

(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  
10. Oktober 2013 (10.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/149781 A2**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/054425
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 5. März 2013 (05.03.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:** 10 2012 205 656.4 5. April 2012 (05.04.2012) DE
- (71) **Anmelder:** ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) **Erfinder:** MACK, Juergen; Lina-Stoehr-Weg 33, 73035 Goeppingen (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,

KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

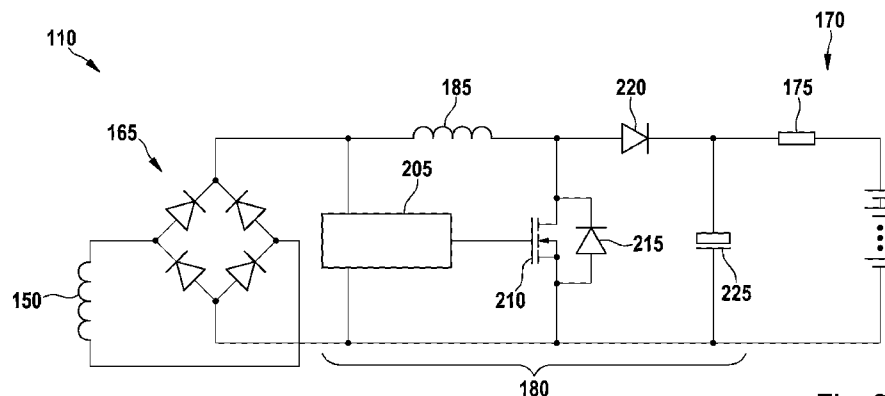
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** WIRELESS POWER TRANSMISSION

(54) **Bezeichnung :** DRAHTLOSE ENERGIEÜBERTRAGUNG



**Fig. 2**

(57) **Abstract:** The invention relates to a receiver for a wireless power transmission, comprising a receiving coil for generating an electric current when the receiving coil is subjected to an electromagnetic alternating field, and a consumer for receiving the generated electric current. Reactive power compensation is provided in order to approximate the flow of the electric current through the receiving coil to a sinusoidal shape.

(57) **Zusammenfassung:** Ein Empfänger für eine drahtlose Energieübertragung umfasst eine Empfangsspule zur Erzeugung eines elektrischen Stroms, wenn die Empfangsspule einem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt ist, und einen Verbraucher zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms. Dabei ist eine Blindleistungskompensation vorgesehen, um den Verlauf des elektrischen Stroms durch die Empfangsspule einer Sinusform anzunähern.

WO 2013/149781 A2

5 Beschreibung

Titel

[Drahtlose Energieübertragung]

10 Die Erfindung betrifft einen Empfänger und ein System zur drahtlosen Energieübertragung. Insbesondere betrifft die Erfindung eine drahtlose Energieübertragung zwischen einem Netzteil und einem elektrischen Kleingerät.

Stand der Technik

15

Ein elektrisches Kleingerät umfasst einen Akkumulator und einen Verbraucher, wobei der Verbraucher beispielsweise eine Lampe oder einen elektrischen Motor umfassen kann. Ein übliches elektrisches Kleingerät dieser Art ist durch einen Akkuschauber oder eine elektrische Taschenlampe gebildet. Um den Akkumulator des elektrischen Kleingeräts aufzuladen, ohne eine drahtgebundene Schnittstelle verwenden zu müssen, kann eine drahtlose Energieübertragung eingesetzt werden. Ein drahtloses Ladegerät umfasst hierzu eine Senderspule und eine Ansteuerschaltung, um im Bereich der Senderspule ein elektromagnetisches Wechselfeld zu erzeugen. Das elektrische Kleingerät umfasst eine Empfängerspule, durch die ein Strom fließt, wenn sie im Bereich der Senderspule des Ladegeräts angeordnet ist. Der durch die Empfangsspule fließenden Strom kann mittels einer geeigneten Schaltung durch den Akkumulator geleitet werden, um diesen aufzuladen.

20

25

30

35

Die Senderspule und die Empfangsspule stehen miteinander in elektromagnetischer Wechselwirkung und bilden einen Transformator. Um eine ausreichende elektrische Leistung vom Ladegerät zum elektrischen Kleingerät transportieren zu können, liegt ein Abstand zwischen der Sender- und der Empfangsspule üblicherweise im Bereich von einigen Millimetern bis wenigen Zentimetern. Befindet sich während der Energieübertragung ein leitfähiges Objekt im Einflussbereich der beiden Spulen, so kann durch den Einfluss des elektromagnetischen Wech-

selfelds ein Wirbelstrom in dem Objekt generiert werden, sodass es sich erwärmt. Ist das Objekt magnetisierbar, so können auch Ummagnetisierungs- oder Hystereseverluste zu einer Erwärmung führen. Je nach Größe und Geometrie des Objekts kann die Erwärmung so weit gehen, dass eine Gefahr für das Lade-  
5 gerät, das elektrische Kleingerät oder eine Bedienperson besteht. Außerdem kann die im Kleingerät nutzbare Leistung durch das Objekt verringert sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Erwärmung eines Objekts im Einflussbereich des elektromagnetischen Feldes zu reduzieren. Die Erfindung löst  
10 diese Aufgabe mittels eines Empfängers und eines Systems mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Unteransprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen.

#### Offenbarung der Erfindung

15

Ein erfindungsgemäßer Empfänger für eine drahtlose Energieübertragung umfasst eine Empfangsspule zur Erzeugung eines elektrischen Stroms, wenn die Empfangsspule einem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt ist, und einen Verbraucher zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms. Dabei ist eine Blindleistungskompensation vorgesehen, um den Verlauf des elektrischen  
20 Stroms durch die Empfangsspule einer Sinusform anzunähern.

Der durch die Empfangsspule fließende Strom korrespondiert zu einem elektromagnetischen Feld, das durch die Empfangsspule hervorgerufen ist. Je stärker  
25 sich der Strom von einer Sinusform unterscheidet, desto stärker sind hochfrequente Anteile im elektromagnetischen Feld vorhanden, durch die ein Objekt im Bereich der Sendespule durch Ummagnetisierungsverluste oder Wirbelströme erwärmt werden kann. Wird der Strom einer Sinusform angenähert, so werden die hochfrequenten Anteile abgebaut bzw. verschwinden, sodass das Objekt  
30 weniger stark erwärmt wird. Außerdem kann durch die Sinusform des Stroms ein höherer Anteil der zwischen der Empfangsspule und dem elektromagnetischen Feld übertragenen Energie im Verbraucher genutzt werden.

Durch die Blindleistungskompensation kann eine Blindleistung minimiert sein, die  
35 eine Energie repräsentiert, die zwischen der Empfangsspule und dem elektromagnetischen Wechselfeld periodisch ausgetauscht wird, ohne empfängerseitig

entnommen werden zu können. Anders ausgedrückt kann ein im Empfänger für den Verbraucher zur Verfügung stehender Strom durch die Blindleistungskompensation gesteigert werden, ohne die Empfangsspule oder das externe elektromagnetische Feld verändern zu müssen.

5

In einer Variante umfasst die Blindleistungskompensation eine Induktivität, die mit der Empfangsspule in Serie geschaltet ist. Eine an der Empfangsspule anliegende Spannung hat üblicherweise einen sinusförmigen Verlauf, wobei durch die Empfangsspule nur dann ein Strom fließt, wenn die Spannung der Empfangsspule größer als die Spannung des Verbrauchers ist. Handelt es sich beim Verbraucher beispielsweise um einen Akkumulator, so kann die Spannung der Empfangsspule die Akkumulatorspannung nur innerhalb eines kurzen Zeitfensters periodisch übersteigen. Dabei fließt der Strom durch die Empfangsspule fast ausschließlich innerhalb dieses Zeitfensters. Die Induktivität zur Blindleistungskompensation kann den zeitlichen Verlauf des Stroms in seiner Form dem zeitlichen Verlauf der Spannung anpassen und so für eine gleichmäßige Energieentnahme durch die Empfangsspule aus dem externen elektromagnetischen Wechselfeld sorgen.

20

In einer weiteren Variante, die mit der vorgenannten Ausführungsform kombinierbar ist, umfasst die Blindleistungskompensation eine Kapazität, die mit der Empfangsspule parallel geschaltet ist. Die Kapazität kann einen kapazitiven Blindstrom aufnehmen, der einem induktiven Blindstrom des Verbrauchers entgegen gerichtet ist. Die Blindströme können auf diese Weise um ca. 95 % gegenseitig aufgehoben werden.

25

In einer Ausführungsform ist die Blindleistungskompensation passiv und verwendet ausschließlich passive Bauelemente. Insbesondere bei einer zu übertragenden Leistung von kleiner als 100 Watt, besonders bevorzugt kleiner als 50 Watt, kann durch eine Anordnung passiver Bauelemente eine einfache robuste und kostengünstige Möglichkeit geschaffen sein, die Blindleistung des Empfängers zu kompensieren.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die passive Blindleistungskompensation einen Brückengleichrichter, der mit der Empfangsspule parallel geschaltet ist, wobei die Blindleistungskompensation elektrisch zwischen der Emp-

35

fangsspule und dem Brückengleichrichter angeordnet ist. Eine derartige Schaltung kann besonders einfach sein und im Extremfall lediglich eine Induktivität umfassen.

5 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform umfasst die Blindleistungskompensation eine aktive Schaltung mit wenigstens einem aktiven Bauelement. Dadurch kann die Blindleistung genauer gesteuert werden und es kann eine geringere Kapazität bzw. Induktivität verwendet werden, was insbesondere bei einer größeren zu übertragenden Leistung zu einer Einsparung von Bauraum und Gewicht führen kann. Zudem können mehrere aktive Bauelemente miteinander integriert ausgeführt sein, etwa als integrierter Schaltkreis, sodass die aktive Blindleistungskompensation noch raumsparender und kostengünstiger aufgebaut sein kann.

10 In einer Ausführungsform umfasst die Blindleistungskompensation einen Brückengleichrichter, der mit der Empfangsspule parallel geschaltet ist, wobei die Blindleistungskompensation elektrisch zwischen dem Brückengleichrichter und dem Verbraucher angeordnet ist. Dadurch kann die aktive Blindleistungskompensation durch die bereits gleichgerichtete Spannung der Empfangsspule versorgt werden, sodass keine weitere Spannungsquelle erforderlich sein kann.

15 Ein erfindungsgemäßes System zur drahtlosen Energieübertragung umfasst den oben beschriebenen Empfänger und einen Sender zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wechselfelds. Der Empfänger ist dazu eingerichtet, im Bereich des Senders angeordnet zu werden, um eine drahtlose Energieübertragung vom Sender zum Empfänger zu ermöglichen.

20 Bevorzugter Weise umfasst der Sender einen Resonanztransformator. Dadurch kann der Sender auf einfache Weise aufgebaut sein, wobei das durch den Sender bereitgestellte elektromagnetische Wechselfeld mit nur geringen Verzerrungen sinusförmig ist. Durch die geringen Verzerrungen können Oberwellen des elektromagnetischen Wechselfeldes, die zu einer verstärkten Erwärmung eines zwischen dem Sender und dem Empfänger befindlichen Objekts führen können, reduziert sein.

35

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform umfasst der Sender eine Sendespule, die innerhalb eines Koppelbereichs elektromagnetisch mit der Empfangsspule gekoppelt werden kann. Vorzugsweise sind die Sendespule und die Empfangsspule so angeordnet, dass sie das Vorhandensein eines magnetisierbaren bzw. leitfähigen Objekts oberhalb einer vorbestimmten Größe zwischen sich verhindern. Dabei kann eine Erwärmung eines kleinen Objekts durch die oben beschriebene empfängerseitige Blindleistungskompensation minimiert sein.

#### 10 Kurze Beschreibung der Figuren

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die beigefügten Figuren genauer beschrieben, wobei:

15           Figur 1    ein System zur drahtlosen Energieübertragung mit einem Sender und einem Empfänger;

              Figur 2    einen alternativen Empfänger für das System aus Figur 1, und

20           Figur 3    gekoppelte Spulen des Senders und des Empfängers von Figur 1

darstellt.

#### 25 Genaue Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt ein System 100 zur drahtlosen Energieübertragung mit einem Sender 105 und einem Empfänger 110. Der Sender 105 umfasst einen Resonanztransformator 115, der eine Sendespule 120 und einen Resonanzkondensator 125 umfasst. Eine Steuereinrichtung 130 mit zwei Leistungsschaltern 135 ist dazu eingerichtet, den Resonanztransformator 115 zum Schwingen anzuregen und ihn mit der hierfür erforderlichen elektrischen Energie zu versorgen. Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung 130 dazu eingerichtet, den Resonanztransformator 115 in dessen Eigenfrequenz anzuregen, wozu eine Rückkopplung mit dem Resonanztransformator 115 vorgesehen sein kann. Die Steuereinrichtung 130 und die Transistoren 135 sind mit einem optionalen Zwischenkreiskondensator

140 sowie mit Anschlüssen 145 verbunden, die mit einer Gleichspannungsquelle verbunden werden können.

5 Der Empfänger 110 umfasst eine Empfangsspule 150, die in einem elektromagnetischen Einflussbereich der Sendespule 120 des Senders 105 angeordnet werden kann. Bevorzugter Weise sind der Sender 105 und der Empfänger 110 mechanisch dazu eingerichtet, so aneinander angeordnet zu werden, dass die Sendespule 120 und die Empfangsspule 150 vorbestimmte relative Lagen einnehmen. Die Sendespule 120 und die Empfangsspule 150 sind dabei vorzugsweise in ihren Feldrichtungen parallel ausgerichtet und liegen nahe aneinander. 10 Dabei definieren die Sendespule 120 und Empfangsspule 150 einen Koppelbereich 155, in dem ein Objekt 160 angeordnet sein kann. Das Objekt 160 ist elektrisch leitfähig oder magnetisierbar. Es ist für die Funktion des Systems 100 nicht erforderlich, im Gegenteil stellt das Objekt 160 einen Fremdkörper dar, der Energie eines elektromagnetischen Wechselfelds der Sendespule 120 im Koppelbereich 155 in Wärme umwandeln und dabei die drahtlose Energieübertragung zwischen der Sendespule 120 und der Empfangsspule 150 stören kann. Ein solches Objekt 160 kann beispielsweise eine kleine Schraube, eine Büroklammer oder eine Münze umfassen.

20 Der Empfänger 110 umfasst ferner einen Gleichrichter 156, der hier exemplarisch als Brückengleichrichter ausgeführt ist, und einen Verbraucher 170, der mit dem Gleichrichter 165 verbunden ist und beispielsweise einen Akkumulator umfasst. Optional ist auch ein Laderegler 175 vorgesehen, um eine Energieaufnahme durch den Verbraucher 170, insbesondere einen Aufladevorgang des Akkumulators, zu steuern. 25

Zwischen der Empfangsspule 150 und dem Gleichrichter 165 ist eine Blindleistungskompensation 180 vorgesehen, die im dargestellten Beispiel ausschließlich passive Bauelemente umfasst. Die Blindleistungskompensation 180 umfasst insbesondere eine Induktivität 185, welche einen Anschluss der Empfangsspule 150 mit einem Anschluss des Gleichrichters 165 verbindet; der zweite Anschluss der Empfangsspule 150 ist unmittelbar mit dem Gleichrichter 165 verbunden. Optional kann die Blindleistungskompensation 180 noch weitere Bauelemente umfassen, beispielsweise den Widerstand 190 und die beiden Kondensatoren 195, die auch unter den Bezeichnungen X- und Y-Kondensator bekannt sind. Es sind 35

noch verschieden andere Schaltungen zur passiven Blindleistungskompensation möglich, die dem Fachmann bekannt sind und im Empfänger 110 eingesetzt werden können.

5           Figur 2 zeigt einen alternativen Empfänger 110 für das System 100 für das System 100 aus Figur 1. Der hier dargestellte Empfänger 110 umfasst eine Blindleistungskompensation 180, die im Gegensatz zu der in Figur 1 dargestellten Variante aktiv ist, indem sie eines oder mehrere aktive Bauelemente umfasst. Ein aktives Bauelement zeigt im Gegensatz zu einem passiven Bauelement eine Form  
10           von Verstärkerwirkung für ein Signal oder erlaubt eine Steuerung des Signals. Dabei ist ein aktives Bauelement üblicherweise auf eine Energieversorgung angewiesen. Die aktive Blindleistungskompensation 180 ist typischerweise zwischen dem Gleichrichter 165 und dem Verbraucher 170 angeordnet, wobei der Gleichrichter 165 unmittelbar mit der Empfangsspule 150 verbunden ist.

15           Die Blindleistungskompensation 180 umfasst eine Induktivität 185, die elektrisch zwischen dem Gleichrichter 165 und dem Verbraucher 170 angeordnet ist. Ferner umfasst die dargestellte Blindleistungskompensation eine Steuereinrichtung 205, einen Transistor 210, Dioden 215 und 220 sowie einen Kondensator 225.  
20           Die Steuereinrichtung 205 ist mit den Gleichspannungsanschlüssen des Gleichrichters 165 verbunden. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, den Transistor 210 dazu anzusteuern, das vom Gleichrichter 165 entfernt liegende Ende der Induktivität 185 mit Masse zu verbinden. Die Diode 215 schützt den Transistor 210 gegen Überspannung aus der Induktivität 185 beim Öffnen des Transistors  
25           210. Die Diode 220 und der Kondensator 225 dienen einer weiteren Glättung der über dem Transistor 210 anliegenden Spannung bzw. des durch die Induktivität 185 fließenden Stroms.

30           Sowohl die passive Blindleistungskompensation 180 in Figur 1 als auch die aktive Blindleistungskompensation 180 in Figur 2 haben zur Aufgabe, einen durch die Empfangsspule 150 fließenden Strom möglichst nahe an eine Sinusform anzunähern. Dadurch kann einerseits eine Blindleistung, die zwischen der Sendespule 120 und der Empfangsspule 150 periodisch hin- und her transportiert, aber nicht durch den Verbraucher 170 aufgenommen werden kann, minimiert werden.  
35           Andererseits kann ein elektromagnetisches Wechselfeld, das durch die Empfangsspule 150 generiert wird, in der Anzahl und Amplitude seiner Oberwellen

reduziert sein, sodass eine gesamte harmonische Verzerrung (total harmonic distortion, THD) des Stroms oder des elektromagnetischen Wechselfeldes der Empfangsspule 150 minimiert ist.

5       Figur 3 zeigt elektromagnetisch miteinander gekoppelte Spulen 120 und 150 des Systems 100 aus Figur 1. Gezeigt ist ein Längsschnitt durch die Spulen 120 und 150 im Koppelbereich 155. Feldlinien 305 umschließen die Sendespule 120 und die Empfangsspule 150 und sorgen für eine elektromagnetische Kopplung zwischen den beiden.

10

Im Bereich der Empfangsspule 150 ist das Objekt 160 nahe an der Empfangsspule 150 angeordnet. Der durch Drähte der Empfangsspule 150 fließende Strom erzeugt ein Magnetfeld, das durch weitere Feldlinien 310 dargestellt ist. Die weiteren Feldlinien 310 verlaufen durch das Objekt 160. Dadurch ist das Objekt 160 einer periodischen Ummagnetisierung durch das elektromagnetische Wechselfeld der Empfangsspule 150 ausgesetzt, so dass es Energie aus dem Wechselfeld aufnimmt. Die aufgenommene Energie kann in Form von Wirbelströmen und/oder Ummagnetisierungs- bzw. Hystereseverluste im Objekt in Wärme umgewandelt werden. Dabei ist die aufgenommene Energie davon abhängig, wie viele Oberwellen welcher Stärke das Wechselfeld der Empfangsspule 150 aufweist. Je größer die Anzahl und je höher die Amplitude der Oberwellen, desto stärker kann sich das Objekt 160 erwärmen. Umgekehrt kann eine Erwärmung des Objekts 160 minimiert sein, wenn ein durch die Empfangsspule 150 fließender Strom genaue Sinusform hat, sodass Oberwellen des Wechselfelds der Feldlinien 310 nur sehr schwach oder gar nicht ausgeprägt sind.

15

20

25

## 5 Ansprüche

1. Empfänger (110) für eine drahtlose Energieübertragung, umfassend:
  - eine Empfangsspule (150) zur Erzeugung eines elektrischen Stroms, wenn die Empfangsspule (150) einem elektromagnetischen Wechselfeld ausgesetzt ist, und
  - einen Verbraucher (170) zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms;gekennzeichnet durch
  - eine Blindleistungskompensation (180), um den Verlauf des elektrischen Stroms durch die Empfangsspule (150) einer Sinusform anzunähern.
2. Empfänger (110) nach Anspruch 1, wobei die Blindleistungskompensation (180) eine Induktivität (185) umfasst, die mit der Empfangsspule (150) in Serie geschaltet ist.
3. Empfänger (110) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Blindleistungskompensation (180) eine Kapazität (195, 225) umfasst, die mit der Empfangsspule (150) parallel geschaltet ist.
4. Empfänger (110) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Blindleistungskompensation (180) ausschließlich passive Bauelemente umfasst.
5. Empfänger (110) nach Anspruch 4, ferner umfassend einen Brückengleichrichter (160), der mit der Empfangsspule (150) parallel geschaltet ist, wobei die Blindleistungskompensation (180) elektrisch zwischen der Empfangsspule (150) und dem Brückengleichrichter (160) angeordnet ist.
6. Empfänger (110) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Blindleistungskompensation (180) eine aktive Schaltung umfasst.

7. Empfänger (110) nach Anspruch 6, ferner umfassend einen Brückengleichrichter (160), der mit der Empfangsspule (150) parallel geschaltet ist, wobei die Blindleistungskompensation (180) elektrisch zwischen dem Brückengleichrichter (160) und dem Verbraucher (170) angeordnet ist.
- 5
8. System (100) zur drahtlosen Energieübertragung, umfassend einen Empfänger (110) nach einem der vorangehenden Ansprüche und einen Sender (105) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wechselfelds.
- 10
9. System (100) nach Anspruch 5, wobei der Sender (105) einen Resonanztransformator (115) umfasst.
- 15
10. System (100) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei der Sender (105) eine Sendespule (120) umfasst, die innerhalb eines Koppelbereichs (155) elektromagnetisch mit der Empfangsspule (150) gekoppelt werden kann.

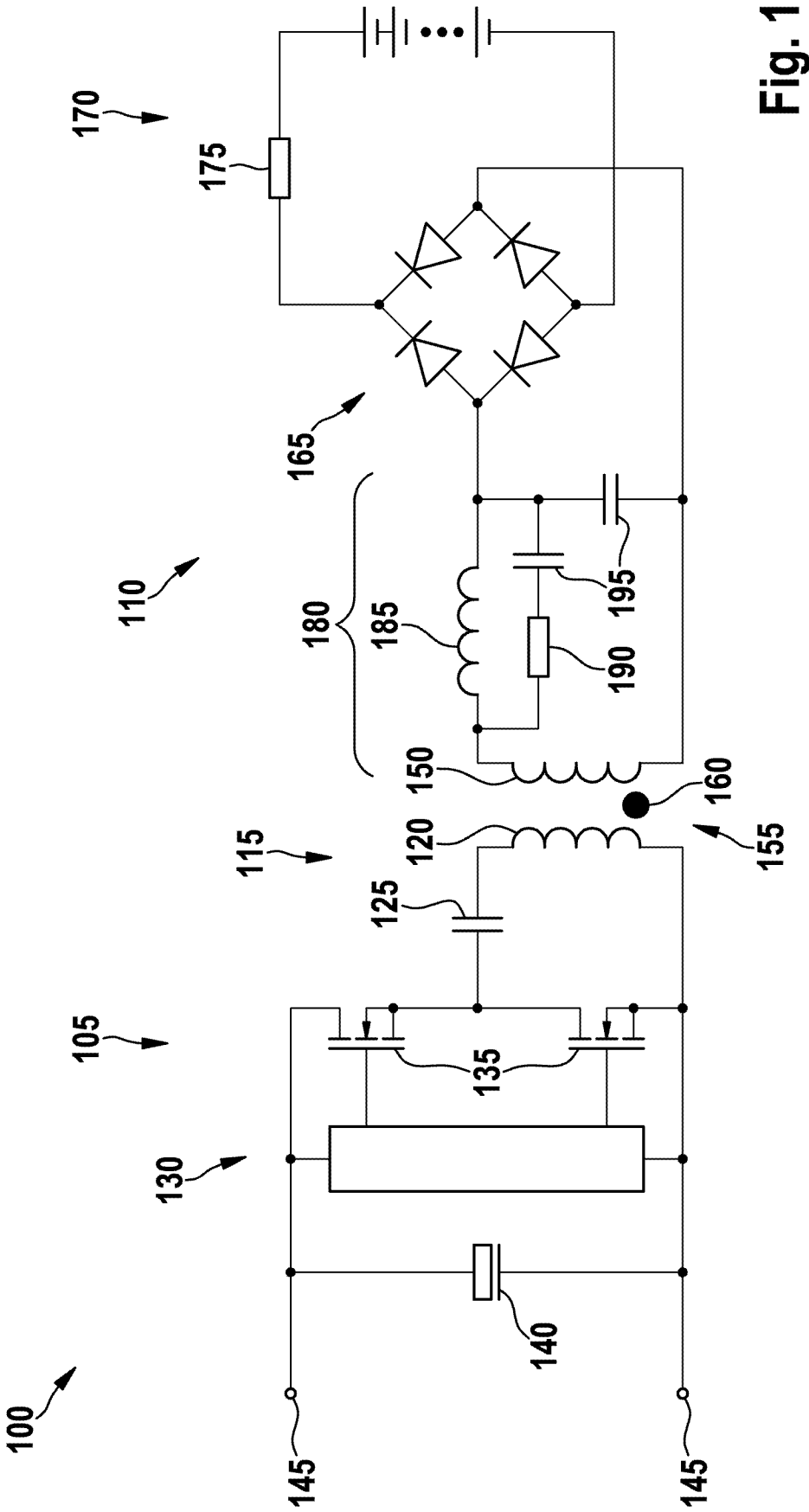


Fig. 1

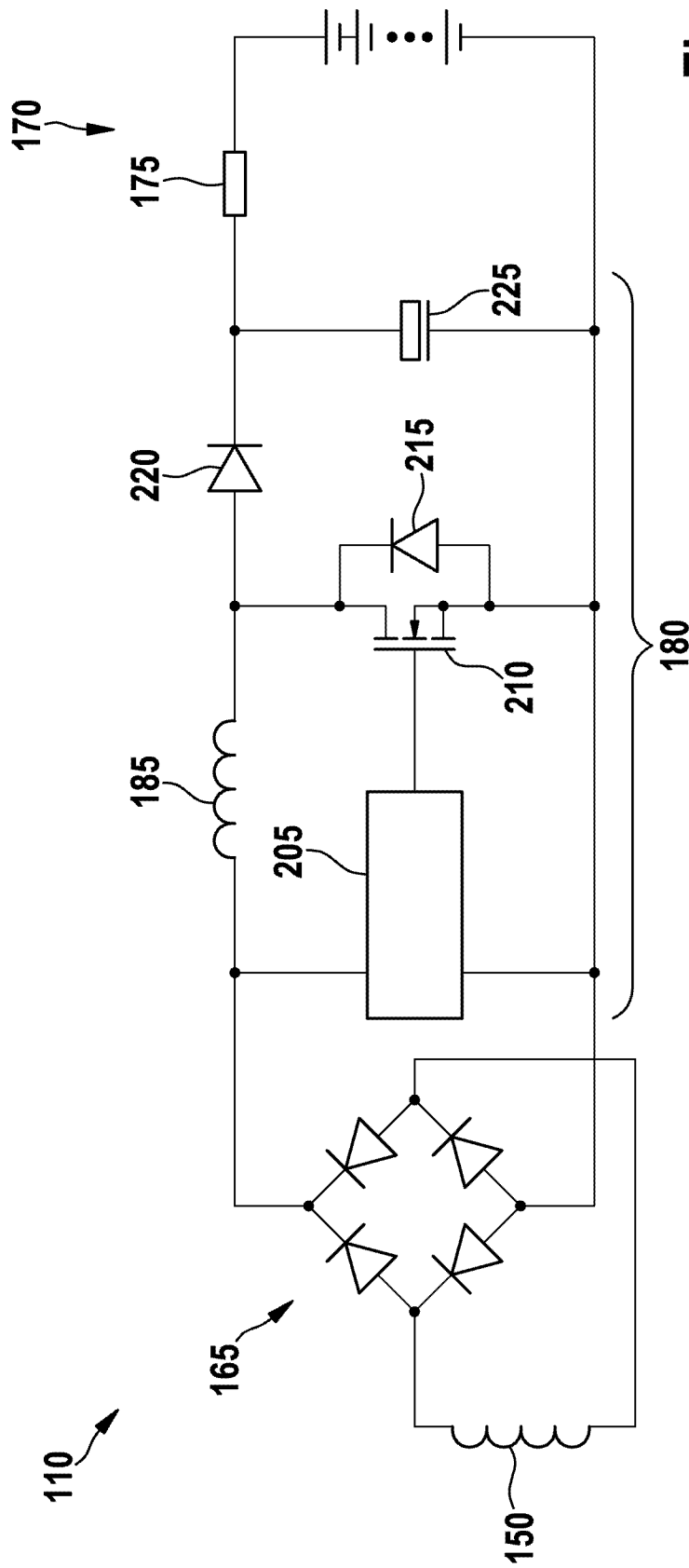


Fig. 2

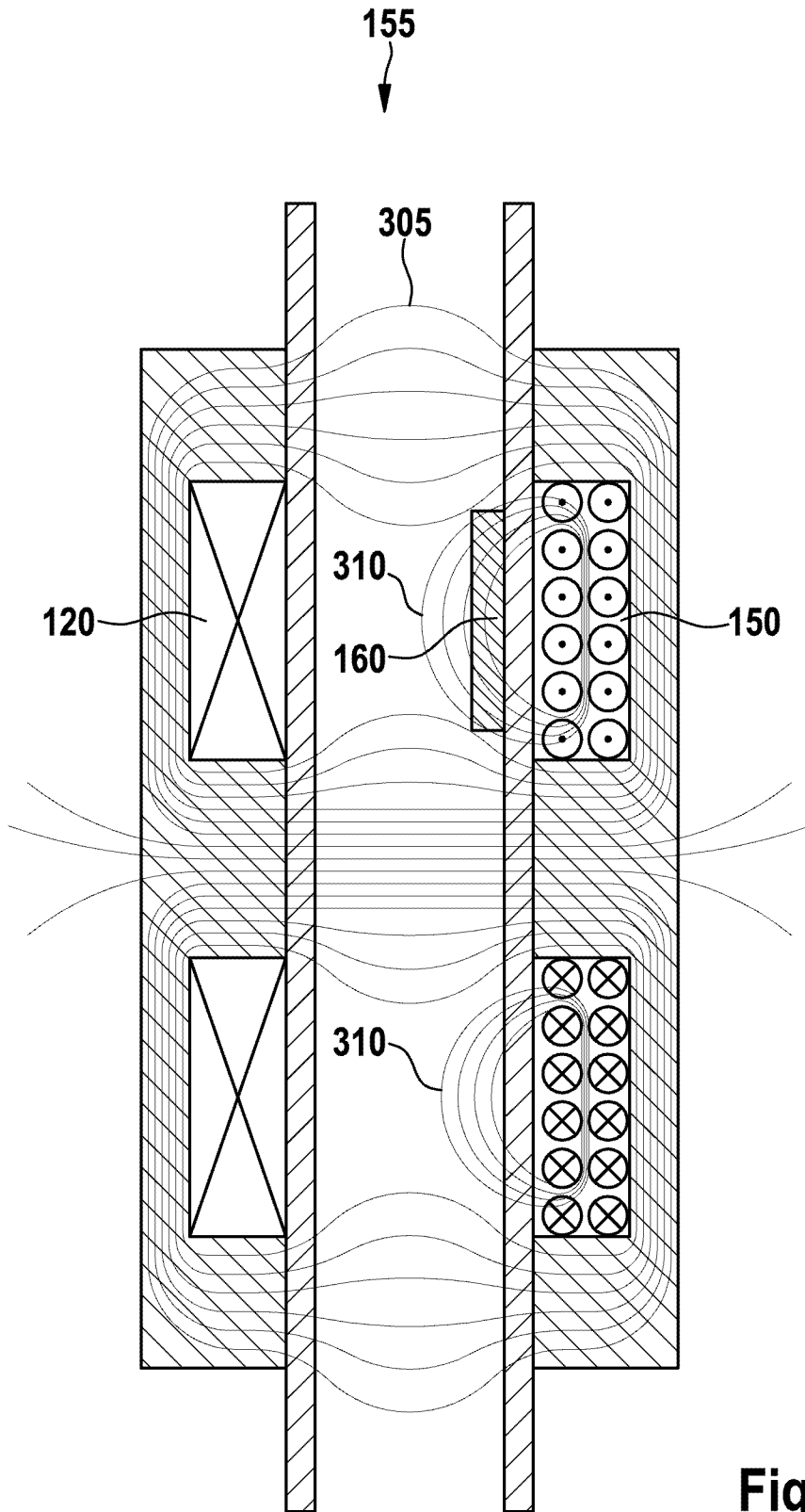


Fig. 3