

(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
18. September 2014 (18.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/139605 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H01F 38/14 (2006.01) H04B 5/00 (2006.01)
H01F 27/00 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/075814
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
6. Dezember 2013 (06.12.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2013 004 180.5 12. März 2013 (12.03.2013) DE
- (71) **Anmelder:** PAUL VAHLE GMBH & CO. KG [DE/DE]; Westicker Straße 52, 59174 Kamen (DE).
- (72) **Erfinder:** TURKI, Faical; Sugambrennerstraße 33, 59192 Bergkamen (DE). MEINS, Jürgen; Am Hasengarten 18, 38126 Braunschweig (DE).
- (74) **Anwalt:** LENZING GERBER STUTE; Bahnstraße 9, 40212 Düsseldorf (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** PRIMARY-SIDE COIL ASSEMBLY FOR INDUCTIVE ENERGY TRANSFER USING QUADRUPOLES

(54) **Bezeichnung :** PRIMÄRSEITIGE SPULENANORDNUNG ZUR INDUKTIVEN ENERGIEÜBERTRAGUNG MIT QUADRUPOLEN

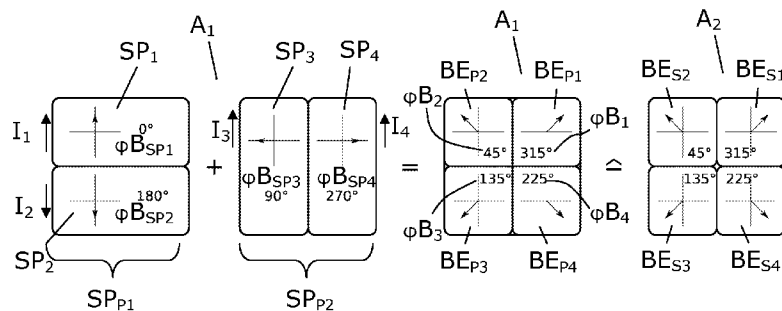


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a primary-side coil assembly for an inductive energy transfer system for transferring energy between a primary- and a secondary-side coil assembly (A₁, A₂). The invention is characterised in that the primary-side coil assembly (A₁) has four coils (SP₁, SP₂, SP₃, SP₄) which form the four adjacent coil regions (BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}) of the coil assembly (A₁), the phase position (φI_i) of the coil fluxes (SP₁, SP₂, SP₃, SP₄) in relation to one another flowing through the coils (I₁, I₂, I₃, I₄) determining the phase position (φB_i) of the magnetic flux density (B_i) which is established in the regions (BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}). With the use of a secondary-side coil assembly (A₂) comprising four adjacent coil regions (BE_{s1}, BE_{s2}, BE_{s3}, BE_{s4}), the phase position (φI_i) of the coil fluxes (I₁, I₂, I₃, I₄) is established such that in the four regions (BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}) of the primary-side coil assembly (A₁), the phase position (φB_i) of the respective magnetic flux densities (B_i) which are established is 0°, 90°, 180° and 270° in relation to one another.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/139605 A1



Die Erfindung betrifft eine primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von Energie zwischen einer primär- und einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_1 , A_2), dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige Spulenanordnung (A_1) vier Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) aufweist, die vier nebeneinander angeordnete Spulenbereiche (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) der Spulenanordnung (A_1) bilden, wobei die Phasenlage (φI_i) der durch die Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) fließenden Spulenströme (I_1 , I_2 , I_3 , I_4) zueinander die Phasenlage (φB_i) der sich in den Bereichen (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) einstellenden magnetischen Flussdichte (B_i) bestimmt, wobei bei einer Verwendung einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_2) mit vier nebeneinander angeordneten Spulenbereichen (BE_{S1} , BE_{S2} , BE_{S3} , BE_{S4}) die Phasenlage (φI_i) der Spulenströme (I_1 , I_2 , I_3 , I_4) derart eingestellt ist, dass in den vier Bereichen (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) der primärseitigen Spulenanordnung (A_1) die Phasenlage (φB_i) der sich einstellenden magnetischen Flussdichten (B_i) zueinander 0° , 90° , 180° und 270° Grad betragen.

Primärseitige Spulenanordnung zur induktiven Energieübertragung mit Quadrupolen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von Energie zwischen einer primär- und einer sekundärseitigen Spulenanordnung.

Primäre Spulenanordnungen für induktive Energieübertragungssysteme sind vielfältig bekannt. Es werden z.B. einfache zirkulare planare Spulen oder zwei planare rechteckförmige Spulen zur Energieübertragung auf der Primärseite verwendet.

Nachteilig bei den bekannten primärseitigen Spulenanordnungen ist, dass die Leistungsdichte oft nicht hoch genug ist oder aufgrund der gewählten Spulenanordnung diese nur mit einer bestimmten Spulenanordnung auf der Sekundärseite mit einem befriedigenden Wirkungsgrad zusammenwirkt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine primärseitige Spulenanordnung bereit zu stellen, welche eine möglichst hohe Leistungsdichte aufweist und zudem, sofern notwendig, kompatibel zu verschiedenen sekundärseitigen Spulenanordnungen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Spulenanordnung gemäß einer Spulenanordnung der Ansprüche 1,2 oder 3 gelöst. Die Erfindung basiert auf dem grundlegenden Gedanken, dass die mit den vier Spulenbereichen erzeugten magnetischen Flüsse in ihrer Phasenlage zueinander durch die Phasenlage der Spulenströme zueinander bestimmbar sind, so dass je nach Verwendung einer bestimmten oder mehrerer sekundärseitigen Spulenanordnungsarten eine maximale Leistungsdichte erzielbar ist. Die Erfindung umfasst jedoch

auch Ausführungsformen, bei denen die primärseitige Anordnung stets nur mit einer bestimmten sekundärseitigen Spulenanordnungsart betrieben wird, wobei dann eine automatische Anpassung an andere sekundärseitige Spulenanordnungsarten nicht mehr implementiert sein muss. In diesem Fall sind die Ströme dauerhaft so einzustellen bzw. einzuregeln, dass sich in den Spulenbereichen der primärseitigen Spulenanordnung die jeweils benötigten Phasenlagen des magnetischen Flusses zueinander einstellen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die primärseitige Anordnung die sekundärseitige Spulenanordnungsart erkennen und dann entsprechend die Phasenlage der Spulenströme einstellen bzw. einregeln kann. Dies kann durch eine Kommunikation zwischen den primär- und sekundärseitigen Anordnungen erfolgen. Es ist jedoch ebenso möglich, dass die primärseitige Anordnung aufgrund der Kopplung die Art der sekundärseitigen Spulenanordnung erkennt. So kann die primärseitige Steuerungsvorrichtung die Phasenlage der magnetischen Flüsse in den Spulenbereichen der primärseitigen Spulenanordnung zwischen verschiedenen Modi ändern und die Kopplung für jeden Modi bestimmen, wobei die beste Kopplung den für die Energieübertragung zu wählenden Modus bestimmt.

Im einfachsten Fall sind die erfindungsgemäßen vier Spulenbereiche jeweils von einzelnen sich möglichst nicht überlappenden planaren Spulen gebildet. Eine wesentlich höhere Leistungsdichte ist jedoch erzielbar, wenn sich überlappende primärseitige Spulen verwendet werden, die die vier Spulenbereiche bilden, wobei jeweils zwei Spulen einen Spulenbereich zumindest an drei Seiten umfassen. So können die vier Spulenbereiche vorteilhaft aus vier rechteckigen Spulen gebildet werden, wobei jeweils zwei rechteckige Spulen mit ihren längeren Seiten nebeneinander angeordnet sind und zusammen jeweils ein Spulenpaar bilden. Die beiden Spulenpaare sind um 90° zueinander verdreht übereinander angeordnet. Durch diese vorteilhafte Anordnung ergibt sich eine mechanische und elektrische Entkopplung der Spulen, wodurch magnetisch entkoppelte Kreise und eine höhere Leistungsdichte durch bessere Ausnutzung der Ferrite erreicht werden.

Das 2-phasige räumlich und zeitlich zueinander um 90° versetzte Spulensystem erzeugt eine räumlich rotierende 2-polige Feldverteilung.

Die Spulenbereiche können auch als magnetische Pole bezeichnet werden, da sie sich dadurch auszeichnen, dass innerhalb eines Spulenbereiches der magnetische Fluss überall die gleiche Phasenlage aufweist.

Sofern eine Sekundärspulenordnung bestehend aus einer einzelnen zirkularen Sekundärspule verwendet wird, deren äußere Kontur der Form und Größe der primärseitigen Spulenordnung mit vier Spulenbereichen entsprechen kann, so müssen in den vier Spulenbereichen die magnetischen Flüsse von ihrer Phasenlage her identisch sein. Diese Betriebsart kann auch als erster Modus bezeichnet werden.

Sofern eine Sekundärspulenordnung bestehend aus zwei einzelnen rechteckförmigen und nebeneinander angeordneten Sekundärspulen verwendet wird, deren äußere Gesamtkontur von der Form und Größe der primärseitigen Spulenordnung mit vier Spulenbereichen entspricht, so müssen die jeweils einer sekundärseitigen Spule zugeordneten Spulenbereiche der Primärspulenordnung jeweils phasengleiche magnetische Flüsse erzeugen. Die Phasenlage der magnetischen Flüsse der primärseitigen Spulenbereiche, welche unterschiedlichen sekundärseitigen Spulen zugeordnet sind beträgt 180° zueinander. Diese Betriebsart kann auch als zweiter Modus bezeichnet werden.

Wird dagegen eine sekundärseitige Spulenordnung verwendet, die ebenfalls wie die primärseitige Spulenordnung vier Spulenbereiche aufweist, so sollten die vier primärseitigen Spulenbereiche magnetische Flüsse erzeugen, deren Phasenlagen 0° , 90° , 180° und 270° entsprechen. Diese Betriebsart kann auch als dritter Modus bezeichnet werden.

Die Spulen der Spulenordnungen bilden jeweils zusammen mit Kapazitäten Parallel- oder Reihenschwingkreise. Bei der Verwendung von Reihenschwingkreisen können die Spulen eines Spulenpaares vorteilhaft in Reihe geschaltet werden.

Die erfindungsgemäße primärseitige Spulenordnung kann aus einzelnen Spulen, vorteilhaft vier planaren sich überlappenden Wicklungen gebildet sein, die parallel zu einem Ferrit angeordnet sind und mit diesem zusammen die Spulen und Spulenbereiche bilden. Die Spulenbereiche können quadratisch,

rechteckig, teilkreisförmig (Tortenstücke) oder dreieckig ausgebildet sein, wobei jeder Spulenbereich in einem Quadranten eines rechtwinkligen Koordinatensystems angeordnet ist. Letztendlich kann die Form jedes Spulenbereiches innerhalb eines Quadranten beliebig ausgebildet sein. Die primärseitige Spulenordnung kann folglich eine rechteckige, insbesondere quadratische, runde, insbesondere kreisförmige, oder elliptische Außenkontur aufweisen. Gleiches gilt für die sekundärseitige Spulenordnung.

Die planaren Wicklungen sind entsprechend der Form der geforderten Spulenbereiche auszubilden, in der Form, dass sie zwei Spulenbereiche umschließen bzw. umranden. Dabei kann eine Spule zwei in benachbarten oder diagonal gegenüberliegenden Quadranten angeordnete Spulenbereiche umschließen, wobei die sich jeweils überlappenden Spulen um orthogonal zueinander angeordnet sind.

Es ist ferner möglich, dass mindestens eine weitere Spule parallel zu zuvor beschriebene Spulenordnung mit vier Spulenbereichen angeordnet ist, welche ein eigenes magnetisch entkoppeltes Magnetfeld erzeugen kann. Hierdurch kann eine verbesserte Kopplung bei einem horizontalen Versatz zwischen der primärseitigen und sekundärseitigen Spulenordnung erreicht werden.

Wie bei allen induktiven Energieübertragungssystemen bilden die Spulen der Spulenordnung zusammen mit jeweils mindestens einem Kondensator Schwingkreise. Die primärseitigen Schwingkreise werden dabei von mindestens einem gesteuerten Wechselrichter gespeist.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Spulen eines zuvor beschriebenen Spulenpaares jeweils in Reihe geschaltet sind, wobei eine Mittenabgriffs-Impedanz mit ihrem einen Pol mit dem Verbindungspunkt der beiden in Reihe geschalteten Spulen eines Spulenpaares und mit seinem anderen Pol mit dem Mittelpunkt/Mittelabgriff, Plus- oder Minus-Pol des Zwischenkreis des Wechselrichters elektrisch verbunden ist.

Es wird ebenso ein induktives Energieübertragungssystem mit einer erfindungsgemäßen primären Spulenordnung beansprucht. Die Sekundäre Spu-

lenanordnung kann dabei wie vorbeschrieben ausgestaltet sein. Es ist gleichsam möglich, dass die sekundäre Spulenanordnung identisch zur primären Spulenanordnung ausgebildet ist, wobei dann lediglich eine Gleichrichterschaltung nachgeschaltet sein muss.

Nachfolgend wird anhand von Zeichnungen die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1: Eine erfindungsgemäße Spulenanordnung mit vier in einer Ebene liegenden Spulenbereichen;
- Fig. 2: primäre Spulenanordnung mit vier Spulenbereichen in Zusammenspiel mit einer sekundären kreisförmigen Spulenanordnung;
- Fig. 3: primäre Spulenanordnung bestehend aus vier rechteckförmigen Spulen;
- Fig. 4 und 5: primäre Spulenanordnung mit vier Spulenbereichen in Zusammenspiel mit einer sekundären Spulenanordnung bestehend aus zwei rechteckförmigen Spulen;
- Fig. 6: primäre Spulenanordnung bestehend aus vier halbkreisförmigen und sich überlappenden Spulen;
- Fig. 7: primäre Spulenanordnung bestehend aus vier dreiecksförmigen und sich überlappenden Spulen;
- Fig. 8: Sonderform einer primären Spulenanordnung bestehend aus zwei Achten bildenden Spulen, die orthogonal zueinander angeordnet sind und vier Spulenbereiche bilden;
- Fig. 9: induktive Energieübertragungsvorrichtung mit einer primärseitigen und einer sekundärseitigen Spulenanordnung;
- Fig. 10: eine mögliche Ausführungsform der primären Spulenanordnung als Solenoid;

- Fig. 11: eine primäre Spulenanordnung gemäß Figur 9 mit einer sekundären Solenoid-Spulenanordnung;
- Fig. 12: Schaltung für die Primärseite eines induktiven Energieübertragungssystems;
- Fig. 13: Schaltung für die Sekundärseite eines induktiven Energieübertragungssystems.

Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Spulenanordnung A_1 mit vier in einer Ebene liegenden Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} und BE_{P4} . Die Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} sind zum besseren Verständnis der Erfindung in den Quadranten I bis IV angeordnet. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die einzelnen Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} zueinander unterschiedliche Formen und Größen aufweisen. Die Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} werden durch Spulen aufgespannt, die in Figur 1 nicht dargestellt sind, da die Spulenformen und Anzahl der Spulen unterschiedlich ausgestaltet sein können.

Je nach Art der verwendeten sekundärseitigen Spulenanordnung A_2 , kann die Phasenlage der magnetischen Flüsse in den einzelnen Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} eingestellt werden. Sofern stets nur eine sekundärseitige Spulenanordnungsart eingesetzt bzw. verwendet wird, können die Phasenlagen in den einzelnen Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} der primärseitigen Spulenanordnung A_1 fest vorgegeben werden. Sobald eine Interoperabilität gefordert ist, d.h. verschieden ausgebildete sekundärseitige Spulenanordnungen A_2 mittels der primärseitigen Spulenanordnung A_1 Energie zugeführt werden soll, müssen die Phasenlagen der magnetischen Flüsse in den primärseitigen Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} zueinander änderbar sein.

Die Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße primäre Spulenanordnung A_1 mit vier Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} in Zusammenspiel mit einer sekundären Spulenanordnung A_2 mit einer zirkularen Spule SP_{S1} . Die Spulenanordnungen A_1 und A_2 weisen bevorzugt gleiche äußere Konturen auf. Es ist jedoch möglich, dass sich die Form und Größe der Spulenanordnungen A_1 und A_2 voneinander unterscheiden. Um mit maximalem Wirkungsgrad Energie von der Spu-

lenanordnung A_1 zur sekundärseitigen Spulenordnung A_2 übertragen zu können, müssen, wie rechts in Figur 2 dargestellt, in den einzelnen Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} die Phasenlagen φB_i der magnetischen Flussdichten B_1 bis B_4 gleich sein, d.h. die Phasendifferenz beträgt zwischen allen Spulenbereichen 0° .

Die Figur 3 zeigt eine primäre Spulenordnung A_1 bestehend aus vier rechteckförmigen Spulen SP_1 bis SP_4 . Die Spulen SP_1 und SP_2 bilden ein erstes Spulenpaar SP_{P1} und die Spulen SP_3 und SP_4 bilden ein zweites Spulenpaar SP_{P2} . Die Phasenlage φI_1 des durch die Spule SP_1 fließenden Stroms I_1 ist derart gewählt, dass sich ein magnetischer Fluss B_{SP1} mit einer Phasenlage φB_{SP1} von 0° in der von der Spule SP_1 umspannten Gesamtfläche einstellt. Die Phasenlage φI_2 des durch die Spule SP_2 fließenden Stroms I_2 ist derart gewählt, dass sich ein magnetischer Fluss B_{SP2} mit einer Phasenlage φB_{SP2} von 180° in der von der Spule SP_2 umspannten Gesamtfläche einstellt. Die Phasenlage φI_3 des durch die Spule SP_3 fließenden Stroms I_3 ist derart gewählt, dass sich ein magnetischer Fluss B_{SP3} mit einer Phasenlage φB_{SP3} von 90° in der von der Spule SP_3 umspannten Gesamtfläche einstellt. Die Phasenlage φI_4 des durch die Spule SP_4 fließenden Stroms I_4 ist derart gewählt, dass sich ein magnetischer Fluss B_{SP4} mit einer Phasenlage φB_{SP4} von 270° in der von der Spule SP_4 umspannten Gesamtfläche einstellt.

Dadurch, dass die Spulenpaare SP_{P1} und SP_{P2} sind um 90° zueinander verdreht und übereinander angeordnet, sind ergeben sich in den Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4} die resultierende Phasenlagen φB_{1-4} von 315° , 45° , 135° und 225° für die resultierenden magnetischen Flussdichten B_{1-4} .

Eine ebenfalls vier Spulenbereiche BE_{S1-4} aufweisende sekundärseitige Spulenordnung A_2 , die rechts in Figur 2 dargestellt ist, kann der zuvor primärseitigen Spulenordnung A_1 gemäß der Figur 3 zusammenwirken, wobei die sekundäre Spulenordnung identisch zur primären Spulenordnung A_1 aufgebaut sein kann. Bei Belastung und nicht optimaler horizontaler Positionierung der beiden Spulenordnungen A_1 und A_2 zueinander können die sich Phasenlagen Spulenströme in den Spulen der sekundärseitigen Spulenordnung A_2 gegenüber den in der Figur angegebenen Werten verschieben.

Die Figuren 4 und 5 zeigen primäre Spulenordnung A_1 , welche identisch zu der in Figur 3 dargestellten primären Spulenordnung A_1 aufgebaut sein kann in Zusammenspiel mit einer sekundären Spulenordnung A_2 bestehend aus zwei rechteckförmigen Spulen SS_1 und SS_2 , welche im Gegentakt betrieben werden. Die Spulen SS_1 und SS_2 sind so geformt, dass sie die Größe und Form zweier nebeneinander angeordneter primärseitiger Spulenbereiche BE_{p1} , BE_{p2} und BE_{p3} , BE_{p4} räumlich überlagern. Damit eine optimale Energieübertragung erfolgen kann, müssen die magnetischen Flüsse B_i in den primären Spulenbereichen BE_{p1} , BE_{p2} , BE_{p3} , BE_{p4} , welche jeweils mit einer sekundärseitigen Spule SS_1 , SS_2 korrespondieren die gleiche Phasenlage ϕ_B aufweisen.

Bei der in Figur 4 gezeigten relativen Ausrichtung der sekundären Spulenordnung A_2 zur primärseitigen Spulenordnung A_1 korrespondieren die Spulenbereiche BE_{p1} und BE_{p2} mit der Spule SS_1 und die Spulenbereiche BE_{p3} und BE_{p4} mit der Spule SS_2 . Aufgrund des Gegentaktbetriebes der sekundärseitigen Spulen SS_1 und SS_2 , sind die Phasenlagen der Spulenbereiche BE_{p1} und BE_{p2} gegenüber den Bereichen BE_{p3} und BE_{p4} um 180° verschoben zu wählen und die Phasenlagen $\phi_{I_{1-4}}$ Spulenströme I_{1-4} entsprechend einzustellen bzw. einzuregeln.

Bei der in Figur 5 gezeigten relativen Ausrichtung der sekundären Spulenordnung A_2 zur primärseitigen Spulenordnung A_1 korrespondieren die Spulenbereiche BE_{p1} und BE_{p4} mit der Spule SS_1 und die Spulenbereiche BE_{p2} und BE_{p3} mit der Spule SS_2 . Aufgrund des Gegentaktbetriebes der sekundärseitigen Spulen SS_1 und SS_2 , sind die Phasenlagen der Spulenbereiche BE_{p1} und BE_{p4} gegenüber den Bereichen BE_{p2} und BE_{p3} um 180° verschoben zu wählen und die Phasenlagen $\phi_{I_{1-4}}$ Spulenströme I_{1-4} entsprechend einzustellen bzw. einzuregeln.

Die Figur 6 zeigt eine primäre Spulenordnung A_1 bestehend aus vier sich überlappenden Spulen SP_{1-4} . Diese bilden übereinander angeordnet die Spulenbereiche BE_{p1-4} . Der einzige Unterschied zum Aufbau gegenüber der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform besteht darin, dass die Spulen SP_{1-4} nicht rechteckig, sondern halbkreisförmig ausgebildet sind.

Die Figur 7 zeigt eine primäre Spulenordnung A_1 bestehend aus vier sich überlappenden Spulen SP_{1-4} . Diese bilden übereinander angeordnet die Spulenbereiche BE_{P1-4} . Der einzige Unterschied zum Aufbau gegenüber der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform besteht darin, dass die Spulen SP_{1-4} nicht rechteckig, sondern dreieckig ausgebildet sind. Das Koordinatensystem mit seinen Quadranten I bis IV ist im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Ausführungsformen um 45° gekippt, wie es rechts in Figur 7 gestrichelt dargestellt ist.

Die Figur 8 zeigt eine Sonderform einer primären Spulenordnung A_1 bestehend aus zwei achtförmigen Spulen SP_1 und SP_2 , die jeweils zwei rechteckförmige Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} und BE_{P3} , BE_{P4} bilden die orthogonal zueinander angeordnet sind und somit vier aneinandergrenzende Spulenbereiche bilden. Durch die Art der Wicklung der Spulen SP_1 und SP_2 sind die Phasenlagen φ_B der von einer Spule gebildeten Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P3} und BE_{P2} , BE_{P4} jeweils zueinander um 180° phasenverschoben. Durch eine Phasenverschiebung φ_I der Spulenströme I_1 und I_2 zueinander um 90° wird erreicht, dass sich in den vier Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} und BE_{P4} Phasenlagen φ_B von 45° , 135° , 225° und 315° für die magnetischen Flussdichten B_{1-4} einstellen.

Die Figur 9 zeigt eine induktive Energieübertragungsvorrichtung mit einer primärseitigen und einer sekundärseitigen Spulenordnung A_1 , A_2 . Die planaren Wicklungen bilden die Spulen der Spulenordnungen A_1 , A_2 zusammen mit den Ferritplatten F_1 , F_2 . Die primärseitigen Spulen SP_{1-4} sind rechteckförmig ausgebildet und entsprechend der in Figur 3 dargestellten und beschriebenen Ausführungsform zueinander angeordnet, so dass sie zusammen die Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} und BE_{P4} bilden. Die Spulenanschlüsse AN_2 der sekundärseitigen Spulenordnung sind durch eine Aussparung in der Mitte der Ferritplatte F_2 hindurch nach oben herausgeführt.

Die Figur 10 zeigt eine mögliche Ausführungsform der primären Spulenordnung A_1 als Solenoid. Die Spulenordnung A_1 weist eine Ferritplatte FE auf, die schmale Stirnseiten F_{a-d} , sowie eine flache Oberseite F_o und eine flache Unterseite F_u hat. Um die Ferritplatte FE sind Wicklungen W_1 , W_2 herum gewickelt, die orthogonal zueinander angeordnet sind und sich auf der Oberseite F_o in der Mitte K der Ferritplatte FE kreuzen. Die Wicklungen W_1 , W_2 bilden die

Spulen $SP_{1,2}$. Die Wicklungen W_1 und W_2 spannen mit ihren Schenkeln WS_{11} , WS_{12} , WS_{21} , WS_{22} die Spulenbereiche BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} und BE_{P4} auf. Durch entsprechende Phasenlagen der Ströme in den Wicklungen W_1 , W_2 bzw. $SP_{1,2}$, können die Phasenlagen φ_B für die magnetischen Flussdichten B_{1-4} in den Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} und BE_{P4} wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen eingestellt werden.

Die Figur 11 zeigt eine primäre Spulenordnung gemäß Figur 9 mit einer sekundären Solenoid-Spulenordnung A_2 . Die sekundären Solenoid-Spulenordnung A_2 weist aufgrund der orthogonal zueinander angeordneten Spulen SS_1 und SS_2 vier Spulenbereiche BE_{S1} , BE_{S2} , BE_{S3} und BE_{S4} auf, die mit den primärseitigen Spulenbereichen BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} und BE_{P4} zusammenwirken.

Die Figur 12 zeigt den Aufbau der primärseitigen Anordnung A_1 , welche durch zwei gesteuerte Brückenwechselrichter 1 gespeist wird. Die Spulen SP_1 und SP_2 sind in Reihe zu Schwingkreiskondensatoren C_{P1} und C_{P2} geschaltet und bilden zusammen mit diesen die Resonanzkreise RES_p . Mittels der Schalter T1-4 werden die Spulenströme I_1 und I_2 eingestellt. Ebenso sind die Spulen SP_3 und SP_4 in Reihe zu Schwingkreiskondensatoren C_{P3} und C_{P4} geschaltet und bilden zusammen mit diesen weitere Resonanzkreise RES_p . Mittels der Schalter T1-4 werden die Spulenströme I_3 und I_4 eingestellt.

Eine Mittenimpedanz L_{PM} ist jeweils mit ihrem einen Pol mit dem Verbindungspunkt V_p und mit ihrem anderen Pol mit dem Mittenabgriff MTP des kapazitiven Spannungsteilers C_{GL1} , C_{GL2} verbunden.

Die Figur 13 zeigt einen Aufbau der sekundärseitigen Anordnung A_2 . Die Spulen SS_1 und SS_2 sind in Reihe zu Schwingkreiskondensatoren C_{S1} und C_{S2} geschaltet und bilden zusammen mit diesen die Resonanzkreise RES_s . Die beiden Schwingkreise sind zueinander in Reihe geschaltet und sind an den Wechselspannungsanschluss des ersten Brückengleichrichters 2 angeschlossen. Die ausgangsseitigen Glättungskondensatoren C_{GL1} , C_{GL2} bilden einen kapazitiven Spannungsteiler. Ebenso sind die Spulen SS_3 und SS_4 in Reihe zu Schwingkreiskondensatoren C_{S3} und C_{S4} geschaltet und bilden zusammen mit diesen weitere Schwingkreise RES_s . Die beiden Schwingkreise RES_s sind ebenfalls zu-

einander in Reihe geschaltet und sind an den Wechselspannungsanschluss des zweiten Brückengleichrichters 2 angeschlossen. Die ausgangsseitigen Glättungskondensatoren C_{GL1} , C_{GL2} bilden ebenfalls einen kapazitiven Spannungsteiler. Mittels der zusätzlichen Impedanzen L_{SM} erfolgt ein automatischer Abgleich der Resonanzfrequenzen der Schwingkreise RES_S an die Frequenz der Systemfrequenz, sofern es aufgrund eines horizontalen Versatzes der Spulenordnungen A_1 , A_2 aus der optimalen Position heraus zu einer Änderung der Gesamtimpedanz der sekundärseitigen Schwingkreise kommt. Die zusätzlichen Impedanzen sind dabei mit ihrem ersten Pol mit dem Verbindungspunkt der Spulen SS_1 und SS_2 bzw. SS_3 und SS_4 und mit ihrem anderen Pol mit dem Mittenabgriff des kapazitiven Spannungsteilers C_{GL1} , C_{GL2} verbunden.

Es versteht sich von selbst, dass die sekundäre Spulenordnung A_2 entsprechend der vorbeschriebenen Ausführungsformen für die primäre Spulenordnung ausgebildet sein kann, wobei ihr dann eine Gleichrichterschaltung z.B. gem. Figur 13 nachgeschaltet sein kann.

Patentansprüche

1. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von Energie zwischen einer primär- und einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_1, A_2), dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige Spulenanordnung (A_1) Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) aufweist, die vier nebeneinander angeordnete Spulenbereiche ($BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}$) der Spulenanordnung (A_1) bilden, wobei die Phasenlage (φI_i) der durch die Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) fließenden Spulenströme (I_1, I_2, I_3, I_4) zueinander die Phasenlage (φB_i) der sich in den Bereichen ($BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}$) einstellenden magnetischen Flussdichte (B_i) bestimmt, wobei bei einer Verwendung einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_2) mit vier nebeneinander angeordneten Spulenbereichen ($BE_{s1}, BE_{s2}, BE_{s3}, BE_{s4}$) die Phasenlage (φI_i) der Spulenströme (I_1, I_2, I_3, I_4) derart eingestellt ist, dass in den vier Bereichen ($BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}$) der primärseitigen Spulenanordnung (A_1) die Phasenlage (φB_i) der sich einstellenden magnetischen Flussdichten (B_i) zueinander $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ und 270° Grad betragen.
2. Primärseitige Spulenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenlage (φI_i) der Spulenströme (I_1, I_2, I_3, I_4) der primärseitigen Spulenanordnung (A_1) bei Verwendung von vier Spulen zueinander $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ und 270° betragen und bei Verwendung von zwei diagonal verlegten Spulen zueinander 180° betragen.
3. Primärseitige Spulenanordnung nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 oder nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige Spulenanordnung (A_1) Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) aufweist, die vier nebeneinander angeordnete Spulenbereiche ($BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}$) der Spulenanordnung (A_1) bilden, wobei die Phasenlage (φI_i) der durch die Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) fließenden Spulenströme (I_1, I_2, I_3, I_4) zueinander die Phasenlage (φB_i) der sich in den Bereichen ($BE_{p1}, BE_{p2}, BE_{p3}, BE_{p4}$) einstellenden magnetischen Flussdichte (B_i) bestimmt, wobei bei Verwendung einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_2) mit zwei ne-

beneinander angeordneten planaren Spulenbereichen (BE_{S1} , BE_{S2}) jedem sekundärseitigen Spulenbereich (BE_{S1} , BE_{S2}) jeweils zwei primärseitige Spulenbereiche (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) zugeordnet sind, und die Phasenlagen (φ_{B_i}) der sich einstellenden magnetischen Flussdichten (B_i) in den jeweils einem sekundärseitigen Spulenbereich (BE_{S1} , BE_{S2}) zugeordneten primärseitigen Spulenbereichen (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) zueinander 0° betragen, und dass die Phasenlagen (φ_{B_i}) der sich einstellenden magnetischen Flussdichten (B_i) in den jeweils unterschiedlichen sekundärseitigen Spulenbereichen (BE_{S1} , BE_{S2}) zugeordneten primärseitigen Spulenbereichen (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) zueinander 180° betragen.

4. Primärseitige Spulenordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenlage (φ_{I_i}) der Spulenströme (I_1 , I_2 , I_3 , I_4) zwischen jeweils zwei Spulenpaaren (SP_{P1} , SP_{P2}) gleich 180° und die Phasenlage (φ_{I_i}) der Spulenströme (I_1 , I_2 , I_3 , I_4) zwischen den Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) eines jeden Spulenpaares (SP_{P1} , SP_{P2}) jeweils 0° beträgt.
5. Primärseitige Spulenordnung nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 oder nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige Spulenordnung (A_1) Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) aufweist, die vier nebeneinander angeordnete Spulenbereiche (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) der Spulenordnung (A_1) bilden, wobei die Phasenlage (φ_{I_i}) der durch die Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) fließenden Spulenströme (I_1 , I_2 , I_3 , I_4) zueinander die Phasenlage (φ_{B_i}) der sich in den Bereichen (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) einstellenden magnetischen Flussdichte (B_i) bestimmt, wobei die Phasenlage (φ_{B_i}) der sich in den Bereichen (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) einstellenden magnetischen Flussdichte (B_i) zueinander 0° (Null Grad) beträgt.
6. Primärseitige Spulenordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenlage (φ_{I_i}) der Spulenströme (I_1 , I_2 , I_3 , I_4) der primärseitigen Spulenordnung (A_1) bei Verwendung einer sekundärseitigen zirkularen Spulenordnung (A_2) mit einem Spulenbereich (BE_{S1}) zueinander 0° (Null Grad) beträgt.
7. Primärseitige Spulenordnung für ein induktives Energieübertragungs-

system nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinrichtung (CPU) die Art der sekundärseitigen Spulenanordnung (A_2) erkennt und anhand der Art der sekundärseitigen Spulenanordnung (A_2) die Phasenlage (φI_i) der Spulenströme (I_1, I_2, I_3, I_4) zueinander einstellt.

8. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Spulenanordnung aus vier Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) gebildet ist, wobei jeweils eine Spule (SP_i) jeweils mit mindestens zwei anderen Spulen (SP_j) überlappt und mit diesen zwei, insbesondere räumlich nebeneinander angeordnete, Spulenbereiche (BE_i, BE_j) bildet.
9. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der vier Spulenbereiche (BE_1, BE_2, BE_3, BE_4) in einem Quadranten (I, II, III, IV) angeordnet ist, wobei die Spulenbereiche (BE_1, BE_2, BE_3, BE_4) insbesondere eine quadratische, rechteckige, dreieckige oder teilkreisförmige Außenkontur aufweisen.
10. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Spule nur einen oder zwei Spulenbereiche (BE_i, BE_j) überdeckt oder umschließt.
11. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Spule zwei nebeneinander liegende Spulenbereiche (BE_i, BE_j) oder zwei diagonal zueinander angeordnete Spulenbereiche (BE_i, BE_j) überdeckt.
12. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) rechteckförmig ausgebildet sind, wobei jeweils zwei Spulen ($SP_1, SP_2; SP_3, SP_4$) ein Spulenpaar (SP_{P1}, SP_{P2}) bilden, wobei die Spulenpaare um 90° zueinander verdreht

und übereinander angeordnet sind.

13. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Verwendung einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_2) mit vier nebeneinander angeordneten Spulenbereiche (BE_{S1} , BE_{S2} , BE_{S3} , BE_{S4}) die Phasenlage (φ_{I_1} , φ_{I_2}) der Spulenströme (I_1 , I_2) der Spulen (SP_1 , SP_2) des ersten Spulenpaares (SP_{P1}) 0° und 180° und die Phasenlage (φ_{I_3} , φ_{I_4}) der Spulenströme (I_3 , I_4) der Spulen (SP_3 , SP_4) des zweiten Spulenpaares (SP_{P2}) 90° und 270° beträgt
14. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulenanordnungen (A_1 , A_2) eine rechteckige, insbesondere quadratische, runde, insbesondere kreisförmige, oder elliptische Außenkontur aufweisen.
15. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulenanordnung (A_1) zusätzlich zu den vier Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) mindestens eine weitere Spule (SP_{zu}) aufweist, die mit mindestens einem, insbesondere allen, vier nebeneinander angeordnete Spulenbereiche (BE_{P1} , BE_{P2} , BE_{P3} , BE_{P4}) überlappend angeordnet ist.
16. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) mit mindestens einem Kondensator (C_{Pi}) einen Schwingkreis bildet, und dass die einzelnen Schwingkreise von mindestens einem gesteuerten Wechselrichter gespeist sind.
17. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (SP_1 , SP_2 , SP_3 , SP_4) eines Spulenpaares (SP_{P1} , SP_{P2}) jeweils in Reihe geschaltet sind, wobei eine Mittenabgriffs-Impedanz (L_{PM}) mit ihrem einen Pol mit dem Verbindungspunkt (V) der beiden in Reihe geschalteten Spu-

len (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) und mit seinem anderen Pol mit dem Mittelpunkt/Mittelabgriff, Plus- oder Minus-Pol des Zwischenkreis des Wechselrichters elektrisch verbunden ist.

18. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) planare Spulen sind.
19. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Spulenpaare (SP_{P1}, SP_{P2}) bildenden Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) durch jeweils eine einzige Wicklung, insbesondere mit Mittenabgriff, gebildet sind.
20. Primärseitige Spulenanordnung für ein induktives Energieübertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (SP_1, SP_2, SP_P, SP_4) um eine Ferritplatte (FE) herum angeordnet, insbesondere gewickelt sind, wobei die Spulen (SP_1, SP_2, SP_3, SP_4) zumindest auf einer flachen Seite (F_0) der Ferritplatte (FE) orthogonal zueinander angeordnet sind und/oder sich zumindest auf der flachen Seite (F_0) der Ferritplatte (FE), insbesondere in deren Mitte, kreuzen.
21. Primärseitige Spulenanordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die primärseitige Spulenanordnung (A_1) eine Solenoid-Anordnung ist, wobei die Spulen (SP_1, SP_2) durch die Wicklungen (W_1, W_2) gebildet sind, welche an den flachen Seiten (F_0, F_U) sowie an den schmalen Stirnseiten (F_a, F_b, F_c, F_d) der Ferritplatte (FE) anliegen.
22. Primärseitige Spulenanordnung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (W_1, W_2) mittels Wechselrichter gespeist werden.
23. Primärseitige Spulenanordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungsschenkel ($WS_{11}, WS_{12}, WS_{21}, WS_{22}$) miteinander vom Kreuzungspunkt (K) die Ferritplatte (FE) in Bereiche aufteilen, welche die Spulenbereiche ($BE_{P1}, BE_{P2}, BE_{P3}, BE_{P4}$) bilden.

24. Induktives Energieübertragungssystem zur Übertragung von Energie zwischen einer primär- und einer sekundärseitigen Spulenanordnung (A_1 , A_2) mit einer primärseitigen Spulenanordnung (A_1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
25. Induktives Energieübertragungssystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die sekundäre Spulenanordnung (A_2) durch eine zirkulare Spulenanordnung, einer Spulenanordnung mit zwei planaren nebeneinander angeordneten Spulen oder entsprechend zu einer primärseitigen Spulenanordnung gemäß einer der Ansprüche 1 bis 23 gebildet ist.

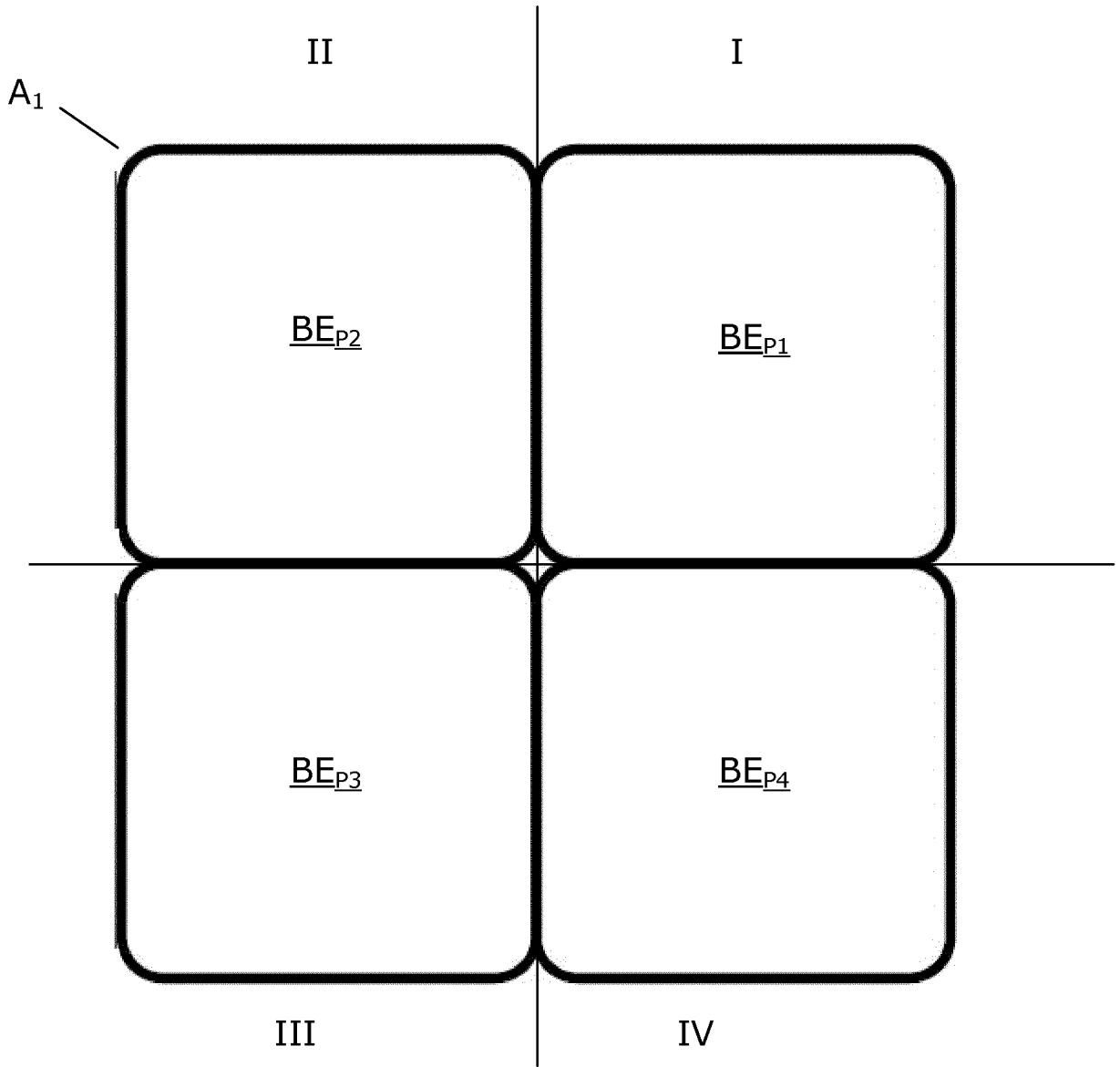


Fig. 1

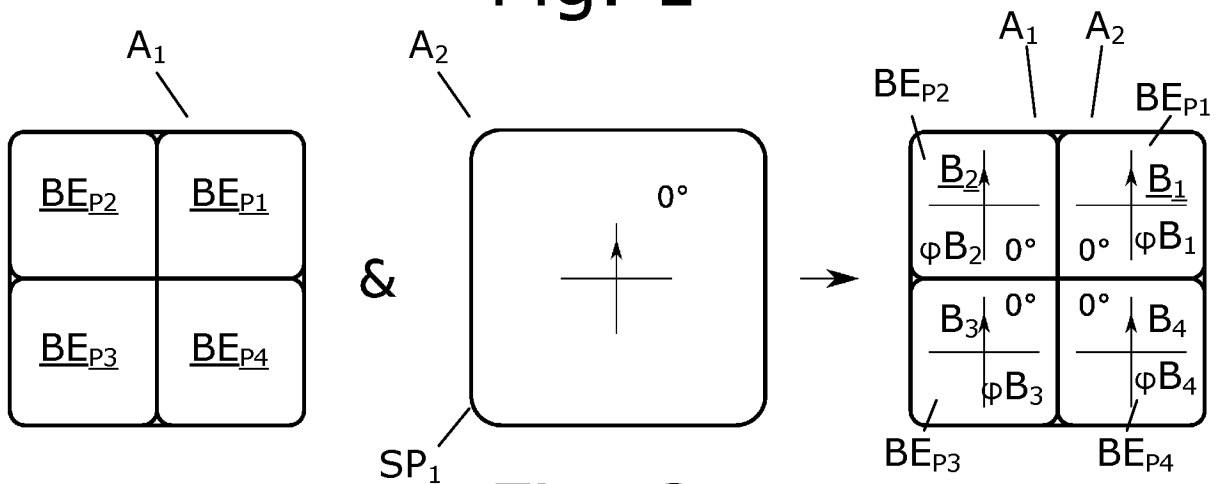


Fig. 2

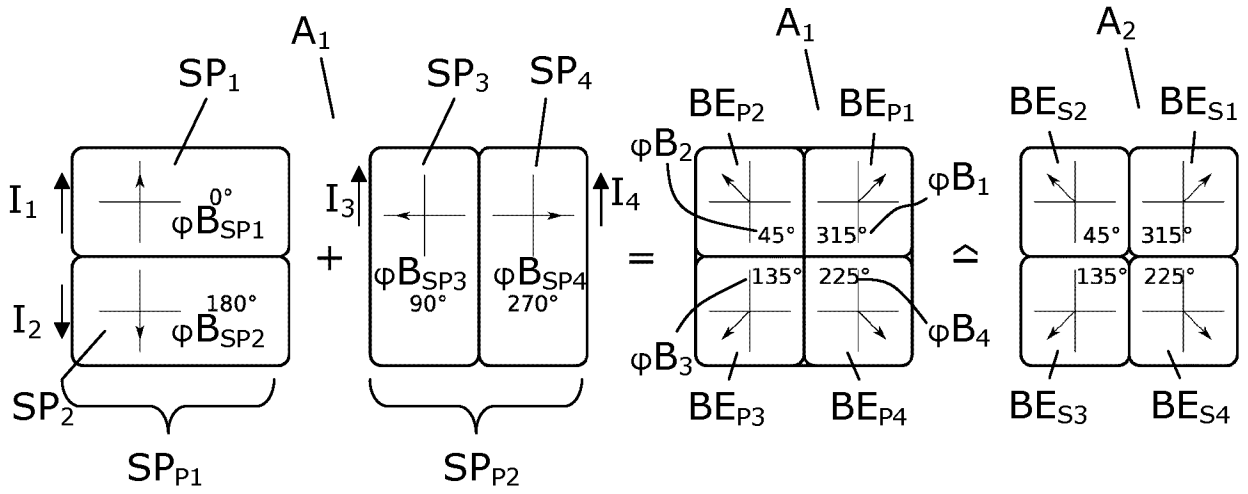


Fig. 3

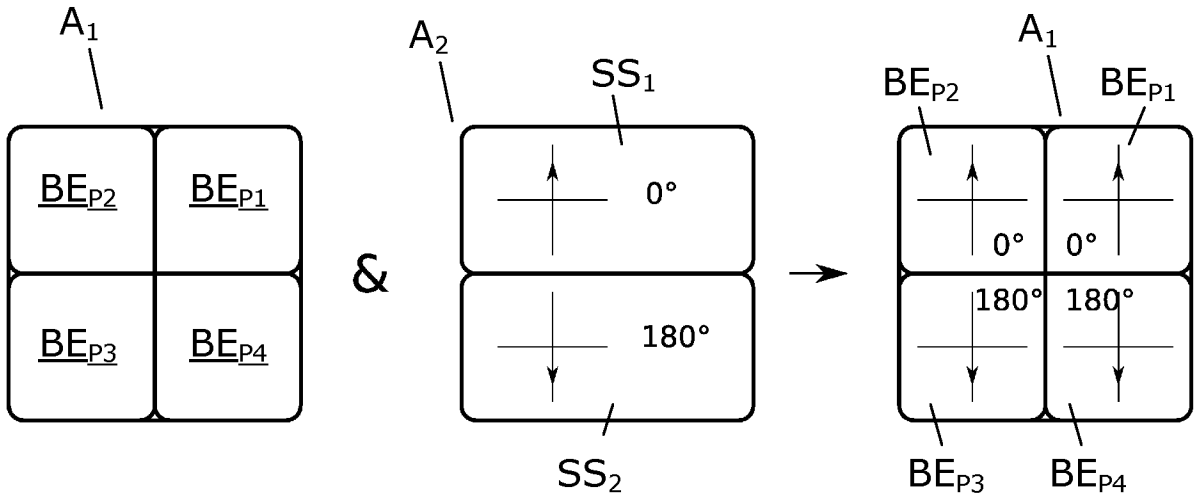


Fig. 4

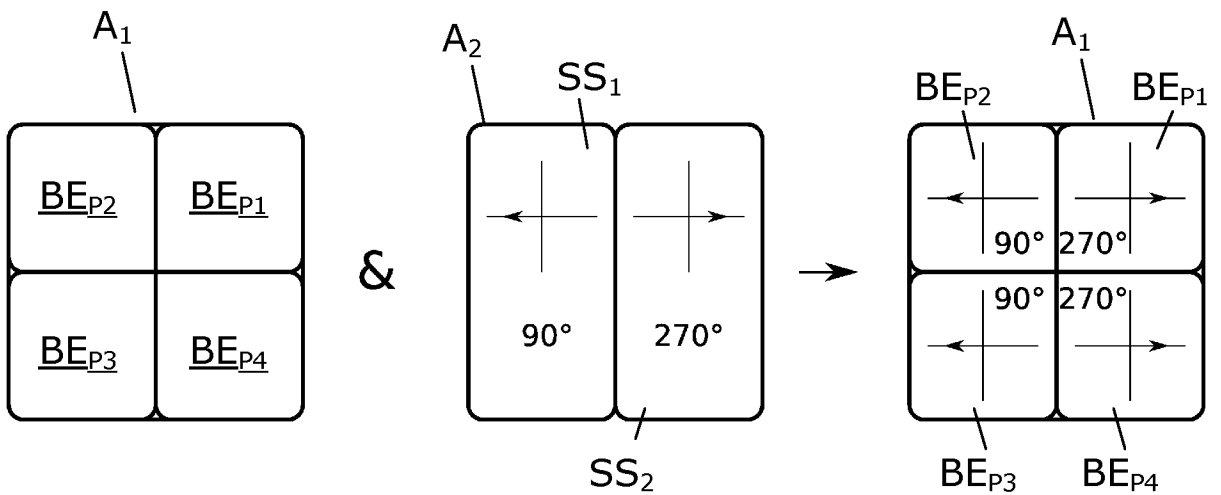


Fig. 5

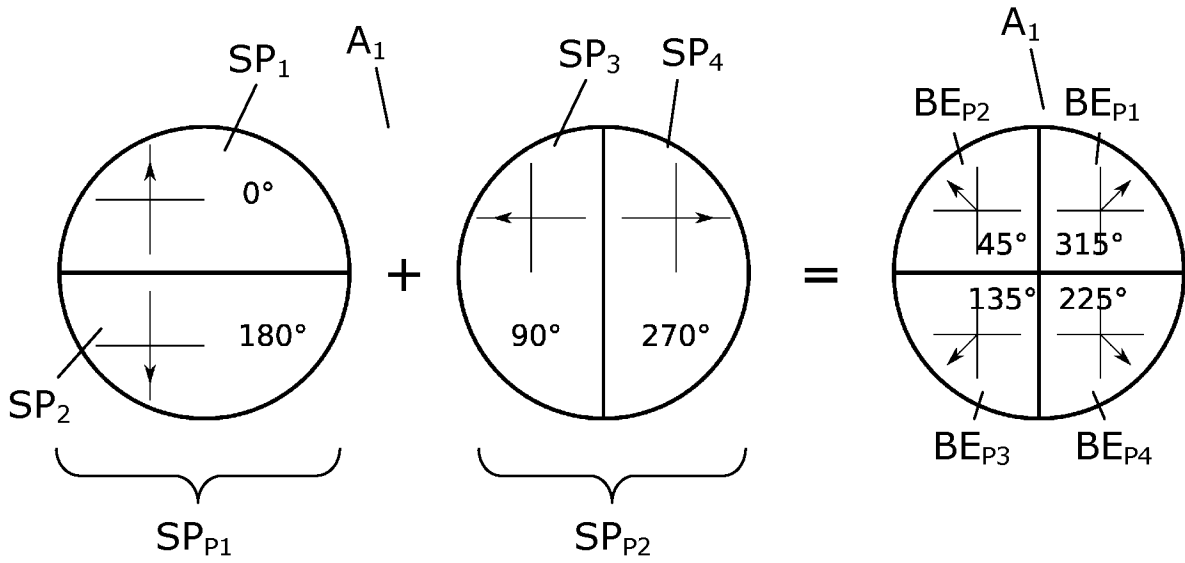


Fig. 6

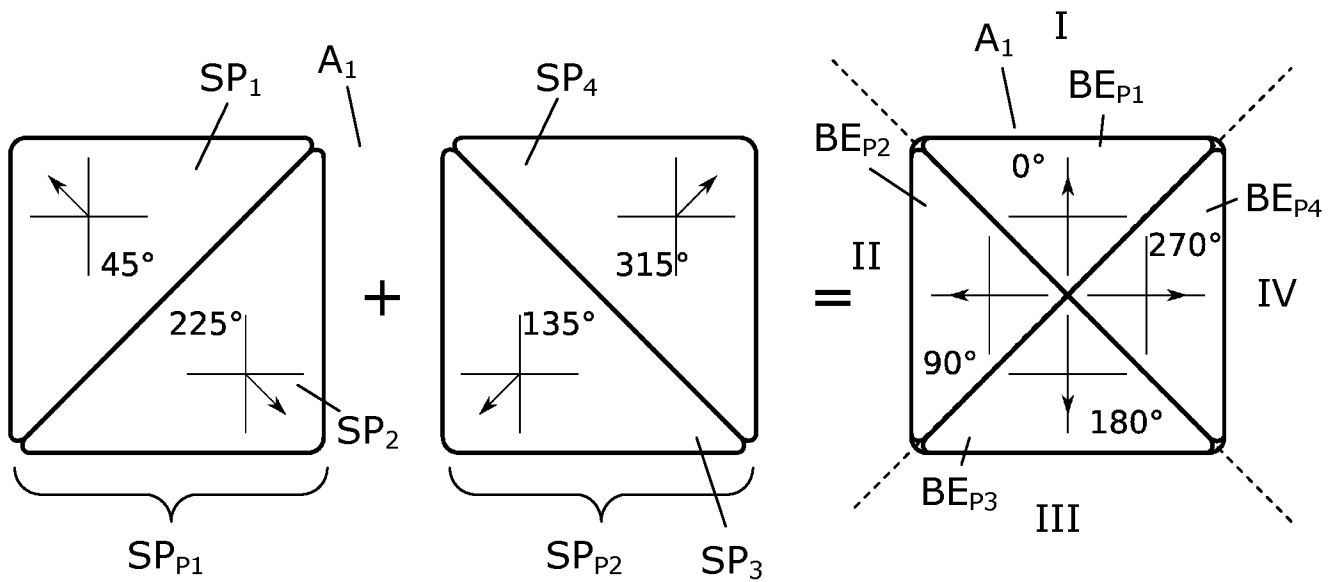


Fig. 7

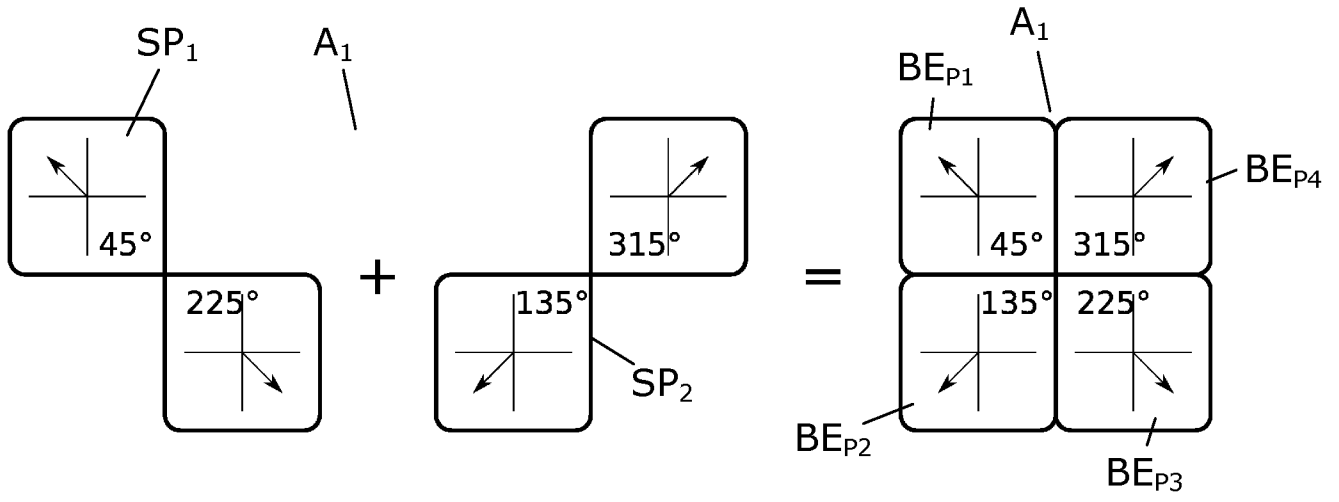


Fig. 8

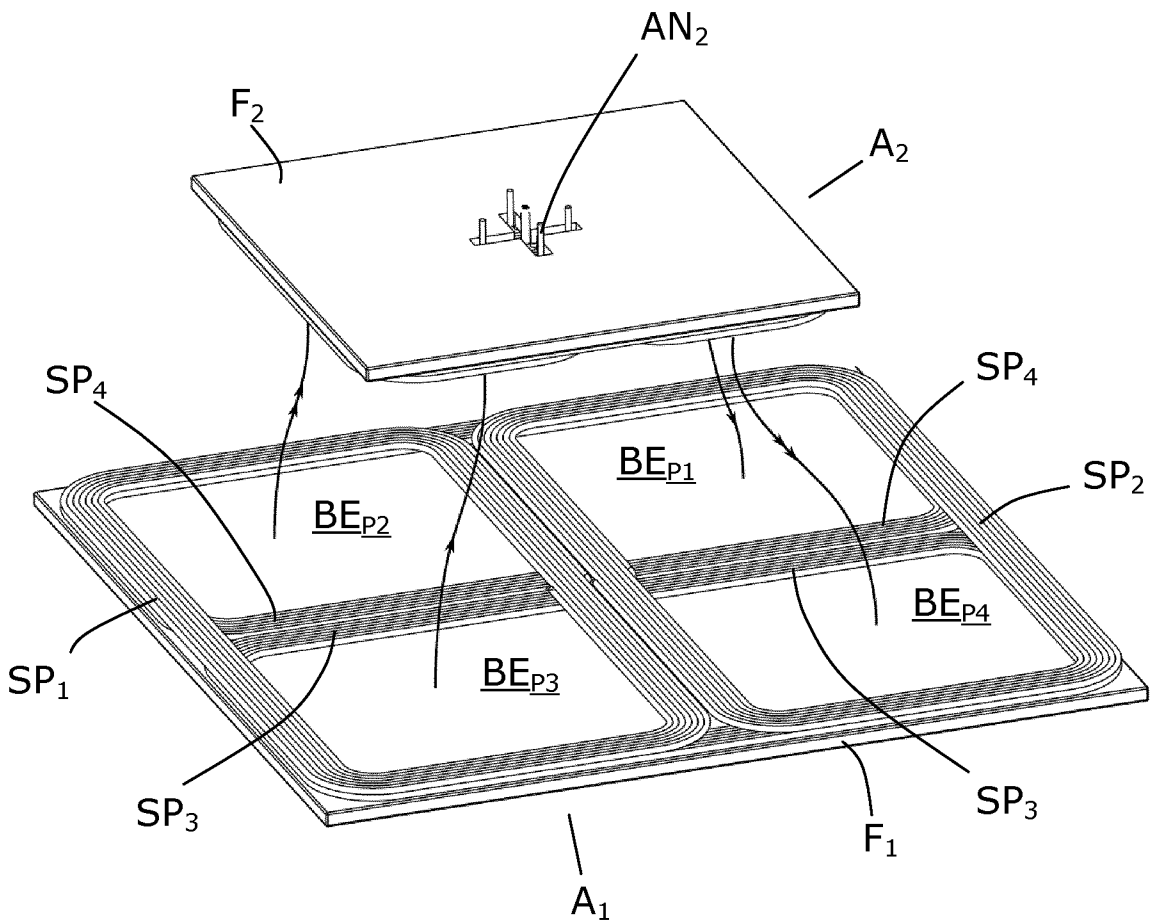


Fig. 9

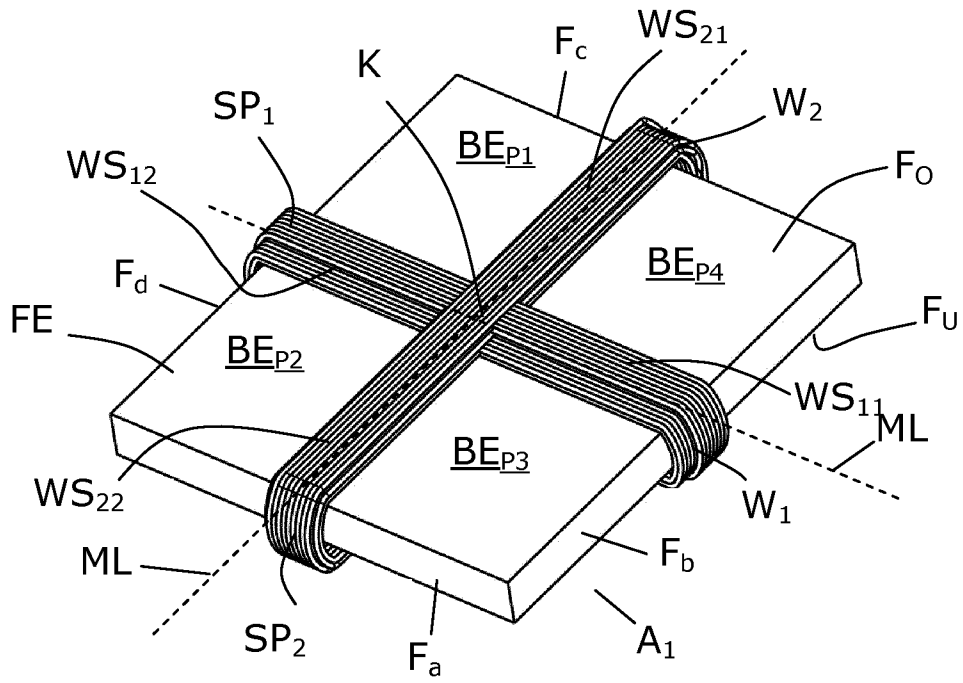


Fig. 10

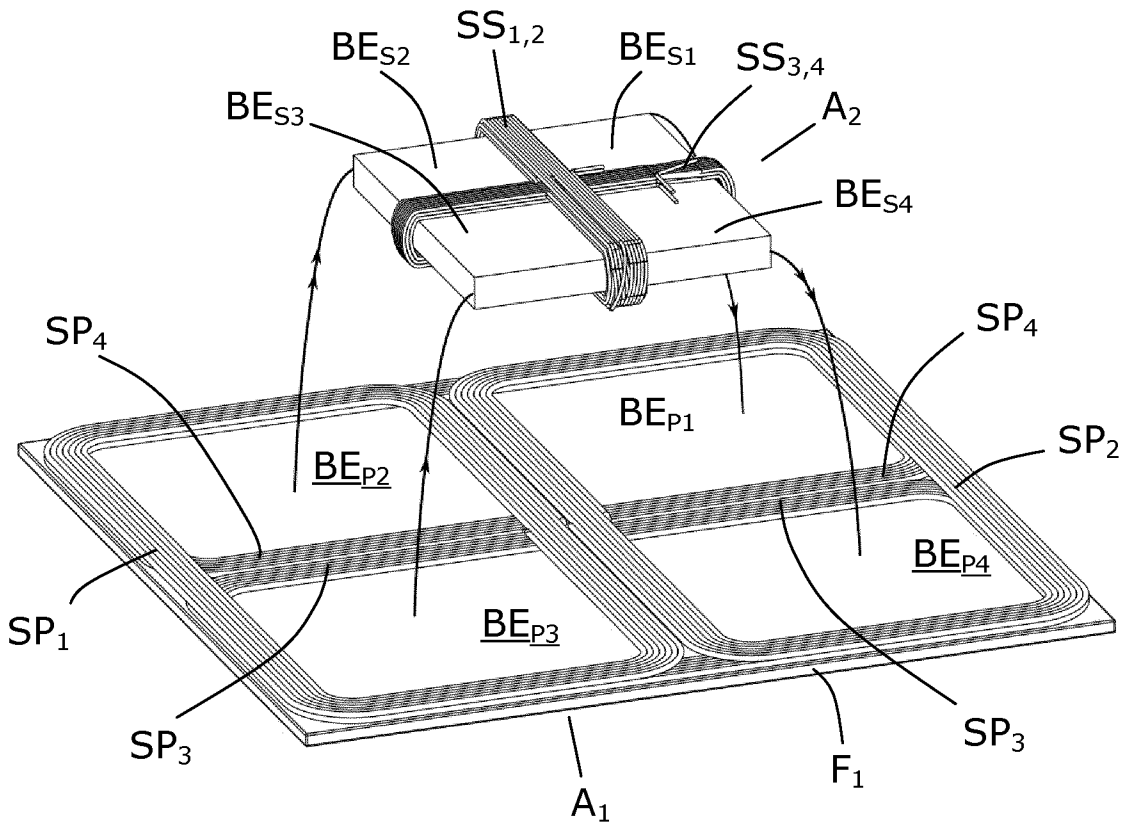


Fig. 11

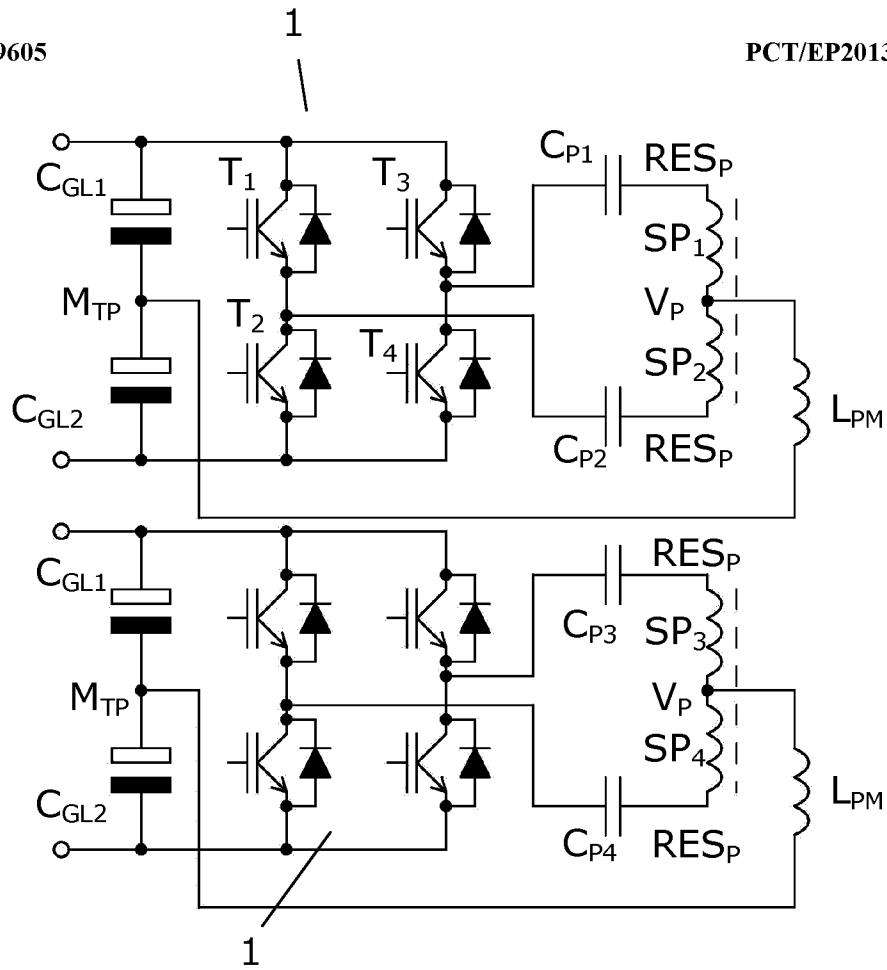


Fig. 12

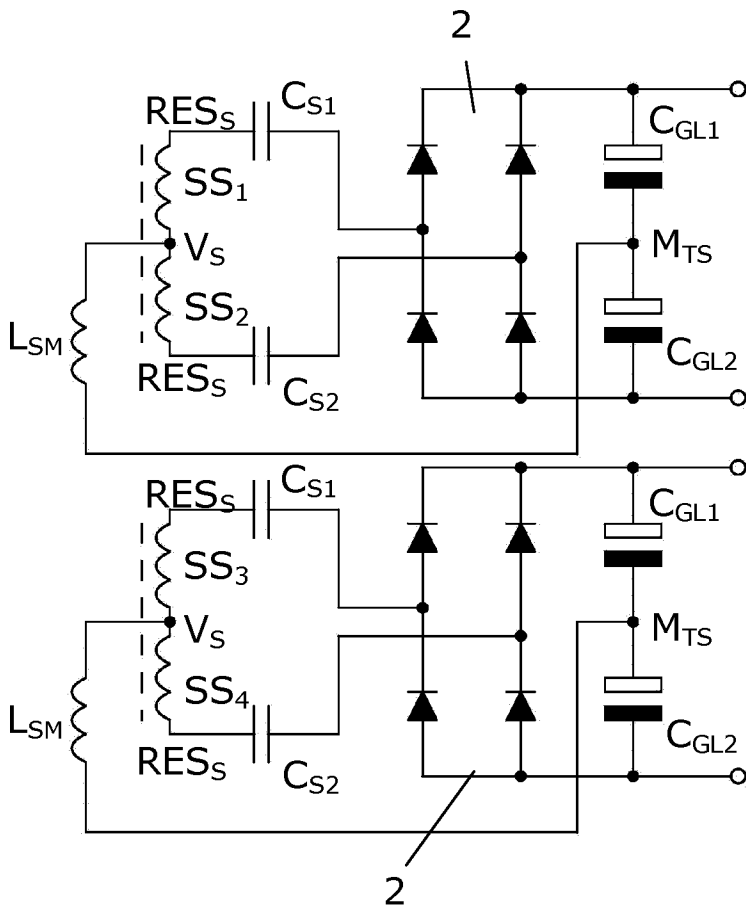


Fig. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/075814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F38/14 H01F27/00 H04B5/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01F H04B 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2013/038281 A1 (SAKAKIBARA HIROYUKI [JP] ET AL) 14 February 2013 (2013-02-14) abstract page 6, paragraph 93 - page 9, paragraph 124 figures 5-15	3,4, 9-11,14, 16,19, 24,25 1,2
X A	EP 2 466 716 A2 (SHOWA AIRCRAFT IND [JP]) 20 June 2012 (2012-06-20) abstract column 7, paragraph 36 - column 16, paragraph 87 figures 1-5	3,4,9, 10,14, 16,18, 24,25 1,2

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 18 February 2014	Date of mailing of the international search report 27/02/2014
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Kardinal, Ingrid
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/075814

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/114822 A1 (PANASONIC CORP [JP]; SUZUKI MAMI; KITAMURA HIROYASU) 30 August 2012 (2012-08-30)	3,4,9, 10,14, 16,18, 24,25
A	abstract; figures 1-4,7-9 -----	1,2,17
X	WO 2012/163565 A1 (VAHLE PAUL KG [DE]; TURKI FAICAL [DE]; SCHMUELLING BENEDIKT [DE]) 6 December 2012 (2012-12-06)	3,4, 9-11,14, 15,18, 19,24,25
	abstract page 2, paragraph 2 - page 7, last paragraph figures 1-5 -----	
X	US 2011/025133 A1 (SAUERLAENDER GEORG [DE] ET AL) 3 February 2011 (2011-02-03)	5-7,9, 10,14,18
A	abstract page 1, paragraph 8 - page 2, paragraph 17 page 3, paragraph 50 - page 5, paragraph 66 -----	1,2
X	JP 2013 027245 A (PANASONIC CORP) 4 February 2013 (2013-02-04)	5,6,9, 10,14, 18,24,25
	abstract; figures 1-10 & US 2013/127254 A1 (MIICHI NOBUHIRO [JP] ET AL) 23 May 2013 (2013-05-23) abstract; figures 1-10 -----	
X	WO 2012/160173 A1 (MICRO BEAM SA [CH]; BIELER THIERRY [CH]; CARDOLETTI LAURENT [CH]; FLEU) 29 November 2012 (2012-11-29)	5,8-12, 14,18,19
A	abstract page 9, paragraph 30 - page 15, paragraph 49 figures 1-6 -----	1,2,13
X	US 2011/193416 A1 (CAMPANELLA ANDREW J [US] ET AL) 11 August 2011 (2011-08-11)	5,9,10, 14,20-25
A	page 5, paragraph 65 - page 6, paragraph 71 figures 2A-F -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/075814

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013038281	A1	14-02-2013	CN 103038087 A 10-04-2013
			EP 2563615 A2 06-03-2013
			JP 5139469 B2 06-02-2013
			JP 2011234496 A 17-11-2011
			US 2013038281 A1 14-02-2013
			WO 2011135424 A2 03-11-2011

EP 2466716	A2	20-06-2012	CN 102545393 A 04-07-2012
			EP 2466716 A2 20-06-2012
			JP 5075973 B2 21-11-2012
			JP 2012134217 A 12-07-2012
			US 2012153741 A1 21-06-2012

WO 2012114822	A1	30-08-2012	JP 2012175806 A 10-09-2012
			TW 201242205 A 16-10-2012
			WO 2012114822 A1 30-08-2012

WO 2012163565	A1	06-12-2012	DE 102011103318 A1 13-12-2012
			EP 2601749 A1 12-06-2013
			US 2013300211 A1 14-11-2013
			WO 2012163565 A1 06-12-2012

US 2011025133	A1	03-02-2011	CN 102089952 A 08-06-2011
			EP 2263296 A2 22-12-2010
			JP 2011517265 A 26-05-2011
			KR 20100129334 A 08-12-2010
			RU 2010144968 A 10-05-2012
			TW 200950250 A 01-12-2009
			US 2011025133 A1 03-02-2011
			WO 2009122355 A2 08-10-2009

JP 2013027245	A	04-02-2013	JP 2013027245 A 04-02-2013
			US 2013127254 A1 23-05-2013

WO 2012160173	A1	29-11-2012	NONE

US 2011193416	A1	11-08-2011	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01F38/14 H01F27/00 H04B5/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01F H04B 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	US 2013/038281 A1 (SAKAKIBARA HIROYUKI [JP] ET AL) 14. Februar 2013 (2013-02-14)	3,4, 9-11,14, 16,19, 24,25
A	Zusammenfassung Seite 6, Absatz 93 - Seite 9, Absatz 124 Abbildungen 5-15	1,2
X	EP 2 466 716 A2 (SHOWA AIRCRAFT IND [JP]) 20. Juni 2012 (2012-06-20)	3,4,9, 10,14, 16,18, 24,25
A	Zusammenfassung Spalte 7, Absatz 36 - Spalte 16, Absatz 87 Abbildungen 1-5	1,2
	----- -/-	
<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
18. Februar 2014		27/02/2014
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 Kardinal, Ingrid

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2012/114822 A1 (PANASONIC CORP [JP]; SUZUKI MAMI; KITAMURA HIROYASU) 30. August 2012 (2012-08-30)	3,4,9, 10,14, 16,18, 24,25
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-4,7-9 -----	1,2,17
X	WO 2012/163565 A1 (VAHLE PAUL KG [DE]; TURKI FAICAL [DE]; SCHMUELLING BENEDIKT [DE]) 6. Dezember 2012 (2012-12-06)	3,4, 9-11,14, 15,18, 19,24,25
	Zusammenfassung Seite 2, Absatz 2 - Seite 7, letzter Absatz Abbildungen 1-5 -----	
X	US 2011/025133 A1 (SAUERLAENDER GEORG [DE] ET AL) 3. Februar 2011 (2011-02-03)	5-7,9, 10,14,18
A	Zusammenfassung Seite 1, Absatz 8 - Seite 2, Absatz 17 Seite 3, Absatz 50 - Seite 5, Absatz 66 -----	1,2
X	JP 2013 027245 A (PANASONIC CORP) 4. Februar 2013 (2013-02-04)	5,6,9, 10,14, 18,24,25
	Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 & US 2013/127254 A1 (MIICHI NOBUHIRO [JP] ET AL) 23. Mai 2013 (2013-05-23) Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 -----	
X	WO 2012/160173 A1 (MICRO BEAM SA [CH]; BIELER THIERRY [CH]; CARDOLETTI LAURENT [CH]; FLEU) 29. November 2012 (2012-11-29)	5,8-12, 14,18,19
A	Zusammenfassung Seite 9, Absatz 30 - Seite 15, Absatz 49 Abbildungen 1-6 -----	1,2,13
X	US 2011/193416 A1 (CAMPANELLA ANDREW J [US] ET AL) 11. August 2011 (2011-08-11)	5,9,10, 14,20-25
A	Seite 5, Absatz 65 - Seite 6, Absatz 71 Abbildungen 2A-F -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/075814

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 2013038281	A1	14-02-2013	CN 103038087 A	10-04-2013
			EP 2563615 A2	06-03-2013
			JP 5139469 B2	06-02-2013
			JP 2011234496 A	17-11-2011
			US 2013038281 A1	14-02-2013
			WO 2011135424 A2	03-11-2011

EP 2466716	A2	20-06-2012	CN 102545393 A	04-07-2012
			EP 2466716 A2	20-06-2012
			JP 5075973 B2	21-11-2012
			JP 2012134217 A	12-07-2012
			US 2012153741 A1	21-06-2012

WO 2012114822	A1	30-08-2012	JP 2012175806 A	10-09-2012
			TW 201242205 A	16-10-2012
			WO 2012114822 A1	30-08-2012

WO 2012163565	A1	06-12-2012	DE 102011103318 A1	13-12-2012
			EP 2601749 A1	12-06-2013
			US 2013300211 A1	14-11-2013
			WO 2012163565 A1	06-12-2012

US 2011025133	A1	03-02-2011	CN 102089952 A	08-06-2011
			EP 2263296 A2	22-12-2010
			JP 2011517265 A	26-05-2011
			KR 20100129334 A	08-12-2010
			RU 2010144968 A	10-05-2012
			TW 200950250 A	01-12-2009
			US 2011025133 A1	03-02-2011
			WO 2009122355 A2	08-10-2009

JP 2013027245	A	04-02-2013	JP 2013027245 A	04-02-2013
			US 2013127254 A1	23-05-2013

WO 2012160173	A1	29-11-2012	KEINE	

US 2011193416	A1	11-08-2011	KEINE	
