

(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  
02. Januar 2020 (02.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/002240 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B60L 53/12* (2019.01) *H02J 50/12* (2016.01)  
*H02J 50/10* (2016.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/066675
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Juni 2019 (24.06.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 115 816.5  
29. Juni 2018 (29.06.2018) DE
- (71) Anmelder: **BRUSA ELEKTRONIK AG** [CH/CH]; Neu-  
dorf 14, 9466 Sennwald (CH).
- (72) Erfinder: **ERLER, Martin**; Eschbühel 22, 6850 Dornbirn  
(AT). **HANSELMANN, Marc**; Holengass 18, 9467 Früm-  
sen (CH).
- (74) Anwalt: **FRANK RÖSLER**; Rösler Rasch van der Heide  
& Partner, Bodenseestr. 18, 81241 München (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, JO, 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.

(54) Title: PRIMARY CIRCUIT DEVICE, SECONDARY CIRCUIT DEVICE AND SYSTEM FOR INDUCTIVE CHARGING

(54) Bezeichnung: PRIMÄRKREISVORRICHTUNG, SEKUNDÄRKREISVORRICHTUNG UND SYSTEM ZUM INDUKTIVEN LADEN

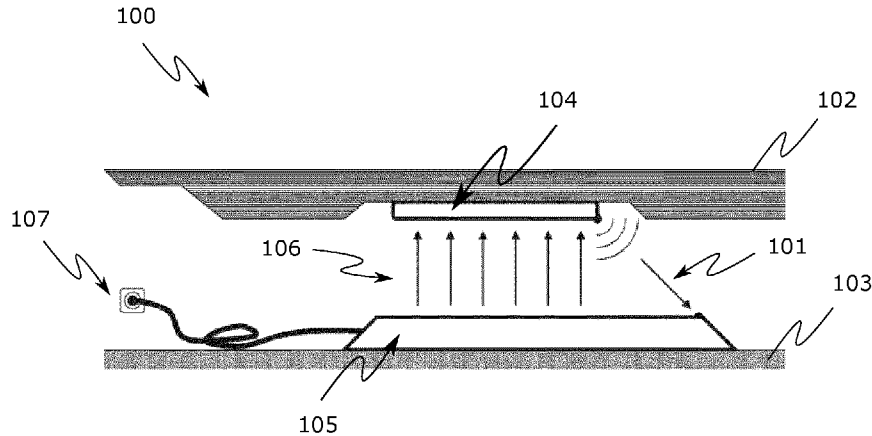


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a secondary circuit device (104') comprising a secondary coil (L2) for transmitting and/or receiving magnetic energy of a magnetic field (106) and for converting the magnetic energy into electrical energy, a rectifier unit (204) for rectifying the electrical energy, and a secondary-side detection unit (401), wherein: the secondary coil (L1) is connected to the rectifier unit (204) via an energy conducting unit; the energy conducting unit (402') is designed for transmitting electrical active energy and an electrical reactive energy; the energy conducting unit (402') is connected to an inlet (403) of the rectifier unit (204); the rectifier unit (204) has an outlet (404, 220) for providing the electrical active energy as voltage and/or current; the secondary-side detection unit (401) is connected to the inlet (403) and/or the outlet (404) of the rectifier unit (401), in order to detect an over-voltage at the inlet (403) and/or the outlet (404) of the rectifier unit (401) and/or an external magnetic field; and, when the over-voltage is detected at the inlet (403) and/or the outlet (404) of the rectifier unit (204), the secondary-side detection unit (401) is designed such that it influences the energy conducting unit (402') and/or the magnetic field (106) in order to limit the transmission of the electrical active energy.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Sekundärkreisvorrichtung (104'), aufweisend: eine Sekundärspule (L2) zum Senden und/oder Empfang einer magnetischen Energie eines Magnetfeldes (106) und zum Wandeln der magnetischen Energie in eine elektrische Energie; eine Gleichrichtereinrichtung (204) zum Gleichrichten der elektrischen Energie; eine sekundärseitige Detektoreinrichtung (401); wobei die Sekundärspule (L1) mit der Gleichrichtereinrichtung (204) über eine Energieleiteinrichtung verbunden ist;



WO 2020/002240 A1

**(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)

---

die Energieleiteinrichtung (402') zum Übertragen einer elektrischen Wirkenergie und einer elektrischen Blindenergie eingerichtet ist; die Energieleiteinrichtung (402') mit einem Eingang (403) der Gleichrichtereinrichtung (204) verbunden ist; die Gleichrichtereinrichtung (204) einen Ausgang (404, 220) zum Bereitstellen der elektrischen Wirkenergie als Spannung und/oder Strom aufweist; die sekundärseitige Detektionseinrichtung (401) mit dem Eingang (403) und/oder dem Ausgang (404) der Gleichrichtereinrichtung (401) verbunden ist, um eine Überspannung an dem Eingang (403) und/oder dem Ausgang (404) der Gleichrichtereinrichtung (401) und/oder ein äußeres Magnetfeld zu erkennen; und die sekundärseitige Detektionseinrichtung (401) eingerichtet ist, beim Erkennen der Überspannung an dem Eingang (403) und/oder dem Ausgang (404) der Gleichrichtereinrichtung (204) die Energieleiteinrichtung (402') und/oder das Magnetfeld (106) zu beeinflussen, um die Übertragung der elektrischen Wirkenergie zu begrenzen.

Primärkreisvorrichtung, Sekundärkreisvorrichtung und System zum induktiven Laden

#### Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft das technische Gebiet des induktiven Ladens. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Sekundärkreisvorrichtung, eine Primärkreisvorrichtung, System zum induktiven Laden, ein Verfahren zur Energieversorgung mit der Sekundärkreisvorrichtung, ein Verfahren zur Energieübertragung mit einer Primärkreisvorrichtung und ein Verfahren zum Testen der Sekundärkreisvorrichtung.

#### Hintergrund der Erfindung

Zum elektrischen Laden eines reinen Elektrofahrzeugs (EV, Electric Vehicle) oder eines Hybridfahrzeugs (PHEV, Plug-in Hybrid-Electric Vehicle), welches mit einer Kombination aus Treibstoff und elektrischer Energie betrieben wird, kann ein System für die induktive Energieübertragung genutzt werden, wenn das Laden kontaktlos erfolgen soll. In einem solchen System wird ein magnetisches Wechselfeld im Frequenzbereich von 25...150kHz erzeugt. Dabei muss beachtet werden, dass außerhalb dieses Frequenzbandes die Grenzwerte für die Emission elektromagnetischer Wellen durch international gültige Normen festgelegt sind. Denn obwohl prinzipiell ein Magnetfeld zur Energieübertragung genutzt wird, handelt es sich jedoch aufgrund der Tatsache, dass sich das Magnetfeld ändert inhärent um eine elektromagnetische Welle. Wegen der langsamen Veränderungen der Feldstärken weist die beim induktiven Laden genutzte elektromagnetische Welle allerdings eine Wellenlänge von mehreren Kilometern auf.

Um diese Grenzwerte für die Emission einzuhalten ist darauf zu achten, dass das zur Energieübertragung genutzte magnetische Wechselfeld mit einer Grundschwingung im Bereich 25...150kHz arbeitet und nur sehr geringe Oberwellen enthält. Daher kommen Filter zum Einsatz, die störende Oberwellen möglichst entfernen. Außerdem muss, um die international gültigen Normen und Richtlinien einzuhalten, dafür gesorgt werden, dass

eine Energieübertragung nur dann erfolgt, wenn eine bestimmte Qualität der Kopplung zueinander erreicht ist, indem eine bestimmte Ausrichtung der Koppellemente zueinander eingestellt wird, beispielsweise durch ein Positionierungssystem wie beispielsweise in der Druckschrift EP 3 103 674 A1 beschrieben ist.

Die Druckschrift EP 2 868 516 A1 beschreibt ein Verfahren zur Regelung der zwischen zwei Resonatoren eines Systems zur kontaktlosen Energieübertragung übertragenen Energie.

Als Koppellement für die Energieübertragung wird auf der stationären Seite eine GPM (Ground Pad Module) mit einer Primärspule und fahrzeugseitig ein CPM (Car Pad Module) mit einer Sekundärspule genutzt. GPM und CPM bilden für die Koppelung und Energieübertragung einen Transformator. Die physikalische Ausrichtung der Koppellemente zueinander wird über ein Positioniersignal z.B. WLAN (Wireless Local Area Network) gemessen und eingestellt. Für die Energieübertragung und die Übertragung des Positionierungssignals kommen unterschiedliche Übertragungsstrecken und unterschiedliche Übertragungstechniken zum Einsatz.

Allerdings könnte die Energieübertragung durch den Verlust einer Last an der Sekundärseite gestört werden.

Es mag als eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung angesehen werden, eine effektive Übertragung von Energie zu ermöglichen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Dementsprechend wird eine Sekundärkreisvorrichtung, eine Primärkreisvorrichtung, ein System zum induktiven Laden, ein Verfahren zur Energieversorgung mit der Sekundärkreisvorrichtung, ein Verfahren zur Energieübertragung mit einer

Primärkreisvorrichtung angegeben und ein Verfahren zum Testen der Sekundärkreisvorrichtung angegeben.

Der Gegenstand der Erfindung wird von den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche angegeben. Ausführungsbeispiele und weitere Aspekte der Erfindung werden von den abhängigen Ansprüchen und der folgenden Beschreibung angegeben.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Sekundärkreisvorrichtung oder eine Sekundärschaltkreisanordnung angegeben, welche eine Sekundärspule zum Senden und/oder Empfangen einer magnetischen Energie eines Magnetfeldes und zum Wandeln der magnetischen Energie in eine elektrische Energie, eine Gleichrichtereinrichtung zum Gleichrichten der elektrischen Energie und eine sekundärseitige Detektionseinrichtung aufweist. Die Sekundärspule ist mit der Gleichrichtereinrichtung über eine Energieleiteinrichtung verbunden und die Energieleiteinrichtung ist zum Übertragen einer elektrischen Wirkenergie und einer elektrischen Blindenergie eingerichtet. Insbesondere ist die Energieleiteinrichtung zwischen der Sekundärspule und der Gleichrichtereinrichtung angeordnet. Die Sekundärspule kann in einem Beispiel zumindest teilweise der Energieleiteinrichtung zugeordnet werden. Die Energieleiteinrichtung ist mit einem Eingang der Gleichrichtereinrichtung verbunden und die Gleichrichtereinrichtung weist einen Ausgang zum Bereitstellen der elektrischen Wirkenergie als Spannung und/oder Strom auf. Ferner ist die sekundärseitige Detektionseinrichtung mit dem Eingang und/oder dem Ausgang der Gleichrichtereinrichtung verbunden, um eine Überspannung der Spannung an dem Eingang und/oder dem Ausgang der Gleichrichtereinrichtung und/oder um ein äußeres Magnetfeld zu erkennen, und die sekundärseitige Detektionseinrichtung ist eingerichtet, beim Erkennen der Überspannung an dem Eingang und/oder dem Ausgang der Gleichrichtereinrichtung die Energieleiteinrichtung und/oder das Magnetfeld zu beeinflussen, um die Übertragung der elektrischen Wirkenergie zu begrenzen.

Die Übertragung kann im Wesentlichen durch zwei Maßnahmen begrenzt werden. Einerseits kann die Quelle, beispielsweise auf der Primärseite, abgeschaltet werden. Andererseits kann auch eine Übertragungsstrecke, beispielsweise die Energieleiteinrichtung, so beeinflusst werden, dass die Menge der transportierten Energie reduziert wird, beispielsweise durch eine Dämpfung. Verschiedene weitere Maßnahmen sind möglich und können in einer beliebigen Anzahl miteinander kombiniert werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Primärkreisvorrichtung beschrieben, welche eine Energieerzeugungseinrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie als elektrische Wirkleistung und/oder elektrische Blindenergie und eine Primärspule zum Wandeln der elektrischen Energie in eine magnetische Energie aufweist. Die Energieerzeugungseinrichtung ist mit der Primärspule verbunden und die Primärspule ist zum Senden und/oder Empfangen der magnetischen Energie eingerichtet. Die Energieerzeugungseinrichtung ist ferner dazu eingerichtet, aus einer empfangenen magnetischen Energie ein Kommando, ein Signal und/oder eine Blindenergie zu extrahieren und aus dem empfangenen Kommando, Signal und/oder aus der empfangenen Blindenergie einen Steuerbefehl abzuleiten, um eine Größe der bereitgestellten Energie zu verändern oder um die Bereitstellung der Energie im Wesentlichen vollständig zu unterbinden. Das Signal kann beispielsweise eine Magnetfeldschwankung, ein Magnetfeldanstieg, eine Stromschwankung und/oder eine Spannungsschwankung sein. Bei dem Kommando kann es sich um einen über eine Funkstrecke übertragenen Befehl handeln, beispielsweise mittels eines WLAN Systems. Auch könnte das Signal und/oder Kommando mittels eines Positionierungssignals übertragen werden, welches ebenfalls eine Magnetfeldschwankung nutzt, jedoch in einem anderen Frequenzbereich liegt, als das Magnetfeld, welches für die Energieübertragung genutzt wird. Das Positioniersignal mag ein physikalisches Signal sein, welches in einer bei einer Energieübertragung genutzten Richtung entgegengesetzten Richtung ausgesendet wird. Ein Positionierungssignal mag in einem Beispiel ausgesendet werden, wenn eine CPM gegenüber einer GPM ausgerichtet wird und noch keine Energieübertragung stattfindet. Das Kommando, Signal und/oder die Energie mag von der Sekundärkreisvorrichtung generiert und ausgesendet werden. Es mag jedoch auch möglich sein, das Kommando, Signal und/oder die Energie in entgegengesetzter Richtung auszusenden, nicht mehr aufzunehmen oder zu reflektieren, insbesondere wenn die Funktionstüchtigkeit der Sekundärkreisvorrichtung getestet werden soll.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zum induktiven Laden angegeben, welches eine Car-Pad-Modul-Einrichtung mit der Sekundärkreisvorrichtung und eine Ground-Pad-Modul-Einrichtung mit der Primärkreisvorrichtung aufweist, wobei die Car-Pad-Modul-Einrichtung und die Ground-Pad-Modul-Einrichtung über ein Magnetfeld koppelbar sind. Im gekoppelten Zustand

bilden die Car-Pad-Modul-Einrichtung und die Ground-Pad-Modul-Einrichtung ein lose gekoppeltes System, d.h. ein System das jederzeit getrennt werden kann, beispielsweise wenn sich die Car-Pad-Modul-Einrichtung gegenüber der Ground-Pad-Modul-Einrichtung oder umgekehrt bewegt.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Energieversorgung mit einer Sekundärkreisvorrichtung beschrieben, welches das Senden und/oder Empfangen einer magnetischen Energie eines Magnetfeldes und Wandeln der magnetischen Energie in eine elektrische Energie mit einer Sekundärspule aufweist. Weiter weist das Verfahren das Übertragen einer elektrischen Wirkenergie und einer elektrischen Blindenergie mit einer Energieleiteinrichtung an einen Eingang einer Gleichrichtereinrichtung und das Gleichrichten der elektrischen Energie mit der Gleichrichtereinrichtung auf, sowie das Bereitstellen der elektrischen Wirkleistung als Spannung und/oder Strom an einem Ausgang der Gleichrichtereinrichtung. Das Verfahren sieht außerdem vor, eine Überspannung an dem Eingang und/oder an dem Ausgang der Gleichrichtereinrichtung und/oder ein äußeres Magnetfeld mit einer Detektionseinrichtung zu erkennen und die Energieleiteinrichtung und/oder des Magnetfelds mit der sekundärseitigen Detektionseinrichtung zu beeinflussen, wenn die Überspannung an dem Eingang und/oder an dem Ausgang der Gleichrichtereinrichtung erkannt wird, um die Übertragung der elektrischen Wirkenergie zu begrenzen.

Die Überspannung mag auftreten, wenn die Spannung am Ausgang der Gleichrichtereinrichtung und/oder am Eingang der Gleichrichtereinrichtung einen vorgebbaren Grenzwert übersteigt.

Gemäß noch einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Energieübertragung mit einer Primärkreisvorrichtung beschrieben, wobei das Verfahren das Bereitstellen von elektrischer Energie als elektrische Wirkleistung und/oder elektrische Blindenergie mit einer Energieerzeugungseinrichtung und das Wandeln der elektrischen Energie in eine magnetische Energie mit einer Primärspule aufweist. Ferner sieht das Verfahren das Senden und/oder Empfangen der magnetischen Energie mit der Primärspule, das Extrahieren eines Kommandos, eines Signals und/oder einer Blindenergie mit der Energieerzeugungseinrichtung und das Ableiten eines Steuerbefehls,

aus dem empfangenen Kommando und/oder der empfangenen Blindenergie mit der Energieerzeugungseinrichtung vor, um eine Größe der bereitgestellten Energie zu verändern.

In einem Beispiel ist das Car Pad Modul, insbesondere die Klemmschalteneinrichtung so eingerichtet, dass es/sie ein von außen stammendes Magnetfeld, also ein von einer anderen Quelle als dem Ground Pad Modul stammendes Magnetfeld, welches dem Car Pad Modul zugeordnet ist, erkennt und durch dieses Erkennen die Klemmschalteneinrichtung und/oder die Schutzschaltung aktiviert. So kann beispielsweise ein Magnetfeld durch ein defektes Ground Pad Module oder ein bösartig aufgeprägtes starkes Magnetfeld abgeschwächt werden und ein Zerstören des Car Pad Moduls durch eine Verstärkung des schädlichen Magnetfeldes verhindert werden.

Die Einrichtung zum Beeinflussen der Primärkreisvorrichtung, der Energieleiteinrichtung und/oder des Magnetfeldes, um die Übertragung der elektrischen Wirkenergie zu begrenzen, kann als Klemmschalteneinrichtung, Klemmschaltung, Wegschaltung, Schutzschaltung oder Crowbar ausgeführt sein. Beispielsweise kann die Crowbar als ein Schalter ausgeführt sein. Mittels einer Crowbar kann ein Zwischenkreislink, ein DC Link, insbesondere ein HVDC Link vor einer Überspannung geschützt werden, wenn die treibende Energiequelle eine hohe Eingangsimpedanz, wie zum Beispiel eine Stromquelle oder der Schwingkreis des Car Pad Modules, aufweist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Testen der Sekundärkreisvorrichtung beschrieben, bei dem zunächst die Sekundärkreisvorrichtung mit einer Primärkreisvorrichtung gekoppelt wird. Es erfolgt dann ein Einprägen eines Testsignals in die Energieleiteinrichtung, zur Übertragung zur Primärkreisvorrichtung, um einen Vergleichswert zu erhalten. In der Primärkreisvorrichtung erfolgt ein Detektieren des Testsignals, worauf in der Sekundärkreisvorrichtung ein Beeinflussen der Energieleiteinrichtung und/oder des Magnetfeldes mit der sekundärseitigen Detektionseinrichtung und/oder mit einer Klemmschaltung erfolgt. Nach dieser Beeinflussung erfolgt erneut in der Primärkreisvorrichtung das Detektieren einer Veränderung des Testsignals. Wird eine vorgebbare Veränderung erkannt, so wird die korrekte Funktionsweise der

Sekundärkreisvorrichtung angenommen. Durch das simulieren einer Fehlersituation in der Sekundärkreisvorrichtung kann somit überprüft werden, ob die Schutzschaltung oder Klemmschaltung korrekt funktioniert.

In anderen Worten, kann eine Funktionsprüfung des Kommunikationskanals zwischen Sekundärkreisvorrichtung und Primärkreisvorrichtung erfolgen, indem mittels der Klemmschalteinrichtung die Energieleiteinrichtung und/oder das Magnetfeld zwischen Primärkreisvorrichtung und Sekundärkreisvorrichtung beeinflusst wird, und mittels eines Testsignals geprüft wird, ob diese Beeinflussung erfolgreich ist. Beispielsweise kann als Testsignal ein Positionersignal genutzt werden, das entweder in die Energieleiteinrichtung und/oder in die Gleichrichteeinrichtung zur Ausbreitung in die Richtung der Primärkreiseinrichtung eingeprägt wird. Wird durch das Betätigen der Klemm- oder Schutzschalteinrichtung das Testsignal, das sich von der Sekundärkreisvorrichtung in die Richtung der Primärkreisvorrichtung ausbreitet, so gedämpft, dass das bei der Primärkreisvorrichtung empfangene Testsignal unter einem vorgebbaren Grenzwert liegt und/oder im Wesentlichen gar nicht detektiert werden kann, so wird von einer korrekten Funktionsweise der Klemmschalteinrichtung und der von ihr verursachten Beeinflussung der Energieleiteinrichtung und/oder des Magnetfeldes ausgegangen. In einem alternativen Beispiel ist eine umgekehrte Ausbreitungsrichtung für das Testsignal möglich, also eine Erzeugung des Testsignals in der Primärkreisvorrichtung und eine Ausbreitung in die Richtung der sekundärseitigen Detektionseinrichtung, wo das Testsignal und/oder die Veränderung des Testsignals je nach Funktionstüchtigkeit detektiert oder nicht detektiert werden kann.

Die Crowbar oder Klemmschaltung kann aufgrund ihrer Schaltfunktion auch für verschiedene andere Funktionstests genutzt werden.

In einem Beispiel für einen Funktionstest mit der Klemmschalteinrichtung kann die Klemmschalteinrichtung am Ausgang der Gleichrichteeinrichtung angeordnet sein und von der Primärkreisvorrichtung über einen der zwischen der Primärvorrichtung und der Sekundärvorrichtung vorhandenen Kommunikationskanäle gesteuert werden. So kann mittels der Klemmschalteinrichtung eine Last auf der Seite der Sekundärkreisvorrichtung kurzgeschlossen werden, und auf der Seite der Primärkreisvorrichtung ein Verhältnis der

Wirkleistung zu der der Scheinleistung gemessen werden sowie eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung auf der Primärseite zur Kalibrierung einer Wirkleistungsmessung auf der Primärseite ermittelt werden.

In noch einem anderen Beispiel, kann mittels der Klemmschalteneinrichtung eine Veränderung der Strom- und/oder Spannungsverhältnisse und/oder der Leistung auf der Sekundärseite herbeigeführt werden, die sich aufgrund der magnetischen Kopplung zwischen der Primärkreisvorrichtung und der Sekundärkreisvorrichtung auch in einer Veränderung der Strom- und/oder Spannungsverhältnisse und/oder der Leistung bemerkbar macht. Diese Veränderung der Strom- und/oder Spannungsverhältnisse und/oder der Leistung breitet sich entgegengesetzt zur Ausbreitungsrichtung der Energie aus und kann in der Primärkreisvorrichtung erkannt werden. Die Veränderung der Strom- und/oder Spannungsverhältnisse und/oder der Leistung kann als eine Information interpretiert werden, die sich entgegen der Ausbreitungsrichtung der Energie ausbreitet. Diese Information kann auf der Primärseite von der Primärkreisvorrichtung ausgewertet werden und zur Abschaltung der Energiezufuhr genutzt werden. Die Reaktionszeit dieser Informationsübertragung auf physikalischer Ebene kann höher oder schneller sein, als ein Übertragungssystem, welches mit mehreren Kommunikationsschichten, beispielsweise mit OSI Layern (Open Systems Interconnection) arbeitet oder ein WLAN (Wireless LAN) System. Durch die Auswertung der physikalischen Information kann somit die Primärkreisvorrichtung schneller auf eine Störung auf der Sekundärseite reagieren als sie reagieren könnte, wenn ein aufwendiges Kommunikationssystem eingesetzt würde. Folglich kann die Nutzung der physikalischen Information für eine schnelle Abschaltung der Energiezufuhr auf der Primärseite genutzt werden. Durch gezieltes Betätigen der Klemmschaltung und durch die Auswertung der sich durch diese Betätigung ergebenden Zustände kann die Funktion dieses physikalischen Rückkanals getestet werden. Dadurch können auch die in dem Rückkanal enthaltenen Komponenten getestet werden, wie beispielsweise Komparatoren oder Steuereinrichtungen. Wegen der Reziprozität der Signalausbreitung kann schließlich auf die Funktionstüchtigkeit des Kanals in beide Richtungen geschlossen werden.

Gemäß noch einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein computerlesbares Speichermedium bereitgestellt, auf dem ein Programmcode gespeichert ist, der, wenn er von einem Prozessor ausgeführt wird, zumindest eines der

beschriebenen Verfahren ausführt. Eine Steuereinrichtung oder ein Controller kann solch einen Prozessor nutzen.

Als ein computerlesbares Speichermedium mag eine Floppy Disc, eine Festplatte, ein USB (Universal Serial Bus) Speichergerät, ein RAM (Random Access Memory), ein ROM (Read Only Memory) oder ein EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) genutzt werden. Als Speichermedium kann auch ein ASIC (application-specific integrated circuit) oder ein FPGA (field-programmable gate array) genutzt werden sowie eine SSD (Solid-State-Drive) Technologie oder ein Flash-basiertes Speichermedium. Ebenso kann als Speichermedium ein Web-Server oder eine Cloud genutzt werden. Als ein computerlesbares Speichermedium mag auch ein Kommunikationsnetz angesehen werden, wie zum Beispiel das Internet, welches das Herunterladen eines Programmcodes zulassen mag. Es kann eine funkbasierte Netzwerktechnologie und/oder eine kabelgebundene Netzwerktechnologie genutzt werden.

Gemäß noch einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Programmelement geschaffen, welches, wenn es von einem Prozessor ausgeführt wird, zumindest eines der Verfahren ausführt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet, beim Erkennen der Überspannung am Ausgang eine Güte und/oder Impedanz und/oder einer Resonanzfrequenz der Energieleiteinrichtung zu verändern.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die Veränderung der Resonanzfrequenz der Energieleiteinrichtung durch das Zuschalten und/oder Abschalten von einem Kondensator und/oder einer Kapazität und/oder eines Kapazitätsteiles in der Energieleiteinrichtung durchgeführt werden.

Das Ändern der Resonanzfrequenz mag zu einem Verstimmen der Energieleiteinrichtung und somit zum Verstimmen der Übertragungsstrecke führen, so dass der Ausgang von einer übermäßigen Energie und/oder Leistungszufuhr geschützt wird, selbst wenn seitens einer Primärkreisvorrichtung noch Energie geliefert wird. So kann beispielsweise bei

einem Lastabwurf einer sich am Ausgang befindlichen Last eine Überspannung reduziert oder sogar im Wesentlichen vollständig vermieden werden.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die Veränderung der Impedanz und/oder Güte der Energieleiteneinrichtung durch das Kurzschließen der Gleichrichtereinrichtung erreicht werden.

Das Kurzschließen der Gleichrichtereinrichtung mag an dem Eingang der Gleichrichtereinrichtung erfolgen und zu einem von der Sekundärspule mit einem Kondensator und/oder einer weiteren Spule gebildeten Übertragungsschwingkreises führen, sodass nur ein Bruchteil der an der Sekundärspule ankommenden Energie über die Energieleiteneinrichtung übertragen wird. Durch die Veränderung der Impedanz und/oder Güte und/oder Resonanzfrequenz wird die über die Sekundärspule ankommende Energie reflektiert, beispielweise zurück an eine Primärkreisvorrichtung. Diese Reflektion kann dann in der Primärkreisvorrichtung erkannt werden und die Primärkreisvorrichtung kann die Energieübertragung an die Sekundärkreisvorrichtung abbrechen, um zu verhindern, dass sich am Ausgang der Sekundärkreisvorrichtung eine Überspannung ergibt.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet, beim Erkennen der Überspannung am Eingang und/oder am Ausgang der Gleichrichtereinrichtung ein Kommando und/oder Signal derart bereit zu stellen, dass es über das Magnetfeld übertragen werden kann, um eine Energieübertragungsvorrichtung zu steuern die magnetische Energie des Magnetfeldes zu verändern.

Solch ein Kommando und/oder Signal kann beispielsweise in der Form der reflektierten Energie bei Veränderung der Güte auf physikalischer Ebene erzeugt werden, wodurch ein schnelles Abschalten der Energieerzeugung erreicht werden kann. Solch ein Kommando und/oder Signal kann aber auch über einen anderen Kommunikationskanal verteilt werden, beispielsweise über ein Positioniersignalkanal und/oder einen WLAN-Kommunikationskanal. Da das Magnetfeld im Wesentlichen nur während der Energieübertragung vorhanden ist, kann die Überspannung über das Magnetfeld im Wesentlichen nur während der Energieübertragung an die Primärkreisvorrichtung

kommuniziert werden. Mittels eines anderen Separaten Kanals kann die Kommunikation auch schon früher oder später vor/nach der Energieübertragung durchgeführt werden.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet, beim Erkennen der Überspannung am Eingang und/oder am Ausgang der Gleichrichtereinrichtung, die Energieleiteinrichtung so anzupassen, dass die elektrische Blindleistung zumindest teilweise reflektiert wird und über das Magnetfeld übertragen wird.

Die reflektierte Blindleistung kann von einer Primärkreisvorrichtung ausgewertet werden, um die Generierung der Energie zu stoppen.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet, beim Erkennen der Überspannung am Eingang und/oder am Ausgang der Gleichrichtereinrichtung, die Energieleiteinrichtung und/oder die Sekundärspule zu unterbrechen.

Insbesondere mag die sekundärseitige Detektionseinrichtung so eingerichtet sein, eine Klemmschaltung so anzusteuern, dass sie die Energieleiteinrichtung und/oder die Sekundärspule unterbricht. Unter Unterbrechen der Sekundärspule mag neben dem Öffnen einer physikalischen Verbindung der Sekundärspule mit der Energieleiteinrichtung auch das Auftrennen eines mit der Sekundärspule und einem Kondensator gebildeten Schwingkreis zu verstehen sein.

Kurze Beschreibung der Figuren

Im Folgenden werden weitere exemplarische Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung mit Verweis auf die Figuren beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein induktives Ladesystem gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines induktiven Ladesystems gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt.

Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung des induktiven Ladesystems aus Fig. 2 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 zeigt einen Schaltplan einer Sekundärkreisvorrichtung mit einer Klemmschaltanordnung zum Kurzschließen einer Energieleitvorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 zeigt einen Schaltplan einer Sekundärkreisvorrichtung mit einer Klemmschaltanordnung zum Verstimmen einer Energieleitvorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 zeigt einen Schaltplan einer Sekundärkreisvorrichtung mit einer Klemmschaltanordnung zum Auftrennen eines Schwingkreises einer Energieleitvorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm für ein Verfahren zum Testen einer Sekundärkreisvorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

#### Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich. In der folgenden Beschreibung der Fig. 1 bis Fig. 7 werden die gleichen Bezugsziffern für gleiche oder sich entsprechende Elemente verwendet.

In diesem Text mögen die Begriffe „Kondensator“ und „Kapazität“ sowie „Spule“ oder „Drossel“ und „Induktivität“ gleichbedeutend verwendet werden und sollen, sofern nichts weiter angegeben ist, nicht einschränkend interpretiert werden.

Fig. 1 zeigt ein induktives Ladesystem 100 oder System 100 zur Energieübertragung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Hierbei ist eine Seitenansicht für ein System zum kontaktlosen Laden eines Elektrofahrzeugs dargestellt. Unterhalb eines Fahrzeugchassis 102 befindet sich ein Car Pad Modul (CPM) 104, welches dazu dient, das Fahrzeug 102 mit Strom zu versorgen. Für die Übertragung der Energie wird ein Magnetfeld genutzt, welches induktiv die Energie von einem an einem Boden 103 fix montiertem Ground Pad Modul (GPM) 105 bereitgestellt wird. Die für das Laden notwendige Energie wird dem Hauptanschluss 107 entnommen, der sowohl Wechselstrom (AC) als auch Gleichstrom (DC) sein kann. Zur Kommunikation zwischen CPM 104 und GPM 105 wird eine separate Verbindung 101 genutzt, welche beispielsweise ein Funkprotokoll wie WLAN (Wireless LAN) oder NFC nutzen kann. Diese Verbindung kann als Feedback-Kanal 101 genutzt werden oder als Kommunikationskanal 101, über den CPM 104 und GPM 105 Informationen austauschen können. Sowohl das Magnetfeld zur Energieübertragung 106 als auch das Funksignal 101 sind elektromagnetische Wellen, die jedoch unterschiedliche Frequenzen aufweisen.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild eines induktiven Ladesystems 100 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Betrachtet wird ein System für die induktive Energieübertragung, welches zum kontaktlosen Laden eines Elektrofahrzeugs genutzt werden kann. In einem solchen System wird ein magnetisches Wechselfeld 106 im Frequenzbereich von beispielsweise 25...150kHz erzeugt. Dabei muss beachtet werden, dass außerhalb dieses Frequenzbandes die Grenzwerte für die Emission elektromagnetischer Wellen durch international gültige Normen festgelegt sind. Um diese Grenzwerte einzuhalten ist es entscheidend, dass das magnetische Wechselfeld 106 mit der Grundschwingung im Bereich 25...150kHz arbeitet und nur sehr geringe Oberwellen enthält.

Andererseits soll aber der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung möglichst hoch sein und deshalb wird mit elektronischen Schaltern innerhalb eines Wechselrichters 201, beispielsweise mittels MOSFETs, IGBTs, ein Rechtecksignal mit der Grundfrequenz des magnetischen Wechselfeldes 106 erzeugt, denn so ergeben sich sehr geringe Verluste. Das Rechtecksignal enthält aber beträchtliche Oberwellen. Diese Oberwellen lassen sich

sehr gut mit einem Filter 200, beispielweise einem LC-Filter ausfiltern. Das Filter 200 kann dabei unterschiedlich ausgeführt sein. Beispielhaft ist in Fig. 2 ein Filter 4. Ordnung dargestellt, aber es sind auch andere Anordnungen von Kondensatoren und Spulen möglich. An dem Eingang 206 des Filters 200 liegen der Eingangsstrom  $I_{in}$  und die Eingangsspannung  $U_{e,in}$  an. Der Filter 200 weist zwei parallel geschaltete Eingangsspulen  $La_1$  und  $La_2$  und den Filter-Eingangskondensator  $Ca$  sowie die parallel geschalteten Ausgangsspulen  $Lb_1$  und  $Lb_2$  und den Filter-Ausgangskondensator  $Cb$  auf. Statt der zwei parallel geschaltete Eingangsspulen  $La_1$  und  $La_2$  kann auch eine einzige Eingangsspule  $La$  genutzt werden. Statt der zwei parallel geschaltete Eingangsspulen  $Lb_1$  und  $Lb_2$  kann auch eine einzige Eingangsspule  $Lb$  genutzt werden.

Die Eingangsspulen  $La_1$  und  $La_2$  sind direkt mit dem Ausgang des Wechselrichters 201 verbunden. Hierbei mag direkt bedeuten, dass kein weiteres Bauelement dazwischengeschaltet ist. Ein parallel geschalteter Kondensator soll dabei eine direkte Verbindung nicht zu einer indirekten Verbindung machen. Die Ausgangsspulen  $Lb_1$  und  $Lb_2$  am Ausgang 220 des Filters 200 sind direkt mit den Spulen  $La_1$  und  $La_2$ , sowie dem Primärresonanzkreis 202 verbunden. Der Primärresonanzkreis 202 wird mit der Spannung  $U_1$  und dem Strom  $I_1$  oder  $I_L$  versorgt, der aus dem von dem Wechselrichter 201 erzeugten Wechselstrom hervorgegangen ist. Aufgrund der Filterwirkung des Filters 200 weisen der Primärstrom  $I_1$  und die Primärspannung  $U_1$  einen sinusförmigen Verlauf auf.

Der Primärresonanzkreis 202 weist die Primär-Resonanzspule  $L_1$  oder Primärspule  $L_1$  und den Primär-Resonanzkondensator  $C_1$  221 auf. Der Primärresonanzkreis 202 wandelt den Strom  $I_1$  und die Spannung  $U_1$  in das magnetische Wechselfeld 106. Das magnetische Wechselfeld 106 koppelt mit einem Koppelfaktor  $k$  in den Sekundärresonanzkreis 203 und überträgt die Energie aus dem Primärkreis durch eine resonante und induktive Energieübertragung an den Sekundärkreis 203.

Der Sekundärresonanzkreis 203 weist die Sekundär-Resonanzspule  $L_2$  oder Sekundärspule  $L_2$  und den Sekundär-Resonanzkondensator  $C_2$  222 auf. Da der Sekundärresonanzkreis 203 auf die Resonanzfrequenz des Primärresonanzkreises 202 eingestellt ist, wandelt der Sekundärresonanzkreis 203 das Magnetfeld 106 in einen

Sekundärstrom  $I_2$  und in eine Sekundärspannung  $U_2$ . Diese werden der Gleichrichtereinrichtung 204 oder dem Gleichrichter 204 zugeführt, der an seinem Ausgang 220 einer Last 205, beispielsweise einer Batterie 205, einem Zwischenkreis 205, einem Traktionskreis 205 oder einer HV-DC 205 auf der der Seite des CPM 104 eine Gleichspannung zur Verfügung stellen kann.

Versorgt wird das induktive Ladesystem 100 über eine Gleichspannungsquelle 107 oder HV-DC (High Voltage-Direct Current) bzw. über eine Wechselspannung 107.

Das Energieübertragungssystem 100, beispielsweise ein ICS-System 100, weist eine Basisstation 105 oder GPM 105, eine Remoteeinrichtung 104 oder ein CPM 104 auf, wobei die Basisstation 105 und die Remoteeinrichtung 104 über eine induktive Kopplung und den Feedbackkanal 101 miteinander lose koppelbar sind. Bei einer entsprechenden Positionierung der CPM 104 gegenüber der GPM 105 kann von einer losen Kopplung ausgegangen werden.

Die Basisstation 105 oder GPM 105 weist den Primärkreis 202 und die Remoteeinrichtung 104 oder CPM 104 weist den Sekundärkreis 203 auf. Der Primärkreis 202 weist die Spule L1 und der Sekundärkreis 203 weist die Spule L2 auf. Werden die Spule L1 und L2 aneinander angenähert, können sich Magnetfelder 106, die von den Spulen erzeugt werden, die jeweils andere Spule L1, L2 durchsetzen. Der Teil des Magnetfeldes, der die jeweils andere Spule L1, L2 durchsetzt bildet die induktive Kopplung mit dem Koppelfaktor  $k$  oder dem Kopplungsfaktor  $k$ . Diese Kopplung bildet einen lose gekoppelten Transformator 211. Der Teil des Magnetfeldes 106, der außerhalb der jeweils anderen Spule L1, L2 liegt bildet eine Streukapazität. Je geringer der Teil der gebildeten Streukapazität ist, desto größer ist der Koppelfaktor  $k$ . Da jedoch wegen der Beweglichkeit des GPM 105 und CPM 104 zueinander kein Transformator mit einem Kern gebildet werden kann, bei dem der Koppelfaktor  $k$  im Wesentlichen konstant ist, ist bei dem lose gekoppelten Transformator der Koppelfaktor variabel und beispielsweise von der relativen Lage des GPM 105 und CPM 104 zueinander abhängig.

Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung des induktiven Ladesystems 100 oder des Systems 100 zur Energieübertragung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel

der vorliegenden Erfindung. Die Regelung eines ICS Systems 100 kann dazu beitragen, die funktionale Sicherheit in einem ICS-System sicherzustellen. Aufgrund der starken Magnetfelder 106, die zur Leistungsübertragung genutzt werden, mag es Vorschriften geben, um die Umgebung von einer zu starken magnetischen Strahlung zu schützen. Diese Vorschriften können beispielsweise vorsehen, dass ein Feld 106, das von einem GPM 105 erzeugt wird, ohne dass ein CPM 104 vorhanden ist oder, dass, wenn ein CPM 104 ungünstig mit dem GPM gekoppelt ist, spätestens nach 2s das Feld 106 abgeschaltet wird. Es ist also sicherzustellen, dass innerhalb eines Zeitfensters von 2s festgestellt werden kann, dass das GPM 105 und das CPM 104 vorschriftsmäßig über das Feld 106 gekoppelt sind. Ansonsten ist das Feld 106 abzuschalten.

Ein WLAN 101, das für die Kommunikation zwischen GPM 105 und CPM 104 genutzt wird, kann eine Zykluszeit bis zu 300ms haben. Durch die Rückmeldungen über den Kanal 101 kann sichergestellt werden, dass CPM und GPM noch gekoppelt sind. Sollte das Fahrzeug weggrollen und das CPM keine Leistung des GPM aufnehmen wird dies erkannt und die Leistungszufuhr zum GPM unterbunden. Auch wenn ein Signal über den Rückkanal 101 für 2s ausbleibt mag sicherheitshalber die Energieübertragung abgebrochen werden, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass das Signal wegen dem Verlust der Kopplung oder eines Defekts einer Komponente des Rückkanals 101 ausbleibt.

Der Aufstart vom induktiven Laden wird mit einem konstanten Duty-Zyklus und einer variablen Frequenz von dem Wechselrichter 201 oder PWM (Puls-Weiten-Modulation) Generator 201 durchgeführt, wobei es sich bei der variablen Frequenz um eine Frequenzverschiebung handelt. Die Startfrequenz, bei der der PWM-Generator 201 beginnt, wird bei der maximal-möglichen Frequenz gesetzt, um eine möglichst große Dämpfung zwischen der Eingangsgröße, d.h. dem Duty-Zyklus (Dutycycle) und der Ausgangsgröße von der Primärkomponente 202 dem GPM 105 zu stellen.

Wird ein geeigneter Arbeitspunkt gefunden, bildet sich zwischen Primärkomponente 202 und der Sekundärkomponente 203 eine Resonanz aus und es kann über das Feld 106 zwischen Primärkomponente 202 und Sekundärkomponente 203 eine Energie übertragen werden. Je nach Arbeitspunkt stellt sich diese Arbeitsfrequenz oder Resonanzfrequenz zwischen 81.35kHz und 89.5kHz ein.

Wird nach dem Durchlaufen eines dieser Frequenzbänder bei einem konstanten Duty-Zyklus oder Tastverhältnis eine vorgebbare Mindestleistung nicht erfasst, dann ist das Laden nicht möglich. Wenn also das GPM 105 zwar Leistung überträgt, die von dem CPM 104 empfangene Leistung nicht über einem Mindest-Schwellwert liegt, wird der Aufstartvorgang des induktiven Ladens abgebrochen. Folglich wird bei einer geringen Kopplung zwischen GPM 105 und CPM 104 das Laden gesperrt oder blockiert. Solch eine geringe Kopplung kann sich bei einer großen Verschiebung zwischen GPM 105 und CPM 104 ergeben. Mit einer Vorsteuerungskennlinie wird dafür gesorgt, dass das Zeitintervall des Aufstartvorgangs einen vorgebbaren Wert von beispielsweise 2.0s nicht überschreitet. Dieses sofortige Abbrechen des Ladevorgangs während der Startphase beim Nichterreichen der vorgebbaren Mindestleistung kann für die Sicherheit beim Aufstart vom ICS sorgen, ohne dass Kommunikation zwischen GPM 105 und CPM 104 nötig ist.

Je grösser der Abstand zwischen GPM 105 und CPM 104 ist, desto geringer wird die Frequenz, bei der die Leistung oder Energie übertragen werden kann. D.h. je grösser der Abstand zwischen GPM 105 und CPM 104 ist, desto geringer wird ist die Resonanzfrequenz, oder in anderen Worten ausgedrückt ist die Resonanzfrequenz vom Abstand des GPM 105 und des CPM 104 abhängig.

Wird der Ladevorgang jedoch durchgeführt und die Koppelung zwischen GPM 105 und CPM 104 über den Regelkreis 210 mit dem Feedbackkanal 101 kontinuierlich bestätigt, kann es zu einer Überspannungssituation am Ausgang 220 kommen. Denn ein magnetisch gekoppeltes System, insbesondere ein magnetisch lose gekoppeltes System 100, hat ein ähnliches Systemverhalten wie eine Stromquelle. Bei einem induktiven Ladesystem 100 handelt es sich wegen der Beweglichkeit dem GPM gegenüber dem CPM um solch ein lose gekoppeltes System. Das bedeutet, dass das System 100 zur Energieübertragung oder das System 100 zum induktiven Laden gleichfalls wie eine Stromquelle eine hohe Innenimpedanz am Ausgang 220 aufweist. Bei Abwurf der Last 205 versucht das System 100 daher weiter den Strom in den Ausgang 220 zu treiben. Im Falle eines Load Dumps oder Lastabwurfes, also wenn zum Beispiel eine Sicherung im Fahrzeug auslöst, ein Stecker abgesteckt wird, eine Leitung unterbrochen oder die

Batterieschütze geöffnet werden, wirkt, durch den angeregten Schwingkreis und dessen immer weiteres Anregen von Seiten Ground Pad Modul 105 das System am Ausgang 220 wie eine Stromquelle mit großem Innenwiderstand auf den DC-Zwischenkreis des Fahrzeuges, der am Ausgang 220 angeschlossen und in Fig. 3 durch die Last 205 dargestellt ist. Teile der Energie, welche im Schwingkreis gespeichert ist, wird dadurch in den hochimpedanten Ausgang 220 entladen, was über die geringe Kapazität des Ausgangs 220 eine sehr hohe Spannung am Ausgang 220 erzeugen kann. Diese Spannung kann weit über der Arbeitsspannung und Auslegespannung der entsprechenden Schaltkreise im Auto, die an dem Ausgang 220 angeschlossen sind, beispielsweise Geräte wie DC/DC Wandler oder Motorumrichter, die an dem DC-Kreis am Ausgang 220 angeschlossen sind und durch den Widerstand 205 dargestellt sind, hinausgehen. Dieses Weitertreiben führt zu einer Spannungsüberhöhung am Ausgang 220 des Übertragungssystems 100. Durch diese Spannungsüberhöhung aufgrund des Lastabwurfs könnten die Komponenten am Ausgang des Übertragungssystems 100, beispielsweise Gleichrichter oder Filter, als Folge der Überspannung zerstört werden.

Um die Zerstörung während des ordnungsgemäßen Betriebs aufgrund einer Übersteigerung der Ausgangsspannung am Ausgang 220 über einen vorgebbaren Grenzwert zu verhindern, sieht die erfindungsgemäße Sekundärkreisvorrichtung eine Schutzeinrichtung 301 vor, welche am Ausgang 220 des Energieübertragungssystems 100 einen Lastabwurf erkennt und sehr schnell die an den Ausgang 220 übertragene Wirkleistung reduziert und/oder die Energieübertragung stoppt. Die Schutzeinrichtung 301 kann für die schnelle Reaktion sowohl Hardwarekomponenten, wie auch Softwarekomponenten nutzen. Um jedoch eine schnelle Reaktion zu bewirken wird jedoch soweit wie möglich auf den Einsatz von Softwarekomponenten verzichtet.

Um die an den Ausgang 220 übertragene Wirkleistung zu reduzieren und/oder die Energieübertragung zu stoppen können verschiedene Wirkmechanismen alleine oder in Kombination eingesetzt werden.

Eine Möglichkeit die Energieübertragung zu stoppen besteht darin, nach einer Detektion des Lastabwurfes am Ausgang 220 des Energieübertragungssystems 100 den Feedbackkanal 101 zu nutzen, um die Abschaltung der Energieübertragung mittels eines

Befehls oder Kommandos über den Kanal 101, beispielsweise den WLAN Kanal 101, an den Eingang des Energieübertragungssystems zu kommandieren. Da der Kanal 101 jedoch ggf. Kommunikationsprotokolle nutzt, die auf höheren Schichten des OSI Protokolls liegen, könnte diese Anweisung an die Primärkreisvorrichtung 105' langsam ablaufen.

Fig. 4 zeigt einen Schaltplan einer Sekundärkreisvorrichtung 104' mit einer Klemmschaltvorrichtung 301' zum Kurzschließen einer Energieleiteinrichtung 402' gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Fig. 4 zeigt die Sekundärkreisvorrichtung 104', mit der Sekundärspule L2 zum Senden und/oder Empfang einer magnetischen Energie eines Magnetfeldes 106 und zum Wandeln der magnetischen Energie in eine elektrische Energie, außerdem mit einer Gleichrichtereinrichtung 204 zum Gleichrichten der elektrischen Energie und einer sekundärseitige Detektionseinrichtung 401. Die Primärkreisvorrichtung 105' ist in Fig. 4 nicht dargestellt.

Die Sekundärspule L2 ist mit der Gleichrichtereinrichtung 204 über eine Energieleiteinrichtung 402' verbunden. Die Energieleiteinrichtung 402' ist zum Übertragen einer elektrischen Wirkenergie und einer elektrischen Blindenergie eingerichtet und mit einem Eingang 403 der Gleichrichtereinrichtung 204 verbunden. Die Energieleiteinrichtung 402' ist Teil eines sekundären Resonanzkreises 203, der im Wesentlichen die Spule L1 und den Kondensator 222' aufweist. Der Sekundär-Resonanzkondensator 222' wird aus den beiden Kondensatoren C2.1 und C2.2 gebildet, die mit jeweils einem anderen Anschluss der Spule L2 verbunden sind. Das jeweils andere Ende der beiden Kondensatoren C2.1 und C2.2 ist mit jeweils einem anderen Anschluss des Eingangs 403 des Gleichrichters 204 verbunden. Alternativ könnte auch nur ein Resonanzkondensator C2 genutzt werden anstatt, dass dieser in zwei Elemente C2.1 und C2.2 aufgeteilt ist. Jedoch vereinfacht die Aufteilung in zwei Elemente die Isolationskoordination. Dies gilt für alle Zeichnungen, Beschreibungen und Ausführungsformen.

An den der Spule L1 fernen Anschlüssen der Kondensatoren C2.1 und C2.2 ist die Klemmschaltung 301' angeordnet, die die der Spule L1 fernen Anschlüssen der Kondensatoren C2.1 und C2.2 miteinander verbindet. Da die Klemmschaltung 301' in der Energieleiteinrichtung 402' liegt, kann sie die Energieleiteinrichtung 402' beeinflussen,

wenn sie betätigt wird. Die Klemmschaltung 301' ist zwischen den Kondensatoren C2.1 und C2.2 und dem Eingang 403 der Gleichrichtereinrichtung 204 angeordnet.

Durch das Betätigen der Klemmschaltung 301' kann der Eingang 403 der Gleichrichtereinrichtung 204 kurzgeschlossen werden, wodurch sich die Impedanz und/oder Güte Q des Sekundärresonanzkreises 203 und insbesondere die Ausgangsimpedanz und/oder die Güte Q der Energieleiteinrichtung 402' ändert. Die Güte kann dabei von mehreren Elementen beeinflusst werden. Im Wesentlichen wird die Güte jedoch von der sich ändernden Impedanz durch das Schalten der Klemmschaltung 301' beeinflusst.

Die Gleichrichtereinrichtung 204 weist einen Ausgang 404 zum Bereitstellen der elektrischen Wirkenergie als Spannung und/oder Strom auf. Dieser Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 entspricht in Fig. 4 dem Ausgang 220 des Systems 100 zur Energieübertragung. Zwischen dem Ausgang 404 und dem Ausgang 220 können noch Filterelemente verbaut sein, welche in Fig. 4 nicht dargestellt sind. Die Ausgangsspannung am Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 ist, solange am Ausgang 220 eine Batterie 205, beispielsweise eine Traktionsbatterie 205, zugeschaltet ist, durch die Spannung der Batterie 205 und durch parasitäre Elemente der Batterie, wie Leitungswiderstände und Innenwiderstand, definiert. Eine veränderliche Leistung des Systems 100 erzeugt somit, solange die Batterie 205 angeschlossen ist, wegen der im Wesentlichen konstanten Ausgangsspannung 220 der Batterie 205, hauptsächlich einen entsprechend der Leistungsänderung veränderlichen Ausgangsstrom am Ausgang 220, der zum Laden der Batterie 205 genutzt werden kann. Bei der am Ausgang 220 bereitgestellten Spannung kann es sich um die Zwischenkreisspannung HVDC (High Voltage DC) handeln, welche nach der Gleichrichtung durch die Gleichrichtereinrichtung 204 oder den Gleichrichter 204 eine Gleichspannung ist.

Die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401 ist mit dem Eingang 403 und/oder dem Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 verbunden, um eine Überspannung an dem Eingang 403 und/oder dem Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 zu erkennen (in Fig. 4 ist der Fall gezeigt, dass die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401 mittels des Fühlers 405 mit dem Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 verbunden ist). Die Ausgangsspannung, aus der eine Überspannung bestimmt wird, wird mit dem

Spannungsfühler 405 oder dem Spannungssensor 405 ermittelt. Die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401 ist für die Bestimmung der Überspannung zuständig.

Die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401 ist so eingerichtet, dass sie beim Erkennen der Überspannung und/oder eines Überstroms an einem der Ausgänge 404 oder 220 der Gleichrichtereinrichtung und /oder beim Erkennen eines äußeren schädlichen Magnetfeldes die Energieleiteinrichtung 402 durch Kurzschließen so beeinflusst, dass die Übertragung der elektrischen Wirkenergie begrenzt wird. Insbesondere wird durch das Kurzschließen der Energieleiteinrichtung 402 zwischen den Resonanzkondensatoren C2.1 und C2.2 222' und dem Eingang 403 der Gleichrichtereinrichtung 204 die Impedanz und/oder Güte Q des Resonanzkreises 203 verändert. Dieses Kurzschließen bewirkt durch die Änderung der Impedanz und/oder Güte Q zusätzlich auch eine Beeinflussung des Magnetfelds 106, welches die Sekundärspule L2 durchsetzt.

Zum Kurzschließen wird die Schutzeinrichtung S1,301' oder Crowbar 301' genutzt, welche von der sekundärseitigen Detektionseinrichtung 401 angesteuert wird. Durch das Kurzschließen des Eingangs 403 der Gleichrichtereinrichtung 204 wird auch der Übertragungsschwingkreis 203 oder der Sekundärresonanzkreis 203 mit der Sekundärspule L2 und den Sekundärresonanzkondensator C2.1 und C2.2 222' kurzgeschlossen, wobei der Sekundärresonanzkondensator 222' als eine Parallelschaltung von zwei Kondensatoren ausgeführt ist. Durch das Kurzschließen werden die spulenfernen Anschlüsse der Kondensatoren C2.1 und C2.2 miteinander verbunden.

Die Detektion des Lastabwurfs am Ausgang 220 des Energieübertragungssystems und das Kurzschließen des Übertragungsschwingkreises 203 bewirkt, dass wegen der Änderung der Impedanz und/oder Güte Q nur mehr ein Bruchteil der Energie übertragen wird. Außerdem wird die in dem Moment des Kurzschließens im System vorhandene Energie an den Eingang der Primärkreisvorrichtung 105' reflektiert. Der Primärschwingkreis 202 kann sich durch das Wegfallen der Wirkleistungsentnahme aus dem Magnetfeld durch das Car Pad Modul 104 immer weiter aufschwingen. Weiter kann die im Schwingkreis 203 des Car Pad Moduls gespeicherte Energie in den Ground Pad Schwingkreis 202 oder Primärresonanzkreis 203 reflektiert werden. Die Effekte des Aufschwingens und der Reflexion der vom Inverter 201 erzeugten Energie wirken solange Energie durch den Inverter 201 an die Schwingkreise abgegeben wird. Diese Reflexion

wird in der Primärkreisvorrichtung 105' erkannt und die Energieübertragung wird durch Abschalten der primärseitigen Leistungsquelle 201 des Übertragungssystems 100 unterbrochen. Nachdem der Inverter 201 und damit die Gefahrenquelle abgeschaltet wurde, schwingen die lose gekoppelten Schwingkreise des Car Pad Moduls 104 und Ground Pad Moduls 105 aus und ggf. noch vorhandene Energie wird abgebaut. Durch das Ändern der Impedanz und/oder Güte mittels Kurzschließens der Klemmschalteinrichtung 301' wird somit erreicht, dass sowohl die Energieübertragung auf der Sekundärseite in der Energieleiteinrichtung gedämpft wird und zusätzlich die Primärkreisvorrichtung 105' über die Fehlersituation auf der Sekundärseite informiert wird und die Primärkreisvorrichtung 105' die Energielieferung einstellt.

In anderen Worten wird zur Kommunikation zwischen Sekundärkreiseinrichtung 104' und Primärkreiseinrichtung 105' in der Form der Reflexion der Energie auf physikalischer Ebene ein zusätzlicher Kommunikationskanal geöffnet, der parallel zu dem Feedbackkanal 101 genutzt werden kann, um mit der Primärkreiseinrichtung 105' zu kommunizieren und Informationen auszutauschen. Da diese Kommunikation oder dieser Informationsaustausch direkt auf physikalischer Ebene erfolgt, ist dieser zusätzliche Kanal schneller als die Funkverbindung 101, so dass schnell auf die Fehlersituation des Lastabwurfs reagiert werden kann.

Fig. 5 zeigt einen Schaltplan einer Sekundärkreisvorrichtung 104'' mit einer Klemmschalteinrichtung 301'' zum Verstimmen einer Energieleiteinrichtung 402'' gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verstimmen der Energieleiteinrichtung 402'' insbesondere das Verstimmen des Sekundärresonanzkreises 203 bewirkt eine Änderung der Resonanzfrequenz des Sekundärresonanzkreises 203.

Diese Ausführungsform der Schutzeinrichtung 301'' oder Klemmschalteinrichtung 301'' kann so ausgelegt sein, dass bei einem versehentlichen Einbringen von Energie über das Car Pad Modul 104 verhindert wird, dass sich der Schwingkreis durch Reduzierung der Güte oder Verstimmung und/oder Änderung der Impedanz nicht über einen vorgebbaren Sicherheitsschwellwert aufschwingen kann. Energie könnte versehentlich aufgebracht werden, wenn sich das CPM 104 über einem defekten GPM 105 befindet, welches ein Ladefeld erzeugt, obwohl es nicht dazu aufgefordert wurde.

Weiter kann so auch ein ungewolltes Laden der Fahrzeugbatterie verhindert werden. Es wäre denkbar, dass von außen Magnetfelder ungewollt oder durch Bösartigkeit oder durch Defekte in einer Abschirmung in den Fahrzeugunterboden und damit in das Car Pad Module eindringen. Um dies zu verhindern ist es denkbar die Schutzeinrichtung 301“ oder Klemmschalteinrichtung 301“ dauerhaft aktiv zu halten solange nicht seitens Fahrzeug geladen werden soll.

Der Aufbau der Sekundärkreisvorrichtung 104“ entspricht im Wesentlichen dem Aufbau der Sekundärkreisvorrichtung 104' aus Fig. 4. In diesem Ausführungsbeispiel ist die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401 so eingerichtet, dass beim Erkennen der Überspannung und/oder des Kurzschlusses an dem Eingang 403 und/oder an dem Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 die Energieleiteinrichtung 402 so beeinflusst wird, dass die Übertragung der elektrischen Wirkenergie über die Energieleiteinrichtung 402“ begrenzt wird. Hierzu ist die Klemmschalteinrichtung 301“ oder Crowbar 301“ so eingerichtet, dass die Übertragungsstrecke 402“ zwischen der Sekundärspule L2 und der Gleichrichtereinrichtung 204 verstimmt wird, um die übertragene Energie zu begrenzen und/oder zu dämpfen.

Verglichen mit der Ausführungsform aus Fig. 4, bei der die Impedanz und/oder Güte Q der Energieleiteinrichtung 402' geändert wird, wird bei der Anordnung der Klemmschalteinrichtung 301“ zwischen den Kondensatoren C1.10 und C1.11 bzw. C2.20 und C2.21 gemäß Fig. 5 Resonanzfrequenz des Sekundärresonanzkreis 203 bzw. der Energieleiteinrichtung 402“ durch die Schaltung stark zu tieferen Frequenz als der Resonanzfrequenz des Primärresonanzkreises 202 verschoben. Durch dieses Verschieben zu Frequenzen weit unterhalb der Resonanzfrequenz insbesondere durch das damit verbundene Verstimmen der Energieleiteinrichtung 402“ vermindert die Klemmschalteinrichtung 301“ die Gefahr eines Aufschwingens und ein Aufschwingen ist nicht mehr einfach möglich. Somit wird durch die in Fig. 5 dargestellte Anordnung das Car Pad Module 104“ robuster gegen äußere Magnetfelder, insbesondere gegen versehentlich aufgebrauchte Magnetfelder. Dabei können die Schaltung nach Fig. 5, insbesondere die Klemmschalteinrichtung 301“ und die Kondensatoren C2.10, C2.11, C2.20, C2.21 so ausgelegt werden, dass eine Zerstörung erst durch überschreiten der Stärke eines Magnetfeldes möglich wird, das über L2 eintritt, wobei der Grenzwert so hochgelegt wird, dass er bei einem normalen Betrieb nicht überschritten oder im Wesentlichen immer unterschritten wird.

Die Übertragungsstrecke zwischen Sekundärspule L2 und Gleichrichtereinrichtung 204 wird im Wesentlichen durch die Energieleiteinrichtung 402“ bestimmt. Die Klemmschalteinrichtung 301“ ist zwischen der Serienschaltung der Sekundärresonanzkondensatoren C2.10, C2.11 und C2.20, C2.21 222“ angeordnet. Die Serienschaltung der Sekundärresonanzkondensatoren C2.10, C2.11 verbindet einen ersten Anschluss der Sekundärspule L2 mit einem ersten Anschluss des Eingangs 403 der Gleichrichtereinrichtung 204. Die Serienschaltung der Sekundärresonanzkondensatoren C2.20, C2.21 verbindet einen zweiten Anschluss der Sekundärspule L2 mit einem zweiten Anschluss des Eingangs 403 der Gleichrichtereinrichtung 204. Die spulenfernen Anschlüsse der der ersten Kondensatoren C2.10 und C2.20 sind mit den spulennahen Anschlüssen der zweiten Kondensatoren C2.11 und C2.21 verbunden. An diesen Anschlüssen ist auch die Klemmschalteinrichtung 301“ angeschlossen. Die Klemmschalteinrichtung 301“ mittels der ersten Kondensatoren C2.10 und C2.20 von der Sekundärspule L2 getrennt und mittels der zweiten Kondensatoren C2.11 und C2.21 von den Eingangsanschlüssen der Gleichrichtereinrichtung 204 getrennt. Alternativ können die Kapazitäten C2.20 und C2.21 auch weggelassen werden. Jedoch können die Kapazitäten C2.20 und C2.21 einer guten Isolationskoordination dienlich sein.

Die Detektion des Lastabwurfes am Ausgang 220 des Energieübertragungssystems 100 führt durch Betätigung der Klemmschalteinrichtung 301“ zu einer Verstimmung der Übertragungsstrecke 402“, insbesondere ein Verschieben der Resonanzfrequenz der Energieleiteinrichtung zu tieferen und/oder höheren also anderen Frequenzen als der Resonanzfrequenz des Primärresonanzkreises 202, sodass nur mehr ein Bruchteil der Energie übertragen werden kann. Die verbliebende von der Primärkreisvorrichtung übertragene Energie und/oder durch ein anderes äußeres Magnetfeld übertragene Energie kann durch geeignete Maßnahmen so abgeführt oder gedämpft werden, dass eine Überspannung am Ausgang 220 des Energieübertragungssystems verhindert wird. Dieses Abführen erfolgt insbesondere dadurch, dass die Verstimmung die Verstärkung für die Arbeitsfrequenz reduziert und somit das Aufschwingen des Schwingkreises sehr stark reduziert. Um eine gleich hohe L2 Spannung zu erreichen müsste nach der Frequenzverschiebung des Sekundärresonanzkreises 203 bei unveränderter Resonanzfrequenz des Primärresonanzkreises 202 das primärseitig generierte

Magnetfeld 106 um ein Vielfaches erhöht werden. Die Erhöhung ist jedoch nur bis zu einem Punkt möglich, welcher als in einem praktischen Betrieb unerreichbar angesehen werden kann. Durch eine Rückmeldung über den Feedbackkanal 101 kann dann die Primärkreisvorrichtung 105' abgeschaltet werden, um keine weitere Energie an die Sekundärkreisvorrichtung zu übertragen.

Das Verstimmen des CPM 104 gemäß Fig. 5 bewirkt, dass mit dem Magnetfeld von 85kHz, welches von dem Primärresonanzkreis 202 erzeugt wird, im Wesentlichen keine unbeschränkte Spannungsüberhöhung erreicht werden kann. Oder in anderen Worten kann durch das Verstimmen die im Wesentlichen exponentielle Spannungsverstärkung bei der Resonanzfrequenz des Sekundärresonanzkreises 203, die dazu führen könnte, dass die Ausgangsspannung wegen der Spannungsüberhöhung im Wesentlichen unbeschränkt und nicht kontrollierbar steigt, aus dem Gefahrenbereich der Arbeitsfrequenz des Energieübertragungssystems 100 oder eines externen Störmagnetfeldes geschoben werden, in einen Frequenzbereich, in dem kein Magnetfeld vorhanden ist, das sich zu einer Spannungsüberhöhung aufschwingen könnte.

Die Reduktion der Güte Q und/oder der Impedanz der Energieleiteneinrichtung 402 gemäß Fig. 4 bewirkt ebenfalls eine Verschiebung der Resonanzfrequenz des Sekundärresonanzkreises 203 gegenüber der Resonanzfrequenz des Primärresonanzkreises 202, jedoch für breitere Frequenzbereiche als bei einer Verstimmung. Daher ist die Auswirkung der Verschiebung der Resonanzfrequenz nicht so stark, und die Verschiebung muss weiter erfolgen, um den gleichen Effekt zu erreichen.

Fig. 6 zeigt einen Schaltplan einer Sekundärkreisvorrichtung 104'''' mit einer Klemmschalteinrichtung 301'''' zum Auftrennen eines Schwingkreises 203 einer Energieleiteneinrichtung 402'''' gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Aufbau der Sekundärkreisvorrichtung 104'''' entspricht im Wesentlichen dem Aufbau der Sekundärkreisvorrichtung 104' aus Fig. 4 und der Sekundärkreisvorrichtung 104'' aus Fig. 5. Der Resonanzkondensator 222'''' weist die beiden Kondensatoren C2.1 und C2.2 auf und bildet zusammen mit den beiden Spulen L2.1 und L2.2 den Resonanzkreis 203 der Energieleiteneinrichtung 402''''. Zwischen den beiden Spulen L2.1 und L2.2 ist die Klemmschalteinrichtung 301'''' angeordnet, welche so

eingerrichtet ist, den Schwingkreis 203 zu öffnen. Dieses Öffnen ist irgendwo im Schwingkreis möglich, also auch zum Beispiel zwischen L2.1 und C2.1 oder zwischen C2.1 und dem Gleichrichter 403. Die Klemmschalteneinrichtung 301'''' wird von der sekundären Detektionseinrichtung 401 gesteuert, welche den Ausgang 220 des Systems 100 zur Energieübertragung bzw. den Ausgang der Gleichrichtereinrichtung 204 überwacht und im Falle einer Spannungsüberhöhung die Klemmschalteneinrichtung 301'''' auslöst. Bei einer Detektion des Lastabwurfs am Ausgang 220 des Energieübertragungssystems 100 wird der Schwingkreis 203 aufgetrennt und so die Energieübertragung über die Energieleiteinrichtung 402'''' unterbunden. Alternativ zu dem sekundären Schwingkreis 203 kann ein beliebiger anderer Schwingkreis aufgetrennt werden. So könnte auch der Primärschwingkreis 202 aufgetrennt werden, wenn eine Kommunikation zwischen der Sekundärkreisvorrichtung 104'''' und der Primärkreisvorrichtung 105' stattfindet. Wird der Schwingkreis geöffnet, so kann sich keine übermäßige Spannung im Schwingkreis 203 mehr aufbauen. Die durch die primärseitigen Magnetfelder induzierten Spannungen in einem offenen Schwingkreis liegen innerhalb einer vertretbaren Größenordnung und sind durch eine geeignete Isolationskoordination handhabbar.

Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm für ein Verfahren zum Testen einer Sekundärkreisvorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren geht von einem Idle Zustand S701 aus. Das Verfahren wird im Schritt S702 getriggert, wenn ein GPM 105 mit einem CPM 104 gekoppelt wird, wodurch ein Koppeln der Sekundärkreisvorrichtung 104' mit einer Primärkreisvorrichtung 105' erfolgt. In der Phase S702 erfolgt dann ein Einprägen eines Testsignals in die Energieleiteinrichtung 402', zur Übertragung des Testsignals zur Primärkreisvorrichtung 105' noch bevor die Energieübertragung gestartet wird. Bei dem Testsignal kann es sich um ein Positionierungssignal mit einer Frequenz von 125kHz handeln. In dem Zustand S703 erfolgt sodann ein Detektieren des Testsignals in der Primärkreisvorrichtung 105', um einen Vergleichswert zu erhalten.

In dem Zustand S704 erfolgt ein Beeinflussen der Energieleiteinrichtung 402' und/oder des Magnetfelds 106 mit der sekundärseitigen Detektionseinrichtung 401, um einen Fehlerfall des Lastabwurfs zu simulieren, d.h. ohne, dass der Spannungssensor 405 und/oder die sekundärseitigen Detektionseinrichtung 401 eine Überspannung detektiert

hat. Es erfolgt nach der Beeinflussung ein Detektieren einer Veränderung des Testsignals in der Primärkreisvorrichtung, wobei das Testsignal immer noch im Wesentlichen unverändert in die Energieleiteinrichtung 402' eingeprägt wird. Wird eine Veränderung des detektierten Testsignals erkannt, wird von der Funktionstüchtigkeit der Schaltung ausgegangen und ein Ladevorgang wird gestartet. Wird keine Veränderung erkannt, wird ein Defekt angezeigt und der Ladevorgang abgebrochen.

In Zustand S705 wird das Verfahren beendet, indem in den Idle Zustand zurückgekehrt wird.

Die Sekundärkreisvorrichtung 104' kann somit vor der Energieübertragung mit Hilfe eines eingeprägten Testsignals überprüft werden. In einem Beispiel kann als Testsignal ein Positioniersignal genutzt werden, welches am Eingang oder Ausgang des Energieübertragungssystems 100 eingekoppelt wird. Insbesondere kann das Testsignal am Eingang 403 oder am Ausgang 404 der Gleichrichtereinrichtung 204 eingekoppelt werden und sich in Richtung des Eingangs der Primärkreisvorrichtung 105' bei dem Hauptanschluss 107 ausbreiten. Die Ausbreitungsrichtung des Testsignals entspricht somit einer der Energieübertragung entgegengesetzten Richtung und als Detektor kann beispielsweise eine Empfangseinrichtung für das Positioniersignal oder eine andere primärseitige Detektionseinrichtung genutzt werden, welche in der Primärkreisvorrichtung 105' vorhanden ist.

Alternativ kann ein Testsignal auch an dem Eingang der Primärkreisvorrichtung 105' bei dem Hauptanschluss 107 eingekoppelt werden und eine Detektion an dem Ausgang 220 des Energieübertragungssystems 100 bzw. dem Ausgang 404 und/oder dem Eingang 403 der Gleichrichtereinrichtung 402 vorgenommen werden. In diesem alternativen Fall stimmt die Ausbreitungsrichtung der Energieübertragung mit der Ausbreitungsrichtung des Testsignals überein und die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401 kann zur Detektion des Testsignals genutzt werden. Hierbei kann direkt die Energieübertragung 106 selbst als Testsignal genutzt werden und zum Beispiel bei stark reduzierter Ladeleistung, welche über den Inverter 201 eingestellt werden kann, der Test unverzüglich nach dem Ladestart vorgenommen werden. Durch das Auslösen der Klemmschaleinrichtung 301 bricht der Ladevorgang, wenn die Schutzfunktionalität richtig

funktioniert, zwar kurzfristig ab, worauf danach mit getesteten Schaltungselementen und der normalen Ladeleistung wieder dauerhaftes Laden ermöglicht wird.

Das Testsignal wird auf Seiten des jeweiligen Empfängers, d.h. der primärseitigen Detektoreinrichtung bzw. der sekundärseitigen Detektoreinrichtung 401 empfangen und erkannt. Nachdem das Testsignal erkannt worden ist, wird die Klemmschalteinrichtung 301' oder Crowbar 301' entweder durch ein Hardware- oder Software-Event getriggert, um einen Fehlerfall zu simulieren. Im Falle einer korrekten Funktion der Schutzeinrichtung wird das Testsignal, insbesondere das Positioniersignal, gedämpft und die primärseitige Detektoreinrichtung bzw. die sekundärseitige Detektoreinrichtung 401 kann im Wesentlichen kein Signal mehr detektieren. Über diesen Detektionsweg entlang der Ausbreitungsrichtung des Testsignals kann beispielsweise die Ansprechspannung des Detektors 401 für den Lastabwurf oder des Detektors 401 für Überspannung am Ausgang des Systems regelmäßig im verbauten System überprüft werden und eine Nachjustierung und/oder eine Nachkalibrierung des jeweiligen primärseitigen und/oder sekundärseitigen Lastabwurfsdetektors 401 durchgeführt werden. Der jeweilige Lastabwurfdetektor, insbesondere die sekundärseitige Detektionseinrichtung 401, kann einen Grenzwert und/oder Schwellwert für die Ausgangsspannung am Ausgang 220 nutzen, um die korrekte Funktionsweise zu testen.

Da die Schutzstruktur eine Zerstörung einer internen oder externen Komponente vermeidet, ist auch eine regelmäßige Funktionsprüfung der Klemmschalteinrichtung 301 möglich, beispielsweise vor Beginn einer jeden Energieübertragung und/oder während der Energieübertragung.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass „umfassend“ und „aufweisend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

## Patentansprüche

1. Sekundärkreisvorrichtung (104'), aufweisend:
  - eine Sekundärspule (L2) zum Senden und/oder Empfang einer magnetischen Energie eines Magnetfeldes (106) und zum Wandeln der magnetischen Energie in eine elektrische Energie;
  - eine Gleichrichteinrichtung (204) zum Gleichrichten der elektrischen Energie;
  - eine sekundärseitige Detektionseinrichtung (401);wobei
  - die Sekundärspule (L1) mit der Gleichrichteinrichtung (204) über eine Energieleiteinrichtung verbunden ist;
  - die Energieleiteinrichtung (402') zum Übertragen einer elektrischen Wirkenergie und einer elektrischen Blindenergie eingerichtet ist;
  - die Energieleiteinrichtung (402') mit einem Eingang (403) der Gleichrichteinrichtung (204) verbunden ist;
  - die Gleichrichteinrichtung (204) einen Ausgang (404, 220) zum Bereitstellen der elektrischen Wirkenergie als Spannung und/oder Strom aufweist;
  - die sekundärseitige Detektionseinrichtung (401) mit dem Eingang (403) und/oder dem Ausgang (404) der Gleichrichteinrichtung (204) verbunden ist, um eine Überspannung an dem Eingang (403) und/oder dem Ausgang (404) der Gleichrichteinrichtung (204) und/oder ein äußeres Magnetfeld zu erkennen; und
  - die sekundärseitige Detektionseinrichtung (401) eingerichtet ist, beim Erkennen der Überspannung an dem Eingang (403) und/oder dem Ausgang (404) der Gleichrichteinrichtung (204) die Energieleiteinrichtung (402') und/oder das Magnetfeld (106) zu beeinflussen, um die Übertragung der elektrischen Wirkenergie zu begrenzen.
  -
2. Sekundärkreisvorrichtung (104') nach Anspruch 1, wobei die sekundärseitige Detektionseinrichtung (401) eingerichtet ist, beim Erkennen der Überspannung am Ausgang eine Güte und/oder Impedanz und/oder einer Resonanzfrequenz der Energieleiteinrichtung (402') zu verändern.

3. Sekundärkreisvorrichtung (104') nach Anspruch 2, wobei die Veränderung der Resonanzfrequenz der Energieleiteinrichtung durch das Zuschalten und/oder Abschalten von einem Kondensator und/oder Kapazitätsteiles in der Energieleiteinrichtung durchgeführt wird.
4. Sekundärkreisvorrichtung (104') nach Anspruch 2, wobei die Veränderung der Impedanz der Energieleiteinrichtung durch das Kurzschließen der Gleichrichtereinrichtung durchgeführt wird.
5. Sekundärkreisvorrichtung (104') nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet ist, beim Erkennen der Überspannung am Eingang und/oder am Ausgang ein Kommando derart bereit zu stellen, dass es über das Magnetfeld übertragen werden kann, um eine Energieübertragungsvorrichtung zu steuern die magnetische Energie des Magnetfeldes verändern.
6. Sekundärkreisvorrichtung (104') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet ist, beim Erkennen der Überspannung am Eingang und/oder am Ausgang, die Energieleiteinrichtung so anzupassen, dass die elektrische Blindleistung zumindest teilweise reflektiert wird und über das Magnetfeld übertragen wird.
7. Sekundärkreisvorrichtung (104') nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die sekundärseitige Detektionseinrichtung eingerichtet ist, beim Erkennen der Überspannung am Eingang und/oder am Ausgang, die Energieleiteinrichtung und/oder die Sekundärspule zu unterbrechen.
8. Primärkreisvorrichtung (105'), aufweisend:  
eine Energieerzeugungseinrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie als elektrische Wirkleistung und/oder elektrische Blindenergie und eine Primärspule zum Wandeln der elektrischen Energie in eine magnetische Energie;  
wobei
  - die Energieerzeugungseinrichtung mit der Primärspule verbunden ist;

- die Primärspule zum Senden und/oder Empfangen der magnetischen Energie eingerichtet ist;
  - die Energieerzeugungseinrichtung eingerichtet ist, aus einer empfangenen magnetischen Energie ein Kommando und/oder eine Blindenergie zu extrahieren; und
  - die Energieerzeugungseinrichtung weiter eingerichtet ist, aus dem empfangenen Kommando und/oder der empfangenen Blindenergie einen Steuerbefehl abzuleiten, um eine Größe der bereitgestellten Energie zu verändern.
9. System (100) zur Energieübertragung, aufweisend:  
eine Car-Pad-Modul-Einrichtung (104) aufweisend die Sekundärkreisvorrichtung (104') nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und eine Ground-Pad-Modul-Einrichtung (105), aufweisend die Primärkreisvorrichtung (105') nach Anspruch 7, wobei die Car-Pad-Modul-Einrichtung (104) und die Ground-Pad-Modul-Einrichtung (105) über ein Magnetfeld (106) koppelbar sind.
10. Verfahren zur Energieversorgung mit einer Sekundärkreisvorrichtung, aufweisend:
- Senden und/oder Empfang einer magnetischen Energie eines Magnetfeldes und Wandeln der magnetischen Energie in eine elektrische Energie mit einer Sekundärspule (L2);
  - Übertragen einer elektrischen Wirkenergie und einer elektrischen Blindenergie mit einer Energieleiteinrichtung (402') an einen Eingang (403) einer Gleichrichtereinrichtung (204);
  - Gleichrichten der elektrischen Energie mit der Gleichrichtereinrichtung (204);
  - Bereitstellen der elektrischen Wirkleistung als Spannung und/oder Strom an einem Ausgang (404, 220) der Gleichrichtereinrichtung (204);
  - Erkennen einer Überspannung an dem Eingang (403) und/oder an dem Ausgang (404, 220) der Gleichrichtereinrichtung und/oder Erkennen eines äußeren Magnetfeldes mit einer sekundärseitigen Detektionseinrichtung (401);  
und
  - Beeinflussen der Energieleiteinrichtung (402') und/oder des Magnetfeldes mit der sekundärseitigen Detektionseinrichtung (401), wenn die Überspannung an dem Eingang (403) und/oder an dem Ausgang (404) der Gleichrichtereinrichtung (204) erkannt wird, um die Übertragung der

elektrischen Wirkenergie zu begrenzen.

11. Verfahren zur Energieübertragung mit einer Primärkreisvorrichtung, aufweisend:
  - Bereitstellen von elektrischer Energie als elektrische Wirkleistung und/oder elektrische Blindenergie mit einer Energieerzeugungseinrichtung (202);
  - Wandeln der elektrischen Energie in eine magnetische Energie mit einer Primärspule (L1);
  - Senden und/oder Empfangen der magnetischen Energie mit der Primärspule;
  - Extrahieren eines Kommandos und/oder einer Blindenergie mit der Energieerzeugungseinrichtung (202); und
  - Ableiten eines Steuerbefehls, aus dem empfangenen Kommando und/oder der empfangenen Blindenergie mit der Energieerzeugungseinrichtung, um eine Größe der bereitgestellten Energie zu verändern.
  
12. Verfahren zum Testen der Sekundärkreisvorrichtung (104') nach einem der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend:

Koppeln der Sekundärkreisvorrichtung (104') mit einer Primärkreisvorrichtung (105') nach Anspruch 7

Einprägen eines Testsignals in die Energieleiteinrichtung (402'), zur Übertragung zur Primärkreisvorrichtung (105');

Detektieren des Testsignals in der Primärkreisvorrichtung (105');

Beeinflussen der Energieleiteinrichtung (402') und/oder das Magnetfelds (106) mit der sekundärseitigen Detektionseinrichtung;

Detektieren einer Veränderung des Testsignals in der Primärkreisvorrichtung.
  
13. Verfahren zum Testen der Sekundärkreisvorrichtung (104') nach einem der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend:

Koppeln der Sekundärkreisvorrichtung (104') mit einer Primärkreisvorrichtung (105') nach Anspruch 7

Einprägen eines Testsignals in den Primärresonanzkreis (202), zur Übertragung zur Sekundärkreisvorrichtung (402');

Detektieren des Testsignals in der Sekundärkreisvorrichtung (104');

Beeinflussen der Energieleiteinrichtung (402') und/oder das Magnetfelds (106) mit der sekundärseitigen Detektionseinrichtung (401);

Detektieren einer Veränderung des Testsignals in der Sekundärkreisvorrichtung (104').

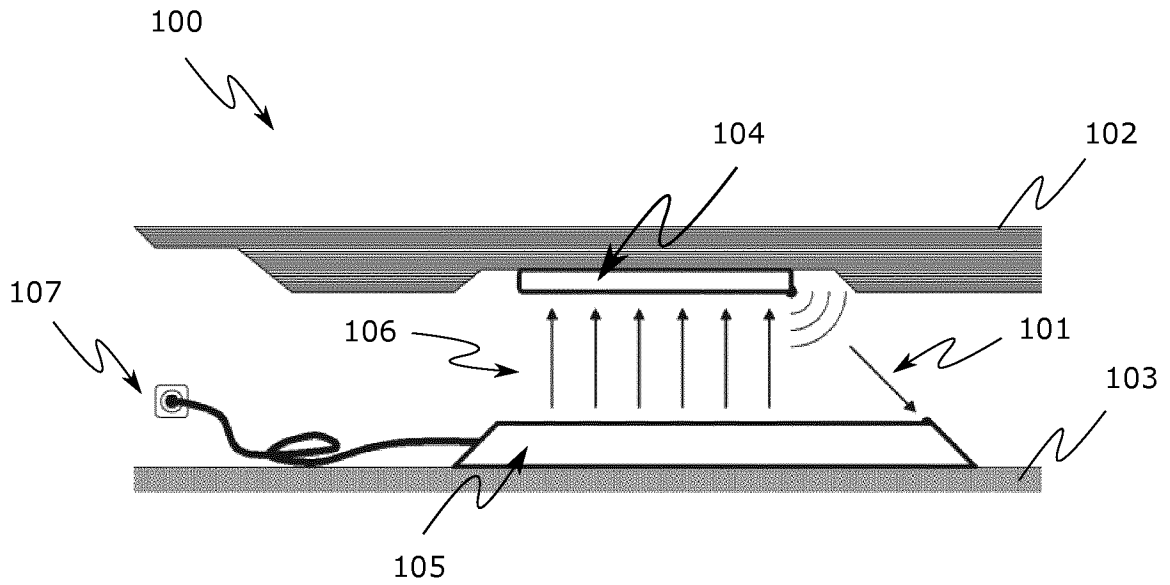


Fig. 1

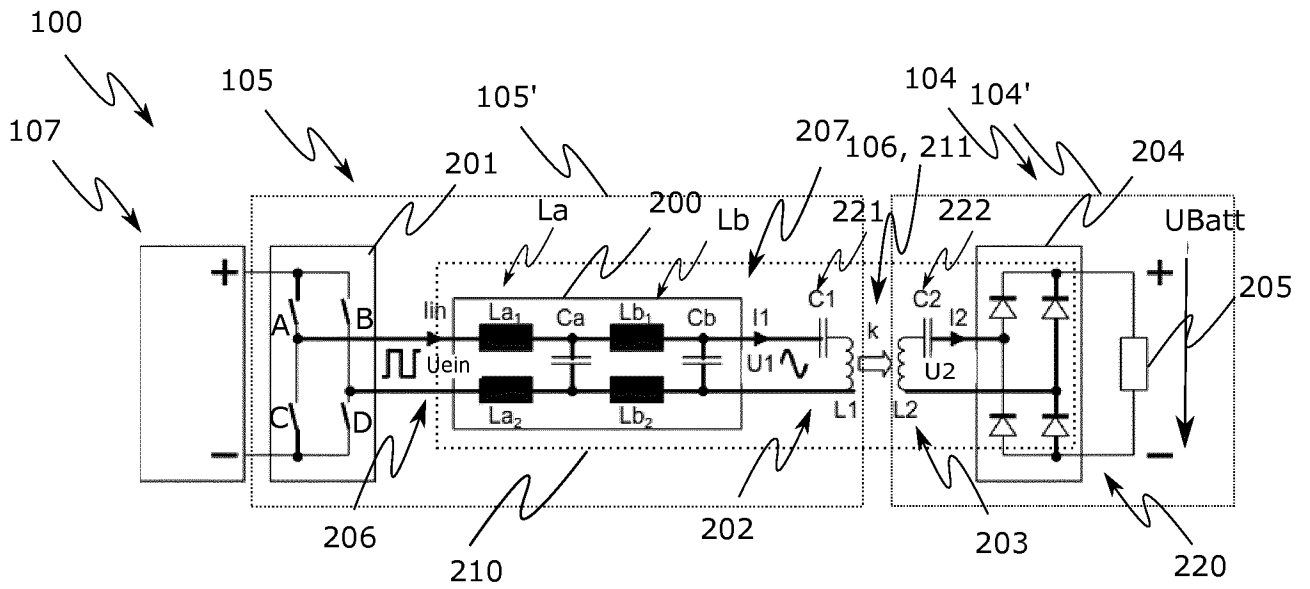


Fig. 2

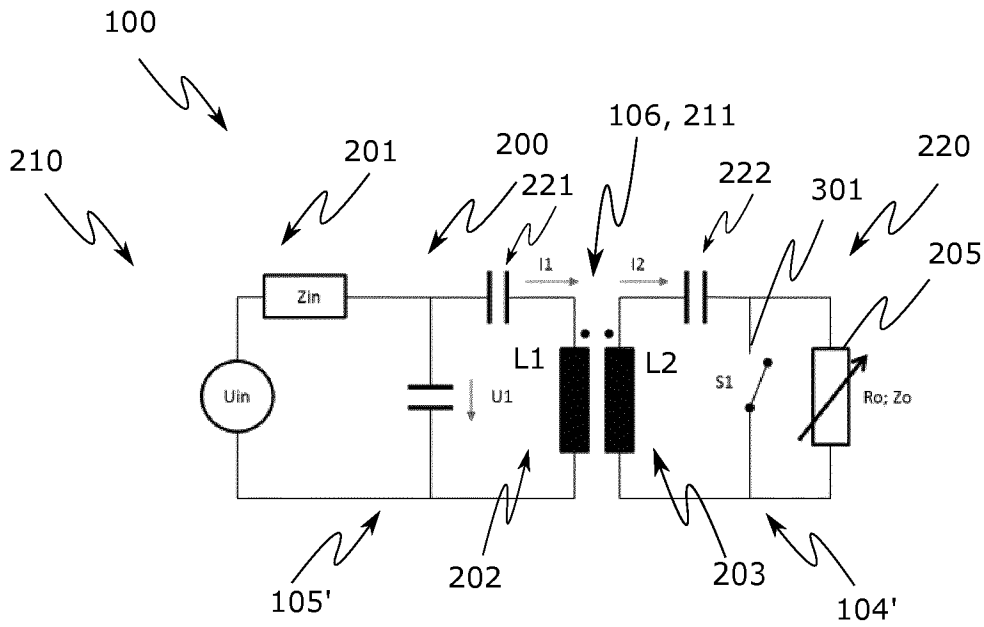


Fig. 3

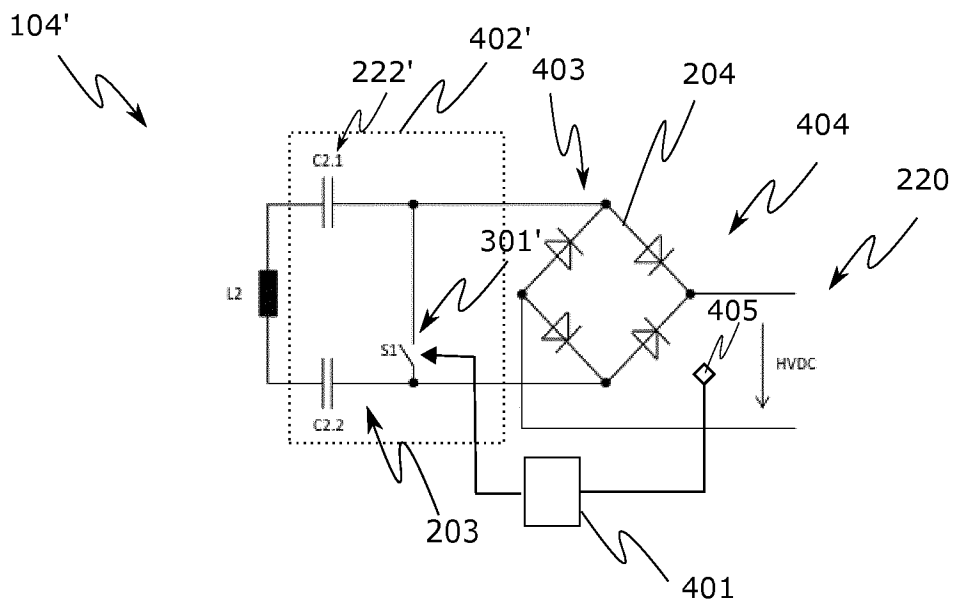


Fig. 4

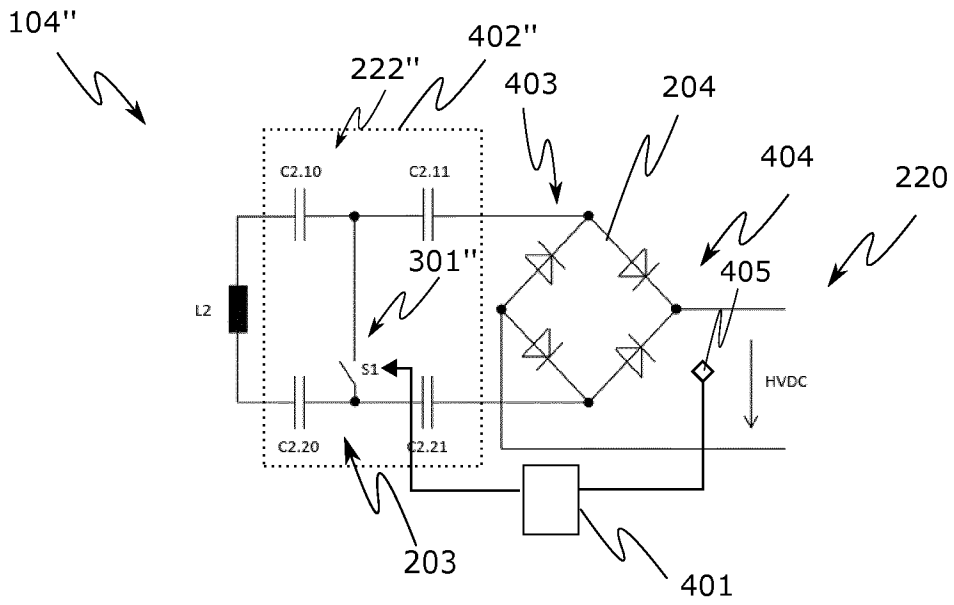


Fig. 5

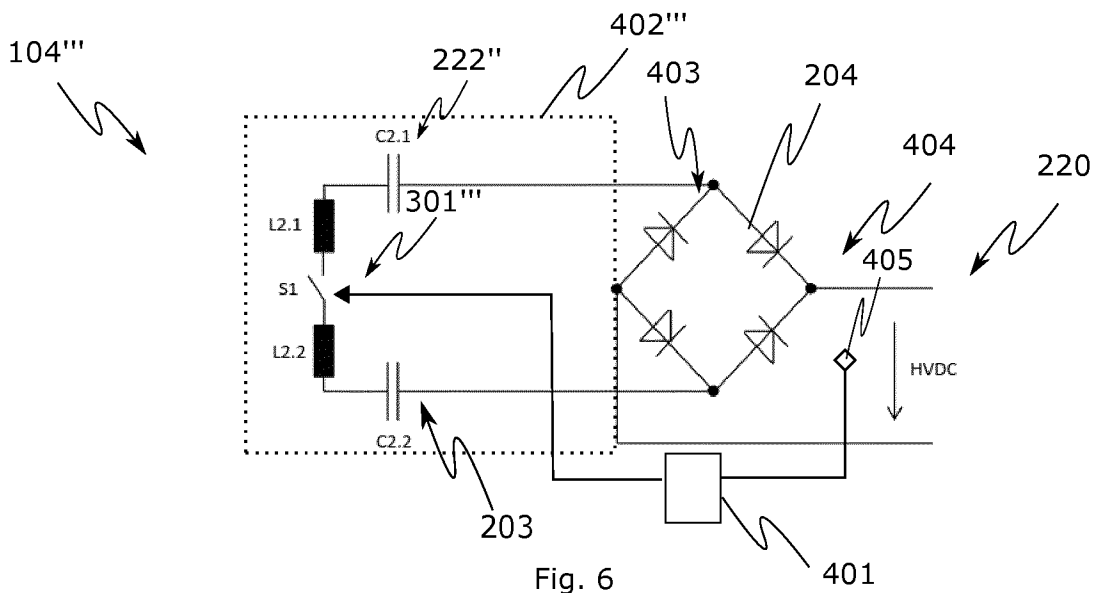


Fig. 6

4/4

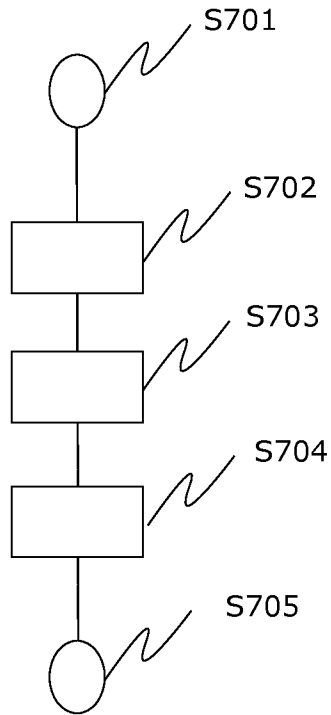


Fig. 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/066675

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B60L 53/12</i> (2019.01)i; <i>H02J 50/10</i> (2016.01)i; <i>H02J 50/12</i> (2016.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60L; H02J  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012176571 A1 (PANASONIC CORP [JP]; YAMAMOTO SATOSHI ET AL.) 27 December 2012 (2012-12-27)	8,11
Y	pages 3-9; figures 1-4	1-10,12,13
X	US 2008174267 A1 (ONISHI KOTA [JP] ET AL) 24 July 2008 (2008-07-24)	8,11
Y	paragraphs [0002] - [0031]; figures 2,4	1-7,9,10,12,13
Y	DE 102010054472 A1 (CONDUCTIX WAMPFLER AG [DE]) 14 June 2012 (2012-06-14)	4,6,9
A	paragraphs [0002] - [0011]; figures 1,2	1-3,5,7,8,10-13
Y	US 2015102687 A1 (MIYAMOTO TAKASHI [JP] ET AL) 16 April 2015 (2015-04-16)	3
A	paragraphs [0002] - [0014], [0073]; figures 1-22	1,2,4-13
A	EP 2043226 A2 (SEIKO EPSON CORP [JP]; SONY ERICSSON MOBILE COMM JP [JP]) 01 April 2009 (2009-04-01)	1-13
	paragraphs [0002] - [0014], [0016]; figures 1,2,7-9	
Y	US 2015130294 A1 (SUZUKI MASAMI [JP] ET AL) 14 May 2015 (2015-05-14)	3,7
A	paragraphs [0006] - [0035]; figures 1-15	1
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>25 September 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>02 October 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Krasser, Bernhard</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/066675**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 102015223230 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 May 2017 (2017-05-24) paragraph [0033]	1,8,10
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/066675**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2012176571	A1	27 December 2012	JP	2013005699	A	07 January 2013
				WO	2012176571	A1	27 December 2012
US	2008174267	A1	24 July 2008	JP	2008178195	A	31 July 2008
				US	2008174267	A1	24 July 2008
DE	102010054472	A1	14 June 2012	CN	103260939	A	21 August 2013
				DE	102010054472	A1	14 June 2012
				EP	2651687	A2	23 October 2013
				US	2014292263	A1	02 October 2014
				WO	2012079860	A2	21 June 2012
US	2015102687	A1	16 April 2015	CN	104578443	A	29 April 2015
				JP	6070503	B2	01 February 2017
				JP	2015080302	A	23 April 2015
				US	2015102687	A1	16 April 2015
				US	2018166923	A1	14 June 2018
EP	2043226	A2	01 April 2009	EP	2043226	A2	01 April 2009
				JP	2009081943	A	16 April 2009
				US	2009079387	A1	26 March 2009
US	2015130294	A1	14 May 2015	NONE			
DE	102015223230	A1	24 May 2017	DE	102015223230	A1	24 May 2017
				TW	201724701	A	01 July 2017
				WO	2017089014	A1	01 June 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L53/12 H02J50/10 H02J50/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L H02J		
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	WO 2012/176571 A1 (PANASONIC CORP [JP]; YAMAMOTO SATOSHI ET AL.) 27. Dezember 2012 (2012-12-27)	8,11
Y	Seiten 3-9; Abbildungen 1-4	1-10,12, 13
	-----	
X	US 2008/174267 A1 (ONISHI KOTA [JP] ET AL) 24. Juli 2008 (2008-07-24)	8,11
Y	Absätze [0002] - [0031]; Abbildungen 2,4	1-7,9, 10,12,13
	-----	
Y	DE 10 2010 054472 A1 (CONDUCTIX WAMPFLER AG [DE]) 14. Juni 2012 (2012-06-14)	4,6,9
A	Absätze [0002] - [0011]; Abbildungen 1,2	1-3,5,7, 8,10-13
	-----	
	-/--	
<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
25. September 2019		02/10/2019
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  Krasser, Bernhard

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2015/102687 A1 (MIYAMOTO TAKASHI [JP] ET AL) 16. April 2015 (2015-04-16)	3
A	Absätze [0002] - [0014], [0073]; Abbildungen 1-22	1,2,4-13
A	----- EP 2 043 226 A2 (SEIKO EPSON CORP [JP]; SONY ERICSSON MOBILE COMM JP [JP]) 1. April 2009 (2009-04-01)	1-13
A	Absätze [0002] - [0014], [0016]; Abbildungen 1,2,7-9	
Y	US 2015/130294 A1 (SUZUKI MASAMI [JP] ET AL) 14. Mai 2015 (2015-05-14)	3,7
A	Absätze [0006] - [0035]; Abbildungen 1-15	1
Y	DE 10 2015 223230 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Mai 2017 (2017-05-24)	1,8,10
	Absatz [0033]	
	-----	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/066675

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2012176571 A1	27-12-2012	JP 2013005699 A WO 2012176571 A1	07-01-2013 27-12-2012
US 2008174267 A1	24-07-2008	JP 2008178195 A US 2008174267 A1	31-07-2008 24-07-2008
DE 102010054472 A1	14-06-2012	CN 103260939 A DE 102010054472 A1 EP 2651687 A2 US 2014292263 A1 WO 2012079860 A2	21-08-2013 14-06-2012 23-10-2013 02-10-2014 21-06-2012
US 2015102687 A1	16-04-2015	CN 104578443 A JP 6070503 B2 JP 2015080302 A US 2015102687 A1 US 2018166923 A1	29-04-2015 01-02-2017 23-04-2015 16-04-2015 14-06-2018
EP 2043226 A2	01-04-2009	EP 2043226 A2 JP 2009081943 A US 2009079387 A1	01-04-2009 16-04-2009 26-03-2009
US 2015130294 A1	14-05-2015	KEINE	
DE 102015223230 A1	24-05-2017	DE 102015223230 A1 TW 201724701 A WO 2017089014 A1	24-05-2017 01-07-2017 01-06-2017