

(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. Oktober 2017 (05.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/167473 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 38/14 (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/052136
- (22) Internationales Anmeldedatum:
1. Februar 2017 (01.02.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 205 352.3 31. März 2016 (31.03.2016) DE
- (71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).
- (72) Erfinder: **KRAMMER, Josef**; Almenrauschweg 6 B, 83607 Holzkirchen (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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: PRIMARY COIL UNIT

(54) Bezeichnung : PRIMÄRSPULENEINHEIT

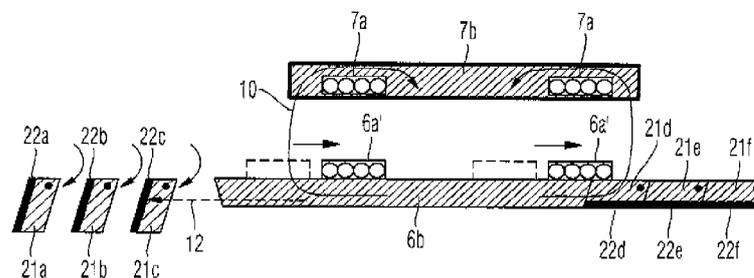


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a primary coil unit (6) which is suitable for electromagnetically coupling with a secondary coil unit (7), the primary coil unit comprising a primary coil (6a) and a primary ferrite (6b), wherein the primary coil is movably supported relative to the primary ferrite.

(57) Zusammenfassung: Primärspuleneinheit (6), geeignet zur elektromagnetischen Kopplung mit einer Sekundärspuleneinheit (7), wobei die Primärspuleneinheit eine Primärspule (6a) und einen Primärferrit (6b) umfasst, wobei die Primärspule relativ zu dem Primärferrit beweglich gelagert ist.

WO 2017/167473 A1

Primärspuleneinheit

Die Erfindung betrifft eine Primärspuleneinheit, geeignet zur elektromagnetischen Kopplung mit einer Sekundärspuleneinheit, wobei die Primärspuleneinheit eine Primärspule und einen Primärferrit umfasst und ein Verfahren zum Versorgen einer elektrischen Komponente mit elektrischer Leistung durch ein induktives Ladesystem mit einer Primärspuleneinheit und einer Sekundärspuleneinheit.

Fahrzeuge mit Elektroantrieb verfügen typischerweise über eine Batterie, in der elektrische Energie zum Betrieb einer Elektromaschine des Fahrzeugs gespeichert werden kann. Die Batterie des Fahrzeugs kann mit elektrischer Energie aus einem Stromversorgungsnetz aufgeladen werden. Zu diesem Zweck wird die Batterie mit dem Stromversorgungsnetz gekoppelt, um die elektrische Energie aus dem Stromversorgungsnetz in die Batterie des Fahrzeugs zu übertragen. Die Kopplung kann drahtgebunden (über ein Ladekabel) und/oder drahtlos (anhand einer induktiven Kopplung zwischen einer Ladestation und dem Fahrzeug) erfolgen.

Ein Ansatz zum automatischen, kabellosen, induktiven Laden der Batterie des Fahrzeugs besteht darin, dass vom Boden zum Unterboden des Fahrzeugs über magnetische Induktion über die Unterbodenfreiheit elektrische Energie zu der Batterie übertragen wird. Hierzu umfasst das Fahrzeug eine Sekundärladeeinheit, die mit einer fahrzeugexternen Primärladeeinheit über eine magnetische Kopplung zusammenwirkt.

Für ein effizientes induktives Laden ist es erforderlich, dass Verluste in den Spulen der Primärladeeinheit und in der Sekundärladeeinheit möglichst gering gehalten werden und die Lage der beiden Ladeeinheiten beim Laden in x-Richtung und y-Richtung des Fahrzeugs (in den dem Fachmann bekannten Achskoordinaten eines Fahrzeugs) möglichst deckungsgleich ist.

Nach dem Stand der Technik, siehe z.B. die Schrift US2010117596A, werden deshalb Feinpositionierungssysteme des Fahrzeugs auf zu einem Parkplatz, der eine Primärspuleneinheit umfasst, vorgeschlagen, um eine optimale magnetische Kopplung zu erreichen.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Primärspuleneinheit, geeignet zur elektromagnetischen Kopplung mit einer Sekundärspuleneinheit, wobei die Primärspuleneinheit eine Primärspule und einen Primärferrit umfasst, bereitzustellen sowie ein verbessertes Verfahren zum Versorgen einer elektrischen Komponente mit elektrischer Leistung, bei dem ein induktives Ladesystem mit einer Primärspuleneinheit und einer Sekundärspuleneinheit verwendet wird, anzugeben.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Primärspuleneinheit, geeignet zur elektromagnetischen Kopplung mit einer Sekundärspuleneinheit, wobei die Primärspuleneinheit eine Primärspule und einen Primärferrit umfasst, gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Erfindungsgemäß ist die Primärspule relativ zu dem Primärferrit beweglich gelagert.

Dies bedeutet, dass die Primärspuleneinheit, die die Primärspule und den Primärferrit umfasst, so ausgestaltet ist, dass die Primärspule nicht starr mit dem Primärferrit verbunden ist, sondern gegenüber diesem verschiebbar gelagert ist.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung, ist die Primärspule hierfür bevorzugt als eine Zirkularspule ausgeführt, wobei der Primärferrit eine flache Grundform mit einer ersten Seite und mit einer zweiten Seite aufweist, und der Primärferrit dazu eingerichtet ist, die Primärspule unter deren Eigengewicht auf der ersten Seite der flachen Grundform aufliegend aufzunehmen. Auch andere Spulentypen, die stabil auf dem Primärferrit aufliegen können, sind anwendbar.

Die verschiebbare Lagerung der Primärspule relativ zum Primärferrit kann also dadurch sichergestellt sein, dass der Primärferrit eine flache Grundform, z.B. in Form einer ovalen, rechteckigen oder runden plattenartigen Bauausführung, aufweist. Da eine flache Bauausführung zwangsläufig im Wesentlichen zwei Seiten hat, werden hier die erste und die zweite Seite referenziert. Auf einer der beiden Seiten, hier als erste Seite bezeichnet, kommt die Primärspule beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Primärspule vorzugsweise unter ihrem Eigengewicht auf der ersten Seite des Primärferrit zum Liegen und ist in der Ebene, in der sich die flache Grundform des Primärferrit ausdehnt, relativ zum Primärferrit beweglich. Mit anderen Worten übt also beim bestimmungsgemäßen Einsatz die Primärspule die eigene massebezogene Gewichtskraft im Wesentlichen auf die erste Seite der Primärferritplatte aus.

Die relative Beweglichkeit der Primärspule bezieht sich auf die Ebene der Primärferritplatte, d.h. falls sich die Primärspule bewegt, findet die Bewegung planparallel in Richtung der Ausdehnung der Primärferritplatte und relativ zur Primärferritplatte statt.

- 5 Nach einer weiteren Variante der Erfindung umfasst die Primärspuleneinheit zumindest ein Ferritelement, wobei das zumindest eine Ferritelement relativ zu dem Primärferrit beweglich gelagert ist.

10 Mit anderen Worten umfasst die Primärspuleneinheit neben dem Primärferrit auch zumindest ein weiteres Ferritelement, das relativ zu dem Primärferrit beweglich gelagert ist. Es sind also sowohl die Primärspule als auch das zumindest eine weitere Ferritelement relativ zu dem Primärferrit beweglich gelagert.

15 Vorzugsweise ist das zumindest eine Ferritelement relativ zu dem Primärferrit klappbar gelagert, wobei das Ferritelement in die durch die flache Grundform des Primärferrit gebildete Ebene ein- und ausklappbar gelagert ist.

20 Während die Primärspule in der Ebene des Primärferrit beweglich verschiebbar gelagert ist, kann das zumindest eine Ferritelement relativ zu der flachen Grundform des Primärferrit geklappt werden. Das Ferritelement wird also, wenn es geklappt wird, entweder aus der flachen plattenartigen Ebene des Primärferrit herausgeklappt oder in diese hineingeklappt. Auf diese Art und Weise ist die magnetisch aktive Fläche innerhalb der Primärspuleneinheit, die jedenfalls die magnetisch aktive Fläche des Primärferrit umfasst, an der Stelle des Ferritelements verkleinert bzw. vergrößert. In Abhängigkeit von der Betriebssituation der Primärspuleneinheit kann an der 25 Stelle des Ferritelements entweder eine Vergrößerung oder eine Verkleinerung der magnetisch aktiven Fläche der Primärspuleneinheit gewünscht sein. Durch entsprechendes Einklappen bzw. Ausklappen des Ferritelements ist die Vergrößerung bzw. Verkleinerung erreichbar.

30 Eine weitere Variante der Erfindung beruht darauf, dass zumindest ein Ferritelement ein magnetisch nichtleitendes Abschirmelement aufweist, und das magnetisch nichtleitende Abschirmelement bei eingeklapptem Ferritelement die zweite Seite der flachen Grundform des Primärferrit fortsetzt.

- Bei der zweiten Seite der flachen Grundform des Primärferrit handelt es sich, wie oben
geschildert, um jene Seite des Primärferrit, die der ersten Seite des Primärferrit, auf welcher die
Primärspule bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Primärspuleneinheit aufliegt,
gegenüberliegt. Bei in die Ebene des Primärferrit eingeklappten Ferritelementen befinden sich
5 die Abschirmelemente also in der Ebene des Primärferrit, jedoch auf der von der Primärspule
abgewandten Seite des Primärferrit. Bei aus der Ebene des Primärferrit herausgeklappten
Ferritelementen befinden sich die Abschirmelemente näherungsweise senkrecht zur Ebene des
Primärferrit. Dies bedeutet, dass bei ausgeklapptem Ferritelement nicht nur die magnetisch
aktive Fläche des Primärferrit an dieser Stelle des betreffenden Ferritelements verkleinert wird,
10 sondern zusätzlich, dass das magnetisch nicht leitende Abschirmelement die Ausbreitung
magnetischer Streufelder unterdrückt. Diese Elemente tragen also nicht nur bei eingeklappter
Position dazu bei, dass das magnetische Flussverhalten im Primärferrit optimiert wird, sondern
auch bei ausgeklappter Position dazu, dass schädliche Streufelder abgeschirmt werden.
- 15 Nach einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung umfasst die Primärspuleneinheit eine
Vielzahl von Ferritelementen. Diese Vielzahl von Ferritelementen ist relativ zum Primärferrit
derart angeordnet, dass der Primärferrit entlang der flachen Grundform vollständig von
Ferritelementen umgeben ist.
- 20 Auf diese Weise ist sichergestellt, dass in der flachen Grundebene des Primärferrit der
Primärferrit von ein- und ausklappbaren Ferritelementen umgeben ist. In jeder Richtung in der
Ebene des Primärferrit kann also wahlweise die magnetisch leitende Fläche der
Primärladeeinheit erhöht werden (durch eingeklappte Elemente) oder verkleinert werden (durch
ausgeklappte Elemente).
- 25 Eine weitere Variante der Erfindung zielt darauf ab, dass die Vielzahl von Ferritelementen aus
Gruppen und Untergruppen von Ferritelementen besteht, wobei die Primärspuleneinheit für
jeweils eine Untergruppe von Ferritelementen eine Aufhängung der die Untergruppen bildenden
Ferritelemente umfasst und eine Gruppe von Ferritelementen mehreren Untergruppen von
30 Ferritelementen aufweist, wobei die Primärspuleneinheit für jeweils eine Gruppe von
Ferritelementen ein Ferritelementsteuereinheit umfasst, mit welcher jeweils die Aufhängungen
der die Gruppe bildenden Untergruppen Ferritelementen steuerbar sind, um die Ferritelemente
einer Untergruppe ein- oder auszuklappen.

Mit anderen Worten muss nicht jedes einzelne Ferritelement einzeln steuerbar, d.h. ein- und ausklappbar, sein, sondern es können mehrere Ferritelemente zu Gruppen und Untergruppen zusammengefasst sein, die gemeinsam klappbar sind. Eine Untergruppe von Ferritelementen verfügt über die gleiche Aufhängung, d.h. es kann die gesamte Untergruppe ein- oder
5 ausgeklappt werden. Die Steuereinheit kann mehrere solcher Untergruppen steuern, d.h. unabhängig voneinander deren Ferritelemente ein- oder ausklappen, wobei diese mehreren Untergruppen eine Gruppe bilden oder die gesamte Gruppe von Ferritelementen ein- oder ausklappen.

10 Wesentlich ist, dass die magnetisch wirksame Fläche der Primärspuleneinheit durch Klappen der Ferritelemente veränderbar ist, wobei die maximale magnetisch wirksame Fläche durch die Fläche des Primärferrit und die von allen Ferritelementen gebildete Fläche, wenn diese eingeklappt sind, gegeben ist und die minimal wirksame Fläche durch die Fläche des
15 Primärferrit alleine gegeben ist. Durch Klappen einer Teilmenge von Ferritelementen sind zwischen diesen Extremflächen liegende Flächengrößen einstellbar.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Ladesystem eine solche Primärspuleneinheit und eine Sekundärspuleneinheit umfasst, wobei die Primärspuleneinheit zur elektromagnetischen
20 Kopplung mit der Sekundärspuleneinheit geeignet ist, so dass eine sekundärseitig anschließbare elektrische Komponente mit elektrischer Leistung versorgbar ist.

Das Ladesystem hat also neben der erfindungsgemäßen oder der erfindungsgemäß weitergebildeten Primärspuleneinheit eine Sekundärspuleneinheit, um elektrische Leistung
25 durch elektromagnetische Kopplung von der Primärspuleneinheit zur Sekundärspuleneinheit zu übertragen. Bei der Sekundärspuleneinheit kann es sich um eine Sekundärladeeinheit aus dem Stand der Technik handeln.

Es wird weiterhin ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Versorgen einer elektrischen Komponente mit elektrischer Leistung durch ein induktives Ladesystem mit einer
30 Primärspuleneinheit und einer Sekundärspuleneinheit vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die Schritte:

- Einstellen einer Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit, um eine elektromagnetische Kopplung zwischen der Primärspuleneinheit und der Sekundärspuleneinheit herstellen zu können,

- Verschiebung einer Primärspule der Primärspuleneinheit relativ zu einem Primärferrit der Primärspuleneinheit entlang einer Vorzugsrichtung von einer Ausgangsposition der Primärspule in eine Ladeposition der Primärspule, um den elektromagnetischen Koppelfaktor der Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit zu erhöhen, wobei die Vorzugsrichtung in der Ebene einer flachen Grundform des Primärferriten liegt, und

- Vergrößerung der magnetisch wirksamen Fläche der Primärladeeinheit in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit in Richtung der Vorzugsrichtung der Verschiebung der Primärspule, um den magnetischen Fluss durch die Primärspule und die Sekundärspuleneinheit in der Ladeposition weiter zu erhöhen und/oder

- Verkleinerung der magnetisch wirksamen Fläche der Primärladeeinheit in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit entgegen der Richtung der Vorzugsrichtung der Verschiebung der Primärspule, um magnetische Streufelder durch die Primärspule und die Sekundärspuleneinheit in der Ladeposition zu minimieren.

Es wird also zunächst, um mit dem Ladesystem elektrische Leistung durch elektromagnetische Kopplung von der Primärspuleneinheit zur Sekundärspuleneinheit zu übertragen, die Sekundärspuleneinheit räumlich grob gegenüber der Primärspuleneinheit positioniert.

In einer solchen Grobposition, die meist durch Parken des Fahrzeugs eingestellt wird, ist eine elektromagnetische Kopplung zwischen den beiden Einheiten zwar herstellbar, jedoch ist im Normalfall der Koppelfaktor in der Grobposition nicht optimal. Um diesen zu optimieren, wird in einem weiteren Schritt die Primärspule der Primärspuleneinheit relativ zu dem Primärferrit der Primärspuleneinheit entlang einer Vorzugsrichtung von einer Ausgangsposition der Primärspule in eine Ladeposition der Primärspule verschoben.

Die Verschiebung kann durch eine von mehreren möglichen Maßnahmen oder durch eine Kombination von mehreren dieser Maßnahmen ermöglicht werden. Denkbar ist eine magnetische Wechselwirkung durch für den Vorgang der Positionierung erzeugte Magnetfelder in Form von primär- und sekundärseitigen Positionierungsspulen. Auch die Primär- und Sekundärspule selbst können dafür gezielt eingesetzt werden. Bevorzugt werden jedoch Stellmotoren, die über Seilzüge oder Gelenkstangen eine verschiebende Kraft auf die Spule übertragen, eingesetzt. Um eine beliebige Position der Primärspule in der zweidimensionalen Ebene einstellen zu können, ist die Integration von zwei Stellmotoren vorgesehen. Es soll ein Verschiebeweg in der Ebene von +/- 10-20 cm in jeder Richtung der Ebene ermöglicht werden.

Die Regelung der Steuermotoren zur Spulenpositionierung kann über die Einstellung eines lokalen Maximums der Übertragungseffizienz von elektrischer Leistung zwischen Primär- und Sekundärspule erfolgen. In der Ladeposition ist der Koppelfaktor im Vergleich zum Koppelfaktor in der Grobposition verbessert. Die Vorzugsrichtung der Verschiebung liegt in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit. In einem letzten Schritt wird der magnetische Fluss des die elektrische Leistung übertragenden Wechselfeldes zusätzlich optimiert, indem die magnetisch wirksame Fläche des Primärferrit in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit an die Lageposition der Primärspule angepasst wird. Dabei wird die wirksame Fläche im Bereich der Ladeposition vergrößert, d.h. dort, wohin die Verschiebung der Primärspule im vorhergehenden Schritt erfolgte. Zusätzlich kann die magnetisch wirksame Fläche des Primärferrit in der Richtung verkleinert werden, aus der sich die Primärspule im vorhergehenden Schritt wegverschoben hat. Auf diese Weise wird der magnetische Fluss im Primärferrit an Stellen unterdrückt, an denen er zum Zwecke der Leistungsübertragung wirkungslos ist. Mit anderen Worten ist eine magnetisch wirksame Fläche durch Klappen der Ferrite derart einstellbar, dass die Primärspule in der Ladeposition auf einer magnetisch wirksamen Fläche zentriert liegt, d.h. dass die Spule und die durch das Klappen gebildete Fläche einen gemeinsamen geometrischen Mittelpunkt in der Ebene des Primärferrit aufweisen.

Nach einer Weiterbildung des Verfahrens zum Versorgen einer elektrischen Komponente mit elektrischer Leistung durch das induktive Ladesystem mit der Primärspuleneinheit und der Sekundärspuleneinheit werden die Schritte durchgeführt:

- Einstellen einer Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit, um eine elektromagnetische Kopplung zwischen der Primärspuleneinheit und der Sekundärspuleneinheit herzustellen,
- Verschiebung der Primärspule relativ zum Primärferrit entlang einer Vorzugsrichtung von einer Ausgangsposition in eine Ladeposition, wobei die Vorzugsrichtung in der Ebene der flachen Grundform des Primärferriten liegt, um den elektromagnetischen Koppelfaktor der Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit zu erhöhen,
- Abklappen von relativ zum Primärferriten zunächst eingeklappten Ferritelementen durch Ansteuern einer oder mehrerer Ferritelementsteuereinheiten, wobei die Ferritelemente abgeklappt werden, die von der Primärspule in der Ladeposition den größten Abstand aufweisen und/oder Einklappen von relativ zum Primärferriten zunächst ausgeklappten Ferritelementen durch Ansteuern einer oder mehrerer

Ferritelementsteuereinheiten, wobei die Ferritelemente eingeklappt werden, die von der Primärspule in der Ladeposition den kleinsten Abstand aufweisen, so dass eine magnetisch aktive Fläche gebildet wird, auf der die Primärspule in der Ladeposition in Blickrichtung senkrecht zur Ebene der flachen Grundform des Primärferrit zentriert liegt.

5

Nach diesem Verfahren werden zum Zwecke der Vergrößerung und/oder Verkleinerung der magnetisch wirksamen Fläche des Primärferrit Ferritelement in die Ebene der flachen Grundform des Primärferriten eingeklappt oder ausgeklappt. Für eine optimierte Energie- und Leistungsübertragung werden oder bleiben die Ferritelemente eingeklappt, die im Bereich der Ladeposition, in welche die Primärspule im vorhergehenden Schritt verschoben wurde, in der Ebene des Primärferriten befindlich sind. Die Ferritelemente, die von dieser Ladeposition einen größeren räumlichen Abstand aufweisen, werden oder bleiben ausgeklappt. Durch das zielgerichtete Ein- bzw. Ausklappen von Ferritelementen wird eine magnetische aktive Fläche gebildet, auf der die Primärspule zentriert liegt, d.h. dass die Primärspule in Blickrichtung senkrecht zur Ebene der flachen Grundform des Primärferrit zentriert auf dem Primärferrit liegt. Infolge des vorhergehenden Verfahrensschritts liegt in dieser Blickrichtung die Sekundärspule ebenso zentriert zur primärseitig magnetisch aktiven Fläche und damit auch zentriert zur Primärspule. Dadurch wird der in der magnetisch aktiven Fläche geleitete magnetische Fluss dort konzentriert, wo auch die Primärspule befindlich ist und somit das höchste Maß an Durchsetzung der Primärspule und der Sekundärspule mit dem die Leistung übertragenden magnetischen Wechselfeld erreicht.

10
15
20

Die Erfindung beruht auf den nachfolgend dargelegten Überlegungen:

Fahrzeuge mit Elektroantrieb verfügen typischerweise über eine Batterie, in der elektrische Energie zum Betrieb einer Elektromaschine des Fahrzeugs gespeichert werden kann. Die Batterie des Fahrzeugs kann mit elektrischer Energie aus einem Stromversorgungsnetz aufgeladen werden. Zu diesem Zweck wird die Batterie mit dem Stromversorgungsnetz gekoppelt, um die elektrische Energie aus dem Stromversorgungsnetz in die Batterie des Fahrzeugs zu übertragen. Die Kopplung kann drahtgebunden (über ein Ladekabel) und/oder drahtlos (anhand einer induktiven Kopplung zwischen einer Ladestation und dem Fahrzeug) erfolgen.

25
30

Neben dem kabelgebundenen Laden ist das induktive, kabellose Laden von Elektro- und Plug-In-Hybridfahrzeugen eine weitere Ladevariante, die sich durch einen hohen Komfort auszeichnet und deshalb als für den Endnutzer attraktiv angesehen wird.

- 5 Das Laden erfolgt beim induktiven Laden nach heutigem Stand der Technik weitgehend automatisch. Die Energieübertragung kommt über einen relativ weiten Luftspalt am Unterboden des Fahrzeugs in z-Richtung über induktive Kopplung einer fahrzeugexternen Primärspule mit einer fahrzeugintegrierten Sekundärspule zustande. Die beiden Spulen zusammen bilden einen losen gekoppelten Übertrager. Kritisch für die Energieübertragung kann dabei der weite
- 10 Luftspalt sein, der insbesondere bei geländegängigen Fahrzeugmodellen große Werte erreichen kann (in Fahrzeug-z-Richtung Werte von mehr als 20 cm). Zusätzlich kommen noch horizontale Verschiebungen in Fahrzeug-x- und -y-Richtung hinzu, da ein Parkvorgang zur Positionierung der beiden Spulen relativ zueinander nur mit endlicher Genauigkeit erfolgen kann. Ziele heutiger Systeme ist es, eine möglichst hohe Toleranz bezüglich des Versatzes in x-
- 15 und/oder y-Richtung zu erreichen, damit das Einparken für den Endnutzer, d.h. die Positionierung der Spulen zueinander, einfach, schnell und komfortabel möglich ist.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird von Zirkularspuleneinheiten ausgegangen, die üblicherweise eine leichte quadratische Ausformung haben. Die Spuleneinheiten bestehen

20 jeweils aus der eigentlichen Spule selbst und einem Ferrit. Häufig ist die Wicklung der Spule so ausgestaltet, dass die Wicklung einfach auf den flachen Ferrit „aufgelegt“ wird; es sind aber auch komplexere 3D-Strukturen möglich, bei denen die Spule z.B. platzsparend vom Ferrit umschlossen wird.

Nachteilig an Spulensystemen nach dem Stand der Technik ist, dass bei einem versetzt zur

25 bodenfesten Primärspule abgestellten Fahrzeug (Versatz in x- und y-Richtung) sich ein Feldverlauf ergibt, bei dem infolge des seitlichen Versatzes nur wenige Feldlinien die Sekundärspule „durchfließen“. Dies hat einen geringeren Kopplungsfaktor des lose gekoppelten Übertragers und damit eine verringerte Energieübertragungseffizienz zur Folge; die elektromagnetischen Verluste sind hoch. Der Fachmann versucht im Stand der Technik dies

30 dadurch zu lösen, dass durch eine geschickte Spulenansteuerung die Verluste in Relation zur noch übertragbaren Energie minimiert werden, um die Effizienz der Übertragung bei insgesamt verringerter Übertragungsleistung positiv zu beeinflussen. Es sind auch Ansätze bekannt, nach denen ein x-y-Versatz korrigiert wird, etwa durch Verschiebung der primärseitigen Spuleneinheit

als Ganzes, siehe etwa DE102011077427 A1. Wird allerdings die Primärspuleneinheit als Ganzes nachgeführt, ist eine sehr große und schwere Einheit zu bewegen. Dies hat eine aufwändige Mechanik zur Folge, die zusätzlich dem Erfordernis eines Überfahrerschutzes genügen muss.

- 5 Es wird deshalb eine verbesserte technische Lösung zum Umgang mit dem x-y-Versatz vorgeschlagen. Es wird ein Ansatz gewählt, bei dem nur Teile der Primärspuleneinheit verschoben werden. Es wird lediglich die Wicklung der Primärspule relativ zum Ferrit verschoben, so dass das Feld nahezu optimal auf die (durch ein unpräzise geparktes Fahrzeug verschobene) Sekundärspule angepasst werden kann. Die Verschiebung ist relativ leicht
- 10 möglich, da die Wicklung der Primärspule auf dem Ferrit aufliegt, die Kupferwicklung z.B. zusammen mit einem Kunststoffträger sehr wenig Gewicht aufweist und relativ kleine Abmessungen besitzt. Der Kopplungsfaktor bei einer relativ zum Ferrit der Primärspule und relativ zur Sekundärspule verschobenen Primärspulenwicklung kommt einem System mit einer ideal positionierten Sekundärspule recht nahe. Die Verschiebung kann durch Stellmotoren
- 15 erreicht werden.

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit besteht aber darin, dass die horizontale „Reichweite“ der Magnetführung in der Verschieberichtung der Primärspulenwicklung an den Rändern des Primärferriten angepasst werden, ohne dass der gesamte große und schwere Primärferrit bewegt werden muss. Dazu werden Teile des Ferrits abgeklappt oder eingeklappt. Der

20 Primärferrit ist also in den Randbereich in einzelne Ferritelemente segmentiert. Somit kann durch Abklappen und Einklappen der Elemente die magnetische Leitfähigkeit in eine Vorzugsrichtung hergestellt und in andere Richtungen unterbunden werden. Zusätzlich können die Ferritelemente mit Abschirmblechen aus magnetisch nichtleitenden Metallen versehen werden, um im abgeklappten Zustand Streufelder zu minimieren. Auch ein „Überspringen“ der

25 Zwischenräume von Ferritelement zu Ferritelement kann durch die Abschirmwirkung der Bleche verhindert werden. Das Abklappen kann auch an die Stellmotoren gekoppelt sein, die zum Verschieben der Spule eingerichtet sind. Dazu können die Stellmotoren derartige Hebel aufweisen, dass beim Verschieben der Spule die in Richtung der Verschiebung liegenden Ferritelemente mittels der Hebel eingeklappt einklappen und die entgegen der

30 Verschieberichtung liegenden Ferritelemente mittel der Hebel abgeklappt werden können.

Gleichzeitig können die durch das Abklappen entstehenden Zwischenräume genutzt werden, um zwischen den beweglichen Teilen Stützelemente einzubringen, die eine Stabilität der Primärspule möglich machen. Diese ist notwendig, um eine beschädigungsfreie Befahrbarkeit der Bodeneinheit mit Fahrzeugen von einigen Tonnen Gewicht realisieren zu können.

- 5 Das vorgestellte Konzept kann auf andere Spulenformen übertragen werden. Es ermöglicht die horizontale Anpassung der Primärspule an ein sehr unpräzise geparktes Fahrzeug, ohne dass sich Nachteile bei der Energieübertragung ergeben. Es kann mehr Toleranz beim Parken, d.h. beim Positionieren akzeptiert werden. Das System kann plan im Boden integriert werden (keine Stolperschwellen). Da nur sehr kleine und leichte Teile bewegt werden, ist eine einfache
- 10 Implementierung möglich. Da das Feld optimal geführt wird, wird die elektromagnetische Abstrahlung minimiert und die elektromagnetische Verträglichkeit verbessert.

- Gemäß einer weiteren Ausführung ist das Ladesystem aus Primär- und Sekundärspule in analoger Weise, jedoch komplementär ausgeführt. Das bedeutet, dass die Sekundärspule relativ zur Primärspule positioniert wird. Die klappbaren Ferrite und die Stellmotoren sind dann
- 15 ebenfalls sekundärseitig untergebracht. Bei dieser Konfiguration ist der Sekundärferrit schwerkraftseitig von der Sekundärspule abgewandt, so dass die Sekundärspule an dem Sekundärferrit anliegt und im Wesentlichen auf einem ebenfalls flachen Gehäuseteil der Sekundärspuleneinheit aufliegt bzw. zwischen diesem Gehäuseteil und dem Sekundärferrit eingebettet ist. Die weiteren technischen Merkmale können im Wesentlichen in analoger Weise
- 20 auf diese komplementäre Ausgestaltung übertragen werden.

Im Folgenden wird anhand der beigefügten Zeichnungen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Gleiche Bezugszeichen stehen für gleiche technische Gegenstände. Daraus ergeben sich weitere Details, bevorzugte Ausführungsformen und

10 Weiterbildungen der Erfindung. Im Einzelnen zeigen schematisch

- 25 Fig. 1a Stand der Technik: Draufsicht auf Induktivladesystem zum Laden eines Fahrzeugs.
- Fig. 1b Stand der Technik: Primärladeeinheit, Sekundärladeeinheit und magnetische Flusslinien bei hergestellter elektromagnetischer Kopplung einer Primärspule und einer Sekundärspule des Induktivladesystems.

Fig. 2a Stand der Technik: Draufsicht auf Induktivladesystem zum Laden eines Fahrzeugs bei versetzter Positionierung von Primärladeeinheit und Sekundärladeeinheit beim induktiven Laden eines Fahrzeugs.

Fig. 2b Stand der Technik: Primärladeeinheit, Sekundärladeeinheit und magnetische Flusslinien bei hergestellter elektromagnetischer Kopplung einer Primärspule und einer Sekundärspule des Induktivladesystems und versetzter Position von Primärspule und Sekundärspule.

Fig. 3 Primär- und Sekundärspuleneinheit mit beweglicher Primärspule.

Fig. 4 Primär- und Sekundärspuleneinheit mit beweglicher Primärspule und beweglichen Ferritelementen.

Fig. 5 Ladesystem, umfassend Primärspuleneinheit mit beweglicher Primärspule und umfassend Sekundärspuleneinheit mit ausgeklappten Ferritelementen und eingeklappten Ferritelementen.

Fig. 6 Draufsicht auf Primärspuleneinheit mit Anordnung von eingeklappten Ferritelementen entlang des Umfangs des Primärferrit.

Fig. 1a zeigt zunächst nach dem Stand der Technik die Draufsicht eines Fahrzeugs (1) entlang der z-Achse in den dem Fachmann bekannten Achs-Koordinatensystem von Fahrzeugen. Das Fahrzeug umfasst eine Sekundärladeeinheit (3), über die das Fahrzeug mittels einer fahrzeugexternen Primärladeeinheit (2) induktiv mit elektrischer Leistung, vorzugsweise zum Laden eines fahrzeuginternen elektrischen oder elektrochemischen Energiespeichers, versorgt werden kann.

Zum Laden wird gemäß Fig. 1b die Sekundärladeeinheit in einem bestimmten Abstand in z-Richtung (Hochachse im räumlichen Bezugssystem) positioniert. Bezüglich der x-Richtung (Fahrzeuginnenachse) und der y-Richtung (Fahrzeugquerachse) ist die Sekundärladeeinheit idealerweise so zu positionieren, dass in der Draufsicht (siehe Fig. 1a) eine elektrische Spule der Sekundärladeeinheit (3a) möglichst zentriert bzw. deckungsgleich zu einer elektrischen Spule der Primärladeeinheit (2a) befindlich ist. In dieser Idealposition, in der die Spulen ohne jeglichen seitlichen x-y-Versatz positioniert sind, ist die elektromagnetische Kopplung zwischen den beiden Spulen zur Energieübertragung in der Regel optimal. Lediglich die z-Richtung beeinflusst dann noch das Maß, zu dem die Magnetfeldlinien des Primärfeldes (10) die Sekundärspule durchsetzen und somit elektrische Leistung sekundärseitig induzierbar ist. Der Beitrag von Streufeldern (11), die die Sekundärspule nicht durchsetzen und nicht zur elektromagnetischen Leistungsübertragung beitragen, ist insoweit bestmöglich minimiert. Der

magnetische Fluss wird sowohl auf der Primärseite als auch auf der Sekundärseite von Ferriten, d.h. von einem Ferrit der Primärladeeinheit (2b) und von einem Ferrit der Sekundärladeeinheit (3b), die eine hohe magnetische Leitfähigkeit aufweisen, gezielt zum räumlichen Richten der Magnetfeldlinien derart eingesetzt, dass der wirksame Anteil des magnetischen Wechselfeldes beim Laden erhöht wird und Verluste durch gestreute Magnetfeldanteile minimiert werden.

Nach dem in den Fig. 1a und 1b gezeigten Stand der Technik tritt in der Praxis häufig das Problem auf, dass beim Laden des Fahrzeugs an der Primärladeeinheit ein Versatz in x-y-Richtung des Fahrzeugs (siehe auch Stand der Technik gemäß Fig. 2a und 2b) in Kauf zu nehmen ist, da eine ideale Positionierung gemäß den Fig. 1a und 1b prozesssicher nicht erreichbar ist. Die Folge daraus ist, dass der Streufeldanteil, der gemäß Fig. 2b nicht zum Laden beiträgt, im Vergleich zur Situation in Fig. 1b erhöht ist und somit die zumindest theoretisch erreichbare Ladeleistung in der Praxis meist nicht erreicht wird bzw. wird nur mit hohen Verlusten erreichbar ist.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Primärspuleneinheit (6), die den aus dem Stand der Technik bekannten Nachteil überwindet und die eine elektrische Primärspule (6a) und einen Primärferrit in einer flachen Grundform (6b) umfasst. Zur Übertragung von elektromagnetischer Leistung von der Primärspuleneinheit zu einer Sekundärspuleneinheit (7), die auch eine Sekundärspuleneinheit mit einer Sekundärspule (7a) und mit einem Sekundärferrit (7b) aus dem Stand der Technik sein kann, ist in besonders vorteilhafter Weise nutzbar, indem die Primärspule relativ zum Primärferrit senkrecht zur z-Achse verschiebbar gelagert ist. Die Primärspuleneinheit und die Sekundärspuleneinheit bilden ein induktives Ladespulensystem, wobei die Sekundärspuleneinheit fahrzeugseitig integriert und die Primärspuleneinheit fahrzeugextern befindlich ist. Die notwendigen elektronischen Schaltungen zum Ansteuern der Spuleneinheiten sind aus Gründen der Vereinfachung der Darstellung nicht gezeigt. Soll das Fahrzeug bspw. geladen werden, d.h. eine Leistungsübertragung von der Primärseite auf die Sekundärseite stattfinden, wird das Fahrzeug in einer Grobposition relativ zur Primärspuleneinheit abgestellt. Dieser Versatz wird durch die sich anschließende Verschiebung der Primärspule ausgeglichen. Mit dem Versatz, der über ein Positionierungssystem des Fahrzeugs relativ zur Primärspuleneinheit erfassbar ist, ist die optimale, einzustellende Ladeposition der Primärspule in der x-y-Ebene des Primärferrit festgelegt.

Zum Optimieren der elektromagnetischen Leistungsübertragungseffizienz wird die Primärspule bei einem Versatz der Sekundärspule relativ zur Primärspule in x- und/oder y-Richtung von einer Ausgangslage (gestrichelt dargestellt) in eine Ladeposition verschoben. Die verschobene Primärspule (6a') ist relativ zur Sekundärspule, für die während des Ladens von einer festen

5 Position im Bezugssystem der dem Fachmann bekannten Fahrzeugachsen ausgegangen wird, bezüglich der x- und y-Achse elektromagnetisch ideal positioniert. Dies bedeutet, dass die elektromagnetische Kopplung abgesehen von weiteren Optimierungsmöglichkeiten bezüglich der z-Achse, in der Ladeposition der Primärspule ein lokales Maximum in Abhängigkeit der relativen Lage der beiden Spulen in x- und y-Richtung einnimmt. Dies ist in Fig. 3 durch die an

10 der Leistungsübertragung beteiligten Magnetfeldanteile (Magnetfeldlinien 10) angedeutet. Streufeldanteile sind in der Ladeposition der Primärspule minimiert.

Die Fig. 4, 5 und 6 zeigen eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Primärspuleneinheit. Der Primärferrit ist um Ferritelemente (21a bis f) der Primärspuleneinheit

15 ergänzt. Die Ferritelemente bestehen im Wesentlichen aus dem gleichen magnetisch leitenden Material wie der Primärferrit. Optional oder zusätzlich weisen die Ferritelemente Abschirmelemente (22a bis f) auf, wobei jedem Ferritelement jeweils ein Abschirmelement zugeordnet ist. Die Abschirmelemente sind als magnetische Abschirmbleche ausgeführt. Die Ferritelemente sind entweder jeweils einzeln oder in Gruppen aus der Ebene des Primärferrit,

20 der eine flache Grundform aufweist, ein- und ausklappbar angeordnet. Im eingeklappten Zustand sind Primärferrit und Ferritelemente bzw. die Ferritelemente sich berührend angeordnet. Im eingeklappten Zustand (siehe 21 d bis f in Fig. 4 und 5) besteht also ein direkter magnetisch leitender Übergang zwischen dem Primärferrit und den Ferritelementen. Der magnetische Fluss kann also mit verminderten elektromagnetischen Verlusten von dem

25 Primärferrit über die Ferritelemente, die in die Ebene des Primärferrit eingeklappt sind, geleitet werden. Bei aus dieser Ebene ausgeklappten Ferritelementen (siehe 21 a bis c in Fig. 4 und 5) wird die magnetische Leitung von magnetischem Fluss von dem Primärferrit zu den ausgeklappten Ferritelementen unterdrückt, da neben einem zweifachen Materialübergang von Primärferrit zu Luft und umgekehrt und den näherungsweise zur Ebene des Primärferrit

30 senkrecht stehenden Abschirmelementen Magnetfeldlinien in der Ausbreitungsrichtung von ausgeklappten Ferritelementen abgeschirmt werden (siehe abgeschirmte Streufeldlinie 12).

Der Draufsicht in Fig. 6 ist zu entnehmen, dass die Primärladeeinheiten entlang des Umfanges des Primärferriten eine Vielzahl von Ferritelementen (23a-c, 25a-c, 27a-c, 29a-c, 31a-c, 33a-c,

35a-c und analog weitere) aufweist. Die Ferritelemente (21a, 23a, 25a, 27a, 29a, 31a, 33a, 35a) bilden eine Untergruppe von Ferritelementen, denen eine erste Ferritaufhängung (101) gemeinsam ist. Diese Ferritaufhängung bildet eine Achse, um die die zur Untergruppe gehörenden Ferritelemente klappbar sind.

5

Das Klappen der Ferritelemente erfolgt durch eine Ferritelementmechanik (erste Ferritelementmechanik 100). Der ersten Ferritelementmechanik sind eine zweite und eine dritte Ferritaufhängung (102, 103) zugeordnet, die jeweils weitere Untergruppen von Ferritelementen aufweisen. Die der Ferritelementmechanik zugeordneten Untergruppen von Ferritelementen bilden eine Gruppe von Ferritelementen. Die drei der ersten Ferritelementmechanik zugeordneten Ferritaufhängungen können von der Ferritelementmechanik unabhängig voneinander betätigt werden.

10

Die Ferritelementmechanik kann die gesamte Gruppe von Ferritelementen durch Drehung der zugehörigen Ferritaufhängungen oder einzelne Untergruppen von Ferritelementen durch Drehung der betreffenden einzelnen Ferritaufhängung klappen. Entlang des Umfangs des Primärferrit sind drei weitere, der ersten Ferritelementmechanik entsprechend angeordnete und funktionierende Ferritelementmechaniken (siehe beispielweise zweite Ferritelementmechanik 120) befindlich. Die zweite Ferritelementmechanik bedient die drei Ferritaufhängungen (121, 122, 123), die jeweils Untergruppen von Ferritelementen aufweisen. Die Ansteuerung der Ferritelementmechanik kann über eine mechanische Kopplung mit den Stellmotoren, die zur Spulenverschiebung eingerichtet sind, erfolgen. Es ist eine feste Zuordnung des Klappzustands einzelner Ferrituntergruppen zu der Position der Primärspule in der x-y-Ebene möglich. Daher kann das Klappen über die Verschiebung entlang des Verschiebewegs durch die Stellmotoren der Spule ausgelöst werden.

20

25

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind alle Ferritelemente individuell, d.h. jeweils unabhängig von allen anderen Ferritelementen, klappbar.

30

Anhand Fig. 5 wird eine erfindungsgemäße Ausführung des Verfahrens erläutert, mit dem eine elektrische Komponente mit elektrischer Leistung versorgt wird, die sekundärseitig an ein Ladesystem umfassend eine Primärspuleneinheit (6) und eine Sekundärspuleneinheit (7) anschließbar ist.

Die Sekundärspuleneinheit wird relativ zur Primärspuleneinheit grob positioniert. In einem weiteren Schritt wird die Primärspule (6a) relativ zum Primärferrit (6b) in die Ladeposition (6a') verschoben. Optional oder zusätzlich sind oder werden die Ferritelemente, die eine möglichst optimale Ferritform der verschobenen Primärspule herstellen, in die Ebene des Primärferrit

5 einklappt, um die Magnetfeldlinien des Leistung übertragenden magnetischen Wechselfeldes möglichst verlustfrei durch beide Spulen zu führen. Weiter sind oder werden die Ferritelemente, die einen großen Abstand von der verschobenen Primärspule aufweisen, nicht zur verbesserten Kopplung der Spulen beitragen, optional oder zusätzlich aus der Ebene des Primärferrit

10 ausgeklappt, um keine Leistung übertragende magnetische Streufelder abzuschirmen bzw. zu unterdrücken. Es ist vorteilhaft, wenn der Verschiebeweg der Primärspule und der Versatz von Primärspuleneinheit und Sekundärspuleneinheit in der Grobposition vor Beginn der Positionsoptimierung der Primärspule innerhalb der Primärspuleneinheit ermittelt bzw. überwacht werden. Dann ist ermittelbar, welche Ferritelemente geklappt werden müssen, um zu

15 erreichen, dass die durch das Ein- bzw. Ausklappen von Ferritelementen gebildete magnetisch aktive Fläche so beschaffen ist, dass die Primärspule in der Ladeposition auf dieser Fläche zentriert liegt.

Bezugszeichenliste

	1	Fahrzeug
	2	Primärladeeinheit
5	2a	Spule der Primärladeeinheit
	2b	Ferrit der Primärladeeinheit
	3	Sekundärladeeinheit
	3a	Spule der Sekundärladeeinheit
	3b	Ferrit der Sekundärladeeinheit
10		
	6	Primärspuleneinheit
	6a	Primärspule
	6a'	verschobene Primärspule
	6b	Primärferrit
15	7	Sekundärspuleneinheit
	7a	Sekundärspule
	7b	Sekundärferrit
	10	Magnetfeldlinien
20	11	Streufeldlinien
	12	abgeschirmte Streufeldlinie
	21a-f	jeweils Ferritelemente
	22a-f	jeweils Abschirmelemente
25	23a-c	jeweils Ferritelemente
	25a-c	jeweils Ferritelemente
	27a-c	jeweils Ferritelemente
	29a-c	jeweils Ferritelemente
	31a-c	jeweils Ferritelemente
30	33a-c	jeweils Ferritelemente
	35a-c	jeweils Ferritelemente
	100	erste Ferritelementmechanik
	101	erste Ferritaufhängung, der ersten Ferritelementmechanik zugeordnet

- 102 zweite Ferritaufhängung der ersten Ferritelementmechanik
- 103 dritte Ferritaufhängung der ersten Ferritelementmechanik
- 120 zweite Ferritelementmechanik
- 121 erste Ferritaufhängung der zweiten Ferritelementmechanik
- 5 122 zweite Ferritaufhängung der zweiten Ferritelementmechanik
- 123 dritte Ferritaufhängung der zweiten Ferritelementmechanik

Patentansprüche

- 5 1. Primärspuleneinheit (6), geeignet zur elektromagnetischen Kopplung mit einer
Sekundärspuleneinheit (7), wobei die Primärspuleneinheit eine Primärspule (6a) und
einen Primärferrit (6b) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Primärspule relativ zum Primärferrit beweglich gelagert ist.
- 10
2. Primärspuleneinheit nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Primärferrit eine flache Grundform mit einer ersten Seite und mit einer zweiten Seite
aufweist, und
 - 15 - der Primärferrit dazu eingerichtet ist, die Primärspule unter deren Eigengewicht auf der
ersten Seite der flachen Grundform aufliegend aufzunehmen.
- 20
3. Primärspuleneinheit nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Primärspuleneinheit zumindest ein Ferritelement (21a-f) umfasst, und
 - das zumindest eine Ferritelement relativ zu dem Primärferrit beweglich gelagert ist.
- 25
4. Primärspuleneinheit nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das zumindest eine Ferritelement relativ zu dem Primärferrit klappbar gelagert ist, wobei
das Ferritelement in eine durch die flache Grundform des Primärferrit gebildete Ebene
ein- und ausklappbar gelagert ist.
- 30
5. Primärspuleneinheit nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

- das zumindest eine Ferritelement ein magnetisch nichtleitendes Abschirmelement (22 a-f) aufweist, und
- das magnetisch nichtleitende Abschirmelement bei eingeklapptem Ferritelement die zweite Seite der flachen Grundform des Primärferrit fortsetzt.

5

6. Primärspuleneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Primärspuleneinheit eine Vielzahl von Ferritelementen (23 a-f; 25 a-f; 27 a-f) umfasst, und
- die Ferritelemente relativ zum Primärferrit derart angeordnet sind, dass der Primärferrit entlang des Umfangs der flachen Grundform vollständig von Ferritelementen umgeben ist.

10

15

7. Primärspuleneinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Vielzahl von Ferritelementen aus Gruppen und Untergruppen von Ferritelementen besteht, wobei die Primärspuleneinheit für jeweils eine Untergruppe von Ferritelementen (23a, 25a, 27a,...) eine erste Ferritaufhängung (101) der die Untergruppen bildenden Ferritelemente umfasst und
- eine Gruppe von Ferritelementen aus mehreren Untergruppen von Ferritelementen besteht, wobei die Primärspuleneinheit für jeweils eine Gruppe von Ferritelementen eine Ferritelementsteuereinheit (100) umfasst, mit welcher jeweils die Aufhängungen der die Gruppe bildenden Untergruppen von Ferritelementen steuerbar sind, um die Ferritelemente einer Untergruppe ein- oder auszuklappen.

20

25

8. Ladesystem, umfassend eine Primärspuleneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche und umfassend eine Sekundärspuleneinheit (7), wobei die Primärspuleneinheit zur elektromagnetischen Kopplung mit der Sekundärspuleneinheit geeignet ist, so dass eine sekundärseitig anschließbare elektrische Komponente mit elektrischer Leistung versorgbar ist.

30

9. Verfahren zum Versorgen einer elektrischen Komponente mit elektrischer Leistung durch ein induktives Ladesystem mit einer Primärspuleneinheit und einer Sekundärspuleneinheit, wobei die elektrische Komponente sekundärseitig angeschlossen ist, mit den Schritten
- 5
- Einstellen einer Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit, um eine elektromagnetische Kopplung zwischen der Primärspuleneinheit und der Sekundärspuleneinheit herzustellen,
 - 10 - Verschiebung einer Primärspule der Primärspuleneinheit relativ zu einem Primärferrit der Primärspuleneinheit entlang einer Vorzugsrichtung von einer Ausgangsposition der Primärspule in eine Ladeposition der Primärspule, um den elektromagnetischen Koppelfaktor der Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit zu erhöhen, wobei die Vorzugsrichtung in der Ebene einer flachen Grundform des Primärferriten liegt,
 - 15 - Vergrößerung der magnetisch wirksamen Fläche der Primärladeeinheit in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit, um den magnetischen Fluss durch die Primärspule in der Ladeposition und der Sekundärspuleneinheit weiter zu erhöhen und/oder Verkleinerung der magnetisch wirksamen Fläche der Primärladeeinheit in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit entgegen der Richtung der Vorzugsrichtung der Verschiebung der Primärspule, um magnetische Streufelder durch die Primärspule und die Sekundärspuleneinheit in der Ladeposition zu minimieren.
 - 20
- 25 10. Verfahren zum Versorgen einer elektrischen Komponente mit elektrischer Leistung durch ein induktives Ladesystem nach Anspruch 8, wobei die elektrische Komponente sekundärseitig angeschlossen ist, mit den Schritten
- Einstellen einer Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit, um eine elektromagnetische Kopplung zwischen der
 - 30 Primärspuleneinheit und der Sekundärspuleneinheit herzustellen,
 - Verschiebung der Primärspule relativ zum Primärferrit entlang einer Vorzugsrichtung von einer Ausgangsposition in eine Ladeposition, wobei die Vorzugsrichtung in der Ebene der flachen Grundform des Primärferrit liegt, um den elektromagnetischen

Koppelfaktor der Grobposition der Sekundärspuleneinheit relativ zur Primärspuleneinheit zu erhöhen,

- Abklappen von relativ zum Primärferriten zunächst eingeklappten Ferritelementen durch Ansteuern einer oder mehrerer Ferritelementsteuereinheiten, wobei die Ferritelemente abgeklappt werden, die von der Primärspule in der Ladeposition den größten Abstand aufweisen und/oder Einklappen von relativ zum Primärferriten zunächst ausgeklappten Ferritelementen durch Ansteuern einer oder mehrerer Ferritelementsteuereinheiten, wobei die Ferritelemente eingeklappt werden, die von der Primärspule in der Ladeposition den kleinsten Abstand aufweisen.

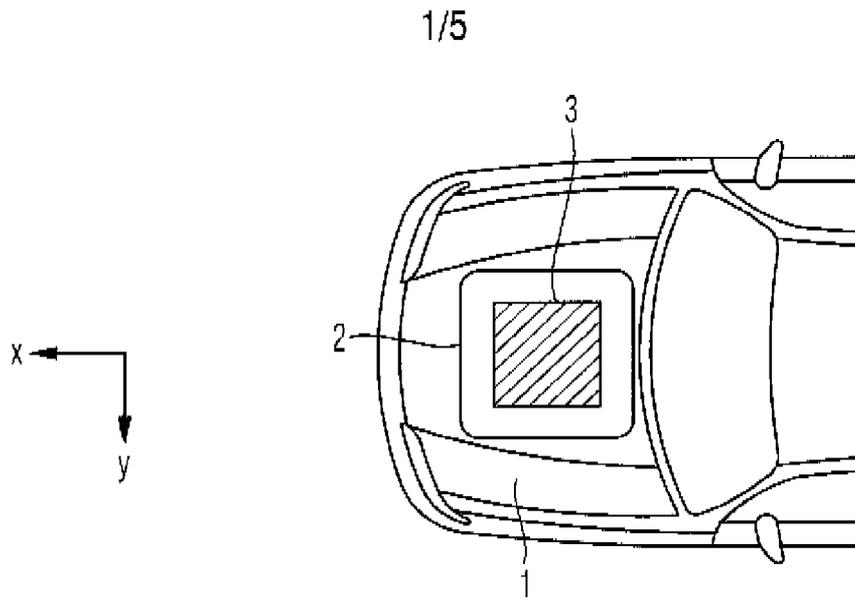


Fig. 1a
(Stand der Technik)

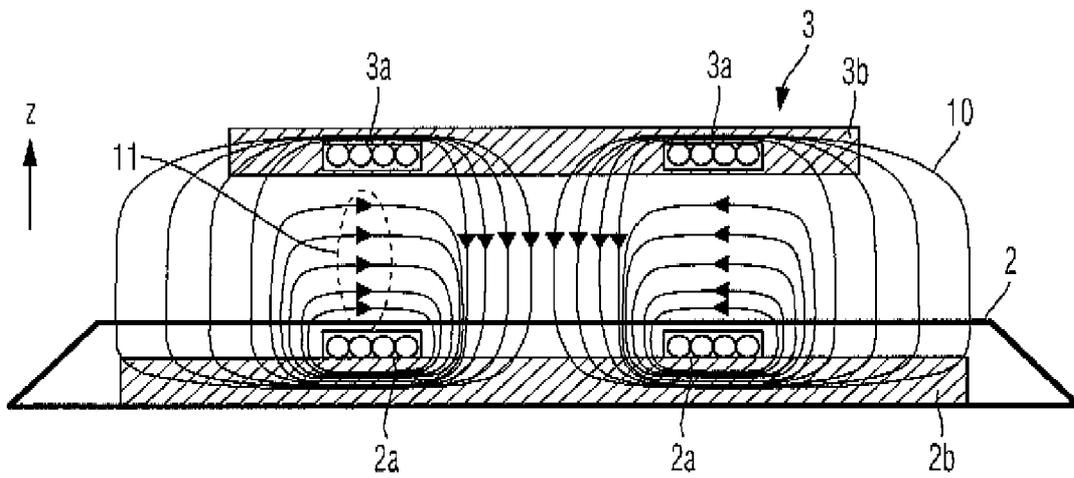


Fig. 1b
(Stand der Technik)

3/5

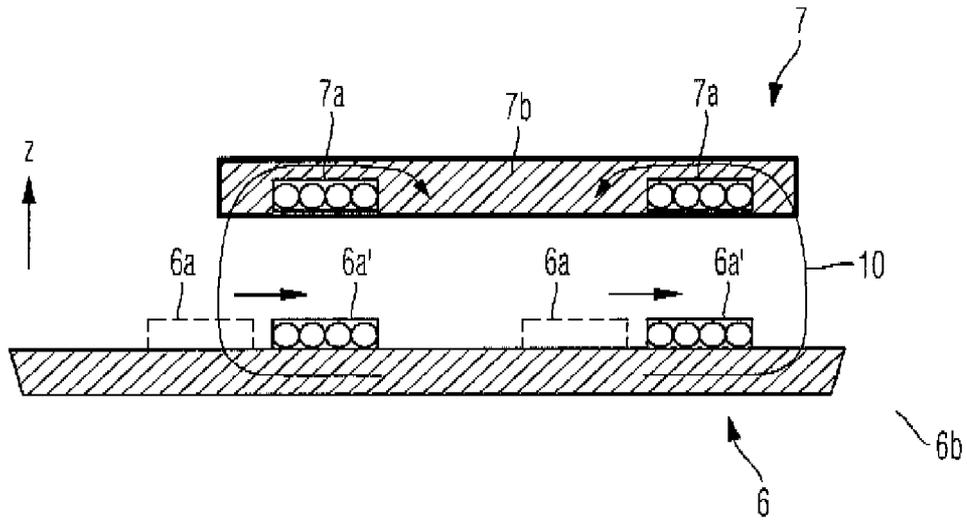


Fig. 3

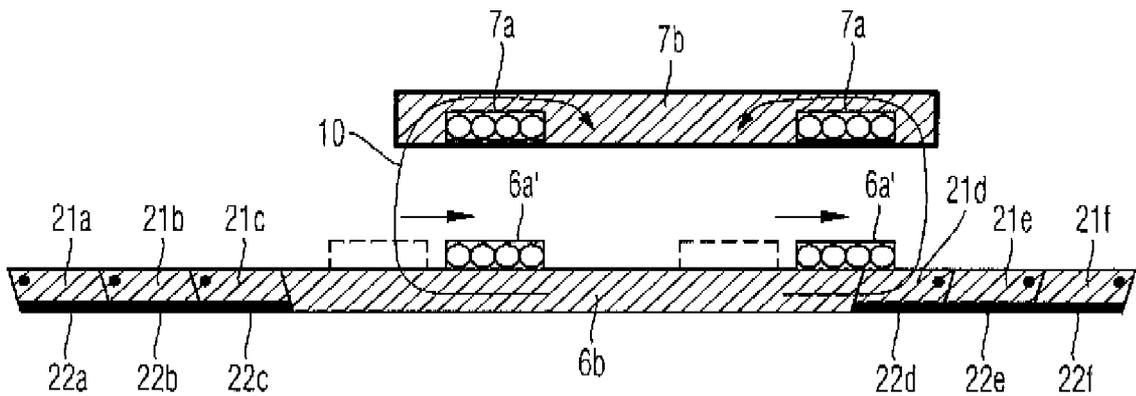


Fig. 4

4/5

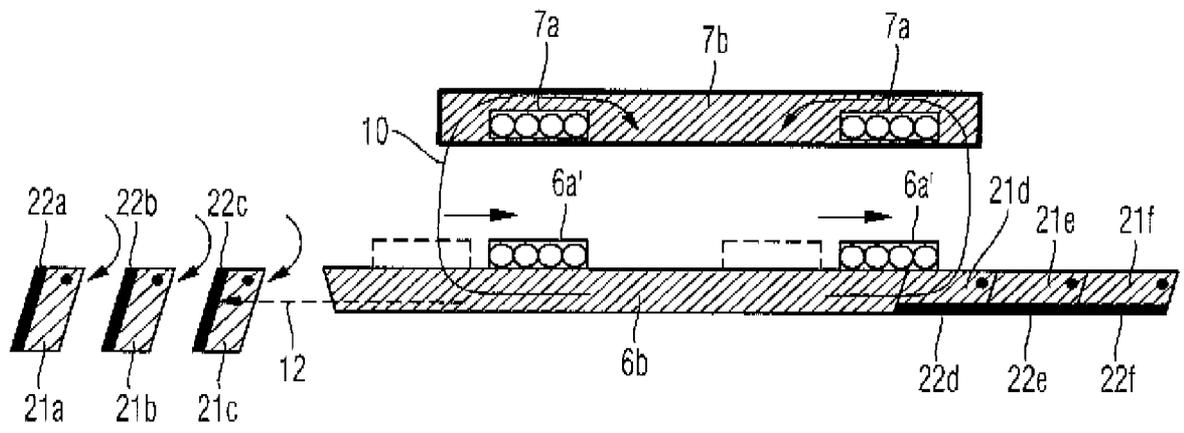


Fig. 5

5/5

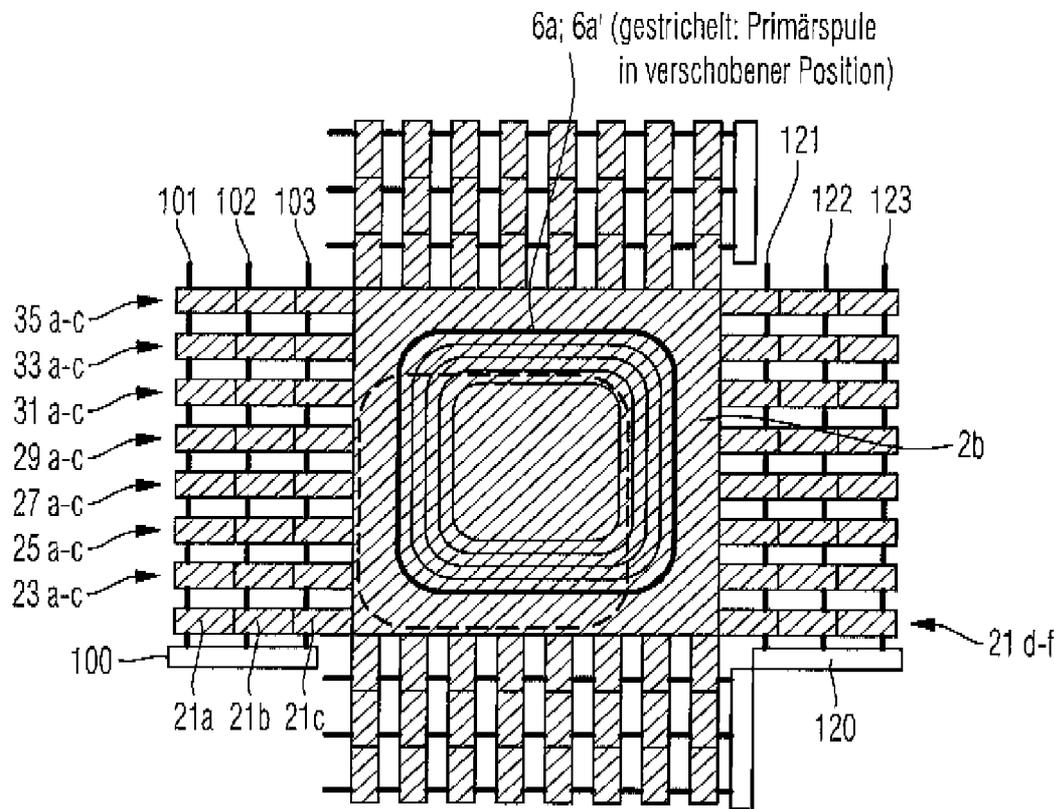


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F38/14 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)
H01F 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 2014/327391 A1 (NIEDERHAUSER STEVEN DANIEL [DE] ET AL) 6 November 2014 (2014-11-06) paragraph [0078] - paragraph [0083]; figure 5c	1,8
X	US 2015/042429 A1 (LEE HEEJIN [KR]) 12 February 2015 (2015-02-12)	1-3,8
A	abstract paragraph [0043] - paragraph [0048]; figure 6 paragraph [0053] - paragraph [0060]; figure 8	4-7,9,10
A	WO 2015/128450 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 3 September 2015 (2015-09-03) abstract; figures 5-6	1-10
	----- -/--	

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 30 March 2017	Date of mailing of the international search report 06/04/2017
--	--

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 Warneck, Nicolas
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052136

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 788 212 A2 (SUMITOMO WIRING SYSTEMS [JP]) 6 August 1997 (1997-08-06) abstract; figure 1 -----	1-10
A	US 2013/244735 A1 (BURY HENRYK [DE]) 19 September 2013 (2013-09-19) abstract; figure 1 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/052136

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2014327391	A1	06-11-2014	CN 105164771 A	16-12-2015
			EP 2992537 A1	09-03-2016
			JP 2016526280 A	01-09-2016
			US 2014327391 A1	06-11-2014
			WO 2014179320 A1	06-11-2014

US 2015042429	A1	12-02-2015	CN 104377838 A	25-02-2015
			KR 101428408 B1	07-08-2014
			US 2015042429 A1	12-02-2015
			US 2016093430 A1	31-03-2016

WO 2015128450	A1	03-09-2015	CA 2938714 A1	03-09-2015
			CN 106256068 A	21-12-2016
			EP 3110655 A1	04-01-2017
			KR 20160126068 A	01-11-2016
			SG 11201606531S A	29-09-2016
			US 2017080815 A1	23-03-2017
			WO 2015128450 A1	03-09-2015

EP 0788212	A2	06-08-1997	DE 69711963 D1	23-05-2002
			DE 69711963 T2	28-11-2002
			DE 69714879 D1	02-10-2002
			DE 69714879 T2	08-05-2003
			EP 0788211 A2	06-08-1997
			EP 0788212 A2	06-08-1997
			EP 1061631 A1	20-12-2000
			US 5821731 A	13-10-1998
			US 5850135 A	15-12-1998

US 2013244735	A1	19-09-2013	GB 2500783 A	02-10-2013
			US 2013244735 A1	19-09-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01F38/14 B60L11/18 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01F 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 2014/327391 A1 (NIEDERHAUSER STEVEN DANIEL [DE] ET AL) 6. November 2014 (2014-11-06) Absatz [0078] - Absatz [0083]; Abbildung 5c -----	1,8
X	US 2015/042429 A1 (LEE HEEJIN [KR]) 12. Februar 2015 (2015-02-12)	1-3,8
A	Zusammenfassung Absatz [0043] - Absatz [0048]; Abbildung 6 Absatz [0053] - Absatz [0060]; Abbildung 8 -----	4-7,9,10
A	WO 2015/128450 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 3. September 2015 (2015-09-03) Zusammenfassung; Abbildungen 5-6 ----- -/--	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
30. März 2017	06/04/2017	
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 Warneck, Nicolas	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 788 212 A2 (SUMITOMO WIRING SYSTEMS [JP]) 6. August 1997 (1997-08-06) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-10
A	US 2013/244735 A1 (BURY HENRYK [DE]) 19. September 2013 (2013-09-19) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/052136

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014327391 A1	06-11-2014	CN 105164771 A	16-12-2015
		EP 2992537 A1	09-03-2016
		JP 2016526280 A	01-09-2016
		US 2014327391 A1	06-11-2014
		WO 2014179320 A1	06-11-2014

US 2015042429 A1	12-02-2015	CN 104377838 A	25-02-2015
		KR 101428408 B1	07-08-2014
		US 2015042429 A1	12-02-2015
		US 2016093430 A1	31-03-2016

WO 2015128450 A1	03-09-2015	CA 2938714 A1	03-09-2015
		CN 106256068 A	21-12-2016
		EP 3110655 A1	04-01-2017
		KR 20160126068 A	01-11-2016
		SG 11201606531S A	29-09-2016
		US 2017080815 A1	23-03-2017
		WO 2015128450 A1	03-09-2015

EP 0788212 A2	06-08-1997	DE 69711963 D1	23-05-2002
		DE 69711963 T2	28-11-2002
		DE 69714879 D1	02-10-2002
		DE 69714879 T2	08-05-2003
		EP 0788211 A2	06-08-1997
		EP 0788212 A2	06-08-1997
		EP 1061631 A1	20-12-2000
		US 5821731 A	13-10-1998
		US 5850135 A	15-12-1998

US 2013244735 A1	19-09-2013	GB 2500783 A	02-10-2013
		US 2013244735 A1	19-09-2013
