in bestimmungsgemäßer Weise drahtlos Energie übertragen werden kann. Zwar wäre auch eine Begrenzung der Spannungsanstiegsgeschwindigkeit an Anschlüssen der Spule mittels eines Filters denkbar, beispielsweise in einer Anschlussleitung zwischen der Spule und der Gleichrichtereinheit beziehungsweise zwischen der Gleichrichtereinheit und einem Gleichspannungszwischenkreis der elektrischen Anlage, jedoch würde sich ein solches Filter nachteilig auf die Energieübertragung auswirken, beispielsweise indem Resonanzen hervorgerufen werden könnten, und wäre nicht oder nur mit ganz erheblichem Aufwand realisierbar.

[0019] Die Erfindung nutzt den Effekt, dass das Antennenelement der Antenneneinheit eine elektrische Potenzialdifferenz zwischen der Antenneneinheit und der Karosserie erfasst. Die elektrische Anlage und die Energiekopplungseinheit sind von der Karosserie und der Antenneneinheit elektrisch isoliert angeordnet. Eine Verbindung zwischen der Energiekopplungseinheit und der Antenneneinheit beziehungsweise der Karosserie besteht deshalb im Wesentlichen lediglich kapazitiv, das heißt, durch parasitäre Kapazitäten.

[0020] Die Erfindung berücksichtigt, dass die elektrische Anlage, insbesondere ungeschirmte Bereiche der elektrischen Anlage, symmetrisch ausgelegt werden können, sodass die elektrische Anlage so beaufschlagt werden kann, dass deren elektrische Potentiale mit einem reinen Gegentaktungssignal beaufschlagt werden können, sodass eine Störaussendung im Idealfall null werden kann.

[0021] Diesem Zweck dient die Entkopplungseinrichtung zum elektrischen Entkoppeln der Spule von der Antenneneinheit. Mit der Entkopplungseinrichtung kann nämlich die unerwünschte Kopplung durch die parasitären Kapazitäten reduziert wenn nicht sogar vollständig unterdrückt werden. Durch die Reduzierung beziehungsweise Unterdrückung der unerwünschten Kopplung kann erreicht werden, dass in die Antenneneinheit, insbesondere das Antennenelement eingekoppelte Störungen reduziert oder unterdrückt werden können, sodass auch während des Betriebs der Energiekopplungseinrichtung ein zuverlässiger Betrieb der Antenneneinheit gewährleistet werden kann, sodass auch das Bereitstellen der funkbasierten Kommunikationsverbindung weitgehend ungestört realisiert werden kann.

[0022] Die Entkopplungseinrichtung dient somit dazu, ein Koppeln durch die parasitäre Kapazitäten in geeigneter Weise zu beeinflussen, damit die elektromagnetische Kopplung, insbesondere die kapazitive Kopplung der Spule zur Antenneneinheit reduziert, wenn nicht sogar vollständig unterdrückt werden kann.

[0023] Zu diesem Zweck besteht die Möglichkeit, eine kapazitive Kopplung der Spule zur Karosserie möglichst groß gegenüber einer kapazitiven Kopplung der Antenneneinheit zur Karosserie zu machen oder umgekehrt. In der Regel dürfte jedoch der erste Fall zweckmäßiger zu realisieren sein, weil bereits in der Version ohne Entkopplungseinrichtung die kapazitive Kopplung der Antenneneinheit zur Spule in der Regel bereits deutlich kleiner als die kapazitive Kopplung der Spule zur Karosserie sein dürfte. Dabei nutzt diese Ausgestaltung, dass die Antenneneinheit üblicherweise einen Impedanzwandler aufweist. Hierdurch kann zumindest ein Teil eines Spannungsabfalls am Impedanzwandler, der von der Störaus-

sendung abhängig ist, reduziert werden, sodass eine Störung der Kommunikationsverbindung dadurch ebenfalls reduziert werden kann.

[0024] Alternativ oder ergänzend kann darüber hinaus vorgesehen sein, dass unerwünschte parasitäre Gleichtaktsignale im Bereich der elektrischen Anlage und der Energiekopplungseinrichtung reduziert werden können, beispielsweise durch geeignete Entkopplungsmaßnahmen der Energiekopplungseinrichtung, insbesondere der Spule, und/oder dergleichen.

[0025] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht deshalb vor, dass die Entkopplungseinrichtung zwei elektrische Kondensatoren mit gleicher elektrischer Kapazität aufweist und ausgebildet ist, die Spule mittels der elektrischen Kondensatoren galvanisch getrennt an die Gleichrichtereinheit anzuschließen. Mittels der elektrischen Kondensatoren kann die Spule beispielsweise so an die Gleichrichtereinheit angeschlossen werden, dass an jedem ihrer Anschlüsse jeweils einer der beiden Kondensatoren in Serie geschaltet ist. Dadurch ist gewährleistet, dass die Spule galvanisch getrennt an die Gleichrichtereinheit angeschlossen ist. Besonders vorteilhaft erweist sich diese Ausgestaltung dann, wenn bereits ein Serienkondensator ohnehin schon zum Anschließen der Spule an die Gleichrichtereinheit vorgesehen ist. Durch das Vorsehen des zweiten Kondensators in einer Leitung, die ansonsten einen der Spulenanschlüsse elektrisch leitend mit der Gleichrichtereinheit verbinden würde, kann somit die galvanische Trennung der Spule von der Gleichrichtereinheit erreicht werden. Dadurch kann die elektrische Spannung an der Spule symmetrisiert werden, wodurch die durch die parasitären Kapazitäten erzeugte unerwünschte Kopplung ebenfalls reduziert werden kann.

[0026] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass bei einer Spule mit einer Wicklung aus wenigstens einem in mehreren Windungen angeordneten elektrischen Leiter die Entkopplungseinrichtung dadurch gebildet ist, dass der wenigstens eine elektrische Leiter verdrillt ist. Durch das Verdrillen des wenigstens einen Leiters kann erreicht werden, dass die unerwünschten parasitären Kapazitäten hinsichtlich ihres Kapazitätswert angeglichen werden, wodurch die Einwirkung auf die Antenneneinheit ebenfalls reduziert werden kann.

[0027] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Entkopplungseinrichtung ein im Bereich der Spule angeordnetes, elektrisch leitfähiges Koppellement zum kapazitiven Koppeln der Spule mit der Karosserie aufweist. Auch hierdurch kann eine Reduzierung der unerwünschten Störung erreicht werden, weil durch das elektrisch leitfähige Koppellement die kapazitive Kopplung der Spule zur Karosserie in günstiger Weise beeinflusst werden kann. Das Kopp-

pelelement kann beispielsweise durch ein elektrisch isolierendes Bauteil gebildet sein, welches eine möglichst hohe dielektrische Permittivität aufweist. Das Koppellement kann beispielsweise einen Werkstoff aus einem Kunststoff wie Polyethylen, Polytetrafluorethylen (PTFE) oder dergleichen, einer Keramik wie zum Beispiel Steatit, Aluminiumoxid, Glimmer oder dergleichen, Kombinationen hiervon und/oder dergleichen umfassen. Darüber hinaus kann das Koppellement aber auch durch einen elektrischen Leiter gebildet sein, der insbesondere in der Nähe der Spule beziehungsweise deren Wicklung angeordnet ist.

[0028] Besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn das Koppellement eine einen im Koppellement erzeugbaren Wirbelstrom unterdrückende Struktur aufweist. Die Struktur kann beispielsweise dadurch gebildet sein, dass das Koppellement elektrisch isolierende Bereiche umfasst, die elektrisch leitfähige Bereiche des Koppellements elektrisch voneinander trennen. Bei einem elektrischen Leiter als Koppellement kann vorgesehen sein, dass dieser keine geschlossene Leiterschleife ausbildet. Ferner kann das Koppellement zu diesem Zweck aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, die in geeigneter Weise zum Koppellement zusammengefügt sind. Dabei sind Abmessungen der Bereiche in geeigneter Weise angepasst gewählt, sodass im bestimmungsgemäßen Betrieb erzeugte Wirbelströme hinreichend klein sind, damit keine unerwünschten signifikanten Wirkungen auf die Energieübertragung erfolgen können. Beispielsweise können Abmessungen des Koppellements in geeigneter Weise gewählt werden, zum Beispiel bei einem elektrischen Leiter als Koppellement ein Durchmesser kleiner als eine Eindringtiefe und/oder dergleichen.

[0029] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Koppellement eine elektrisch leitfähige Platte aufweist, die sich zumindest im Bereich der Wicklung erstreckt und die die Karosserie lediglich an einer einzigen Stelle elektrisch kontaktiert. Dadurch kann erreicht werden, dass sich keine Masseschleifen ausbilden, die zu unerwünschten Masseströmen und/oder dergleichen führen. Dadurch kann die Wirkung des Koppellements weiter verbessert werden. Die elektrisch leitfähige Platte kann durch eine Metallplatte aber auch durch eine Platte aus einem elektrisch leitfähigen Kunststoff, einem geeignet ausgebildeten Verbundwerkstoffe und/oder dergleichen sein.

[0030] Besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn das Koppellement, insbesondere die elektrisch leitfähige Platte, ein Metalldrahtgeflecht aus Einzeldrähten aufweist. Vorzugsweise sind die Einzeldrähte gegenüber einander elektrisch isoliert angeordnet. Insbesondere kontaktieren die Einzeldrähte die Karosserie lediglich an einer einzigen Stelle elektrisch. Auch hierdurch kann erreicht werden, dass die parasitäre Kapazität in geeigneter Weise angepasst wer-

den kann. Dadurch, dass die Einzeldrähte gegenüber einander elektrisch isoliert angeordnet sind, kann ferner vermieden werden, dass sich signifikante Wirbelströme ausbilden können. Hierdurch kann zugleich eine geeignete, Wirbelströme unterdrückende Struktur ausgebildet werden. Ferner erlaubt es die Art der Kontaktierung der Einzeldrähte, dass Masseschleifen vermieden werden können. Die Einzeldrähte können an einer gemeinsamen Stelle die Karosserie kontaktieren. Es kann darüber hinaus aber auch vorgesehen sein, dass einzelne der Einzeldrähte oder auch paare von Einzeldrähten die Karosserie an unterschiedlichen Stellen in geeigneter Weise kontaktieren.

[0031] Die Entkopplungseinrichtung kann vorzugsweise einen Trenntransformator aufweisen und ausgebildet sein, die Spule mittels des Trenntransformators galvanisch getrennt an die Gleichrichtereinheit anzuschließen. Dadurch kann nicht nur eine Verbesserung hinsichtlich einer Beaufschlagung mittels eines Gleichtaktsignals erreicht werden, sondern es kann zugleich auch eine elektrische Trennung der Spule von der Gleichrichtereinheit erreicht werden, die eine Anpassung hinsichtlich der elektrischen Spannung ermöglicht. Dadurch ist es möglich, die Spule unabhängig von der für den bestimmungsgemäßen Betrieb der elektrischen Anlage erforderlichen Spannungshöhe auszubilden.

[0032] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Entkopplungseinrichtung ein Gleichtaktentstörelement aufweist. Das Gleichtaktentstörelement ist vorzugsweise ebenfalls wie der Trenntransformator im Bereich der Spule, und hier vorzugsweise zwischen der Spule und der Gleichrichtereinheit, angeordnet beziehungsweise angeschlossen. Durch das Gleichtaktentstörelement kann erreicht werden, dass die Spule hinsichtlich einer Gleichtaktbeaufschlagung entkoppelt werden kann. Zumindest kann die Kopplung diesbezüglich reduziert werden. Das Gleichtaktentstörelement kann beispielsweise durch eine Drossel und/oder dergleichen gebildet sein.

[0033] Das Gleichtaktentstörelement kann vorzugsweise eine Gleichtakt-drossel sein. Die Gleichtakt-drossel kann an die Spulenanschlüsse und die Gleichrichtereinheit angeschlossen sein und eine hohe Induktivität für eine Gleichtaktbeaufschlagung bereitstellen. Sie kann insbesondere auch mit der Drossel kombiniert sein. Insgesamt lässt sich hierdurch die Gleichtaktunterdrückung weiter verbessern.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die elektrische Anlage, insbesondere die Gleichrichtereinheit, und der Trenntransformator beziehungsweise das Gleichtaktentstörelement eine separate Abschirmung aufweisen. Dadurch kann die Entkopplungswirkung weiter verbessert werden. Die Abschirmung kann durch geeignet ausgebildete, elektrisch leitfähige Gehäuse, insbe-

sondere Blechkonstruktionen wie zum Beispiel nach Art einer Tunerbox, und/oder dergleichen gebildet sein. Insbesondere kann die Abschirmung zumindest teilweise auch durch die Karosserie gebildet sein. Vorzugsweise sind sie derart ausgebildet, dass eine Kopplung zwischen der elektrischen Anlage, insbesondere der Gleichrichtereinheit, einerseits und dem Trenntransformator beziehungsweise dem Gleichaktentstörelement andererseits reduziert oder gänzlich unterdrückt werden. Die Abschirmung kann natürlich auch mit den zuvor genannten weiteren Merkmalen kombiniert werden.

[0035] Weitere vorteilhafte Wirkungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich anhand der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Berücksichtigung der beigefügten Zeichnungen. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale und Funktionen. Die Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung der Findung und sollen diese nicht beschränken.

[0036] Es zeigen:

[0037] Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht ein Kraftfahrzeug mit einer Energiekopplungseinrichtung zum drahtlosen magnetischen Koppeln einer kraftfahrzeugexternen, ein magnetisches Wechselfeld bereitstellenden Energiequelle sowie mit einer ein Antennenelement aufweisenden Antenneneinheit,

[0038] Fig. 2 in einer schematischen Schaltbilddarstellung ein Ersatzschaltbild einer elektrischen Anlage des Kraftfahrzeugs gemäß Fig. 1,

[0039] Fig. 3 ein Ersatzschaltbild in Bezug auf eine Störungskopplung des Kraftfahrzeugs gemäß Fig. 1,

[0040] Fig. 4 in einer schematischen Prinzipdarstellung das Funktionsprinzip der drahtlosen Energiekopplung,

[0041] Fig. 5 in einer schematischen Blockschaltdarstellung eine detailliertere Darstellung des Funktionsprinzips gemäß Fig. 4,

[0042] Fig. 6 ein schematisches Prinzipschaltdbild für den Anschluss einer Spule der Energiekopplungseinrichtung gemäß Fig. 5 an eine Gleichrichtereinheit gemäß Fig. 5 mit einer Entkopplungseinrichtung basierend auf zwei Kondensatoren mit gleicher Kapazität, wobei die Spule einen verdrehten Leiter aufweist,

[0043] Fig. 7 in einer Draufsicht eine schematische Darstellung auf eine Spule mit einem elektrisch leitfähigen Koppellement zum kapazitiven Koppeln der Spule mit der Karosserie gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung, wobei eine Wicklung der Spule einen verdrehten Leiter aufweist,

[0044] Fig. 8 eine weitere Ausgestaltung einer Energiekoppelrichtung mit der elektrischen Anlage gemäß der Erfindung, wobei die Spule der Energiekoppelrichtung mittels eines Trenntransformators mit der Gleichrichtereinheit galvanisch getrennt gekoppelt ist und die elektrische Anlage zumindest im Bereich des Trenntransformators und der Gleichrichtereinheit mit einer Abschirmung versehen ist,

[0045] Fig. 9 eine Ausgestaltung basierend auf Fig. 8, bei der anstelle des Trenntransformators eine Gleichtaktrossel als Gleichaktentstörelement vorgesehen ist,

[0046] Fig. 10 ein schematisches Ersatzschaltbild basierend auf Fig. 3 und

[0047] Fig. 11 eine alternative Darstellung des Ersatzschaltbildes gemäß Fig. 10.

[0048] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Seitenansicht ein Kraftfahrzeug **10** mit einer Karosserie **12**, die vorzugsweise aus einem Eisenblech als elektrisch leitfähigen Werkstoff gebildet ist. Das Kraftfahrzeug **10** umfasst ferner eine von der Karosserie **12** elektrisch isoliert angeordnete elektrische Anlage **14** mit einer Gleichrichtereinheit (Fig. 2). Ferner umfasst das Kraftfahrzeug **10** eine an der Karosserie **12** elektrisch isoliert angeordnete Energiekopplungseinrichtung **18** zum Bereitstellen von elektrischer Energie für die elektrische Anlage **14**. Die Energiekopplungseinrichtung **18** weist zu diesem Zweck eine Spule **20** auf, die dem drahtlosen magnetischen Koppeln einer kraftfahrzeugexternen, ein magnetisches Wechselfeld **44** bereitstellenden Energiequelle **22** aufweist. Die Energiequelle ist vorliegend durch eine Ladestation gebildet, die an ein öffentliches Energieversorgungsnetz angeschlossen ist, um die Energie mittels des magnetischen Wechselfeldes **44** bereitstellen zu können. Die Spule **20** ist an die Gleichrichtereinheit **16** der elektrischen Anlage **14** angeschlossen.

[0049] Das Kraftfahrzeug **10** umfasst ferner eine ein Antennenelement **24** aufweisende, an der Karosserie **12** und gegenüber der elektrischen Anlage **14** elektrisch isoliert angeordnete Antenneneinheit **26**, die dem Bereitstellen einer funkbasierten Kommunikationsverbindung zwischen einem kraftfahrzeugseitigen Kommunikationsendgerät und einer kraftfahrzeugexternen Kommunikationsgegenstelle dient. Das Kommunikationsendgerät und die Kommunikationsgegenstelle sind in den Figuren nicht dargestellt.

[0050] Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass die Spule **20** parallel an einen Kondensator **46** angeschlossen ist. Die Parallelschaltung aus der Spule **20** und dem Kondensator **46** ist über einen einzelnen Kondensator **48** an die Gleichrichtereinheit **16** angeschlossen. Mittels der Spule **20** wird dem magnetischen Wechselfeld **44** Energie entnommen, die als elektrische En-

ergie an den Spulenanschlüssen bereitgestellt wird. Durch die Kondensatoren **46** und **48** erfolgt eine geeignete Anpassung für die Gleichrichtereinheit **46**. Die Gleichrichtereinheit **16** ist vorliegend durch einen Brückengleichrichter gebildet.

[0051] Die Spule **20** stellt an ihren nicht bezeichneten Anschlüssen eine Wechselspannung mit einer Frequenz bereit, die der Frequenz des magnetischen Wechselfeldes **44** entspricht. Vorliegend beträgt die Frequenz etwa 120 kHz. Insofern bilden die Kondensatoren **46** und **48** eine Anpassschaltung.

[0052] Gleichspannungsseitig ist die Gleichrichtereinheit **16** an einen Gleichspannungszwischenkreis **50** der elektrischen Anlage **14** angeschlossen, der einen Zwischenkreiskondensator **52** aufweist. Ferner ist der Gleichspannungszwischenkreis **50** auf eine Filterschaltung **54** geführt, die die von der Gleichrichtereinheit **16** bereitgestellte Gleichspannung weiter filtert. Die Filtereinheit **54** stellt die gefilterte Gleichspannung elektrischen Einheiten **56** der elektrischen Anlage **14** zur Verfügung, die vorliegend eine elektrische Antriebseinrichtung umfassen, mittels der das Kraftfahrzeug **10** elektrisch antreibbar ist. Darüber hinaus können andere elektrische Verbraucher vorgesehen sein, die von der elektrischen Anlage **14** umfasst sind.

[0053] Fig. 3 zeigt ein Ersatzschaltbild in einer schematischen Schaltbilddarstellung, die Kopplungspfade für eine Störeinkopplung in die Antenneneinheit **26** darstellt. Vorliegend ist ersichtlich, dass die Antenneneinheit **26** einen Impedanzwandler **58** aufweist, an dem das Antennenelement **24** angeschlossen ist. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die Karosserie **12** mittels Kondensatoren C_1 und C_2 , die stellvertretend für parasitäre Kapazitäten stehen, an die Spule **20**, insbesondere deren Anschlüsse, kapazitiv gekoppelt ist. Entsprechend ist das Antennenelement **24** über parasitäre Kapazitäten C_3 und C_4 an die Spule **20** angekopelt, die ebenfalls parasitäre Kapazitäten darstellen. Am Impedanzwandler **58** stellt sich eine Störspannung $U_{Stör}$ ein (Fig. 10). Fig. 11 zeigt eine alternative Darstellung zu Fig. 10, woraus ersichtlich ist, wie die Kapazitäten C_1 bis C_4 auf die Störspannung $U_{Stör}$ am Impedanzwandler **58** wirken. Hierzu wird im Folgenden noch ausgeführt.

[0054] Fig. 4 zeigt eine Darstellung wie Fig. 1, bei der jedoch schematisch auch die elektrische Anlage **14** dargestellt ist. Ergänzend zu den bisherigen Darstellungen ist aus Fig. 4 ersichtlich, dass das Kraftfahrzeug **10** beziehungsweise dessen elektrische Anlage **14** eine Hochvoltbatterie **64** als elektrischen Energiespeicher umfasst, der gleichspannungsseitig am Zwischenkreis **50** der elektrischen Anlage **14** angeschlossen ist.

[0055] Fig. 5 zeigt noch einmal die Komponenten der elektrischen Anlage **14** des Kraftfahrzeugs **10**, wobei ergänzen ersichtlich ist, dass die Spule **20**, die Kondensatoren **46** und **48**, die Gleichrichtereinheit **16** sowie der Zwischenkreis **50** mit seinem Zwischenkreiskondensator **52** und die Filterschaltung **54** in einem Gehäuse **60** angeordnet sind und so eine kompakte Baueinheit bilden. Vorzugsweise ist das Gehäuse zumindest teilweise elektrisch leitfähig, um zumindest teilweise eine Abschirmung zu bewirken.

[0056] Die zuvor genannten Kondensatoren **46**, **48** sind nicht zwingend für die Funktion der vorgenannten Energiekoppelinrichtung und der elektrischen Anlage **14** erforderlich, sodass sie gegebenenfalls auch weggelassen werden können.

[0057] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, bei der die Spule **20** über die Kondensatoren **46**, **48** an die Gleichrichtereinheit **16** angeschlossen ist. Um hier eine Gleichtaktunterdrückung bewirken zu können, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass eine Verbindungsleitung **62** von der Spule **20** zur Gleichrichtereinheit **16** durch einen Kondensator **40** ersetzt ist. Um die Gleichtaktunterdrückung möglichst wirksam zu machen, ist vorgesehen, dass der Kondensator **48** durch einen Kondensator **38** ersetzt ist, der die gleiche Kapazität wie der Kondensator **40** aufweist. Dadurch kann eine Entkopplungseinrichtung **28** bereitgestellt werden. Auch hier ist der Kondensator **46** optional vorhanden und kann je nach Bedarf auch weggelassen werden.

[0058] Aus Fig. 6 ist ferner ersichtlich, dass die Spule eine Entkopplungseinrichtung **30** aufweist, die dadurch gebildet ist, dass ein Leiter **42**, der vorliegend zwei Windungen als Wicklung der Spule **20** bereitstellt, verdrillt ausgebildet ist. Durch das Verdrillen der Wicklung kann erreicht werden, dass die zuvor genannten parasitären Kapazitäten C_1 und C_2 sowie auch die parasitären Kapazitäten C_3 und C_4 etwa den gleichen Kapazitätswert einnehmen. Dadurch kann die Gegentaktkopplung in das Antennenelement **24** reduziert werden.

[0059] Darüber hinaus wird durch die Kondensatoren **38**, **40** erreicht, dass die elektrische Spannung an der Spule **20** symmetrisiert wird, wodurch eine weitere Reduktion der Störspannung $U_{Stör}$ erreicht werden kann.

[0060] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausgestaltung gemäß der Erfindung, die auch mit den zuvor genannten Ausgestaltungen kombiniert werden kann. Aus Fig. 7 ist ersichtlich, dass die Entkopplungseinrichtung ein Koppellement **34** nach Art einer offenen elektrisch leitfähigen Leiterschleife aufweist, die zumindest teilweise die Wicklung der Spule **20** in deren Ebene umgibt. Um unerwünschte Masseströme zu vermeiden, ist vorgesehen, dass das Koppellement **34** durch ei-

nen elektrisch leitfähigen Draht gebildet ist, der eine offene Leiterschleife ausbildet und lediglich an einer einzigen Stelle elektrisch leitend mit der Karosserie **12** verbunden ist.

[0061] Die Kopplung der Spule **20** zur Karosserie **12** ist von lokalen Gegebenheiten abhängig. Durch Einbringen des Koppellements **34**, insbesondere auch eines geeignet ausgebildeten Metalldrahtgeflecht oder eines Metalleinlegers im Bereich der Spule **20** kann die kapazitive Kopplung symmetrisiert werden, sodass die Kapazität C_1 etwa der Kapazität C_2 entspricht. Vorzugsweise sind die beiden Kapazitäten gleich. Durch die Einpunktanbindung des Koppellements **34** an die Karosserie **12** können Wirbelströme sowie auch Masseschleifen reduziert oder sogar verhindert werden.

[0062] Fig. 8 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, die ebenfalls nahezu beliebig mit den vorangehenden Ausführungsbeispielen kombiniert werden kann. Dieses Ausführungsbeispiel basiert auf der Schaltungsstruktur, wie sie bereits anhand der Fig. 2 erläutert wurde. Im Unterschied zur Ausgestaltung gemäß Fig. 2 ist hier vorgesehen, dass die Spule **20** mittels eines Trenntransformators **36** an die Gleichrichtereinheit **16** angeschlossen ist. Der Trenntransformator **36** stellt eine galvanische Trennung bereit. Auch hier sind die Kondensatoren **46** und **48** lediglich optional vorhanden und können gegebenenfalls auch weggelassen werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass lediglich einer der beiden Kondensatoren **46**, **48** vorhanden ist. Ferner ist vorgesehen, dass der Trenntransformator **36**, die optionalen Kondensatoren **46**, **48** sowie auch die Gleichrichtereinheit **16** von einer elektromagnetischen Schirmung **70** umgeben sind. Dadurch kann die Störaussendung weiter reduziert werden.

[0063] Fig. 9 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, die auf der Ausgestaltung gemäß Fig. 8 im Wesentlichen basiert. Im Unterschied zur Ausgestaltung gemäß Fig. 8 ist anstelle des Trenntransformators **36** bei dieser Ausgestaltung gemäß Fig. 9 eine Gleichtaktrossel **32** vorgesehen. In beiden Fällen der Ausgestaltungen gemäß Fig. 8 und Fig. 9 kann jedenfalls eine Reduzierung der Gleichtaktwirkung erreicht werden. Dadurch stellen sich elektrische Potentiale an den Anschlüssen der Spule **20** ein, die im Wesentlichen symmetrisch in Bezug auf das Bezugspotential, hier der Karosserie **12**, sind. Durch die hierdurch erreichte Symmetrie kann die Störspannung $U_{Stör}$ reduziert werden. Etwaige Unsymmetrien können durch eine Abschirmung, beispielsweise die Schirmung **70**, weiter reduziert werden. Die Schirmung **70** kann nicht nur bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 8 vorgesehen sein, sondern ebenso bei den Ausgestaltungen der weiteren Ausführungsbeispiele. Vorzugsweise kann das Gehäuse **60** zugleich auch

die Schirmung **70** bereitstellen. Dadurch kann eine Störaussendung weiter reduziert werden.

[0064] Fig. 10 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild basierend auf Fig. 3, mit welchem die Kopplungspfade verdeutlicht werden, die dazu führen, dass am Impedanzwandler **58** die Störspannung $U_{Stör}$ anliegt. Fig. 11 zeigt in einer weiteren schematischen Darstellung die Struktur gemäß Fig. 10 in einer H-Struktur. Dadurch ist auf einfache Weise ersichtlich, wie es aufgrund des bestimmungsgemäßen Betriebs der Energiekopplungseinrichtung **18** zum Ausbilden der Störspannung $U_{Stör}$ am Impedanzwandler **58** kommt und wie die Störspannung $U_{Stör}$ von den parasitären Kapazitäten C_1 bis C_4 abhängt.

[0065] Die Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung der Erfindung und sollen diese nicht beschränken. Selbstverständlich wird der Fachmann bei Bedarf entsprechende Variationen vorsehen, ohne den Kerngedanken der Erfindung zu verlassen. Natürlich können auch einzelne Merkmale bedarfsgerecht in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden. Darüber hinaus können natürlich Vorrichtungsmerkmale auch durch entsprechende Verfahrensschritte angegeben sein.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2010/060062 A1 [0011]
- DE 102013225241 A1 [0011]
- WO 2016/030114 A1 [0011]
- EP 2808196 A1 [0011]

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug (10) mit

- einer Karosserie (12), die zumindest teilweise aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff gebildet ist,
- einer von der Karosserie (12) elektrisch isoliert angeordneten elektrischen Anlage (14) mit einer Gleichrichtereinheit (16),
- einer an der Karosserie (12) elektrisch isoliert angeordneten Energiekopplungseinrichtung (18) zum Bereitstellen von elektrischer Energie für die elektrische Anlage (14), wobei die Energiekopplungseinrichtung (18) eine Spule (20) zum drahtlosen magnetischen Koppeln einer kraftfahrzeugexternen, ein magnetisches Wechselfeld (44) bereitstellenden Energiequelle (22) aufweist, wobei die Spule (20) an die Gleichrichtereinheit (16) der elektrischen Anlage (14) angeschlossen ist, und
- einer ein Antennenelement (24) aufweisenden, an der Karosserie (12) und gegenüber der elektrischen Anlage (14) elektrisch isoliert angeordneten Antenneneinheit (26) zum Bereitstellen einer funkbasierten Kommunikationsverbindung zwischen einem kraftfahrzeugseitigen Kommunikationsendgerät und einer kraftfahrzeugexternen Kommunikationsgegenstelle, gekennzeichnet durch
- eine Entkopplungseinrichtung (28, 30, 32, 34, 36) zum elektromagnetischen Entkoppeln der Spule (20) von der Antenneneinheit (26).

2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entkopplungseinrichtung zwei elektrische Kondensatoren (38, 40) mit gleicher elektrischer Kapazität aufweist und ausgebildet ist, die Spule (20) mittels der elektrischen Kondensatoren (38, 40) galvanisch getrennt an die Gleichrichtereinheit (16) anzuschließen.

3. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Spule (20) mit einer Wicklung aus wenigstens einem in mehreren Windungen angeordneten elektrischen Leiter (42) die Entkopplungseinrichtung (30) dadurch gebildet ist, dass der wenigstens eine elektrische Leiter (42) verdrillt ist.

4. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entkopplungseinrichtung ein im Bereich der Spule (20) angeordnetes, elektrisch leitfähiges Koppellement (34) zum kapazitiven Koppeln der Spule (20) mit der Karosserie (12) aufweist.

5. Kraftfahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Koppellement (34) einen im Koppellement (34) erzeugbaren Wirbelstrom unterdrückende Struktur aufweist.

6. Kraftfahrzeug nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Koppellement eine elek-

trisch leitfähige Platte aufweist, die sich zumindest im Bereich der Wicklung erstreckt und die die Karosserie lediglich an einer einzigen Stelle elektrisch kontaktiert.

7. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Koppellement ein Metalldrahtgeflecht aus Einzeldrähten aufweist, die gegenüber einander elektrisch isoliert angeordnet sind, wobei die Einzeldrähte die Karosserie (12) lediglich an einer einzigen Stelle elektrisch kontaktieren.

8. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entkopplungseinrichtung einen Trenntransformator (36) aufweist und ausgebildet ist, die Spule (20) mittels des Trenntransformators (36) galvanisch getrennt an die Gleichrichtereinheit (16) anzuschließen.

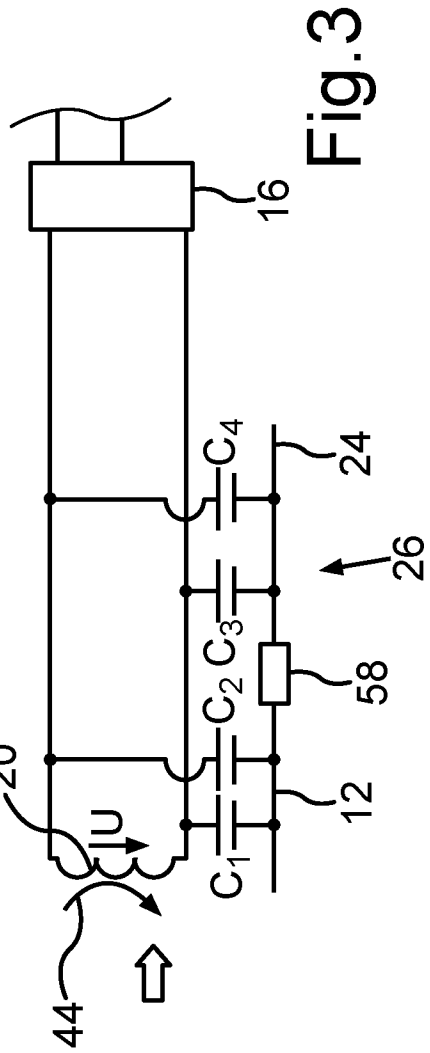
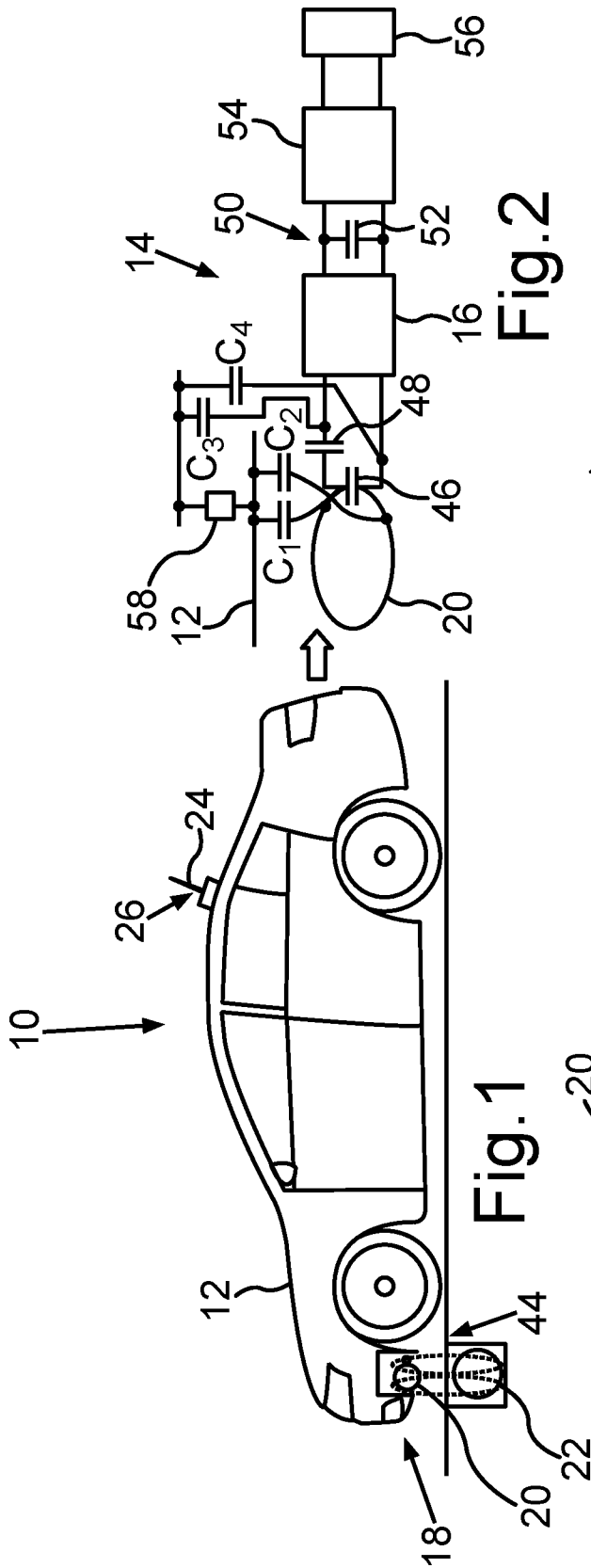
9. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entkopplungseinrichtung ein Gleichtaktentstör-element aufweist.

10. Kraftfahrzeug Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gleichtaktentstör-element eine Gleichtaktdrossel (32) aufweist.

11. Kraftfahrzeug einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Anlage (14), insbesondere die Gleichrichtereinheit (16), und der Trenntransformator (36) beziehungsweise das Gleichtaktentstör-element eine separate Abschirmung aufweisen.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



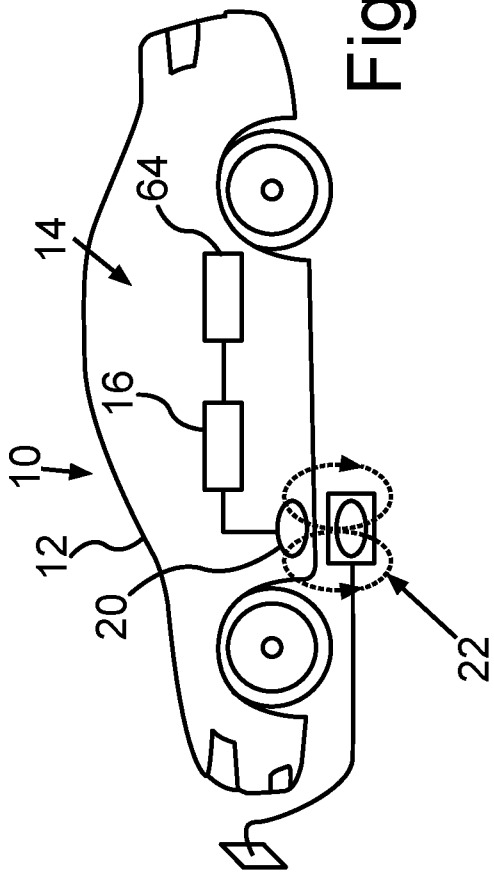


Fig. 4

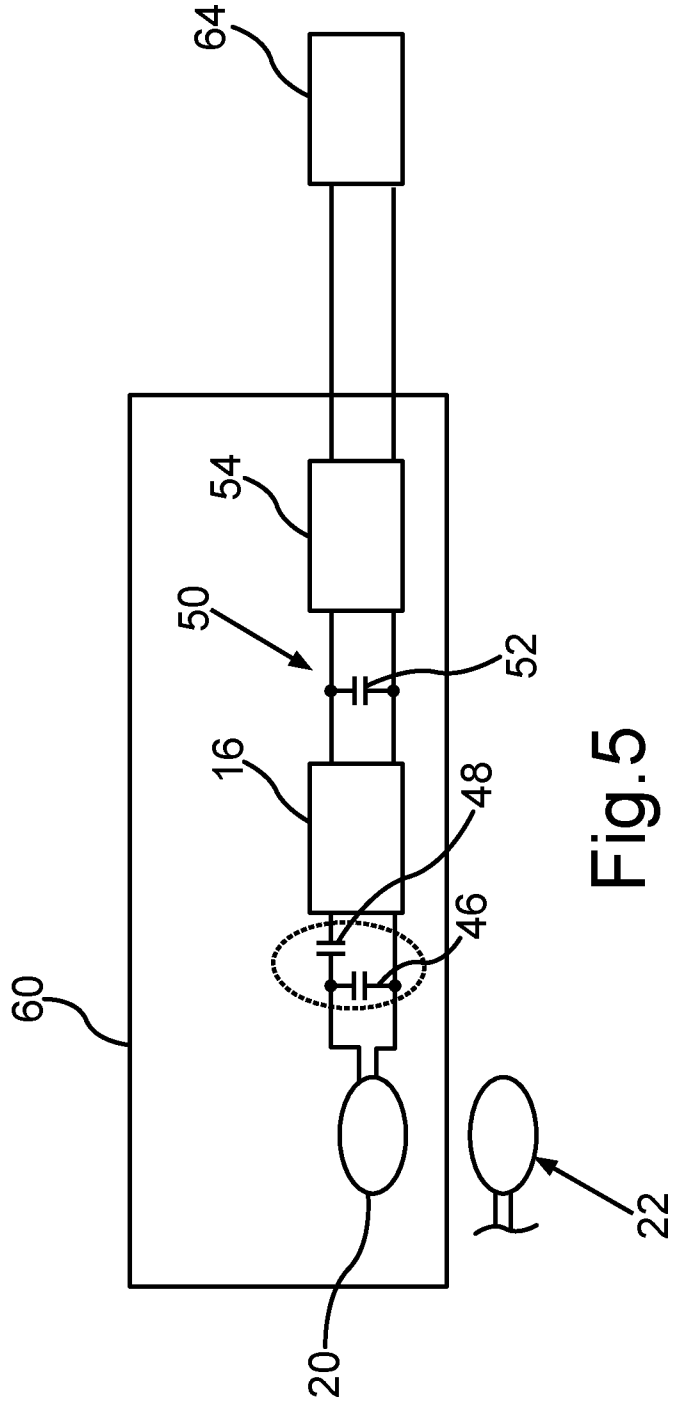


Fig. 5

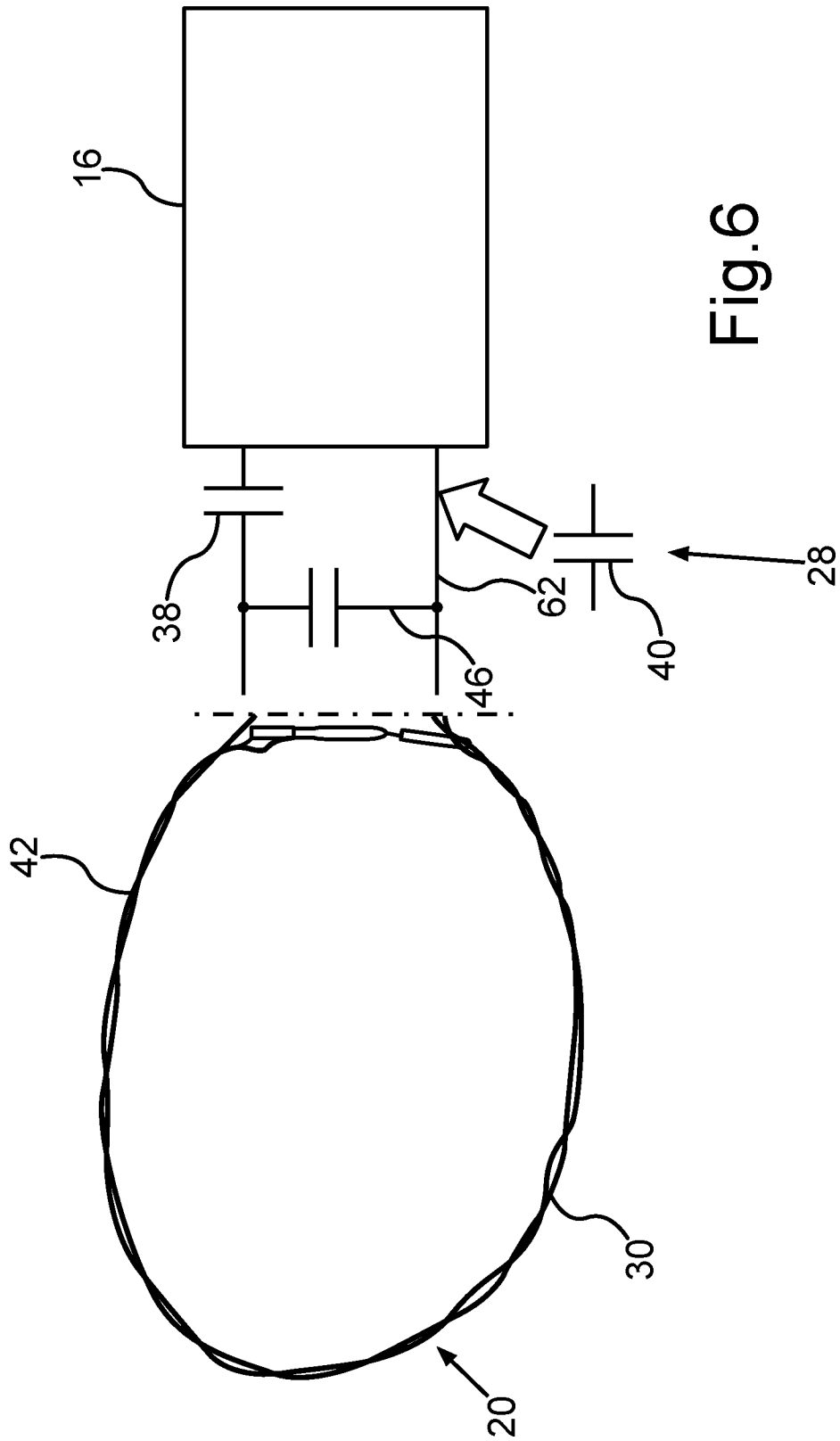


Fig.6

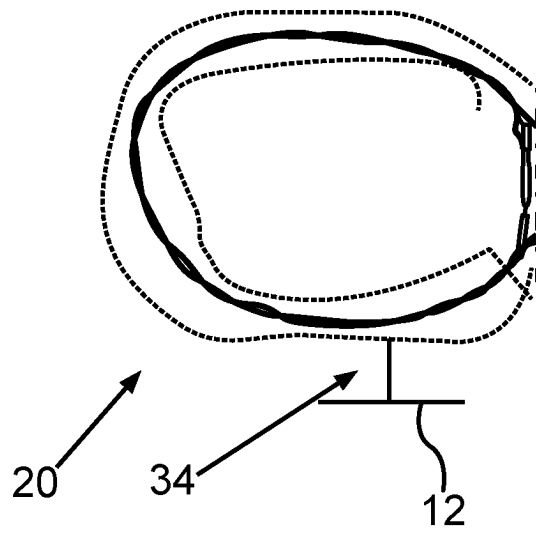


Fig.7

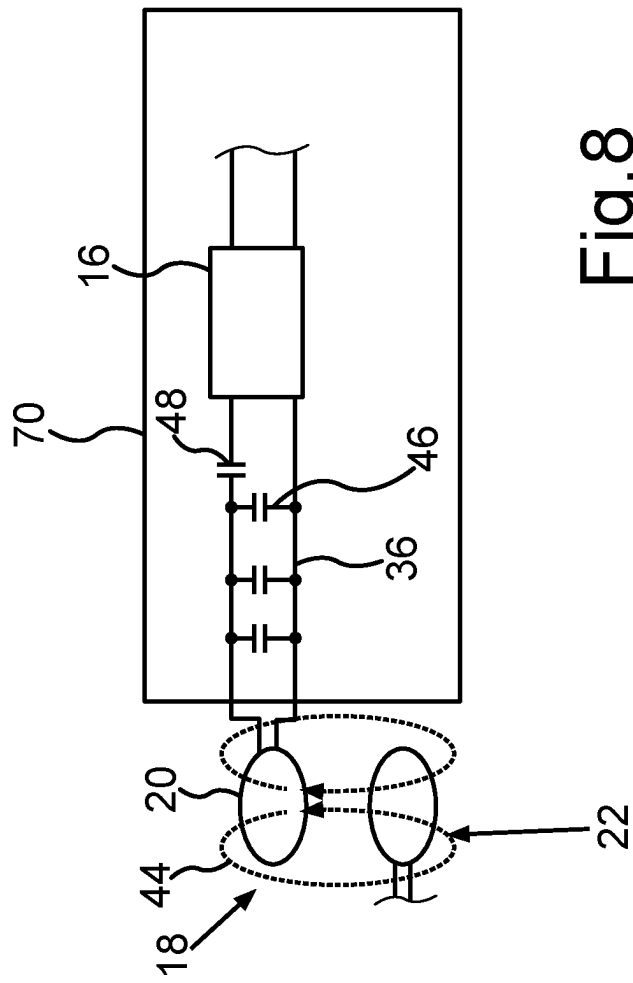


Fig. 8

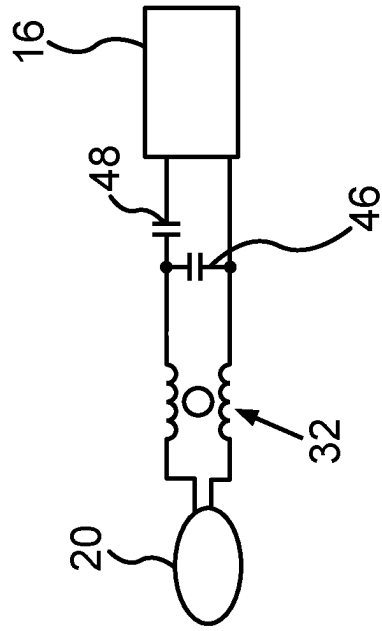


Fig. 9

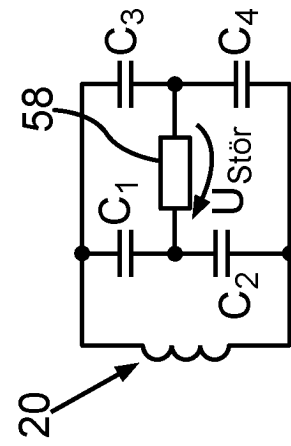


Fig.11

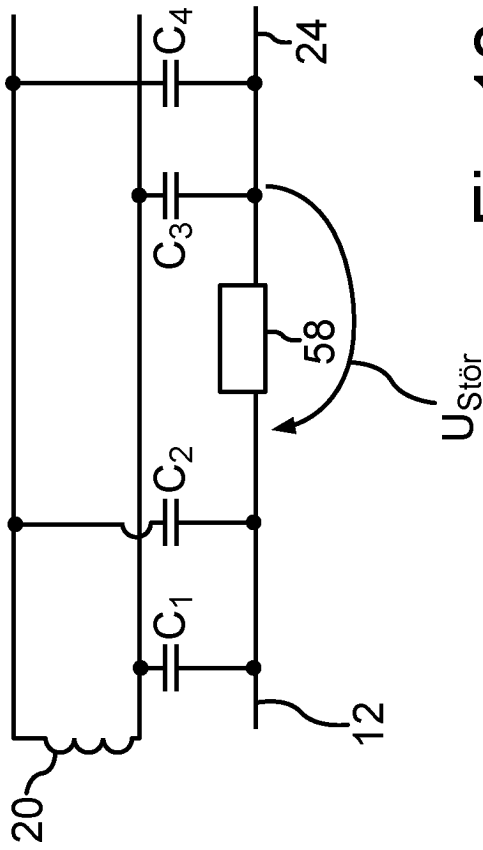


Fig.10