(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 565 882 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2017 Patentblatt 2017/32

(51) Int Cl.:
H01F 27/28 *(2006.01)* ***H01F 27/38*** *(2006.01)*
H01F 30/04 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11179951.6**

(22) Anmeldetag: **02.09.2011**

(54) Induktive elektronische Baugruppe und Verwendung einer solchen

Inductive electronic subassembly and use of same

Composant électronique à induction et utilisation de celui-ci

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.2013 Patentblatt 2013/10

(73) Patentinhaber: **exscitron GmbH**
09112 Chemnitz (DE)

(72) Erfinder:
- **Gruber, Stephan**
  09112 Chemnitz (DE)
- **Franzky, René**
  09113 Chemnitz (DE)
- **Beyer, Winfried**
  09116 Chemnitz (DE)

(74) Vertreter: **Behrmann, Niels**
Behrmann Wagner Partnerschaftsgesellschaft mbB
Patentanwälte
Hegau-Tower
Maggistraße 5 (10. OG)
78224 Singen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2011/047819
US-A1- 2003 197 585
US-A1- 2004 145 445

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 565 882 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine induktive elektronische Baugruppe nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung einer solchen induktiven Baugruppe in einer Stromteiler-Vorrichtung, insbesondere in Verbindung mit einer Resonanzwandler-Topologie.

[0002] Eine gattungsgemäße induktive elektronische Baugruppe ist aus der WO 2011/047819 bekannt. Diese Druckschrift zum Stand der Technik offenbart eine induktive elektronische Baugruppe zur Realisierung einer Mehrfach-Transformatoranordnung, mit welcher, etwa gemäß Fig. 4 dieser gattungsbildenden WO 2011/047819, eine Stromteiler-Vorrichtung zur Beaufschlagung einer Mehrzahl von Verbrauchern realisiert werden kann. Dabei sieht dieser Stand der Technik vorteilhaft ein Planar-Kernelement vor, welches, paarweise mit einer Planar-Wicklungen tragenden Leiterplatte verbunden, eine Mehrzahl von magnetisch voneinander entkoppelten Transformatoren in herstellungstechnisch einfacher und magnetisch sehr effizienter Weise realisieren kann.

[0003] Insbesondere beschreibt die zum gattungsbildenden Stand der Technik genannte Druckschrift die Möglichkeit, jeweilige, die Transformatoren realisierenden Wicklungsanordnungen so mit dem Innenschenkel bzw. den Seitenschenkeln zusammenwirken zu lassen, dass innerhalb der kompakten Geometrie, bauteilemäßig damit mittels eines Paares von jeweils einstückigen Planar-Kernelementen realisiert, vier und mehr voneinander magnetisch entkoppelte Transformatoren eingerichtet werden können.

[0004] Insbesondere die Ausgestaltung der gattungsgemäßen Leiterplatte als Multilayer bzw. gestapelte Anordnung einer Mehrzahl von jeweils Planar-Wicklungen tragenden Leiterplatten mit geeignet an die Vorsprünge des Planar-Kernelement-Paares angepassten Durchbrüchen unterstützt die Realisierung einer entsprechend kompakten Bauform.

[0005] Allerdings bedarf eine Ausgestaltung einer mit dieser bekannten Technologie realisierbaren Mehrfach-Transformatorenanordnung, etwa entsprechend der in Fig. 4 der gattungsbildenden WO 2011/047819 offenbarten Stromteilerschaltung, in einer Resonanzwandler-Topologie zusätzlichen Aufwandes, um primärseitig des Haupttransformators (TR1 in Fig. 4 der WO 2011/047819) die für den Resonanzwandler zusätzlich erforderliche und in Reihe zur (in der Fig. 4 nicht gezeigt) Primärwicklung geschalteten Serien- bzw. Resonanzinduktivität zu realisieren. Wird etwa eine Schaltung der in Fig. 4 skizzierten Art unter Nutzung eines gattungsbildenden Planar-Kernelements (Fig. 6 der WO 2011/047819) umgesetzt, lassen sich zwar sämtliche Transformatoren TR1, TR2, TR4, TR5 auf diesem Planar-Kernelement (bzw. einem Paar dieser aufeinander gerichteten Planar-Kernelemente) realisieren, eine weitere zusätzliche Induktivität, wie für die Resonanzwandler-Topologie geforderte, hätte jedoch keinen Platz und würde zusätzlichen Bauteileaufwand benötigen (bzw. das Vorsehen zusätzlicher Seitenschenkel, was jedoch wiederum die Kompaktheit der Anordnung beeinträchtigt bzw. zusätzlichen Aufwand bedeutet).

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine gattungsgemäße induktive elektronische Baugruppe so auszugestalten und weiterzubilden, dass innerhalb der vorhandenen Abmessungen bzw. Umfangskontur des Planar-Kernelements und insbesondere ohne das Erfordernis zusätzlicher externer Bauelemente oder Baugruppen für eine primärseitige Reihen- bzw. Resonanzinduktivität zum Realisieren eines Resonanzwandlers, die Umsetzung einer derartigen Topologie mit Hilfe der induktiven elektronischen Baugruppe möglich ist. Dabei sollen insbesondere dieselben Außenabmessungen, wie für den gattungsbildenden Stand der Technik ermöglicht, realisierbar sein und nicht überschritten werden.

[0007] Die Aufgabe wird durch die induktive elektronische Baugruppe mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ferner wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung Schutz beansprucht für die Verwendung einer solchen induktiven elektronischen Baugruppe für eine Stromteiler-Vorrichtung und/oder zur Realisierung eines Resonanzwandlers mit einer Mehrzahl von Transformatoren, welche auf dem erfindungsgemäßen Kernelement-Paar vorgesehen sind.

[0008] In erfindungsgemäß vorteilhafter Weise und in Weiterentwicklung bzw. Abkehr vom gattungsbildenden Stand der Technik (wobei, sowohl im Hinblick auf die konkrete geometrische und magnetische Ausgestaltung von Leiterplatte(n) und Kernelement, als auch die damit realisierte Stromteilerschaltung, der Inhalt der WO 2011/047819 als zur Erfindung gehörig in die vorliegende Offenbarung einbezogen gelten soll) sind die Innenschenkel zur Realisierung von zwei Kernabschnitten ausgebildet, wobei, entsprechend dem gattungsbildenden Stand der Technik, der erste Kernabschnitt der Innenschenkel (nach wie vor) zur Realisierung etwa des eingangsseitigen (Haupt)Transformators eines Resonanzwandlers mit der zweiten Planar-Wicklungsanordnung zusammenwirkt und nunmehr die Innenschenkel ergänzend den zweiten Kernabschnitt, beabstandet vom ersten Kernabschnitt, gleichwohl nach wie vor zwischen den beidseits zugeordneten Seitenschenkeln angeordnet, das Realisieren der Serien- (Reihen-) bzw. Resonanzinduktivität ermöglichen.

[0009] Dabei führt zwar diese Ausgestaltung der Innenschenkel (zur Realisierung des eingangsseitigen Transformators einerseits und der zugehörigen primärseitigen Reihen- bzw. Resonanzinduktivität andererseits) nicht zu einer magnetischen Entkopplung dieser Wicklungsanordnungen; da jedoch, entsprechend der Resonanzwandler-Topologie, ohnehin die Reihen- bzw. Resonanzinduktivität in Reihe zur Primärwicklung des eingangsseitigen Transformators (realisiert als zweite Planar-Wicklungsanordnung im Sinne der Erfindung) ge-

schaltet ist, insoweit die entsprechenden Signale synchron verlaufen, ist dies magnetisch unschädlich.

[0010] Im Rahmen der Erfindung ist durch die erfindungsgemäße Maßnahme, die sich gegenüberstehenden zweiten Kernabschnitte des Paares von Planar-Kernelementen zur Realisierung eines Luftspaltes auszugestalten, sichergestellt, dass die darauf ausgebildete Reihen- bzw. Resonanzinduktivität ihre Aufgabe als Energiespeicher ordnungsgemäß erfüllen kann und keine magnetischen Sättigungseffekte die Primärseite des Eingangstransformators beeinträchtigen.

[0011] Damit kann erfindungsgemäß vorteilhaft und ohne die Notwendigkeit, das Paar der Planar-Kernelemente geometrisch zu vergrößern oder durch weitere diskrete Bauelemente zu ergänzen, die für die Realisierung des Resonanzwandler benötigte Reihen- bzw. Resonanzinduktivität zusätzlich im Rahmen der Anordnung untergebracht werden und dabei ebenfalls die Montage- und Großserienvorteile der gattungsbildenden Technologie genutzt werden.

[0012] Besonders bevorzugt ist es in der Realisierung der vorliegenden Erfindung, die die Planar-Wicklungsanordnungen tragende (mindestens eine) Leiterplatte mit Hilfe von geeigneten Durchbrüchen so auszugestalten, dass in der Art von (ansonsten als bekannt vorausgesetzten) Planar-Transformatoranordnungen das Paar von beidseits an bzw. auf die Leiterplatte greifenden Planar-Kernelementen mit jeweiligen Vorsprüngen ("Erhebungen" im Sinne der Erfindung) in diese Durchbrüche der Leiterplatte eingreifen kann.

[0013] Berühren nunmehr durch entsprechende Ausgestaltung dieser Erhebungen die jeweiligen Planar-Kernelemente einander in einem solchen Durchbruch, ist ein spaltfreier Kernbereich realisiert, während etwa flachere Erhebungen der jeweiligen Planar-Kernelemente des aufeinander gerichteten Paares die Ausbildung eines Luftspalts im Leiterplatten-Durchbruch ermöglichen. Dies ist erfindungsgemäß bevorzugt der Fall für die Realisierung der Reihen- bzw. Resonanzinduktivität im Primarkreis des eingangsseitigen Transformators (wobei die zusätzliche Planar-Wicklungsanordnung diese Reihen- bzw. Resonanzinduktivität mit Arbeitsluftspalt realisiert, während etwa die zugehörige Primärwicklung, realisierbar durch die zweite Planar-Wicklungsanordnung und im Zusammenwirken mit dem ersten Kernabschnitt am Innenschenkel, wie auch die weiteren Transformatoren auf den Seitenschenkeln, luftspaltfrei umgesetzt ist).

[0014] Während es im Rahmen der vorliegenden Erfindung günstig und bevorzugt ist, die Resonanzwandler-Topologie in der Verwendung zur Realisierung einer Stromteiler-Vorrichtung einzusetzen, welche, entsprechend einer geeignet gewählten Kaskadierung von Transformatoren und zur Realisierung des in der WO 2011/047817 beschriebenen Art ausgestaltbar ist, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Verwendung bzw. diese Realisierungsform beschränkt. Vielmehr ermöglicht es die Erfindung in überraschend einfacher und eleganter Weise, im Rahmen einer Mehrfach-Transformatoranordnung auf einem gemeinsamen Planar-Kernelement (bzw. einem daraus gebildeten Kernelement-Paar) bei magnetischer Entkopplung bzw. Unabhängigkeit dieser Mehrzahl der Transformatoren zusätzlich, durch erfindungsgemäße Teilung des Innenschenkels in einen ersten und einen zweiten Kernabschnitt, die zusätzliche Serien- bzw. Resonanzinduktivität zu implementieren.

[0015] Entsprechend gestaltet die vorliegende Erfindung die Weiterentwicklung der gattungsbildenden Technologie, ohne dass zusätzlicher Bauteileaufwand erforderlich wird, und ohne dass eine Außengeometrie verändert werden muss oder etwa zusätzliche Seitenschenkel vorzusehen sind.

[0016] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie anhand der Figuren; diese zeigen in:

Fig. 1	eine Perspektivdarstellung eines Planar-Kernelements (als Hälfte eines Paares) gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
Fig. 2	eine schematische Kontur einer mit dem Planar-Kernelement der Fig. 1 zusammenwirkenden Leiterplatte gemäß dem gezeigten ersten Ausführungsbeispiel;
Fig. 3	ein Schaltbild zur Realisierung einer vier-zweigigen Stromteiler-Vorrichtung mit vier voneinander entkoppelten Transformatoren, realisiert auf der Anordnung aus Leiterplatte und Kernelement(en) gemäß Fig. 1, Fig. 2, in Resonanzwandler-Topologie mit primärseitig des Eingangstransformators zusätzlich in Reihe geschalteter Reihen- bzw. Resonanzinduktivität und
Fig. 4 - Fig. 7	exemplarische Ansichten von Leiterschichten (Wicklungslagen) einer Multilayer-Leiterplatte gemäß Fig. 2 zur Realisierung der Schaltung gemäß Fig. 3.

[0017] Die Figuren 1 und 2 verdeutlichen in der Schemadarstellung eine Möglichkeit der Realisierung der erfindungsgemäßen induktiven elektronischen Baugruppe gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Dabei entspricht das in Fig. 1 in der Perspektivdarstellung gezeigte Planar-Kernelement dem Kernelement gemäß Fig. 6 der gattungsbildenden, vorveröffentlichten WO 2001/047819 (so dass für identische bzw. entsprechende Abschnitte bzw. Komponenten korrespondierende Bezugszeichen gewählt wurden und im Hinblick auf erfindungsgemäße Offenbarung sowie zur Ausführbarkeit auf die Fig. 6 sowie die zugehörige Beschreibung verwiesen wird), mit der Maßgabe, dass der gattungsgemäße Innenschenkel (Bezugszeichen 29a in Fig. 6 der WO

2011/047819) verkleinert ist und zusätzlich im Mittelbereich zwischen den Seitenschenkeln 33a, 35a bzw. 37a, 39a ein Kernabschnitt 55a (als zweiter Kernabschnitt im Sinne der Erfindung), beabstandet vom ersten Kernabschnitt 29a, aus dem einstückigen Ferritelement herausgeformt ist. Genauer gesagt, stellen die einstückig aus dem Ferritmaterial des Planar-Kernelements der Fig. 1 herausgeformten Erhebungen 33a, 35a, 37a, 39a mit einem jeweils gegenüberliegend korrespondierenden Partner die Seitenschenkel dar, während, zur Realisierung des Innenschenkels, die Erhebungen 29a bzw. 55a als erster bzw. zweiter Kernabschnitt ausgestaltet sind. Wie zudem die Darstellung der Fig. 1 erkennen lässt, besitzt die Erhebung 55a gegenüber der Erhebung 29a eine geringere Höhe (bezogen auf den planen Körperabschnitt des Kernelements), so dass, bei einander gegenüberstehendem Paar von Planar-Kernelementen der Fig. 1 die gegenüberstehenden Erhebungen 29a einander endseitig berühren, insoweit ein durchgehender Ferritschenkel gebildet ist, während, aufgrund der geringeren Höhe, zwischen den aufeinander gerichteten Erhebungen 55a in der erfindungsgemäß beabsichtigten Weise ein Luftspalt verbleibt.

[0018] Wie die Fig. 2 zudem erkennen lässt, sind die zu den Erhebungen korrespondierenden Durchbrüche 33 - 39 sowie 29, 55 an die Konturen der zugehörigen Erhebungen angepasst.

[0019] Die so ausgestaltete Anordnung aus Planar-Kernelement (Paar) und Leiterplatte ermöglicht dann etwa die Realisierung einer Schaltung mit vier magnetisch voneinander entkoppelten Transformatoren, wie sie als stromgeregelter Resonanzwandler mit vier Ausgängen (CH1 - CH4) in Fig. 3 gezeigt ist. Sekundärseitig der Transformatoreinheit TR1 ("Haupttrafo") als eingangsseitigem Transformator entspricht dabei die Schaltung der im gattungsbildenden Stand der Technik der WO 2011/047819, dort Fig. 4, gezeigten Ausprägung, wobei zur vereinfachten Konkordanz die Bezugszeichen einander entsprechen und zur ergänzenden Erläuterung der Funktionalität diese Stromteilerschaltung für an die Ausgänge CHi anzuschließende Verbraucher sowohl auf die Erläuterungen in der WO 2001/047819, Fig. 4, verwiesen wird, als auch weitergehend zum Schaltungsprinzip und dessen Funktionsweise auf die WO 2011/047817, dort insbesondere die korrespondierende Fig. 4. Zugehörige Schaltungsbeschreibungen und weitergehende Erläuterungen zu diesem Funktionsprinzip sollen gleichermaßen im Hinblick auf die Fig. 3 der vorliegenden Anmeldung als in die vorliegende Offenbarung (als zur Erfindung gehörig) einbezogen gelten.

[0020] Ergänzend weist die in Fig. 3 gezeigte Schaltung primärseitig des Haupttransformators TR1 eine Resonanzwandler-Beschaltung auf, symbolisch dargestellt und vereinfacht auf die Schalter T1, T2, eine Koppelkapazität C1 sowie eine als "Streuinduktivität" bezeichnete, im Rahmen der Resonanzwandler-Topologie als Funktionsgruppe realisierte Reihen- bzw. Resonanzinduktivität L1.

[0021] Die vorliegende Erfindung ermöglicht, mittels des zweiten Kernabschnitts 55a die Realisierung dieser Reihen- bzw. Resonanzinduktivität L1 im Rahmen der Kernelement-Leiterplattenanordnung der Fig. 1, Fig. 2, dergestalt, dass in Reihe mit der auf dem ersten Kernabschnitt 29a gebildeten Planar-Wicklungsanordnung zur Realisierung des Transformators TR1 diese zusätzliche Induktivität L2 auf dem benachbarten zweiten Kernabschnitt 55a vorgesehen ist (und entsprechend als Planar-Wicklung auf der Leiterplatte der Fig. 1 ausgebildet ist). Da L1 mit einem zum Transformator TR1 synchronen Signal beaufschlagt ist (als Funktionalität der Resonanzwandler-Topologie), ist es nicht notwendig, dass die auf dem zweiten Kernabschnitt 55a gebildete Planar-Wicklungsanordnung magnetisch entkoppelt von der Planar-Wicklungsanordnung des ersten Kernabschnitts 29 ist. Insoweit ermöglicht die vorliegende Erfindung vorteilhaft, dass, in Abkehr von der bereits in der WO 2011/047817 der Anmelderin beschriebenen Lösung, nicht etwa zusätzliche Seitenschenkel zum Realisieren weiterer magnetischer Entkopplung vorgesehen sein müssen.

[0022] Da, bewirkt durch die niedrigere Höhe der Erhebung 55a, das Paar aufeinander gerichteter Planar-Kernelemente im Übergang zwischen den aufeinander gerichteten Erhebungen 55a einen Luftspalt erzeugt, ist entsprechend der magnetische Widerstand der Reiheninduktivität L1 hoch (verglichen mit den weiteren Schenkeln 29a, 33a, 35a, 37a sowie 39a mit zugehörigen Wicklungen), entsprechend wird der Einfluss von allen anderen auf der Einheit vorgesehenen magnetischen Baugruppen auf L1 vernachlässigbar. Auch beeinflusst L1 selbst die Wicklungen auf den Außenschenkeln (33a, 35a, 37a, 39a) nicht, so dass insoweit das erfindungsgemäße Wirkungsprinzip der WO 2011/047817 sowie WO 2011/047819 im Hinblick auf die magnetische Entkopplung greift. Selbst der Einfluss auf den Haupttransformator TR1 auf Schenkel 29a ist gering, da die durch die Reihenschaltung fließenden Signale zueinander synchron sind und der Schenkel (erste Kernabschnitt) 29a selbst keinen Luftspalt (und somit einen sehr geringen magnetischen Widerstand) aufweist. Damit fällt die von L1 (auf dem zweiten Kernabschnitt 55a) ausgehende Durchflutung zum größten Teil am hohen magnetischen Widerstand des Luftspalts an der Erhebung 55a ab. Der Kernabschnitt 29a muss lediglich ausreichend Querschnittsfläche aufweisen, um den zusätzlichen magnetischen Flussanteil von L1 in diesem Abschnitt des Kernelements aufzunehmen, damit es zu keiner magnetischen Sättigung kommt. Entsprechendes gilt für die seitlichen Erhebungen (Seitenschenkel) 33a, 35a, 37a, 39a - auch diese müssen eine im Hinblick auf den Flussbeitrag von L1 vergrößerten Querschnitt anbieten (in der praktischen Approximation führt dies zu einer Querschnittsvergrößerung der Querschnittsflächen im Seitenschenkelbereich von ca. 20 % gegenüber der gattungsbildenden Konfiguration, etwa der Fig. 6 der WO 2011/047819).

[0023] Eine größere magnetische Weglänge von Erhebung 55a zu den Erhebungen 35a und 39a relativ zu den Erhebungen 33a und 37a wird durch den Umstand ausgeglichen, dass eine magnetische Weglänge von Erhebung 29a zu den Erhebungen 35a und 39a im selben Verhältnis kleiner ist als zu den Erhebungen 33a und 37a. Da sich, wie dargelegt, auf den beiden Innenschenkel-Kernabschnitten 29a und 55a Bauteile mit synchroner Signalbeaufschlagung befinden, heben sich deren unterschiedliche Einflüsse auf die Außenschenkel weitgehend gegenseitig auf.

[0024] Anhand der Fig. 4 - 7 wird eine mögliche Umsetzung dieser induktiven elektronischen Baugruppenanordnung und -verschaltung mithilfe einer Multilayer-Leiterplatte (Prinzipkontur der Fig. 2) beschrieben. Dabei führt eine praktische Realisierung zu einem 10-Lagen-Multilayer, wovon die Fig. 4 - 7 lediglich vier Lagen ausschnittsweise (gleichwohl sämtliche Wicklungen beschreibend) darstellen; analog zur Darstellung der Fig. 2 enthält die Fig. 4 (damit gleichermaßen auch für die Fig. 5 - 7) eine Darstellung der Durchbrüche 33, 35, 37, 39 sowie 29, 55, jeweils korrespondierend für die Erhebungen des Planar-Kernelements (genauer: das Paar von aufeinander gerichteten Erhebungen der beidseits mit der Multilayer-Leiterplatte zusammenwirkenden Planar-Kernelementanordnung).

[0025] Konkret beschreibt die Fig. 4 die vierte Lage, die Fig. 5 die sechste Lage, die Fig. 6 die neunte Lage und die Fig. 7 die zehnte Lage der Multilayer-Leiterplatte, wobei der Transformator TR1 mit seinen Wicklungen A, B, C um den Durchbruch 29 (bzw. den Kernabschnitt 29a) gebildet ist; die Fig. 4 zeigt den zugehörigen Anfang der Primärwicklung TR1-A, während die Fig. 5 einen anderen Teil der Primärwicklung TR1-A sowie das bifilar zum unten liegenden Anschluss um den Durchbruch 55 herumgeführte Ende dieser Wicklung verdeutlicht. Exemplarisch zeigen die Fig. 6 und 7 gemeinsam eine komplette Sekundärwicklung, hier die Wicklung TR1-B des eingangsseitigen Transformators TR1 (mit entsprechend geeigneten Durchkontaktierungen).

[0026] Die Reihen- bzw. Resonanzinduktivität L1 befindet sich um den Durchbruch 55 (bzw. das Erhebungspaar 55a mit dazwischen liegendem Luftspalt) herum angeordnet; Fig. 6 zeigt den Anfang dieser Wicklung, Fig. 4 das Wicklungsende und die Fig. 5 den Wicklungs-Zwischenabschnitt.

[0027] Teilwicklungen des Transformators TR2 sind in den Fig. 4, 5 und 7 gezeigt, und zwar jeweils um zwei Außenschenkel/zugehörige Durchbrüche (33, 35 sowie 37, 39) herum verlaufend.

[0028] Die Fig. 6 zeigt auf den Außenschenkeln (bzw. zugehörigen Durchbrüchen 33, 35) Teilwicklungen von TR4, ferner auf den Außenschenkeln (bzw. zugehörigen Durchbrüchen 37, 39) Teilwicklungen des Transformators TR5.

[0029] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die konkrete Ausgestaltung als Multilayer-Leiterplatte zur Realisierung der Planar-Wicklungsanordnungen beschränkt; vielmehr sind auch andere Realisierungsmöglichkeiten, etwa durch Stapeln einer Mehrzahl von Leiterplatten oder dergleichen Maßnahmen, denkbar. Auch ist die vorliegende Erfindung nicht auf das Realisieren der magnetisch voneinander entkoppelten vier Transformatoren beschränkt; deren Zahl kann entsprechend der Lehre der WO 2001/047817 geringer oder aber, bei entsprechenden zusätzlichen Seitenschenkeln, auch höher sein, so lange der erfindungsgemäße zusätzliche (zweite) Kernabschnitt als Teil des Innenschenkels im Mittenbereich vorhanden ist.

Patentansprüche

1. Induktive elektronische Baugruppe mit
einem Paar von Planar-Kernelementen mit jeweils zwei Innenschenkeln (29a, 55a) sowie mindestens zwei den Innenschenkeln jeweils beidseits zugeordneten Seitenschenkeln (33a, 35a, 37a, 39a), welchem zum Ausbilden eines Transformators Planar-Wicklungsanordnungen zugeordnet sind,
wobei eine erste der Planar-Wicklungsanordnungen (TR2, TR4, TR5) als Reihenschaltung aus zwei Teilwicklungen realisiert ist, von denen eine erste Teilwicklung an den Seitenschenkeln (35a, 33a) auf einer ersten Seite bezüglich der Innenschenkel und eine zweite Teilwicklung an den Seitenschenkeln (39a, 37a) auf einer zweiten Seite bezüglich der Innenschenkel ausgebildet ist, wobei die erste und die zweite Teilwicklung eine Windungszahl und Windungsrichtung aufweisen, die so eingerichtet sind, dass sich ein resultierender magnetischer Fluss der ersten Planar-Wicklungsanordnung in den Innenschenkeln aufhebt, insbesondere 0 ist, und eine zweite der Planar-Wicklungsanordnungen (TR1) an den Innenschenkeln von der ersten Planar-Wicklungsanordnung magnetisch entkoppelt ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Innenschenkel erste, zum Zusammenwirken mit der zweiten Planar-Wicklungsanordnung (TR1) ausgebildete Kernabschnitte (29a) sowie zweite, von den ersten Kernabschnitten am Kernelement beabstandet vorgesehene Kernabschnitte (55a) aufweisen, die zum Zusammenwirken mit einer zusätzlichen, eine Reihenschaltung mit der zweiten Planar-Wicklungsanordnung ausbildenden Planar-Wicklungsanordnung (L1) eingerichtet sind,
wobei die zweiten Kernabschnitte so ausgestaltet sind, dass sie für die zusätzliche Planar-Wicklungsanordnung einen magnetisch wirksamen Luftspalt realisieren.

2. Baugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Kernabschnitte so ausgebildet sind, dass sie für die zweite Planar-Wicklungsanordnung einen luftspaltfreien Kern realisie-

ren.

3. Baugruppe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste, die zweite sowie die zusätzliche Planar-Wicklungsanordnung als Leiterbahnen auf mindestens einer Leiterplatte ausgebildet sind, die zum magnetischen Zusammenwirken mit den Kernelementen Durchbrüche und/oder Vertiefungen (33-39, 29, 55) für die Schenkel realisierende Abschnitte der Kernelemente aufweist.

4. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein bevorzugt einstückig ausgebildetes der Kernelemente einen zum Zusammenwirken mit einer mindestens eine der Planar-Wicklungsanordnungen tragenden Leiterplatte plan ausgebildeten Flächenabschnitt aufweist, von dem sich die Innenschenkel sowie die Seitenschenkel realisierende Erhebungen (33a-39a, 29a, 55a) einstückig angeformt erstrecken.

5. Baugruppe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernelement zur Realisierung des ersten Kernabschnitts eine erste Erhebung (29a) sowie zur Realisierung des zweiten Kernabschnitts eine zweite Erhebung (55a) ausbildet, deren Höhe, bezogen auf den Flächenabschnitt, relativ zur ersten Erhebung verringert ist.

6. Baugruppe nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das beidseitig der Leiterplatte vorgesehene Paar von Kernelementen mit aufeinander gerichteten Erhebungen in mindestens einen Durchbruch der Leiterplatte eingreift.

7. Baugruppe nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterplatte eine Mulitlayerstruktur für eine Mehrzahl von Leiterbahnschichten der Planar-Wicklungsanordnungen ausbildet und/oder Teil einer Schichtanordnung einer Mehrzahl von Leiterplatten ist.

8. Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die induktive elektronische Baugruppe als Resonanzwandler mit einer Mehrzahl von durch die Planar-Wicklungsanordnungen realisierten Transformatoren beschaltet ist, wobei die zweite Planar-Wicklungsanordnung einen eingangsseitigen Transformator realisiert und die zusätzliche Planar-Wicklungsanordnung eine primärseitig dem eingangsseitigen Transformator zugeordnete Streuinduktivität ausbildet.

9. Verwendung der induktiven elektronischen Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer Stromteilervorrichtung, insbesondere zum Betreiben einer Mehrzahl strangartig angeordneter LEDs als Verbraucher, bei welcher Stromteilervorrichtung ein sekundärseitig eines ersten, eingangsseitigen Transformators erfolgter Strom auf mindestes zwei unabhängig voneinander angesteuerte Verbraucherzweige mit mindestens einem zweiten Transformator aufgeteilt wird.

10. Verwendung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Transformator und der mindestens eine zweite Transformator auf der Basis eines Kernelementpaares der Baugruppe realisiert ist, wobei die zweite Planar-Wicklungsanordnung den ersten Transformator ausbildet.

Claims

1. An inductive electronic module, comprising
a pair of planar core elements each having two inner limbs (29a, 55a) as well as at least two lateral limbs (33a, 35a, 37a, 39a) assigned to the inner limbs, one on each side, to which planar winding arrangements are assigned to form a transformer, wherein a first of the planar winding arrangements (TR2, TR4, TR5) is implemented as a series connection comprising two partial windings, of which a first partial winding is formed on the lateral limbs (35a, 33a) on a first side with respect to the inner limbs and a second partial winding is formed on the lateral limbs (39a, 37a) on a second side with respect to the lateral limbs,
wherein the first and second partial windings have a winding number and a winding direction which are configured such that a resulting magnetic flux of the first planar winding arrangement is cancelled in the inner limbs, in particular is 0, and a second of the planar winding arrangements (TR1) is formed on the inner limbs, magnetically decoupled from the first planar winding arrangement,
characterized in that
the inner limbs have first core sections (29a) formed for interacting with the second planar winding arrangement (TR1), as well as second core sections (55a), which are provided spaced from the first core sections on the core element, and which are formed for interacting with an additional planar winding arrangement (L1), which forms a series connection with the second planar winding arrangement,
wherein the second core sections are formed such that they implement a magnetically active air gap for the additional planar winding arrangement.

2. The module according to claim 1, **characterized in that** the first core sections are formed such that they implement an air gap-free core for the second planar winding arrangement.

3. The module according to claim 1 or 2, **characterized in that** the first, the second, as well as the additional

planar winding arrangement are formed as conductor tracks on at least one circuit board, which comprises, for magnetic interaction with the core elements, break-throughs and/or depressions (33-39, 29, 55) for the sections implementing limbs of the core elements.

4. The module according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** a preferably integrally formed core element of the core elements comprises a surface section that is formed planar for interaction with a circuit board that supports at least one of the planar winding arrangements, from which surface section elevations (33a - 39a, 29a, 55a) that implement the inner limbs as well as the lateral limbs extend, formed thereon integrally.

5. The module according to claim 4, **characterized in that** the core element forms a first elevation (29a) for implementing the first core section and forms a second elevation (55a) for implementing the second core section, the height of which, with respect to the surface section, is reduced relative to the first elevation.

6. The module according to one of claims 3 to 5, **characterized in that** the pair of core elements, provided one on each side of the circuit board, engages in at least one break-through in the circuit board with elevations facing one another.

7. The module according to one of claims 3 to 6, **characterized in that** the circuit board forms a multilayered structure for a plurality of conductor track layers of the planar winding arrangements and/or is a part of a layer structure of a plurality of circuit boards.

8. The module according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the inductive electronic module is wired as a resonant converter with a plurality of transformers implemented by the planar winding arrangements, wherein the second planar winding arrangement implements an input-side transformer and the additional planar winding arrangement forms a leakage inductor that is assigned on the primary side to the input-side transformer.

9. Use of the inductive electronic module according to one of claims 1 to 8 in a current dividing device, particularly for operating a plurality of LEDs as consumers, arranged in the form of strands, in which current dividing device a current present on the secondary side of a first transformer on the input side is divided into at least two consumer branches, which are controlled independently of one another, with at least one second transformer.

10. The use according to claim 9, **characterized in that** the first transformer and the at least one second transformer are implemented on the basis of a pair of core elements of the module, wherein the second planar winding arrangement forms the first transformer.

Revendications

1. Composant électronique à induction comportant une paire d'éléments de noyau plans ayant respectivement deux branches internes (29a, 55a) ainsi qu'au moins deux branches latérales (33a, 35a, 37a, 39a) respectivement associées de part et d'autre aux branches internes, auxquelles sont associés des systèmes d'enroulements plans destinés à réaliser un transformateur,
dans lequel un premier des systèmes d'enroulements plans (TR2, TR4, TR5) est réalisé sous la forme d'un circuit série de deux enroulements partiels, parmi lesquels un premier enroulement partiel est réalisé au niveau des branches latérales (35a, 33a) sur un premier côté par rapport aux branches internes et un second enroulement partiel est réalisé au niveau des branches latérales (39a, 37a) sur un second côté par rapport aux branches internes,
dans lequel les premier et second enroulements partiels présentent un nombre de spires et une direction de spires qui sont conçus de manière à ce qu'un flux magnétique résultant du premier système d'enroulements plan s'élève dans les branches internes, et soit notamment égal à 0, et à ce qu'un second des systèmes d'enroulements plans (TR1) soit réalisé de manière à ce qu'il soit magnétiquement découplé du premier système d'enroulements plan au niveau des branches internes, **caractérisé en ce que** les branches internes comportent des premières sections de noyau (29a) réalisées de manière à coopérer avec le second système d'enroulements plan (TR1), ainsi que des secondes sections de noyau (55a) prévues de manière espacée des premières sections de noyau et qui sont conçues pour coopérer avec un système d'enroulements plan (L1) supplémentaire formant un circuit série avec le second système d'enroulements plan,
dans lequel les secondes sections de noyau sont configurées de manière à ce qu'elles forment un entrefer à effet magnétique pour le système d'enroulements plan supplémentaire.

2. Composant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les premières sections de noyau sont réalisées de manière à ce qu'elles forment un noyau sans entrefer pour le second système d'enroulements plan.

3. Composant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les premier et second systèmes d'en-

roulements plans ainsi que le système d'enroulements plan supplémentaire sont réalisés sous la forme de pistes conductrices sur au moins une carte de circuit imprimé qui, pour coopérer magnétiquement avec les éléments de noyau, comporte des traversées et/ou des cavités (33-39, 29, 55) destinées aux sections des éléments de noyau formant les branches.

4. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'un des éléments de noyau, réalisé de préférence en une seule pièce, présente une section de surface réalisée sous forme plane de manière à coopérer avec une carte de circuit imprimé portant au moins l'un des systèmes d'enroulements plans, section de surface à partir de laquelle s'étendent des protubérances (33a-39a, 29a, 55a) façonnées d'un seul tenant et formant les branches internes ainsi que les branches latérales.

5. Composant selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'élément de noyau forme une première protubérance (29a) pour réaliser la première section de noyau et forme une seconde protubérance (55a) pour réaliser la seconde section de noyau, dont la hauteur par rapport à la section de surface est réduite par rapport à la première protubérance.

6. Composant selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** la paire d'éléments de noyau prévue des deux côtés de la carte de circuit imprimé s'engage dans au moins une traversée de la carte de circuit imprimé par des protubérances orientées les unes vers les autres.

7. Composant selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** la carte de circuit imprimé forme une structure multicouche destinée à une pluralité de couches de pistes conductrices des systèmes d'enroulements plans et/ou fait partie d'un système en couches d'une pluralité de cartes de circuit imprimé.

8. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le composant électronique à induction est connecté sous la forme d'un convertisseur à résonnance ayant une pluralité de transformateurs réalisés par les systèmes d'enroulements plans, dans lequel le second système d'enroulements plan forme un transformateur côté entrée et le système d'enroulements plan supplémentaire forme une inductance de fuite associée côté primaire au transformateur côté entrée.

9. Utilisation du composant électronique à induction selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 dans un dispositif diviseur de courant, notamment destiné à faire fonctionner une pluralité de LED connectées en chaîne, en tant que charge, dispositif diviseur de courant dans lequel un courant produit côté secondaire par un premier transformateur côté entrée est divisé au moyen d'au moins un second transformateur en au moins deux dérivations de charge attaquées indépendamment l'une de l'autre.

10. Utilisation selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** le premier transformateur et l'au moins un second transformateur est réalisé sur la base d'une paire d'éléments de noyau du composant, dans lequel le second système d'enroulements plan forme le premier transformateur.

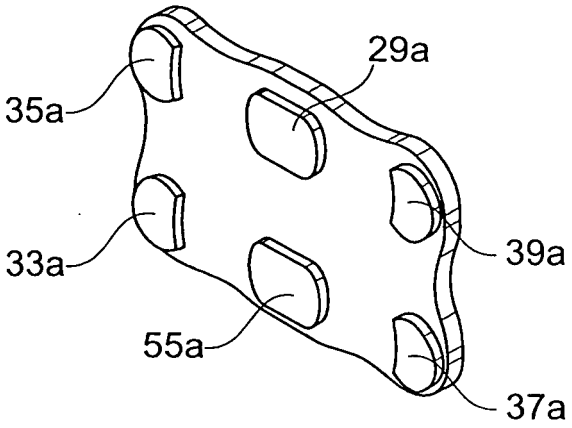


Fig. 1

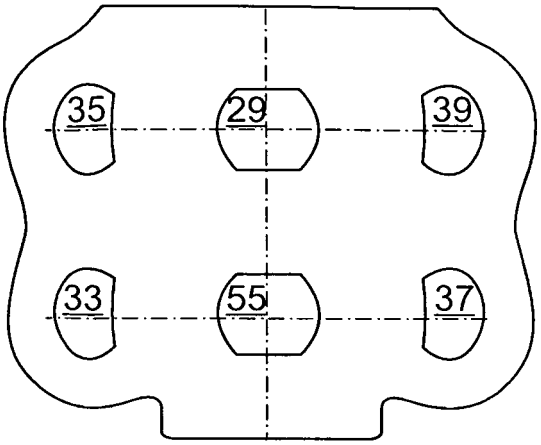


Fig. 2

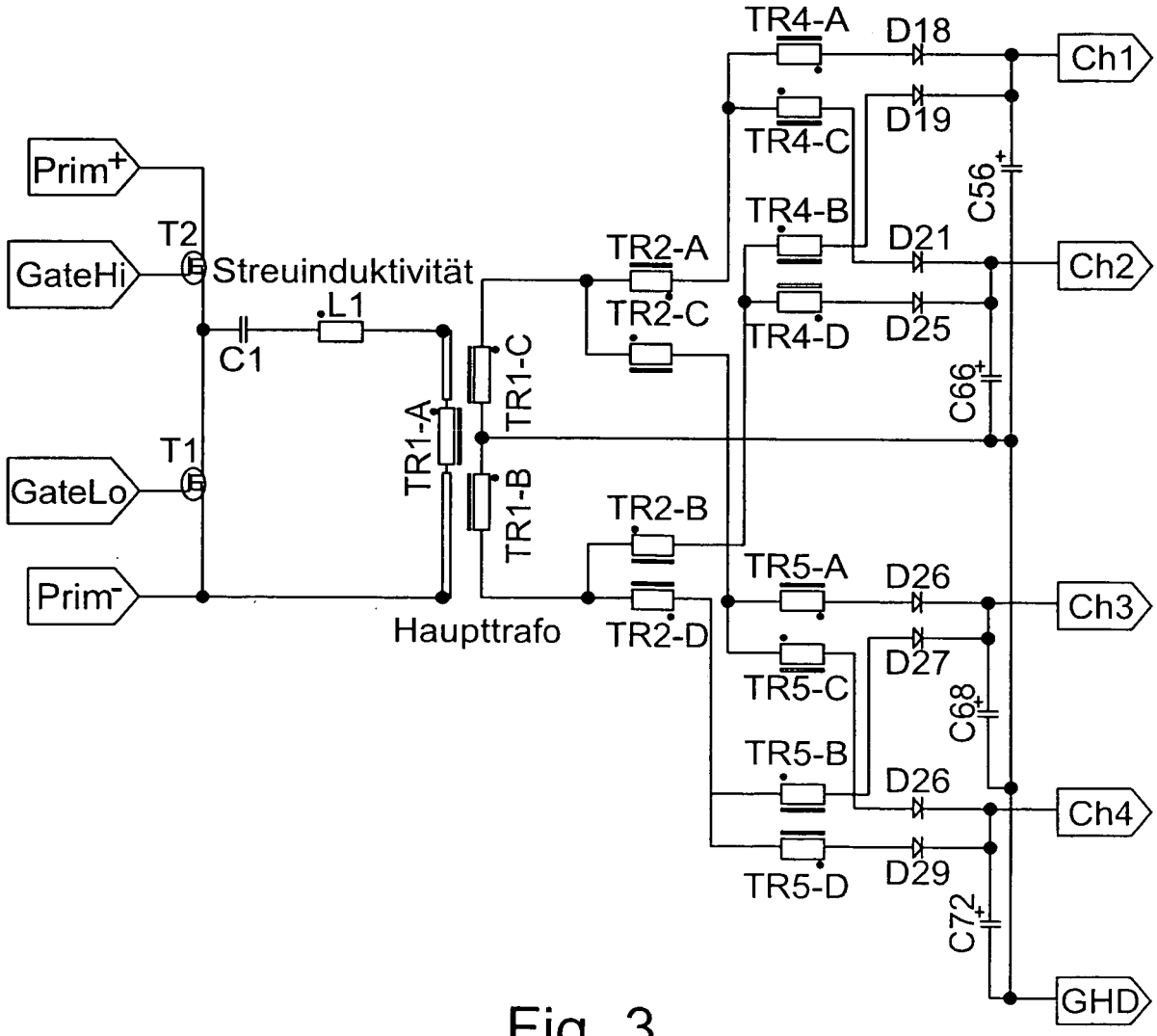


Fig. 3

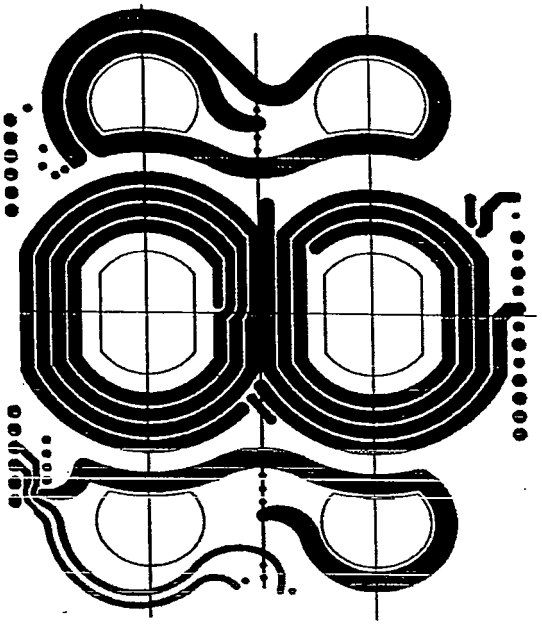


Fig. 4

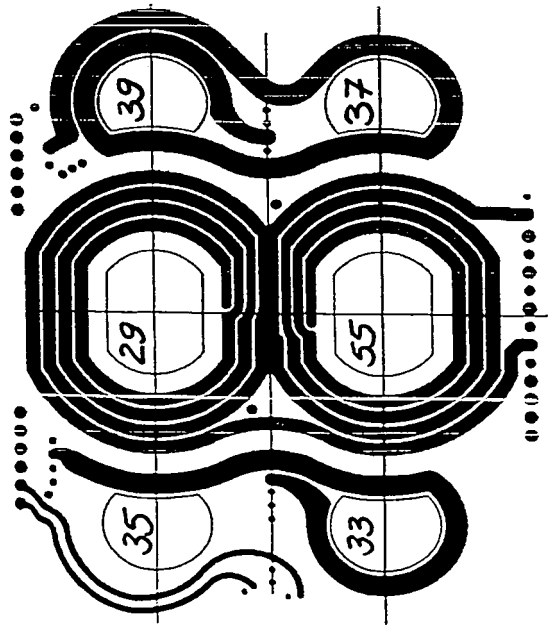


Fig. 5

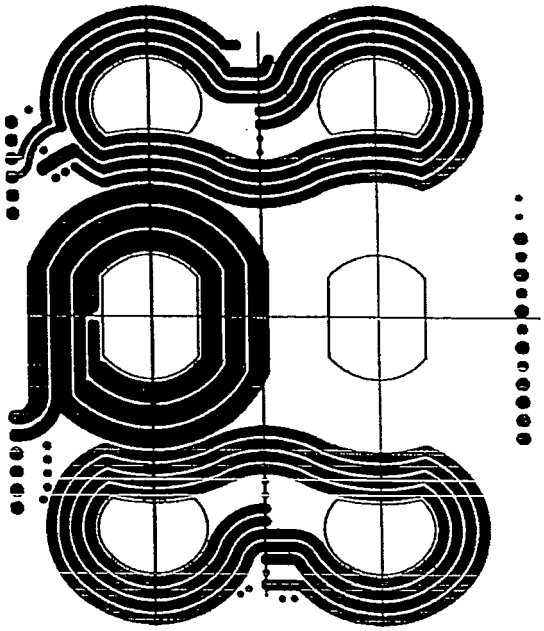


Fig. 6

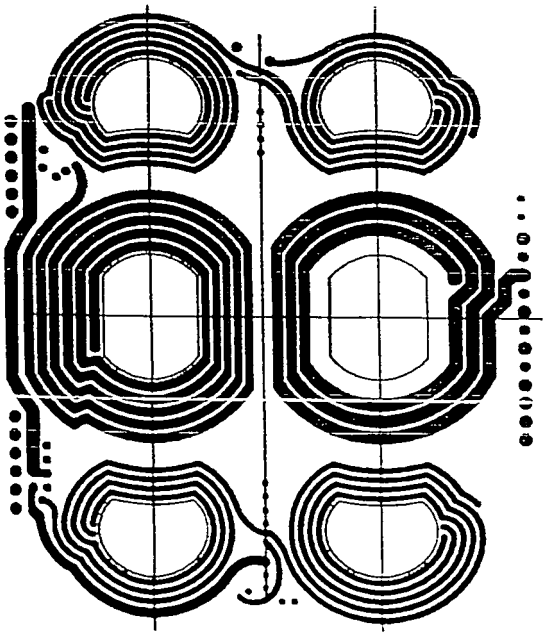


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2011047819 A **[0002] [0005] [0008] [0017] [0019] [0022]**
- WO 2011047817 A **[0014] [0019] [0021] [0022]**
- WO 2001047819 A **[0017] [0019]**
- WO 2001047817 A **[0029]**