

(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
21. Januar 2016 (21.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/008794 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 5/00 (2006.01) H02J 17/00 (2006.01)
H01F 38/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/065682

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Juli 2015 (09.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 109 998.2 16. Juli 2014 (16.07.2014) DE

(71) Anmelder: PAUL VAHLE GMBH & CO. KG [DE/DE];
Westicker Straße 52, 59174 Kamen (DE).

(72) Erfinder: TURKI, Faical; Sugambrenstraße 33, 59192
Bergkamen (DE). MEINS, Jürgen; Am Hasengarten 18,
38126 Braunschweig (DE).

(74) Anwalt: LENZING GERBER STUTE
PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT VON
PATENTANWÄLTEN M. B. B.; Bahnstraße 9, 40212
Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

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

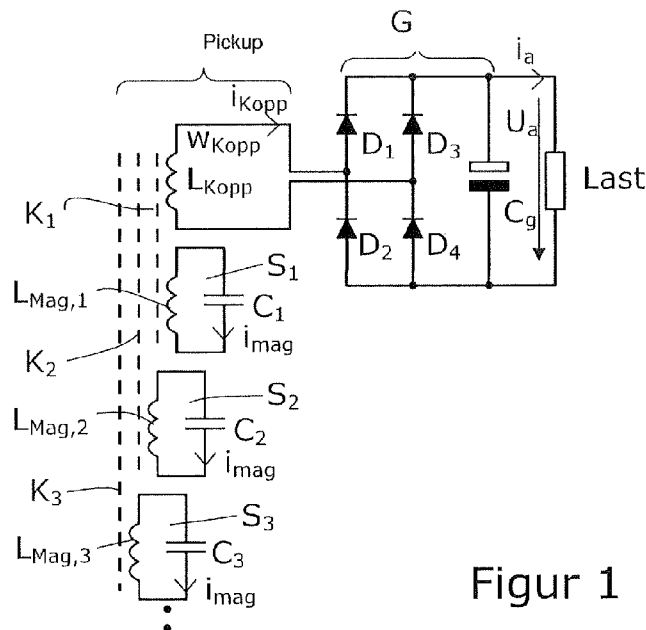
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: PARALLEL RESONANT CIRCUIT PICK-UP HAVING DECOUPLING WINDING

(54) Bezeichnung : PARALLELSCHWINGKREIS PICKUP MIT AUSKOPPELWICKLUNG



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a secondary-side device of an inductive energy transfer system, comprising at least one coupling winding (L_{Kopp}) and at least one magnetising winding ($L_{Mag,i}$), wherein the at least one coupling winding (L_{Kopp}) and the at least one magnetising winding ($L_{Mag,i}$) have a common magnetic core (K, K_i), and the magnetising winding ($L_{Mag,i}$) is a component of a resonant circuit (S_i), in particular of a series resonant circuit, wherein, in the case of the secondary-side device, only the coupling winding (L_{Kopp}) is or can be electrically connected to a load via a rectifier (G), and wherein the resonant circuit (S_i), having the magnetising winding ($L_{Mag,i}$), is or can be connected, either to a load or a rectifier (G). The invention also relates to a primary-side device of an inductive energy transfer system, comprising at least one coupling winding and at least one magnetising winding.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine sekundärseitige Vorrichtung eines induktiven Energieübertragungssystems mit mindestens einer Koppelwicklung (L_{Kopp}) und mindestens einer Magnetisierungswicklung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



($L_{\text{Mag},i}$), wobei die mindestens eine Koppelwicklung (L_{Kopp}) und die mindestens eine Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) einen gemeinsamen magnetischen Kern (K, K_i) aufweisen und die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) Bestandteil eines Schwingkreises (S_i), insbesondere eines Serienschwingkreises, ist, wobei bei der sekundärseitigen Vorrichtung nur die Koppelwicklung (L_{Kopp}) über einen Gleichrichter (G) mit einer Last elektrisch verbunden oder verbindbar ist und der die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) aufweisende Schwingkreis (S_i) weder mit einer Last noch mit einem Gleichrichter (G) verbunden oder verbindbar oder über ein Schaltmittel verbindbar ist. Ferner betrifft die Erfindung eine primärseitige Vorrichtung eines induktiven Energieübertragungssystems mit mindestens einer Koppelwicklung und mindestens einer Magnetisierungswicklung.

PARALLELSCHWINGKREIS PICKUP MIT AUSKOPPELWICKLUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung eines induktiven Energieübertragungssystems.

Induktive Energieübertragungssysteme dienen zur Übertragung von elektrischer Energie von der Primärseite hin zur Sekundärseite wobei die primärseitige Anordnung und die sekundärseitige Anordnung meist durch einen Luftspalt voneinander beabstandet sind. Zur Energieübertragung wird ein sich periodisch änderndes Magnetfeld, meist mit einer Frequenz zwischen 50-150 KHz, eingesetzt. Zur magnetischen Kopplung weisen die primär- und die sekundärseitigen Anordnungen Resonanzschwingkreise auf, die miteinander magnetisch gekoppelt sind. Unter der Primärseite wird in der Regel die stationäre Anordnung verstanden, von der aus die Energie aus auf die mobile Seite, die sekundäre Seite, übertragen wird. Es ist jedoch auch möglich, dass elektrische Energie von der mobilen, d.h. sekundären Seite hin zur stationären Seite, d.h. zur Primärseite hin übertragen wird. In jedem Fall verfügt die Seite, von der aus Energie zur anderen Seite hin übertragen wird und welche im Nachfolgenden als Primärseite bezeichnet wird, über einen Wechselrichter, der meist aus einer Konstantspannungsquelle oder einem Zwischenkreis gespeist wird, und welcher den primärseitigen Schwingkreis speist. Der sekundärseitige Schwingkreis ist meist über einen Gleichrichter mit einer Last verbunden und lädt in der Regel eine Batterie oder einen Kondensator.

Zum Laden von sekundärseitigen Batterien und Kapazitäten ist es wünschenswert, wenn die sekundärseitige Anordnung ein Konstantstromquellenverhalten aufweist. Dies kann erreicht werden, indem sekundärseitig Parallelschwing-

kreise eingesetzt werden und auf der Primärseite ein konstanter Strom eingepreßt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, vorbekannte induktive Energieübertragungssysteme flexibler bzgl. der Ausgestaltung der Primäranordnung oder der Pickup bzw. der hierfür verwendeten Spulen und Schwingkreise auszubilden, so dass bestimmte Komponenten des Systems für verschiedene Auslegungen hinsichtlich verwendeter Spannung oder verwendetem Strom verwendbar sind.

Diese Aufgabe wird vorteilhaft gelöst mit einer primärseitigen und/oder sekundärseitigen Vorrichtung gemäß der Ansprüche 1 und/oder 2.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Systeme nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 ergeben sich durch die Merkmale der auf den Anspruch 1 bzw. Anspruch 2 rückbezogenen Ansprüche.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass die Komponenten der Primärseite oder der Pickup, welche für die magnetische Kopplung mit der jeweils anderen Seite maßgeblich sind, für verschiedene Systeme mit gleicher Nennleistung, aber unterschiedlichen primärseitigen Eingangs- bzw. sekundärseitigen Ausgangsspannungen bzw. -strömen, verwendet werden können. So können erfindungsgemäß die Komponenten, insbesondere die verwendeten primärseitigen und/oder sekundärseitigen Schwingkreise, welche hinsichtlich ihres Schwingungsverhaltens aufeinander abgestimmt sein müssen, für verschiedene Systeme mit gleicher Nennleistung, aber unterschiedlichen primärseitigen Eingangsspannungen oder Eingangsströmen bzw. sekundärseitigen Ausgangsspannungen bzw. -strömen, verwendet werden, wobei diese quasi standardisierten Komponenten primärseitig und/oder sekundärseitig mittels mindestens einer Kopplungswicklung mit dem vorgeschalteten primärseitigen Wechselrichter bzw. ausgangsseitig mit einem nachgeschalteten Gleichrichter gekoppelt sind. Durch die entsprechende Wahl der Windungsanzahl der Kopplungswicklung kann vorteilhaft in einfacher Weise eine Anpassung an die jeweils gewünschte Spannung bzw. den gewünschten Strom vorgenommen werden, wobei hierdurch vorteilhaft der magnetische Kreis nicht beeinflusst wird. So kann zudem vorteilhaft eine dicke Litze für die mindestens eine Magnetisie-

rungswicklung verwendet werden.

Die Erfindung zeichnet sich vorteilhaft zudem dadurch aus, dass kleine Stabkerne und Magnetisierungswicklungen, welche insbesondere allesamt gleich ausgebildet sein können, verwendet werden können, welche mittels mindestens einer Auskoppelwicklung magnetisch über einen Spulenkern gekoppelt sind. Hierdurch ergibt sich vorteilhaft eine magnetische Reihenschaltung der Magnetisierung, wodurch die einzelnen Magnetisierungswicklungen nicht für hohe Spannungen ausgelegt sein müssen.

Der Magnetisierungsstrom und der Laststrom sind somit voneinander entkoppelt, wodurch unterschiedliche Litzengrößen für die mindestens eine Magnetisierungswicklung und die mindestens eine Kopplungswicklung verwendet werden können. Die Magnetisierungswicklungen bilden zusammen mit entsprechenden Kapazitäten Schwingkreise, aus denen keine Energie galvanisch ausgekoppelt wird.

Vorteilhaft kann die Streuinduktivität der Koppelwicklung mittels mindestens einer Kapazität, welche vorteilhaft in Reihe mit der Koppelwicklung geschaltet ist, kompensiert sein.

Nachfolgend werden einige mögliche Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben, welche für die primärseitige und/oder für die sekundärseitige Vorrichtung verwendet werden können. Sofern nachfolgend eine Vorrichtung beschrieben wird, so kann es sich demnach um ein primärseitige oder um eine sekundärseitige Vorrichtung handeln.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung mehrere Spulenkern auf, wobei eine Magnetisierungswicklung jeweils nur einen Spulenkern umgreift bzw. um diesen gewickelt ist. Jeder dieser Spulenkern kann dabei von nur einer oder mehreren Magnetisierungswicklungen umgriffen bzw. umwickelt sein. Sofern mehrere Magnetisierungswicklungen um ein und denselben Spulenkern gewickelt sind, bilden diese zusammen eine Gruppe. Es ist selbstverständlich möglich, dass eine Anzahl von Gruppen von Magnetisierungswicklungen vorgesehen ist, wobei deren Magnetisierungswicklungen um eine entsprechende Anzahl von Spulenkernen gewickelt sind.

Die Spulenkerne können dabei eine stabförmige oder eine c-förmige Form aufweisen. Ebenso ist es möglich, dass die Spulenkerne eine im Querschnitt E-förmige Form aufweisen.

Die Spulenkerne sind dabei entweder nur mit einer Auskoppelwicklung oder mit mehreren Auskoppelwicklungen magnetisch über die Spulenkerne gekoppelt.

Sofern die Vorrichtung nur eine Koppelwicklung aufweist, umgreift diese alle Spulenkerne bzw. ist um alle Spulenkerne gewickelt, so dass sie über alle Spulenkerne mit den jeweils die Spulenkerne umgreifenden Magnetisierungswicklungen magnetisch gekoppelt ist.

Sofern die Vorrichtung mehr als eine Koppelwicklung aufweist, sind entweder jede dieser Koppelwicklungen über alle Spulenkerne mit allen Magnetisierungswicklungen magnetisch gekoppelt, oder aber die Koppelwicklungen bilden mehrere Gruppen von Koppelwicklungen, wobei jede Gruppe jeweils nur eine Gruppe von Spulenkerne umfasst bzw. um diese gewickelt ist und über diese Gruppe von Spulenkerne mit den diese Gruppe von Spulenkerne umgreifenden Magnetisierungswicklungen magnetisch gekoppelt.

Die Spulenkerne können bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen in einer oder mehreren Reihen und/oder mehreren Spalten angeordnet sein. Die Spalten und/oder Reihen können dabei auch versetzt zueinander angeordnet sein und/oder verzahnt ineinandergreifen.

Im einfachsten Fall sind die Magnetisierungswicklungen, insbesondere bei den vorbeschriebenen Ausführungsformen, mittig oder außermittig um den Spulenkerne gewickelt sind. Im Falle eines C-förmig oder E-förmig ausgebildeten Spulenkerne können die Magnetisierungswicklungen jeweils um den Mittelsteg oder um einen oder beide der freien Schenkel des Spulenkerne gewickelt sein. Sofern ein C-förmig oder E-förmig ausgebildeter Spulenkerne verwendet wird, kann z.B. die mindestens eine Koppelwicklung von den vom Mittelsteg abgewinkelten freien Schenkeln seitlich umgriffen sein. Bei der Verwendung von stabförmigen Spulenkerne sind diese ebenfalls von der Koppelwicklung umgriffen bzw. umwickelt.

Ebenso ist es möglich, dass jeweils mindestens eine Magnetisierungswicklung um einen stabförmigen Spulenkern gewickelt ist, und dass mehrere stabförmige Spulenkern in einer Reihe parallel zueinander angeordnet sind und jeweils eine Gruppe bilden, wobei mindestens eine Koppelwicklung alle stabförmigen Spulenkern einer Gruppe umgreift bzw. um diese herum gewickelt ist. Selbstverständlich ist es möglich, dass mehrere dieser Gruppen von Spulenkern nebeneinander und/oder in Reihen nebeneinander angeordnet sind.

Selbstverständlich wird auch ein induktives Energieübertragungssystem mit einer primärseitigen und/oder sekundärseitigen Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche beansprucht.

Nachfolgend wird die erfindungsgemäße Vorrichtung anhand von möglichen Ausführungsformen beispielhaft beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1: Eine erste mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen sekundärseitigen Vorrichtung mit nachgeschaltetem Gleichrichter;
- Fig. 2: eine Weiterentwicklung der Vorrichtung gemäß Figur 1, bei der die Streuinduktivität der Kopplungswicklung mittels einer Kapazität kompensiert ist;
- Fig. 3: Eine erste mögliche Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen primärseitigen Vorrichtung mit vorgeschaltetem Wechselrichter;
- Fig. 4: eine Weiterentwicklung der Vorrichtung gemäß Figur 1, bei der die Streuinduktivität der Kopplungswicklung mittels einer Kapazität kompensiert ist;
- Fig. 5: eine erste mögliche Anordnung von Spulenkern, wobei die Spulenkern im Längsquerschnitt C-förmig ausgebildet sind, wobei jeder Spulenkern jeweils nur von einer Magnetisierungswicklung umwickelt ist und die Magnetisierungswicklungen magnetisch über die Spulenkern mit einer rechteckförmig ausgebildeten Kopplungswicklung ge-

koppelt sind, welche von zumindest drei Seiten von jedem Spulenkern umgriffen ist;

Fig. 6: eine zweite mögliche Ausführungsform, bei der mehrere stabförmige Spulenkern parallel zueinander angeordnet sind, wobei jeder Spulenkern von jeweils nur einer Magnetisierungswicklung mittig umwickelt ist, wobei rechts und links neben den Magnetisierungswicklungen jeweils eine im Längsquerschnitt rechteckförmige oder ovale Kopplungswicklung angeordnet ist, die jeweils alle Spulenkern umgreifen;

Fig. 7: eine dritte mögliche Ausführungsform, bei der ebenfalls mehrere stabförmige Spulenkern parallel zueinander angeordnet sind, wobei jeder Spulenkern von zwei außermittig angeordneten Magnetisierungswicklungen umwickelt ist, wobei eine im Längsquerschnitt rechteckförmige oder ovale Kopplungswicklung mittig zwischen den Magnetisierungswicklungen angeordnet ist, die alle Spulenkern umgreift;

Fig. 8a und 8b: T-Ersatzschaltbilder.

Die Figur 1 zeigt eine erste mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen sekundärseitigen Vorrichtung mit nachgeschaltetem Gleichrichter G, bestehend aus der Brückenschaltung der vier Dioden D1 bis D4 mit nachgeschaltetem Glättungskondensator C_g . Sofern bei der nicht dargestellten Primärordnung ein Eingangsstrom eingeprägt wird, wirkt aufgrund der Verwendung der sekundärseitigen Parallelschwingkreise S_1 , S_2 und S_3 , deren Magnetisierungswicklungen $L_{Mag,1}$, $L_{Mag,2}$ und $L_{Mag,3}$ von dem primärseitig erzeugten magnetischen Fluss durchflossen sind, die Pickup mit nachgeschaltetem Gleichrichter G wie eine Konstantstromquelle mit konstantem Ausgangsstrom i_a . Die Ausgangsspannung U_a stellt sich abhängig von der Last ein. Der Ausgangsstrom i_a ist dabei abhängig von der in der Kopplungswicklung L_{kopp} induzierten Spannung, welche mittels geeigneter Wahl der Windungszahl w_{kopp} der Kopplungswicklung L_{kopp} bei Kenntnis der Magnetisierungsströme i_{mag} einstellbar ist.

Die drei Magnetisierungswicklungen $L_{\text{Mag},1}$, $L_{\text{Mag},2}$ und $L_{\text{Mag},3}$ bilden jeweils zusammen mit den Kapazitäten C_1 , C_2 und C_3 getrennte Parallelschwingkreise S_1 , S_2 und S_3 . Jede Magnetisierungswicklung $L_{\text{Mag},1}$, $L_{\text{Mag},2}$ und $L_{\text{Mag},3}$ ist über einen gesonderten Spulenkern K_1 , K_2 und K_3 magnetisch mit der Koppelwicklung L_{Kopp} gekoppelt, welche in diesem Fall auch als Auskoppelwicklung bezeichnet werden könnte.

Der Koppelstrom i_{Kopp} kann durch die entsprechende Wahl der Windungszahl w_{Kopp} der Koppelwicklung L_{Kopp} entkoppelt von den Magnetisierungsströmen i_{mag} eingestellt werden.

Die Figur 2 zeigt eine gegenüber der in Figur 1 dargestellten und beschriebenen Sekundärvorrichtung, welche um die in Serie zur Kopplungswicklung L_{Kopp} geschalteten Kompensationskapazität C_{Komp} , die zur Kompensation der Streuinduktivität oder Gesamtinduktivität der Kopplungswicklung L_{Kopp} dient, so dass vorteilhaft die an der Streuinduktivität bzw. Gesamtinduktivität anfallende Blindspannung kompensiert ist.

Die Sekundärvorrichtung arbeitet ansonsten genauso wie die in Figur 1 dargestellte und beschriebene Vorrichtung. Es wird somit insoweit auf die Beschreibung der Vorrichtung von Figur 1 Bezug genommen.

Die Figur 3 zeigt eine erste mögliche Ausführungsform mit einer erfindungsgemäßen primärseitigen Vorrichtung mit vorgeschaltetem Wechselrichter W , welcher durch die vier in Brückenschaltung angeordneten Leistungshalbleiter T_1 bis T_4 gebildet ist. Der Wechselrichter W wird vorteilhaft aus einer Konstantstromquelle i_e gespeist. Ausgangsseitig ist am Wechselrichter W die Koppelwicklung L_{Kopp} mit einer entsprechend den Anforderungen gewählten Windungszahl w_{Kopp} geschaltet. Die Koppelwicklung L_{Kopp} sowie die Magnetisierungswicklungen $L_{\text{Mag},1}$, $L_{\text{Mag},2}$ und $L_{\text{Mag},3}$ sind um den Spulenkern K_1 gewickelt und daher magnetisch fest miteinander in Form eines Transformators gekoppelt. Durch entsprechende Wahl der Windungszahl w_{Kopp} kann bei unverändert gelassenen Schwingkreisen S_1 , S_2 und S_3 das Verhältnis des Koppelstromes i_{Kopp} zu den Magnetisierungsströmen i_{mag} frei eingestellt werden.

Die Figur 4 zeigt eine gegenüber der in Figur 3 dargestellten und beschriebenen Primärvorrichtung, welche um die in Serie zur Kopplungswicklung L_{Kopp} geschalteten Kompensationskapazität C_{Komp} , die zur Kompensation der Streuinduktivität oder Gesamtinduktivität der Kopplungswicklung L_{Kopp} dient, so dass vorteilhaft so dass vorteilhaft die an der Streuinduktivität bzw. Gesamtinduktivität anfallende Blindspannung kompensiert ist.

Die Primärvorrichtung arbeitet ansonsten genauso wie die in Figur 3 dargestellte und beschriebene Vorrichtung. Es wird somit insoweit auf die Beschreibung der Vorrichtung von Figur 3 Bezug genommen.

Die Figur 5 zeigt eine erste mögliche Anordnung einer Pickup, welche acht im Längsquerschnitt C-förmig ausgebildete Spulenkerne K_{c1} bis K_{c8} aufweist. Jeder Spulenkern K_{ci} ist jeweils nur von einer Magnetisierungswicklung $L_{Mag,1}$ bis $L_{Mag,8}$ im Bereich seines Mittelsteiges K_{CM} umwickelt. Die freien Schenkel K_{CS} der Spulenkerne K_{c1} bis K_{c8} umgreifen seitlich die rechteckförmig ausgebildete Kopplungswicklung $L_{Kopp,1}$, wodurch sich eine feste magnetische Kopplung zwischen den Magnetisierungswicklungen $L_{Mag,1}$ bis $L_{Mag,8}$ und der Kopplungswicklung $L_{Kopp,1}$ ergibt.

Die Spulenkerne K_{c1} bis K_{c4} und die Spulenkerne K_{c5} bis K_{c8} . Sind jeweils in einer Reihe in Richtung RE parallel zueinander angeordnet, wobei die beiden Reihen parallel zueinander in zwei Spalten SP_1 und SP_2 angeordnet sind. Um die benötigte Fläche der Pickup vorteilhaft zu verringern sind die beiden Reihen in Richtung RE derart versetzt zueinander angeordnet, dass die Reihen ineinandergreifen und somit die Pickup quer zur Richtung RE kleiner baut.

Es ist selbstverständlich möglich, dass anstelle der C-förmigen Spulenkerne K_{c1} bis K_{c8} auch Ringkerne verwendet werden können, welche von der Kopplungswicklung $L_{Kopp,1}$ durchgriffen sind.

Die Figur 6 zeigt eine zweite mögliche Ausführungsform einer Pickup, bei der vier stabförmige Spulenkerne K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} und K_{S4} parallel zueinander in einer Reihe angeordnet sind. Jeder der Spulenkerne K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} und K_{S4} ist dabei von jeweils nur einer Magnetisierungswicklung $L_{Mag,1}$ bis $L_{Mag,4}$ mittig umwickelt, wobei rechts und links neben den Magnetisierungswicklungen $L_{Mag,1}$ bis

$L_{\text{Mag},4}$ jeweils eine im Längsquerschnitt rechteckförmige oder ovale Kopplungswicklung $L_{\text{Kopp},1}$ und $L_{\text{Kopp},2}$ angeordnet ist, die jeweils alle Spulenkerne K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} und K_{S4} umgreifen.

Die Figur 7 zeigt eine dritte mögliche Ausführungsform einer Pickup, bei der ebenfalls mehrere stabförmige Spulenkerne K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} und K_{S4} parallel zueinander angeordnet sind, wobei jeder Spulenkern K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} und K_{S4} von zwei außermittig angeordneten Magnetisierungswicklungen $L_{\text{Mag},1,3,5,7}$ und $L_{\text{Mag},2,4,6,8}$ umwickelt ist. Eine im Längsquerschnitt rechteckförmige oder ovale Kopplungswicklung $L_{\text{Kopp},1}$ ist mittig zwischen den Magnetisierungswicklungen $L_{\text{Mag},1,3,5,7}$ und $L_{\text{Mag},2,4,6,8}$ angeordnet und umgreift alle Spulenkerne K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} und K_{S4} .

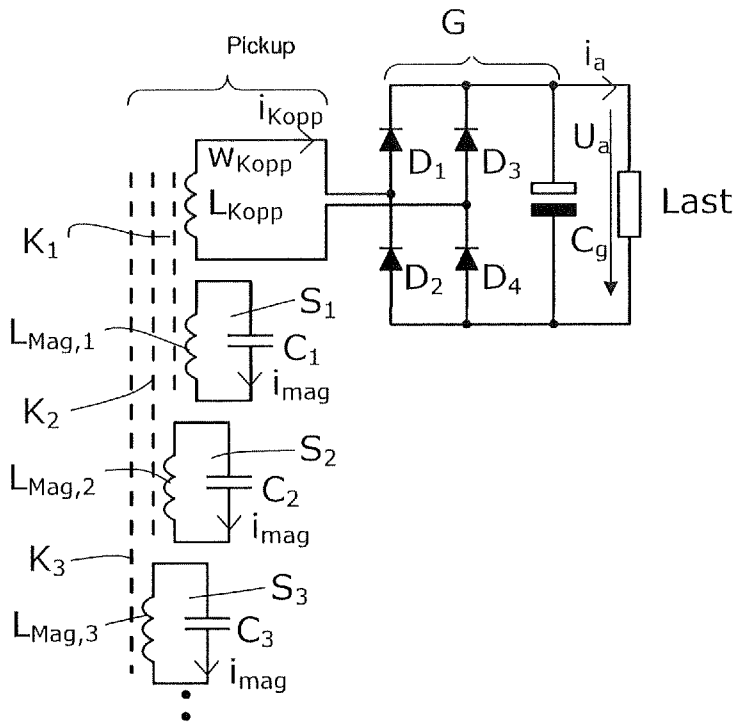
Die Figur 8a zeigt das T-Ersatzschaltbild für die Sekundärseitige Vorrichtung gemäß Figur 1. Das T-Ersatzschaltbild zeigt die Magnetisierungswicklung als Parallelschwingkreis (bestehend aus der Kapazität $C1$ sowie den Induktivitäten $L1$ und Lh), der alle einzelnen Magnetisierungswicklungen $L_{\text{Mag},i}$ der Schwingkreise S_1 , S_2 und S_3 darstellt. Die Hauptinduktivität Lh soll möglichst groß sein, damit eine hohe Spannung in die Auskoppelwicklung L_{Kopp} induziert wird, entsteht und die Streuinduktivität $L2$ möglichst klein bleibt. Letztere würde bei Strombelastung einen Spannungsabfall verursachen, der die abgegebene Leistung reduzieren würde. Daher wird bei großen Streuinduktivitäten $L2$, wie in Figur 8b dargestellt, ein Kondensator L_{Komp} zur Auskoppelwicklung L_{Kopp} in Reihe geschaltet. Dieser kompensiert die Streuinduktivität $L2$ und sorgt für eine blindleistungsfreie Belastung der Auskoppelwicklung L_{Kopp} .

Patentansprüche

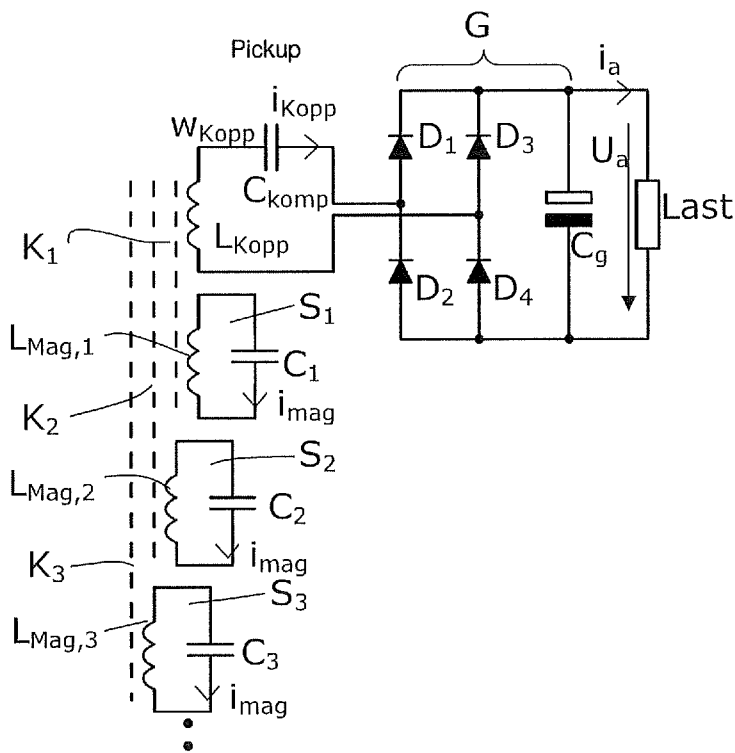
1. Primärseitige Vorrichtung eines induktiven Energieübertragungssystems mit mindestens einer Koppelwicklung (L_{Kopp}) und mindestens einer Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$), wobei die mindestens eine Koppelwicklung (L_{Kopp}) und die mindestens eine Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) einen gemeinsamen magnetischen Kern (K) aufweisen und die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) Bestandteil eines Schwingkreises (S_i), insbesondere eines kurzgeschlossenen Serienschwingkreises, ist und die Koppelwicklung (L_{Kopp}) mit einem speisenden Wechselrichter (W) elektrisch verbunden oder verbindbar ist.
2. Sekundärseitige Vorrichtung eines induktiven Energieübertragungssystems mit mindestens einer Koppelwicklung (L_{Kopp}) und mindestens einer Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$), wobei die mindestens eine Koppelwicklung (L_{Kopp}) und die mindestens eine Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) einen gemeinsamen magnetischen Kern (K, K_i) aufweisen und die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) Bestandteil eines Schwingkreises (S_i), insbesondere eines Serienschwingkreises, ist und nur die Koppelwicklung (L_{Kopp}) über einen Gleichrichter (G) mit einer Last elektrisch verbunden oder verbindbar ist und der die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) aufweisende Schwingkreis (S_i) weder mit einer Last oder mit einem Gleichrichter (G) verbunden oder verbindbar oder über ein Schaltmittel verbindbar ist.
3. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuinduktivität oder Gesamtinduktivität der Koppelwicklung (L_{Kopp}) mittels mindestens einer Kapazität (C_{komp}) kompensiert ist.
4. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Kapazität (C_{komp}) in Reihe mit der Koppelwicklung (L_{Kopp}) geschaltet ist.

5. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung mehrere Spulenkerne (K_i) aufweist, wobei jede Magnetisierungswicklung ($L_{Mag,i}$) oder jede Gruppe von Magnetisierungswicklungen (L_{Mag}) jeweils nur um einen Spulenkern (K) gewickelt ist und diesen magnetisiert.
6. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulenkerne (K) stabförmig (K_{si}), C-förmig (K_{ci}) oder E-förmig ausgebildet sind.
7. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige bzw. sekundärseitige Vorrichtung nur eine Koppelwicklung (L_{Kopp}) aufweist und diese alle Spulenkerne (K) umwickelt bzw. über alle Spulenkerne (K) magnetisch mit den Magnetisierungswicklungen ($L_{Mag,i}$) gekoppelt ist
8. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige bzw. sekundärseitige Vorrichtung mehrere Koppelwicklungen ($L_{Kopp,1,2}$) aufweist, die mindestens eine Gruppe von Koppelwicklungen ($L_{Kopp,1,1}$) bilden, wobei jede Gruppe jeweils nur eine Gruppe von Spulenkernen (K_{S1-4}) umfasst bzw. umwickelt und mit dieser Gruppe von Spulenkernen (K_{S1-4}) magnetisch gekoppelt ist, und diese mindestens eine Gruppe von Koppelwicklungen ($L_{Koppm,1,2}$) über die Spulenkerne (K_{S1-4}) umgreifenden Magnetisierungswicklungen magnetisch gekoppelt ist.
9. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulenkerne (K) in einer oder mehreren Reihen (RE) und/oder mehreren Spalten (SP) angeordnet sind.
10. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Reihen (RE) versetzt zueinander angeordnet sind und/oder verzahnt ineinandergreifen.

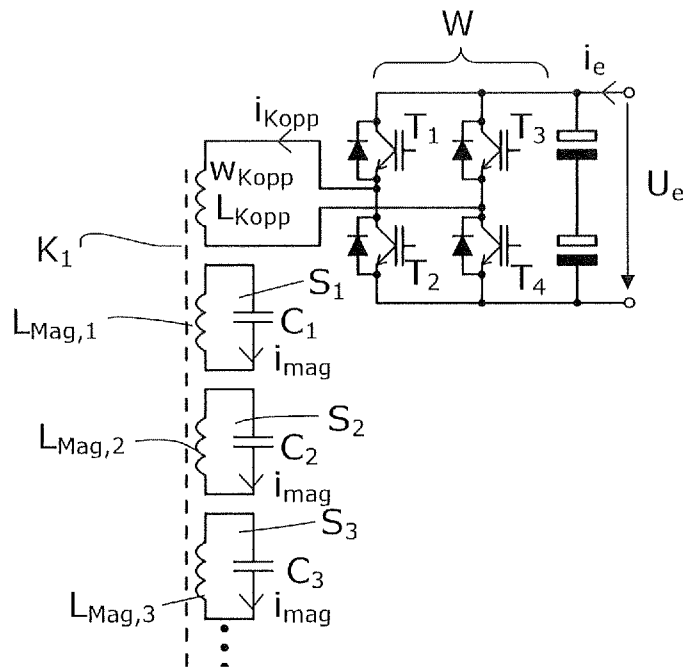
11. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) mittig um den Spulenkern (K) gewickelt ist.
12. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetisierungswicklungen ($L_{\text{Mag},i}$) jeweils um den Mittelsteg (M) der C-förmig oder E-förmig ausgebildeten Spulenkern (K_{Cl}) gewickelt sind, und dass die mindestens eine Koppelwicklung ($L_{\text{Kopp},i}$) von den vom Mittelsteg (K_{CM}) abgewinkelten freien Schenkeln (K_{CS}) seitlich umgriffen ist bzw. sind.
13. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils mindestens eine Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) um einen stabförmigen Spulenkern (K_s) gewickelt ist, und dass mehrere stabförmige Spulenkern (K_s) in einer Reihe und eine Gruppe bildend parallel zueinander angeordnet sind, wobei mindestens eine Koppelwicklung (L_{Kopp}) alle stabförmigen Spulenkern (K_s) einer Gruppe umgreift.
14. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) aus einer im Querschnitt dickeren Litze gewickelt ist als die Koppelwicklung (L_{Kopp}).
15. Primärseitige oder sekundärseitige Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetisierungswicklung ($L_{\text{Mag},i}$) für eine kleinere induzierte Spannung ausgelegt ist als die Koppelwicklung (L_{Kopp}), insbesondere deren Windungszahl (n_{mag}) kleiner ist als die Windungszahl (n_{kopp}) der Koppelwicklung (L_{Kopp}).
16. Induktives Energieübertragungssystem mit einer primärseitigen und/oder sekundärseitigen Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.



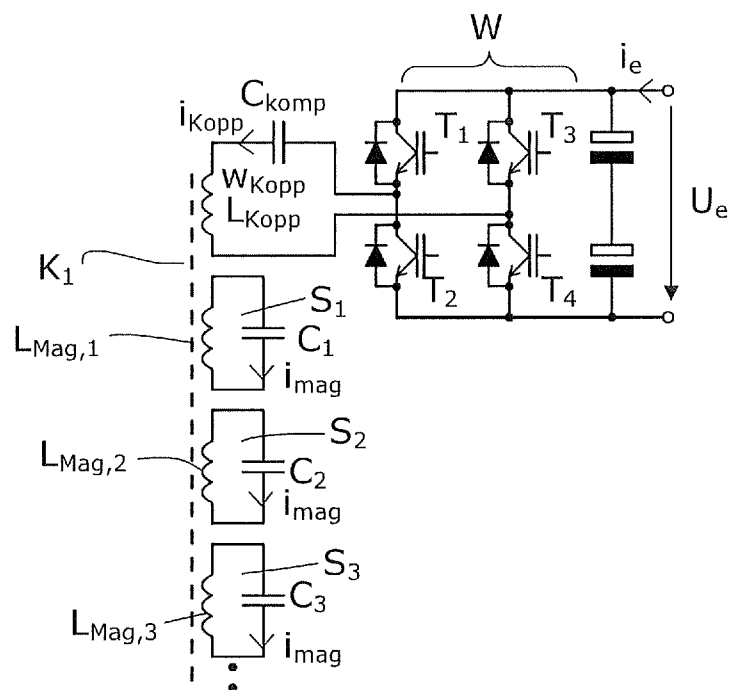
Figur 1



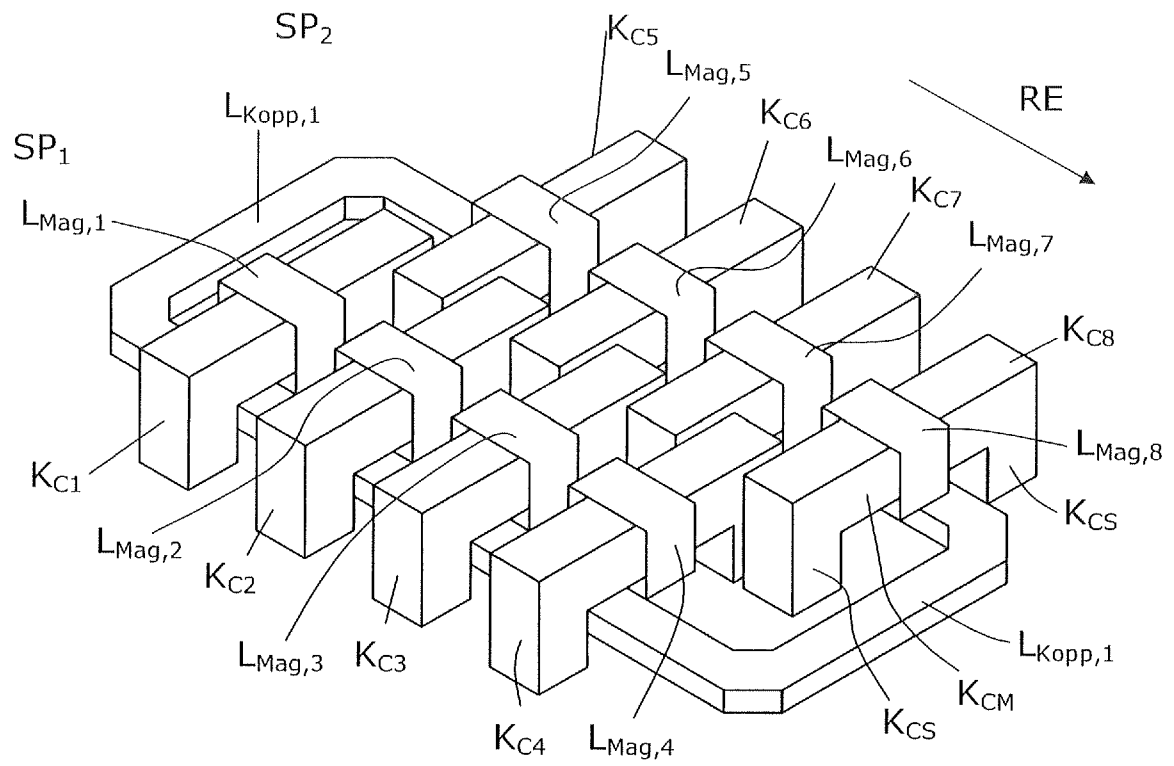
Figur 2



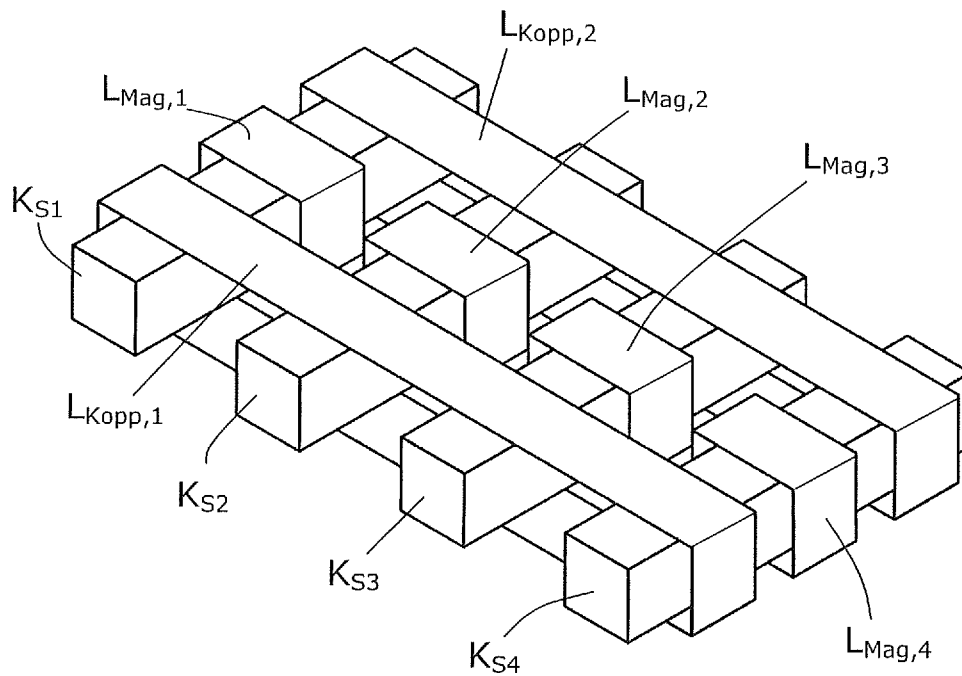
Figur 3



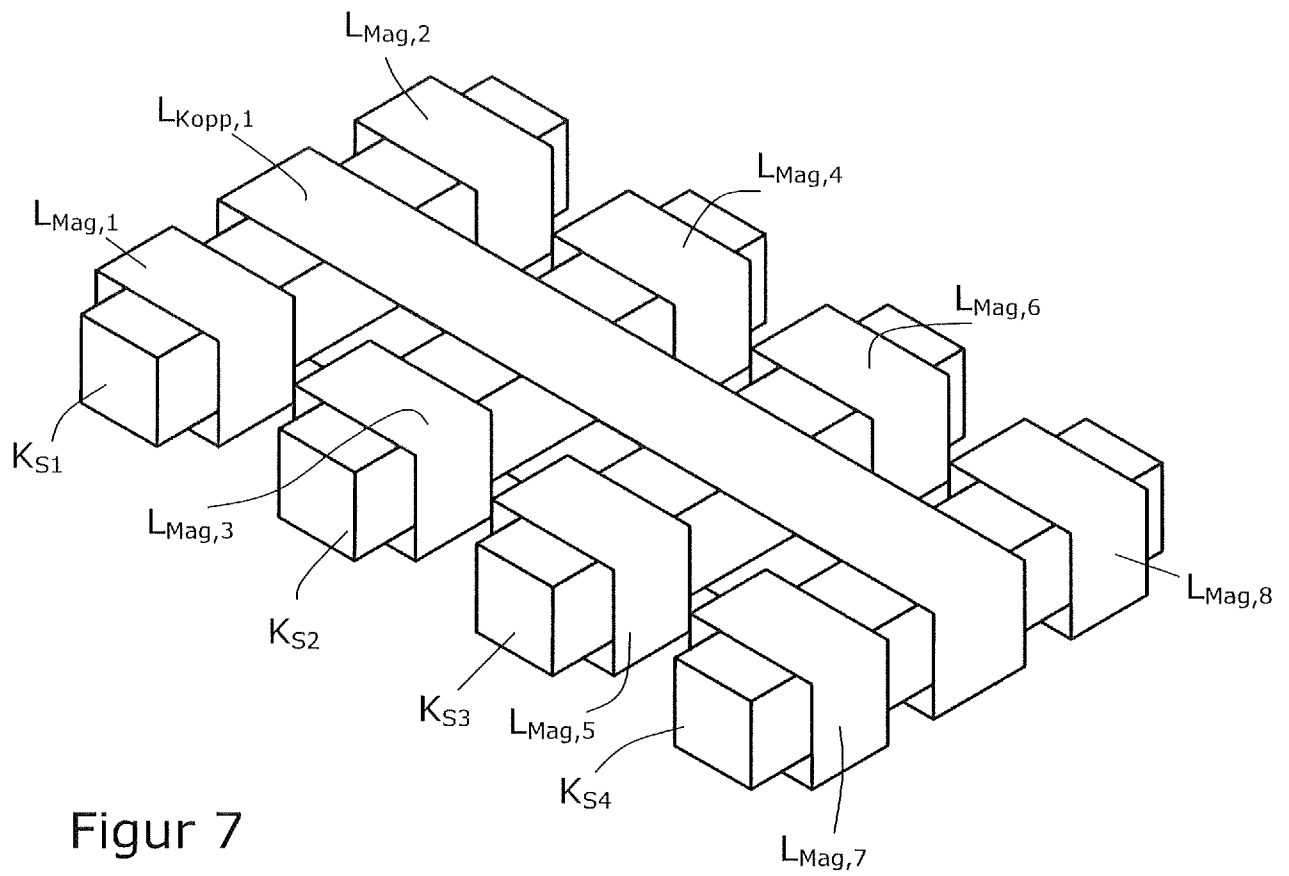
Figur 4



Figur 5

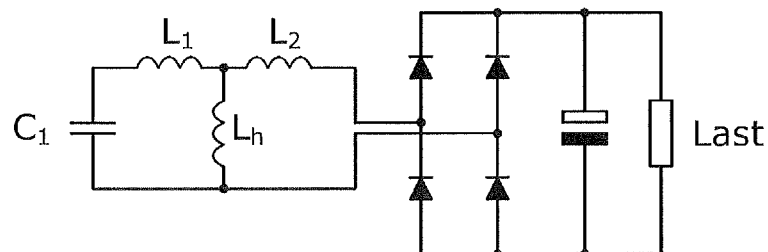
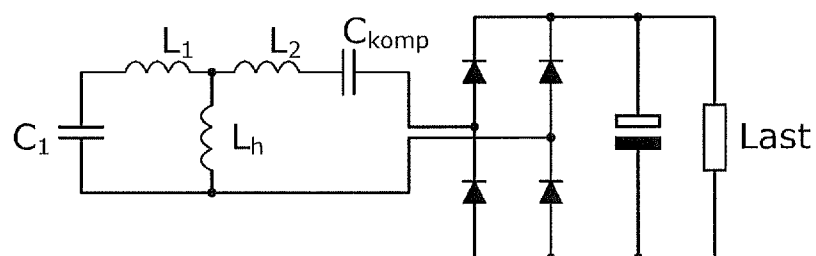


Figur 6



Figur 7

Figur 8b



Figur 8a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/065682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02J5/00 H01F38/14 H02J17/00
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)
H02J H01F

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	DE 10 2008 056930 A1 (BRUEHN XENIA [DE]; BRUEHN ALFRED [DE]) 31 December 2009 (2009-12-31) the whole document -----	1-12, 14-16
X	US 5 084 699 A (DEMICHELE GLENN A [US]) 28 January 1992 (1992-01-28) column 8, line 42 - column 11, line 43; figures 5, 6 -----	2,3
A	WO 2011/112795 A1 (WITRICITY CORP [US]; KESLER MORRIS P [US]; KURS ANDRE B [US]; CAMPANEL) 15 September 2011 (2011-09-15) par. [00213]-[00226], [00297]; figure 20A -----	5-13
A	US 2011/304216 A1 (BAARMAN DAVID W [US]) 15 December 2011 (2011-12-15) the whole document -----	1-16



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

16 September 2015

Date of mailing of the international search report

23/09/2015

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Holz, Matthias

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/065682

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008056930 A1	31-12-2009	DE 102008056926 A1	24-12-2009
		DE 102008056927 A1	04-06-2009
		DE 102008056928 A1	10-12-2009
		DE 102008056929 A1	03-09-2009
		DE 102008056930 A1	31-12-2009

US 5084699 A	28-01-1992	AT 171335 T	15-10-1998
		AT 205793 T	15-10-2001
		AU 634789 B2	04-03-1993
		AU 5817190 A	18-12-1990
		DE 69032657 D1	22-10-1998
		DE 69032657 T2	27-05-1999
		DE 69033808 D1	25-10-2001
		DE 69033808 T2	25-04-2002
		DK 0812752 T3	19-11-2001
		EP 0429617 A1	05-06-1991
		EP 0812752 A2	17-12-1997
		ES 2164961 T3	01-03-2002
		US 5084699 A	28-01-1992
		WO 9014736 A1	29-11-1990

WO 2011112795 A1	15-09-2011	AU 2011224345 A1	01-11-2012
		CA 2792256 A1	15-09-2011
		EP 2545654 A1	16-01-2013
		KR 20130069561 A	26-06-2013
		WO 2011112795 A1	15-09-2011

US 2011304216 A1	15-12-2011	CA 2801920 A1	15-12-2011
		CN 103098330 A	08-05-2013
		EP 2580837 A2	17-04-2013
		JP 2013536664 A	19-09-2013
		KR 20130087489 A	06-08-2013
		TW 201230586 A	16-07-2012
		US 2011304216 A1	15-12-2011
		US 2015236520 A1	20-08-2015
		WO 2011156555 A2	15-12-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02J5/00 H01F38/14 H02J17/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02J H01F		
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	DE 10 2008 056930 A1 (BRUEHN XENIA [DE]; BRUEHN ALFRED [DE]) 31. Dezember 2009 (2009-12-31) das ganze Dokument	1-12, 14-16
X	US 5 084 699 A (DEMICHELE GLENN A [US]) 28. Januar 1992 (1992-01-28) Spalte 8, Zeile 42 - Spalte 11, Zeile 43; Abbildungen 5, 6	2,3
A	WO 2011/112795 A1 (WITRICITY CORP [US]; KESLER MORRIS P [US]; KURS ANDRE B [US]; CAMPANEL) 15. September 2011 (2011-09-15) par. [00213]-[00226], [00297]; Abbildung 20A	5-13
A	US 2011/304216 A1 (BAARMAN DAVID W [US]) 15. Dezember 2011 (2011-12-15) das ganze Dokument	1-16
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 16. September 2015		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 23/09/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Holz, Matthias

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/065682

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008056930 A1	31-12-2009	DE 102008056926 A1	24-12-2009
		DE 102008056927 A1	04-06-2009
		DE 102008056928 A1	10-12-2009
		DE 102008056929 A1	03-09-2009
		DE 102008056930 A1	31-12-2009

US 5084699 A	28-01-1992	AT 171335 T	15-10-1998
		AT 205793 T	15-10-2001
		AU 634789 B2	04-03-1993
		AU 5817190 A	18-12-1990
		DE 69032657 D1	22-10-1998
		DE 69032657 T2	27-05-1999
		DE 69033808 D1	25-10-2001
		DE 69033808 T2	25-04-2002
		DK 0812752 T3	19-11-2001
		EP 0429617 A1	05-06-1991
		EP 0812752 A2	17-12-1997
		ES 2164961 T3	01-03-2002
		US 5084699 A	28-01-1992
		WO 9014736 A1	29-11-1990

WO 2011112795 A1	15-09-2011	AU 2011224345 A1	01-11-2012
		CA 2792256 A1	15-09-2011
		EP 2545654 A1	16-01-2013
		KR 20130069561 A	26-06-2013
		WO 2011112795 A1	15-09-2011

US 2011304216 A1	15-12-2011	CA 2801920 A1	15-12-2011
		CN 103098330 A	08-05-2013
		EP 2580837 A2	17-04-2013
		JP 2013536664 A	19-09-2013
		KR 20130087489 A	06-08-2013
		TW 201230586 A	16-07-2012
		US 2011304216 A1	15-12-2011
		US 2015236520 A1	20-08-2015
		WO 2011156555 A2	15-12-2011
