

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.10.2018 Patentblatt 2018/40

(51) Int Cl.: *H01Q 1/32* (2006.01) *H01Q 7/00* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18163139.1**

(22) Anmeldetag: **21.03.2018**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:

- **LINDENMEIER, Stefan**
82131 Gauting-Buchendorf (AT)
- **LINDENMEIER, Heinz**
82152 Planegg (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte
PartmbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

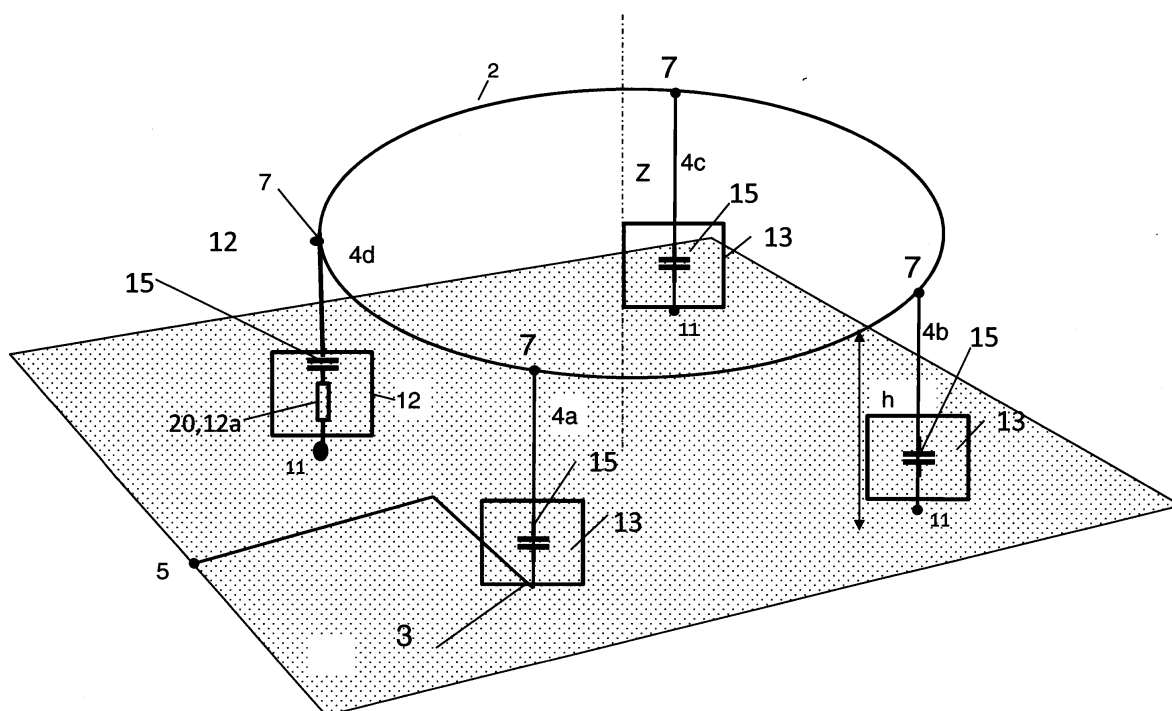
(30) Priorität: 30.03.2017 DE 102017003072

(71) Anmelder: **Fuba Automotive Electronics GmbH**
31162 Bad Salzdetfurth (DE)

(54) **ANTENNE FÜR DEN EMPFANG ZIRKULAR POLARISierter SATELLITENFUNKSIGNALS
FÜR DIE SATELLITEN-NAVIGATION AUF EINEM FAHRZEUG**

(57) Eine Antenne für den Empfang zirkular polarisierter Satellitenfunksignale umfasst eine über einer leitenden Grundfläche angeordnete Leiterschleife, die als Ringleitungsstrahler gestaltet ist, der eine Resonanzstruktur bildet. Am Umfang des Ringleitungsstrahlers sind zur leitenden Grundfläche hin verlaufende vertikale

Strahler vorhanden, wobei über einen der Strahler als aktiver Strahler die Erregung der Leiterschleife erfolgt. Ferner ist eine bestimmte Anzahl von mit dem Ringleitungsstrahler galvanisch verkoppelten passiven vertikalen Strahlern vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung für den Empfang zirkular polarisierter Satellitenfunksignale insbesondere für die Satellitenfunk-Navigation.

[0002] Satellitenfunksignale werden aufgrund von Polarisationsdrehungen auf dem Übertragungsweg in der Regel mit zirkular polarisierten elektromagnetischen Wellen übertragen und werden in allen bekannten Satelliten-Navigationssystemen angewandt. Moderne Navigationssysteme sehen insbesondere für die globale Erreichbarkeit in Verbindung mit einer hohen Navigationsgenauigkeit bei der mobilen Navigation vor, die gleichzeitig empfangenen Funksignale mehrerer Satelliten-Navigationssysteme auszuwerten. Solche im Verbund empfangenden Systeme sind unter dem Begriff GNSS (Global Navigation Satellite System) zusammengefasst und beinhalten bekannte Systeme, wie zum Beispiel GPS (Global Positioning System, GLONASS, Galileo und Beidou etc. Satellitenantennen für die Navigation auf Fahrzeugen werden in der Regel auf der elektrisch leitenden Außenhaut der Fahrzeugkarosserie aufgebaut. Es kommen zirkular polarisierte SatellitenEmpfangsantennen zur Anwendung, wie sie zum Beispiel aus der DE 10 2009 040 910 A oder der DE 40 08 505 A bekannt sind. Für den Aufbau auf Fahrzeugen eignen sich besonders solche Antennen, welche sich durch eine niedrige Bauhöhe in Verbindung mit kostengünstiger Herstellbarkeit auszeichnen. Hierzu zählt zum Beispiel besonders der aus der DE 102009 040 910 A bekannte, als Resonanzstruktur gestaltete Ringleitungsstrahler mit kleinem Bauvolumen, welches insbesondere für mobile Anwendungen zwingend gefordert ist. Die Antenne weist eine geringe Grundfläche auf und ist mit einer Höhe von weniger als einem Zehntel der Freiraumwellenlänge sehr niedrig.

[0003] Als weitere Antennen für die Satelliten-Navigation auf Fahrzeugen sind nach dem Stand der Technik Patch-Antennen bekannt, welche jedoch gegenüber aus Blech gestanzten Antennen im Aufbau aufwändiger sind. Eine Herausforderung an die Satellitenantennen für GNSS besteht in der Forderung einer großen Frequenzbandbreite, welche zum Beispiel bei GPS durch das Frequenzband L1 mit der Mittenfrequenz 1575 MHz (geforderte Bandbreite ca. 80 MHz) und dem Frequenzband L2 mit der Mittenfrequenz 1227 MHz (geforderte Bandbreite ca. 53 MHz) vorgegeben ist. Dieser Bedarf wird zum Beispiel durch gesonderte, jeweils einer der Frequenzbänder L1 bzw. L2 zugeordneten Antenne, oder einer beide Frequenzbänder umfassenden Breitbandantenne gedeckt. Systeme zur gleichzeitigen Auswertung von Signalinhalten in den Frequenzbändern L1 und L2 stellen besonders hohe Anforderungen an die Antennen, und dies bei geringem verfügbarem Bauraum, wie er vor allem im Fahrzeugbau immer gegeben ist. Die Anwendung getrennter, in enger Nachbarschaft zueinander befindlicher Antennen für die beiden Frequenzbänder beinhaltet die Problematik der gegenseitigen elektromag-

netischen Verkopplung mit dem Effekt der Beeinflussung der Richtdiagramme sowie der Polarisationsreinheit und insbesondere der Kreuzpolarisation. Aufgrund der unter niedrigen Elevationswinkeln einfallenden Signale der Ortungssatelliten kommt selbst bei ausreichendem Gewinn in der gewünschten, zumeist rechtshändig zirkularer Polarisationsrichtung (RHCP) der Unterdrückung der entgegengesetzten Polarisationsrichtung - der Kreuzpolarisation - im Hinblick auf richtige Ortungsergebnisse eine ausschlaggebende Bedeutung zu. Die Genauigkeit des Ortungsergebnisses ist somit besonders vom Verhältnis der gewünschten Polarisationsrichtung zur Kreuzpolarisation der Satellitenempfangsantenne, also dem Kreuzpolarisationsabstand beeinflusst. Andererseits ist die Realisierung einer Satelliten-Navigationsantenne technisch schwierig, welche beide Frequenzbänder mit einer Bandbreite von ca. 360 MHz überdeckt und dabei noch die zum Teil strengen Anforderungen an den Kreuzpolarisationsabstand und an den Antennengewinn erfüllt.

[0004] Für die Anwendung auf Fahrzeugen eignen sich insbesondere Satellitenempfangsantennen mit kleinem Bauvolumen. Antennen dieser Art nach dem Stand der Technik sind als Patch-Antennen bekannt. Diese sind jedoch bezüglich des Empfangs unter niedrigem Elevationswinkel weniger leistungsfähig und im Aufbau aufwändiger. Dieser Nachteil wird zum Teil behoben durch Ringleitungsantennen, wie sie zum Beispiel in der DE 10 2009 040 910 A beschrieben sind. Selbst für solche Antennen ist es wünschenswert dem Kreuzpolarisationsabstand über die volle Bandbreite der oben beschriebenen Frequenzbänder L1, L2 oder L5 zu verbessern.

[0005] Satellitenempfangsantennen für die Satelliten-Navigation sind für den Einbau auf horizontalen Flächen der elektrisch leitenden Fahrzeugkarosserie vorgesehen. Bezüglich der Antenneneigenschaften wirkt das im Wesentlichen horizontale Fahrzeugdach als leitende Grundfläche.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antenne für den Empfang zirkular polarisierter Satelliten Funksignale für die Satelliten-Navigation anzugeben, welche bei ausreichendem Gewinn und auch bei niedrigen Elevationswinkeln der Strahlungscharakteristik über einen möglichst großen Frequenzbereich eine hohen Kreuzpolarisationsabstand aufweist und somit für die Gewinnung besonders genauer Ortungsergebnisse in einem Fahrzeug geeignet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Mit einer Antenne nach der Erfindung ist der Vorteil verbunden, dass sie besonders kostengünstig herstellbar ist und somit für die Serienfertigung und den Einsatz bei der serienmäßigen Herstellung von Fahrzeugen besonders geeignet ist.

[0009] Gemäß der Erfindung umfasst eine Antenne 1 für den Empfang zirkular polarisierter Satellitenfunksignale wenigstens eine horizontal orientierte, über einer leitenden Grundfläche 6 angeordnete Leiterschleife, mit einer mit einem Antennenanschluss 5 verbundenen An-

ordnung zur elektromagnetischen Erregung der Leiterschleife. Die Leiterschleife ist als Ringleitungsstrahler 2 durch eine polygonale oder kreisförmige geschlossene Ringleitung in einer horizontalen Ebene mit der Höhe h über der leitenden Grundfläche 6 verlaufend gestaltet. Der Ringleitungsstrahler 2 bildet eine Resonanzstruktur und ist durch elektromagnetische Erregung in der Weise elektrisch erregbar, dass sich auf der Ringleitung die Stromverteilung einer laufenden Leitungswelle in einer einzigen Umlaufrichtung einstellt, deren Phasenunterschied über einen Umlauf gerade 2π beträgt.

[0010] Es sind am Umfang des Ringleitungsstrahlers 2 an Ringleitungs-Koppelpunkten 7 mit dem Ringleitungsstrahler 2 galvanisch verkoppelte, vertikale und zur leitenden Grundfläche 6 hin verlaufende Strahler 4, 4a-d vorhanden, wobei über einen der Strahler als aktiver Strahler 4a die Erregung der Leiterschleife erfolgt und die anderen Strahler als passive Strahler 4b, 4c, 4d mit der elektrisch leitenden Grundfläche 6 verkoppelt sind.

[0011] Es sind mindestens zwei mit dem Ringleitungsstrahler 2 galvanisch verkoppelte, und zur leitenden Grundfläche 6 hin verlaufende vertikale passive Strahler 4b, 4c, 4d vorhanden, von denen N vertikale Strahler 4d über eine Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12, deren Verlustfaktor jeweils größer ist als der Wert $0,1/N$, mit der elektrisch leitenden Grundfläche 6 verkoppelt. An keiner Stelle entlang dem Ringleitungsstrahler 2 sind zwei dieser N vertikalen Strahler benachbart zueinander angeordnet. Alle übrigen passiven vertikalen Strahler 4b, 4c sind über verlustlose Blindwiderstandsschaltungen 13 mit der Grundfläche 6 verkoppelt. Alle Strahler sind entlang dem Ringleitungsstrahler 2 annähernd gleich verteilt, so dass keiner der Abstände zwischen einander benachbarten Ringleitungs-Koppelpunkten 7 am Umfang des Ringleitungsstrahlers 2 kleiner ist als die Hälfte des Abstands, der sich bei äquidistanter Verteilung aller Strahler über die gestreckte Länge L des Ringleitungsstrahlers (2) ergeben würde.

[0012] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele werden im Folgenden näher erläutert:

Es können mindestens zwei der jeweils zwischen zwei benachbarten Ringleitungs-Koppelpunkten 7 befindlichen Teilstücke des Ringleitungsstrahlers 2 mit voneinander abweichenden Wellenwiderständen $ZL1$, $ZL2$ vorhanden sein.

[0013] Es kann die Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 zur Ankopplung von N vertikalen Strahler 4d an einen Masseanschluss 11 auf der elektrisch leitenden Grundfläche 6 jeweils durch die Serienschaltung einer Kapazität 15 und einer Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a gebildet sein und jeder der verbleibenden passiven vertikalen Strahler 4b, 4c kann mit einer als Kapazität 15 realisierten verlustfreien Blindwiderstandsschaltung 13 zur Ankopplung an einen Masse-Anschlusspunkt 11 auf der elektrisch leitenden Grundfläche 6 versehen sein.

[0014] Es kann die gestreckte Länge L der Ringleitung des in Resonanz befindlichen Ringleitungsstrahlers 2

durch die Wirkung der vertikalen Strahler 4, ausgehend von etwa der Leitungswellenlänge λ bis auf etwa die Hälfte der Leitungswellenlänge λ verkürzt sein.

[0015] Der aktive vertikale Strahler 4a kann mit einer als Kapazität 15 realisierten Blindwiderstandsschaltung 13 zur Ankopplung an den Antennenanschluss 5 versehen sein.

[0016] Die Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a kann aus einem ohmschen Widerstand 20 gebildet sein.

[0017] Dem ohmschen Widerstand 20 kann ein Parallelschwingungskreis - bestehend aus einer Parallelkapazität 18 und einer Parallelinduktivität 17 - mit einer Resonanzfrequenz in der Nähe der Frequenzbandmitte zur Erweiterung der Frequenzbandbreite des Kreuzpolarisationsabstands parallel geschaltet sein.

[0018] Dem ohmschen Widerstand 20 kann jeweils ein Parallelschwingungskreis - bestehend aus einer Kapazität 18 und einer Induktivität 17 - parallel geschaltet sein und die verlustlosen Blindwiderstandsschaltungen 13, mit denen die verbleibenden passiven vertikalen Strahler 4b, 4c mit der elektrisch leitenden Grundfläche 6 verkoppelt sind, können jeweils aus der Serienschaltung einer Kapazität 15 und einem Parallelschwingungskreis - bestehend aus einer Parallelkapazität 18 und einer Parallelinduktivität 17 - gebildet sein und die Resonanzfrequenz der Parallelschwingungskreise kann jeweils etwa in der Nähe der Mitte eines vorgegebenen Frequenzbandes zur Erweiterung der Frequenzbandbreite des Kreuzpolarisationsabstands gewählt sein.

[0019] Der Parallelresonanzkreis in der verlustlosen Blindwiderstandsschaltung 13 und der dem ohmschen Widerstand 20 jeweils parallel geschaltete Parallelresonanzkreis können in dieser Weise abgestimmt sein, dass jeweils in der Frequenzbandmitte der beiden Satelliten-Navigationsfrequenzbänder $L1$ und $L2$ ein Maximum des Kreuzpolarisationsabstands eingestellt ist.

[0020] Es kann $N = 1$ vertikaler Strahler 4d mit Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 zur Ankopplung an einen Masseanschluss 11 auf der elektrisch leitenden Grundfläche 6 vorhanden und dieser dem aktiven vertikalen Strahler 4a benachbart angeordnet sein.

[0021] Der Ringleitungsstrahler 2 kann als Rechteck gestaltet sein, an dessen Ecken jeweils ein Ringleitungs-Koppelpunkt 7 mit einem dort galvanisch angeschlossenen vertikalen Strahler 4a-d ausgebildet sein kann.

[0022] Zur Unterstützung der Unidirektionalität der Wellenausbreitung auf dem Ringleitungsstrahler 2 kann ein dem ersten Teilstück gegenüberliegendes weiteres Teilstück des Ringleitungsstrahlers 2 mit von dem Wellenwiderstand ($ZL1$) der übrigen Teilstücke des Ringleitungsstrahlers 2 abweichendem Wellenwiderstand ($ZL2$) vorhanden sein.

[0023] Die als Kapazitäten 15 realisierten verlustlosen Blindwiderstandsschaltungen 13 der passiven Strahler zur Ankopplung an die leitende Grundfläche 6 oder zur Ankopplung an die mit der leitenden Grundfläche 6 verkoppelten Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a sowie die Kapazität 15 zur Ankopplung des aktiven Strahlers

4a an den Antennenanschluss 5 können in der Weise gebildet sein, dass die vertikalen Strahler 4, 4a-d an ihrem unteren Ende zu individuell gestalteten flächigen Kapazitätselektroden 32a, 32b, 32c, 32d ausgeformt sind, und die Kapazitäten 15 können durch Zwischenlage einer dielektrischen Platte 33 zwischen den flächigen Kapazitätselektroden 32a, 32b, 32c, 32d und der als elektrisch leitend beschichtete Leiterplatte 35 ausgeführten elektrisch leitenden Grundfläche 6 zur Ankopplung der passiven Strahler 4b, 4c an die elektrisch leitende Grundfläche 6 gestaltet sein.

[0024] Zur kapazitiven Ankopplung des aktiven vertikalen Strahlers 4a an den Antennenanschluss 5 und zur kapazitiven Ankopplung eines dem aktiven vertikalen Strahler 4a benachbarten passiven vertikalen Strahlers 4d an die Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a auf der elektrisch leitenden Grundfläche 6 kann eine von dieser Schicht isolierte, flächige Gegenelektrode 34 gestaltet sein.

[0025] Die leitende Struktur, bestehend aus dem Ringleiter 2 und den damit verbundenen vertikalen Strahlern 4, 4a-d kann durch eine dielektrische Stützstruktur 36 so fixiert sein, dass die dielektrische Platte 33 in Form eines Luftspaltes realisiert ist.

[0026] Die zugehörigen Figuren zeigen im Einzelnen:

Fig. 1:

a) Antenne nach der Erfindung mit Ringleitungsstrahler 2 mit an Ringleitungs-Koppelpunkten 7 galvanisch verkoppelten vertikalen Strahlern 4a-4d. Der passive vertikale Strahler 4d, der in dem dargestellten Beispiel dem aktiven vertikalen Strahler 4a benachbart angeordnet ist, ist über die Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 über den Masse-Anschlusspunkt 11 mit der leitenden Grundfläche 6 verkoppelt. Die Erregung des Ringleitungsstrahlers 2 erfolgt über den aktiven vertikalen Strahler 4a, welcher über die verlustlose Blindwiderstandsschaltung 13 mit dem Antennenanschluss 5 verbunden ist. Die Blindwiderstandsschaltungen 13 sowie die Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 bilden zusammen mit den reaktiven Eigenschaften des Ringleitungsstrahlers 2 und der vertikalen Strahler 4 die Resonanzstruktur in der Weise, dass sich auf der Ringleitung 2 die Stromverteilung einer laufenden Leitungswelle in einer einzigen Umlaufrichtung einstellt, deren Phasenunterschied über einen Umlauf gerade 2π beträgt.

b) Antenne nach der Erfindung wie in Figur a) jedoch mit geänderter Anordnung der vertikalen Strahler am Umfang des Ringleitungsstrahlers 2. Einem Umlaufsinn folgend sind zwischen aufeinanderfolgenden, mit einer Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 beschalteten verti-

kalen Strahlern jeweils zwei mit einer verlustlosen Blindwiderstandsschaltung 13 beschaltete vertikale Strahler angeordnet. Der aktive Strahler 4a ist über die verlustlose Blindwiderstandsschaltung 13 mit dem Antennenanschluss 5 verkoppelt.

c) Antenne nach der Erfindung wie in Figur b), jedoch ist einem Umlaufsinn folgend zwischen aufeinanderfolgenden, mit einer Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 beschalteten vertikalen Strahlern jeweils nur ein mit einer verlustlosen Blindwiderstandsschaltung 13 beschalteter vertikaler Strahler angeordnet. Der aktive Strahler 4a ist sowohl über die verlustlose Blindwiderstandsschaltung 13 mit der elektrisch leitenden Grundfläche 6 als auch mit dem Antennenanschluss 5 verkoppelt.

Fig. 2: Antenne nach der Erfindung wie in Figur 1, wobei die Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 als einfache Serienschaltung aus einer Kapazität 15 und einem ohmschen Widerstand 20 besteht. Die Blindwiderstandsschaltung 13, welche den aktiven vertikalen Strahler 4a mit dem Antennenanschluss 5 verkoppelt, ist durch die Kapazität 15 realisiert. Die Resonanz ist durch geeignete Wahl der Kapazitäten 15 gegeben. Der Widerstand 20 ist im Hinblick auf die Maximierung der Frequenzbandbreite des Kreuzpolarisationsabstands gewählt. Die Blindwiderstandsschaltung 13 am aktiven Strahler 4a ist in der Weise gestaltet, dass sowohl die beschriebene Resonanz gegeben ist, als auch die Impedanz der Antenne an den Wellenwiderstand üblicher Antennenleitungen angepasst ist. Die beiden übrigen vertikalen passiven Strahler 4b und 4c sind über die als Kapazitäten 15 realisierten Blindwiderstandsschaltungen 13 jeweils mit dem Masse-Anschlusspunkt 11 mit der leitenden Grundfläche 6 verbunden.

Fig. 3:

a) Antenne nach der Erfindung wie in Figuren 1 und 2 jedoch mit rechteckig geformtem Ringleiter 2. Die Kapazitäten 15 sind in der Weise gebildet, dass die vertikalen Strahler 4 an ihrem unteren Ende zu individuell gestalteten flächigen Kapazitätselektroden 32a, 32b, 32c, 32d ausgeformt sind. Durch Zwischenlage zwischen diesen und der als elektrisch leitend beschichtete Leiterplatte ausgeführten elektrisch leitenden Grundfläche 6 befindlichen dielektrische Platte 33 sind die Kapazitäten 15 zur Ankopplung von zwei vertikalen Strahlern 4b, 4c an die elektrisch leitende Grundfläche 6 gestaltet. Zur kapazitiven Ankopplung des aktiven vertikalen Strahlers 4d, an den Antennenanschluss 5 ist dieser als eine von der leitenden Schicht isolier-

te, flächige Gegenelektrode 34 gestaltet. Ebenso ist zur Ankopplung des dem aktiven vertikalen Strahler 4a benachbarten Strahles 4d an die Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a eine von der leitenden Schicht isolierte, flächige Gegenelektrode 34 gestaltet. Die Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 ist somit als Serienschaltung der Kapazität 15 und der Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a gebildet. Im Bild ist die dielektrische Platte 33 durch einen Luftspalt realisiert.

b) Schaltbild der Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 bestehend aus der Serienschaltung der Kapazität 15 und der Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a realisiert durch den ohmschen Widerstand 20.

c) Schaltbild der Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 wie in Figur b) jedoch mit Parallelresonanzkreis, bestehend aus der Parallelkapazität 18 und der Parallelinduktivität 17 in Parallelschaltung zum Widerstand 20.

Fig. 4: Verlauf des Kreuzpolarisationsabstands und des Gewinns für den niedrigen Einfall der Satellitensignale unter einem Elevationswinkel von 20°, aufgetragen über der Frequenz im Satelliten-Navigations-Frequenzband L1.

a) Realisierter, extrem hoher Kreuzpolarisationsabstand in dB.

b) beispielhaft ausreichender Kreuzpolarisationsabstand in dB.

c) Realisierter Antennengewinn in dB.

Fig. 5: Selbsterklärende Explosionszeichnung zur Erläuterung des Aufbaus der in Figur 3 beschriebenen Antenne nach der Erfindung. Der rechteckige Ringleiter 2 mit vertikalen Strahlern 4 kann kostengünstig als Stanz- und Biegeteil hergestellt werden.

Fig. 6: Antenne nach der Erfindung, ähnlich wie in Figur 3. Darstellung der unterschiedlichen Wellenwiderstände ZL1 und ZL2 der Teile des rechteckförmigen Ringleiters 2 zur Unterstützung der Unidirektionalität des Umlaufsinn der bei Resonanz umlaufenden elektromagnetischen Stromwelle. Der ohmsche Widerstand 20 ist als SMD-Bauteil als Brücke zwischen der Gegenelektrode 34 und der leitenden Grundfläche 6 angedeutet. Die Impedanz am Antennenanschluss 5 beträgt 50 Ohm. Typische Abmessungen einer Ringleitungsantenne 2 für den Frequenzbereich L1 sind für Breite und Länge 34*42mm, h=8mm, ohmscher Widerstand 20, R=130 Ohm. Der Verlustfaktor der Blindwiderstands-

schaltung mit Wirkanteil 12 beträgt 0,5. Die Kapazität 15 beträgt ca. 0,3 pF (Kapazitätselektrode 32 gegen elektrisch leitende Grundfläche 6 bzw. Gegenelektrode 34).

Fig. 7: Antenne nach der Erfindung wie in Figur 6 zum Beispiel für das Frequenzband L1 mit Blick auf die Rückseite der Leiterplatte 35. Hierzu werden zwei Durchkontaktierungen 16 der Leiterplatte 35 verwendet. Eine der zwei Durchkontaktierungen 16 wird im Beispiel über den ohmschen Widerstand 20 von 130 Ohm mit der elektrisch leitenden Grundfläche 6 verbunden, die andere Durchkontaktierung 16 mit dem Antennenanschluss 5.

Fig. 8: Im Bild ist die Oberseite der Leiterplatte 35 einer Antenne 1 nach der Erfindung dargestellt, auf welche der elektrische Ringleitungsstrahler 2 aufgesetzt wird.

Für die Gestaltung einer zweibandfähigen Multibandantenne nach der Erfindung - zum Beispiel für die Frequenzbereiche L1 und L2 - ist die Blindwiderstandsschaltung 13 jeweils in der Weise mehrfrequent gestaltet, dass sowohl die Resonanz des Ringleitungsstrahlers 2 als auch die geforderte Laufzeit der Leitungswelle auf dem Ringleitungsstrahler 2 in den voneinander getrennten Frequenzbändern L1 und L2 gegeben ist.

Dies ist bei dem Beispiel im Figur 8 dadurch erreicht, dass für alle Kapazitätselektroden 32 jeweils eine Gegenelektrode 34 vorhanden ist und, dass der durch die Kapazitätselektroden 32 bewirkten Kapazität 15 an allen vertikalen Strahlern 4 eine Parallelschaltung aus einer Parallelkapazität 18 und einer Parallelinduktivität 17 - dargestellt als SMD-Bauteile - zwischen der Gegenelektrode 34 und der elektrisch leitenden Grundfläche 6 in Serie geschaltet ist. Der ohmsche Widerstand 20 bei dem Strahler 4d ist etwa für die Frequenzmitte zwischen den beiden Frequenzbändern L1 und L2 im Hinblick auf optimalen Kreuzmodulationsabstand in den beiden Frequenzbändern dimensioniert.

Fig. 9: Zweiband-Antenne nach der Erfindung wie in Figur 8,

a) mit Blick auf die Oberseite der Leiterplatte 35 mit Durchkontaktierungen 16 auf den Gegenelektroden 34 unter den Kapazitätselektroden 32.

b) Alle SMD-Schaltelemente sind entsprechend auf der Rückseite der Leiterplatte auf Pads 26 angeordnet, die über die Durchkontaktierungen 16 verbunden sind.

[0027] Die Wirkungsweise der Unterdrückung der unerwünschten Polarisationsrichtung LHCP einer für RH-CP vorgesehenen Antenne kann mit der einer Brücken-

schaltung bzw. mit einem Hybridring verglichen werden. Eine solche Brücke kann jedoch nur für eine bestimmte Frequenz - im Allgemeinen etwa die Mittenfrequenz eines Frequenzbandes - vollkommen abgeglichen sein. Bei davon abweichenden Frequenzen entsteht naturgemäß bei Erregung an einem Tor, also dem aktiven vertikalen Strahler 4a in Figur 1a neben der gewünschten Strahlung im RHCP-Modus die unerwünschte Strahlung in entgegengesetzter Drehrichtung, also dem LHCP-Modus.

[0028] Die Beschaltung des dem erregten Strahler 4a benachbarten Strahlers 4d mit einer Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 beeinflusst die Phasenlage der Spannung an diesem Strahler in der Weise, dass der unerwünschte LHCP-Anteil in der Strahlung auch bei Frequenzablage von der Mittenfrequenz weitgehend kompensiert ist. Erfindungsgemäß zeigt sich hierbei, dass bereits bei einfacher Kombination einer Serienschaltung aus einer Kapazität 15 mit einem ohmschen Widerstand 20, wie in den Figuren 2 und 3b dargestellt, eine erheblich größere Bandbreite des geforderten Kreuzpolarisationsabstands erzielt werden kann. Die durch die Wirkkomponente der Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 verursachte geringfügige Einbuße des Antennengewinns ist praktisch ohne Einfluss auf das Ortungsergebnis. Bei ausreichendem Antennengewinn ist hierfür die Bandbreite des Kreuzmodulationsabstands ausschlaggebend. Es ist allgemein bekannt, dass Antenneneigenschaften durch Bedämpfung mit verlustbehafteten Elementen breitbandiger gestaltet werden können. Mit der vorliegenden Erfindung ist jedoch das Ziel verbunden, dass die Bandbreite des Kreuzmodulationsabstands durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen stark angehoben wird, jedoch die durch die Wirkanteile bedingte Schwächung des Antennengewinns ausreichend gering ist. Diese erfindungsgemäße selektive Wirkung auf die Bandbreite des Kreuzmodulationsabstands wird in besonderer Weise dadurch erreicht, dass insbesondere diejenigen Moden des Stromes auf dem Ringleitungsstrahler 2 unterdrückt werden, welche die Strahlung in der unerwünschten Polarisationsrichtung LHCP hervorrufen. Diese Moden werden insbesondere durch Wahl unterschiedlicher Wellenwiderstände der Teilstücke des Ringleitungsstrahlers 2 in Kombination mit der alternierenden Reihenfolge am Ringleitungsstrahler-Umfang von vertikalen Strahlern 4 mit Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 und solchen vertikalen Strahlern 4, welche jeweils mit einer verlustlosen Blindwiderstandsschaltung 13 beschaltet sind, erzeugt. Der Wellenwiderstand eines solchen Teilstücks ist durch dessen verteilte Kapazität zur leitenden Grundfläche 6 und dessen verteilte Längsinduktivität gegeben.

[0029] Vorteilhaft ist hierbei die aufwandsarme Realisierung einer Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12. Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht auch darin, dass die Verbesserung der Bandbreite des Kreuzmodulationsabstands bereits mit nur $N = 1$, also nur einem einzigen vertikalen Strahler mit Blindwiderstandsschal-

tung mit Wirkanteil 12 - deren Verlustfaktor größer ist als 0,2 - erzielt werden kann. Als Verlustfaktor der Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 ist - in Analogie zur üblichen Definition - das Verhältnis Wirkwiderstand/Blindwiderstand bei serieller Beschreibung bzw. Wirkleitwert/Blindleitwert bei paralleler Beschreibung der Blindwiderstandsschaltung bezeichnet.

[0030] Erfindungsgemäß ist, wie oben beschrieben, vorgesehen, mit $N > 1$ mehrere mit Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12 beschaltete vertikale Strahler entlang dem Umfang des Ringleitungsstrahlers 2 anzuordnen. In diesem Fall ist es erfindungsgemäß vorgesehen, den Verlustfaktor entsprechend der Zahl N jede der Blindwiderstandsschaltungen mit Wirkanteil 12 nicht kleiner zu wählen als $0,2/N$.

[0031] Die Bandbreite des Kreuzmodulationsabstands kann durch Anwendung komplizierterer Schaltungen weiter erhöht werden. Die Parallelschaltung eines Parallelresonanzkreises, bestehend aus der Parallelinduktivität 17 und der Parallelkapazität 18 zum ohmschen Widerstand 20 in Figur 3c fördert in der Frequenzumgebung der Resonanzfrequenz des Parallelresonanzkreises die Frequenzbandbreite des geforderten Kreuzpolarisationsabstands. Bei solchen Schaltungen, wie sie bereits oben für die Maximierung der Frequenzbandbreite des Kreuzpolarisationsabstands jeweils in der Frequenzbandmitte der beiden Satelliten-Navigationsfrequenzbänder L1 und L2 beschrieben sind, können Verluste in den als verlustfrei angestrebten Blindwiderstandsschaltungen 13 aufgrund der begrenzten Güte (C und L) der verfügbaren Blindelemente nicht vollkommen vermieden werden. Es zeigt sich jedoch, dass die mit der Erfindung angestrebte Vergrößerung der Bandbreite des Kreuzpolarisationsabstands bereits dann nachgewiesen werden kann, wenn bei einer Zahl von ebenfalls N Strahlern mit Blindwiderstandsschaltungen 13 deren Verlustfaktor nicht größer ist als etwa $1/5$ des Verlustfaktors in den Blindwiderstandsschaltungen mit Wirkanteil 12.

Liste der Bezeichnungen

[0032]

Antenne 1
Ringleitungsstrahler 2
elektromagnetische Erregung 3
vertikale Strahler 4, 4a, 4b, 4c, 4d
aktiver vertikaler Strahler 4a
passiver vertikaler Strahler 4d
Antennenanschluss 5
Leitende Grundfläche 6
Ringleitungs-Koppelpunkte 7, 7a, 7b, 7c, 7d
Abstand der Höhe h 9
Masse-Anschlusspunkt 11
Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil 12
Schaltung mit ohmschen Verlusten 12a
Verlustlose Blindwiderstandsschaltung 13
Kapazität 15

Durchkontaktierung 16
 Induktivität 17
 Parallelkapazität 18
 ohmscher Widerstand 20
 Pad 26
 Kapazitätselektrode 32a, 32b, 32c, 32d,
 dielektrische Platte 33
 Gegenelektrode 34
 Leiterplatte 35
 Stützstruktur 36
 Abstand 37
 Wellenwiderstand ZL, ZL1, ZL2
 Gestreckte Länge des Ringleitungsstrahlers L

Patentansprüche

1. Antenne (1) für den Empfang zirkular polarisierter Satellitenfunktsignale, umfassend wenigstens eine horizontal orientierte, über einer leitenden Grundfläche (6) angeordnete Leiterschleife, mit einer mit einem Antennenanschluss (5) verbundenen Anordnung zur elektromagnetischen Erregung der Leiterschleife, umfassend die folgenden Merkmale:

- die Leiterschleife ist als Ringleitungsstrahler (2) durch eine polygonale oder kreisförmige geschlossene Ringleitung in einer horizontalen Ebene mit der Höhe h über der leitenden Grundfläche (6) verlaufend gestaltet,
- der Ringleitungsstrahler (2) bildet eine Resonanzstruktur und ist durch elektromagnetische Erregung in der Weise elektrisch erregbar, dass sich auf der Ringleitung die Stromverteilung einer laufenden Leitungswelle in einer einzigen Umlaufrichtung einstellt, deren Phasenunterschied über einen Umlauf gerade 2π beträgt,
- es sind am Umfang des Ringleitungsstrahlers (2) an Ringleitungs-Koppelpunkten (7) mit dem Ringleitungsstrahler (2) galvanisch verkoppelte, vertikale und zur leitenden Grundfläche (6) hin verlaufende Strahler (4, 4a-d) vorhanden, wobei über einen der Strahler als aktiver Strahler (4a) die Erregung der Leiterschleife erfolgt und die anderen Strahler als passive Strahler (4b, 4c, 4d) mit der elektrisch leitenden Grundfläche (6) verkoppelt sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens zwei mit dem Ringleitungsstrahler (2) galvanisch verkoppelte, und zur leitenden Grundfläche (6) hin verlaufende vertikale passive Strahler (4b, 4c, 4d) vorhanden sind, von denen N Strahler über eine Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil (12), deren Verlustfaktor jeweils größer ist als der Wert $0,1/N$, mit der elektrisch leitenden Grundfläche (6) verkoppelt sind,

dass an keiner Stelle entlang dem Ringleitungs-

strahler (2) zwei dieser Strahler benachbart zueinander angeordnet sind,

dass alle übrigen passiven vertikalen Strahler (4b, 4c) über verlustlose Blindwiderstandsschaltungen (13) mit der Grundfläche (6) verkoppelt sind, und **dass** keiner der Abstände zwischen einander benachbarten Ringleitungs-Koppelpunkten (7) am Umfang des Ringleitungsstrahlers (2) kleiner ist als die Hälfte des Abstands, der sich bei äquidistanter Verteilung aller Strahler über die gestreckte Länge L des Ringleitungsstrahlers (2) ergeben würde.

2. Antenne (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei der jeweils zwischen zwei benachbarten Ringleitungs-Koppelpunkten (7) befindlichen Teilstücke des Ringleitungsstrahlers (2) mit voneinander abweichenden Wellenwiderständen ZL1, ZL2 vorhanden sind.

3. Antenne (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil (12) zur Ankopplung von N vertikalen Strahlern (4d) an einen Masseanschluss (11) auf der elektrisch leitenden Grundfläche (6) jeweils durch die Serienschaltung einer Kapazität (15) und einer Schaltung mit ohmschen Verlusten (12a) gebildet ist, und jeder der verbleibenden passiven vertikalen Strahler (4b, 4c) mit einer als Kapazität (15) realisierten verlustfreien Blindwiderstandsschaltung (13) zur Ankopplung an einen Masse-Anschlusspunkt (11) auf der elektrisch leitenden Grundfläche (6) versehen ist.

4. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gestreckte Länge L der Ringleitung des in Resonanz befindlichen Ringleitungsstrahlers (2) durch die Wirkung der vertikalen Strahler (4), ausgehend von etwa der Leitungswellenlänge λ bis auf etwa die Hälfte der Leitungswellenlänge λ verkürzt ist.

5. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aktive vertikale Strahler (4a) mit einer als Kapazität (15) realisierten Blindwiderstandsschaltung (13) zur Ankopplung an den Antennenanschluss (5) versehen ist.

6. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aktive vertikale Strahler (4a) sowohl mit dem Antennenanschluss (5) als auch über eine als Kapazität (15) realisierte verlustlose Blindwiderstandsschaltung (13) mit der Masse verkoppelt ist.

7. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schaltung mit ohmschen Verlusten (12a) aus einem ohmschen Widerstand (20) gebildet ist.

8. Antenne (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
dem ohmschen Widerstand (20) ein Parallelschwingungskreis - bestehend aus einer Parallelkapazität (18) und einer Parallelinduktivität (17) - mit einer Resonanzfrequenz in der Nähe der Frequenzbandmitte zur Erweiterung der Frequenzbandbreite des Kreuzpolarisationsabstands parallel geschaltet ist. 10
9. Antenne (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
dem ohmschen Widerstand (20) jeweils ein Parallelschwingungskreis - bestehend aus einer Kapazität (18) und einer Induktivität (17) - parallel geschaltet ist und die verlustlosen Blindwiderstandsschaltungen (13), mit denen die verbleibenden passiven vertikalen Strahler (4b, 4c) mit der elektrisch leitenden Grundfläche (6) verkoppelt sind, jeweils aus der Serienschaltung einer Kapazität (15) und einem Parallelschwingungskreis - bestehend aus einer Parallelkapazität (18) und einer Parallelinduktivität (17) - gebildet sind und die Resonanzfrequenz der Parallelschwingungskreise jeweils etwa in der Nähe der Mitte eines vorgegebenen Frequenzbandes zur Erweiterung der Frequenzbandbreite des Kreuzpolarisationsabstands gewählt sind. 20 25 30
10. Antenne (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
jedoch jeweils der Parallelresonanzkreis in der verlustlosen Blindwiderstandsschaltung (13) und der dem ohmschen Widerstand (20) jeweils parallelgeschaltete Parallelresonanzkreis in der Weise abgestimmt ist, dass jeweils in der Frequenzbandmitte von zwei Satelliten-Navigationsfrequenz-bändern L1 und L2 ein Maximum des Kreuzpolarisationsabstands eingestellt ist. 35 40
11. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein passiver vertikaler Strahler (4d) mit Blindwiderstandsschaltung mit Wirkanteil (12) zur Ankopplung an einen Masseanschluss (11) auf der elektrisch leitenden Grundfläche (6) vorhanden ist und dieser dem aktiven vertikalen Strahler (4a) benachbart angeordnet ist. 45 50
12. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ringleitungsstrahler (2) als Rechteck gestaltet ist, an dessen Ecken jeweils ein Ringleitungs-Koppelpunkt (7) mit einem dort galvanisch angeschlossenen vertikalen Strahler (4a-d) ausgebildet ist. 55

13. Antenne (1) nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Unterstützung der Unidirektionalität der Wellenausbreitung auf dem Ringleitungsstrahler (2) ein dem ersten Teilstück gegenüberliegendes weiteres Teilstück des Ringleitungsstrahlers (2) mit von dem Wellenwiderstand (ZL1) der übrigen Teilstücke des Ringleitungsstrahlers (2) abweichendem Wellenwiderstand (ZL2) vorhanden ist.

14. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

die als Kapazitäten (15) realisierten Blindwiderstandsschaltungen (13) der passiven Strahler zur Ankopplung an die leitende Grundfläche (6) oder zur Ankopplung an die mit der leitenden Grundfläche (6) verkoppelten Schaltung mit ohmschen Verlusten (12a) sowie die Kapazität (15) zur Ankopplung des aktiven Strahlers (4a) an den Antennenanschluss (5) in der Weise gebildet sind, dass die vertikalen Strahler (4, 4a-d) an ihrem unteren Ende zu individuell gestalteten flächigen Kapazitätselektroden (32a, 32b, 32c, 32d) ausgeformt sind, **dass** die Kapazitäten (15) durch Zwischenlage einer dielektrischen Platte (33) zwischen den flächigen Kapazitätselektroden (32a, 32b, 32c, 32d) und der als elektrisch leitend beschichtete Leiterplatte (35) ausgeführten elektrisch leitenden Grundfläche (6) zur Ankopplung der passiven Strahler (4b, 4c) an die elektrisch leitende Grundfläche (6) gestaltet sind, und **dass** zur kapazitiven Ankopplung des aktiven vertikalen Strahlers (4a) an den Antennenanschluss (5) und zur kapazitiven Ankopplung eines dem aktiven vertikalen Strahler (4a) benachbarten passiven vertikalen Strahlers (4d) an die Schaltung mit ohmschen Verlusten (12a) auf der elektrisch leitenden Grundfläche (6) jeweils eine von dieser Schicht isolierte, flächige Gegenelektrode (34) gestaltet ist.

15. Antenne nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

die leitende Struktur, bestehend aus dem Ringleiter (2) und den damit verbundenen vertikalen Strahlern (4, 4a-d) durch eine dielektrische Stützstruktur (36) so fixiert ist, dass die dielektrische Platte (33) in Form eines Luftspaltes realisiert ist.

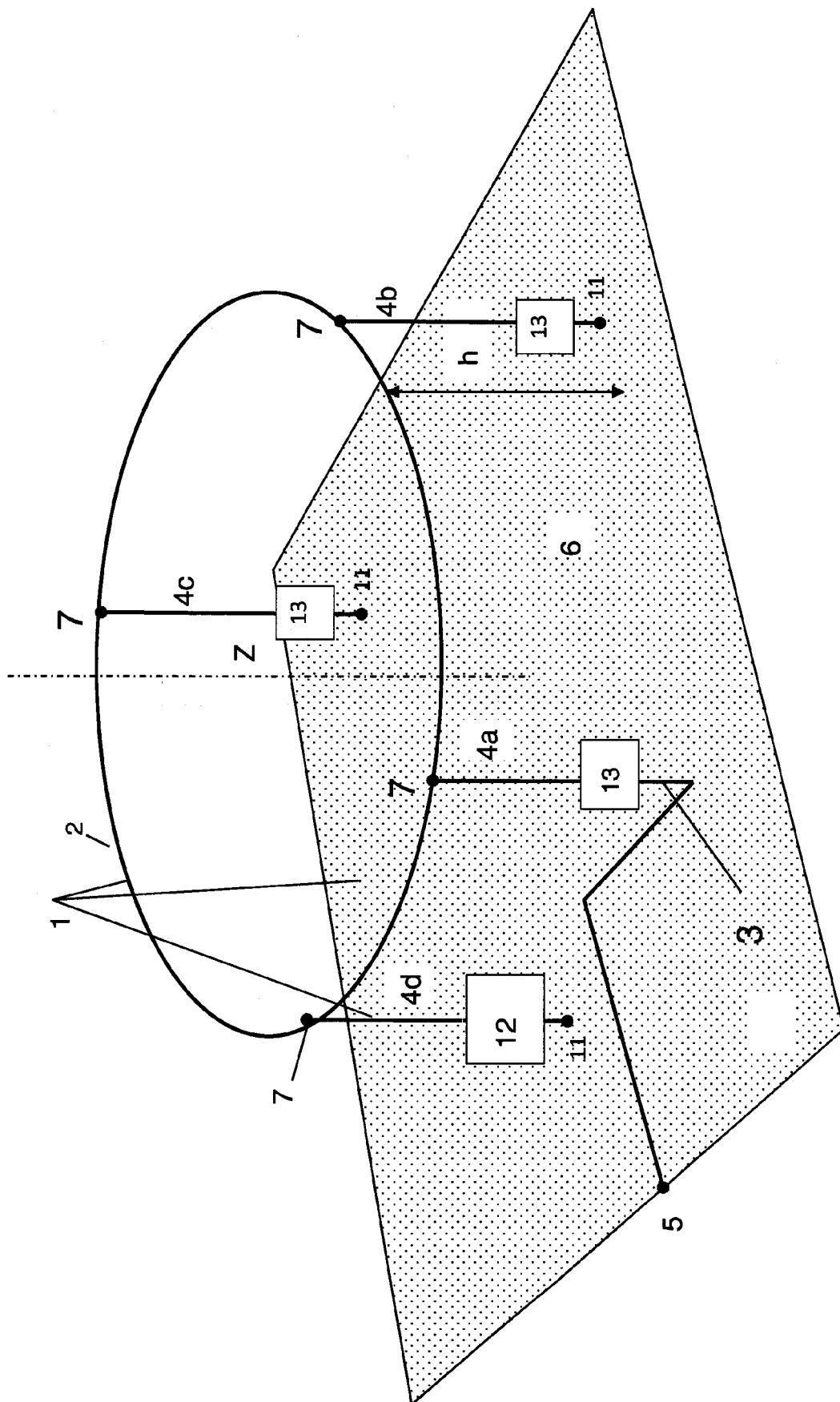


Fig.1 a)

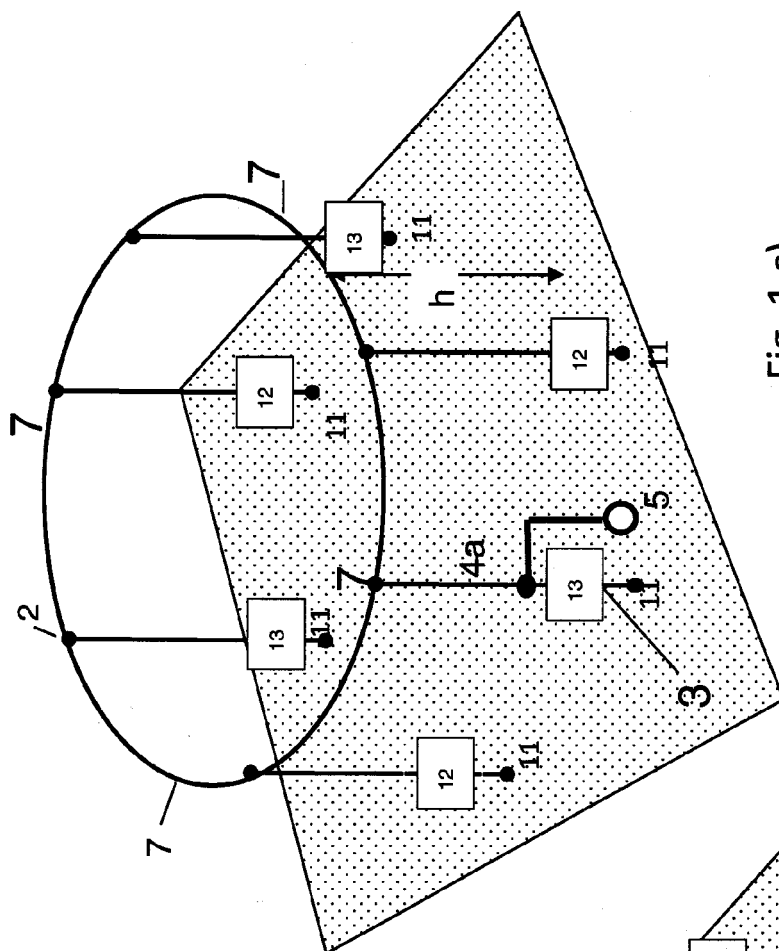


Fig. 1 c)

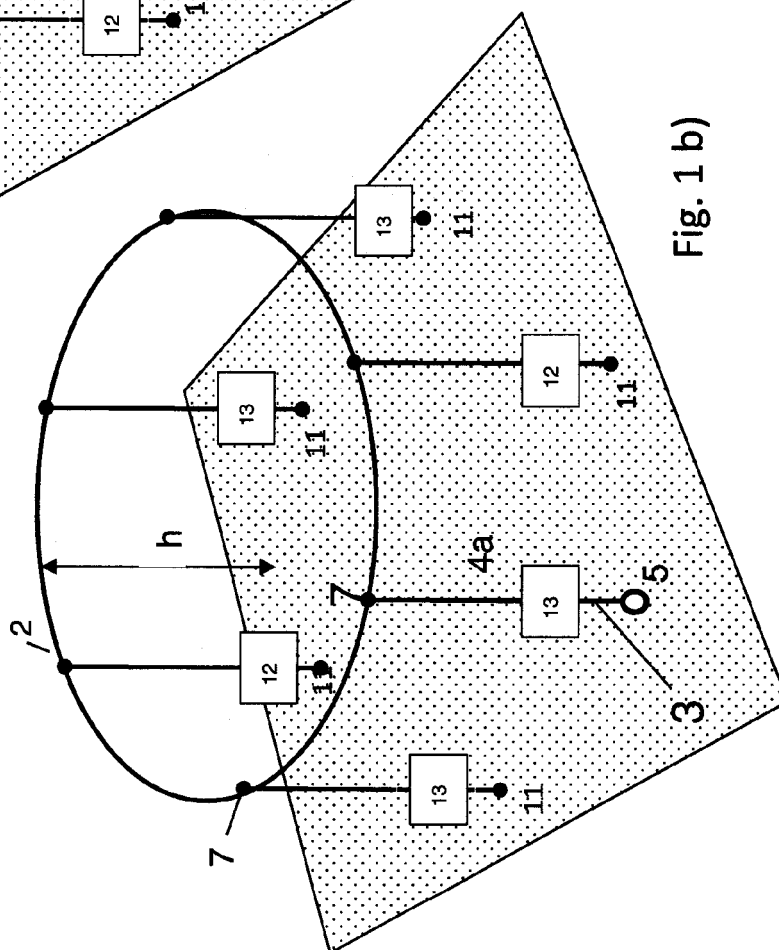


Fig. 1 b)

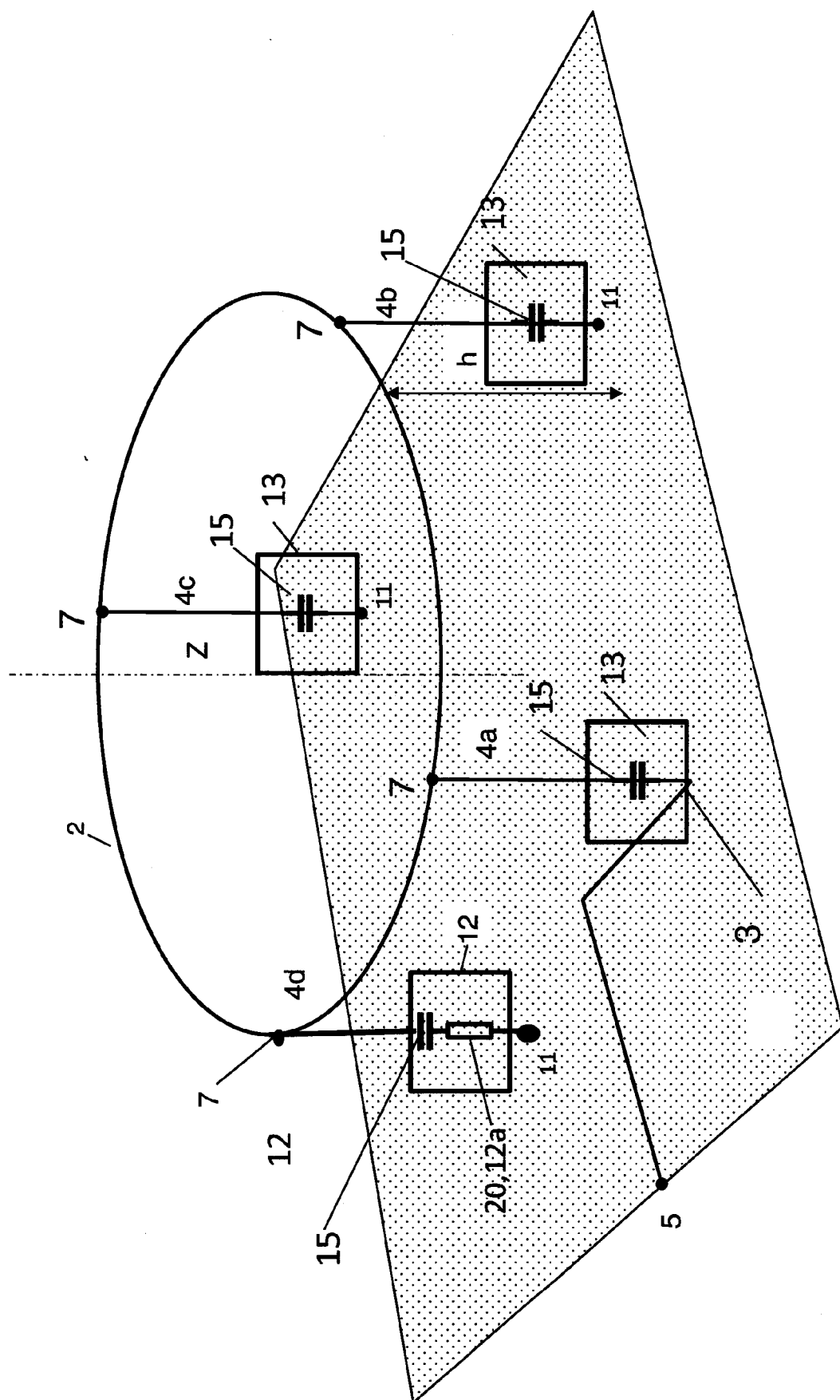


Fig.2

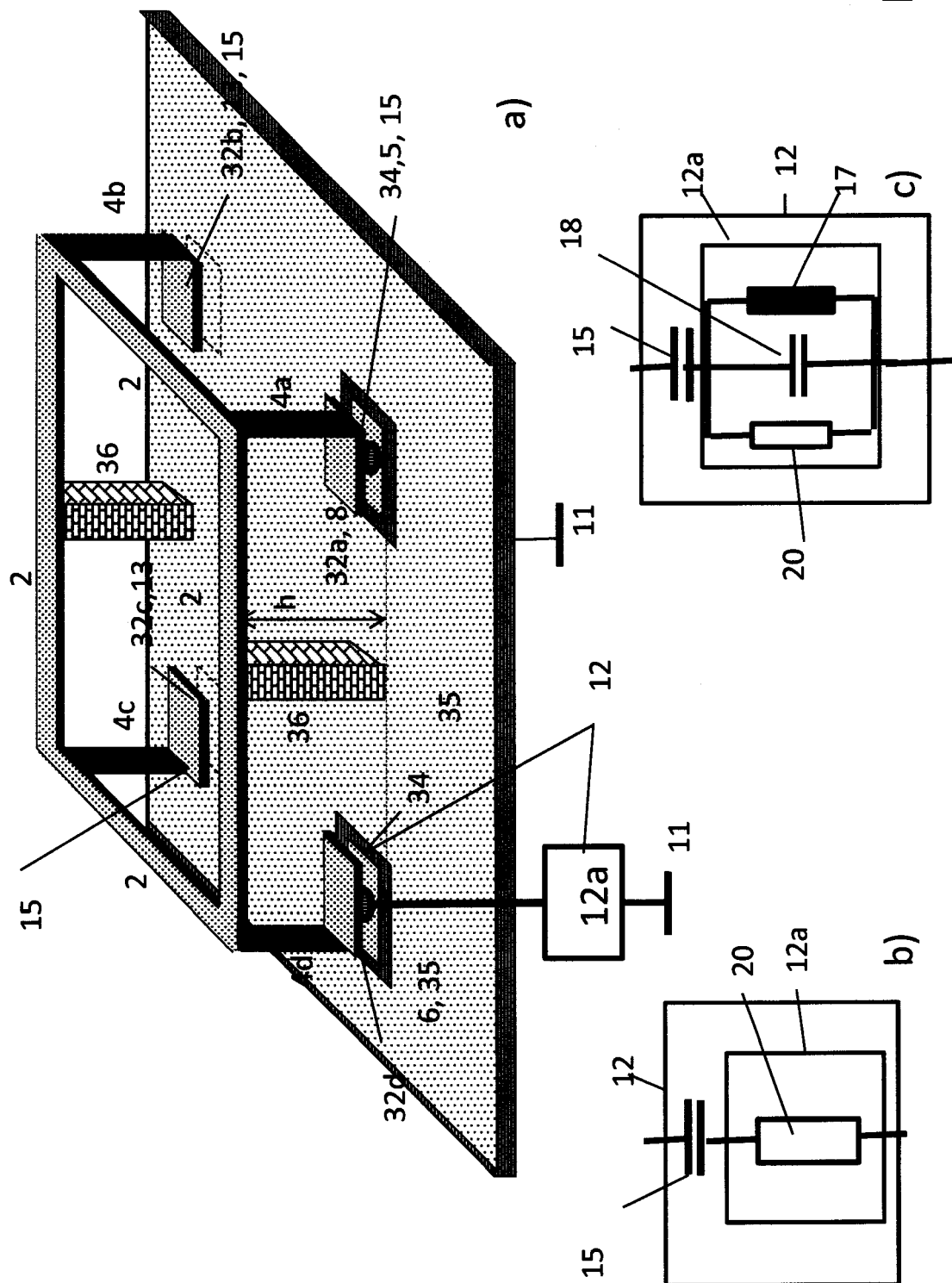


Fig. 3

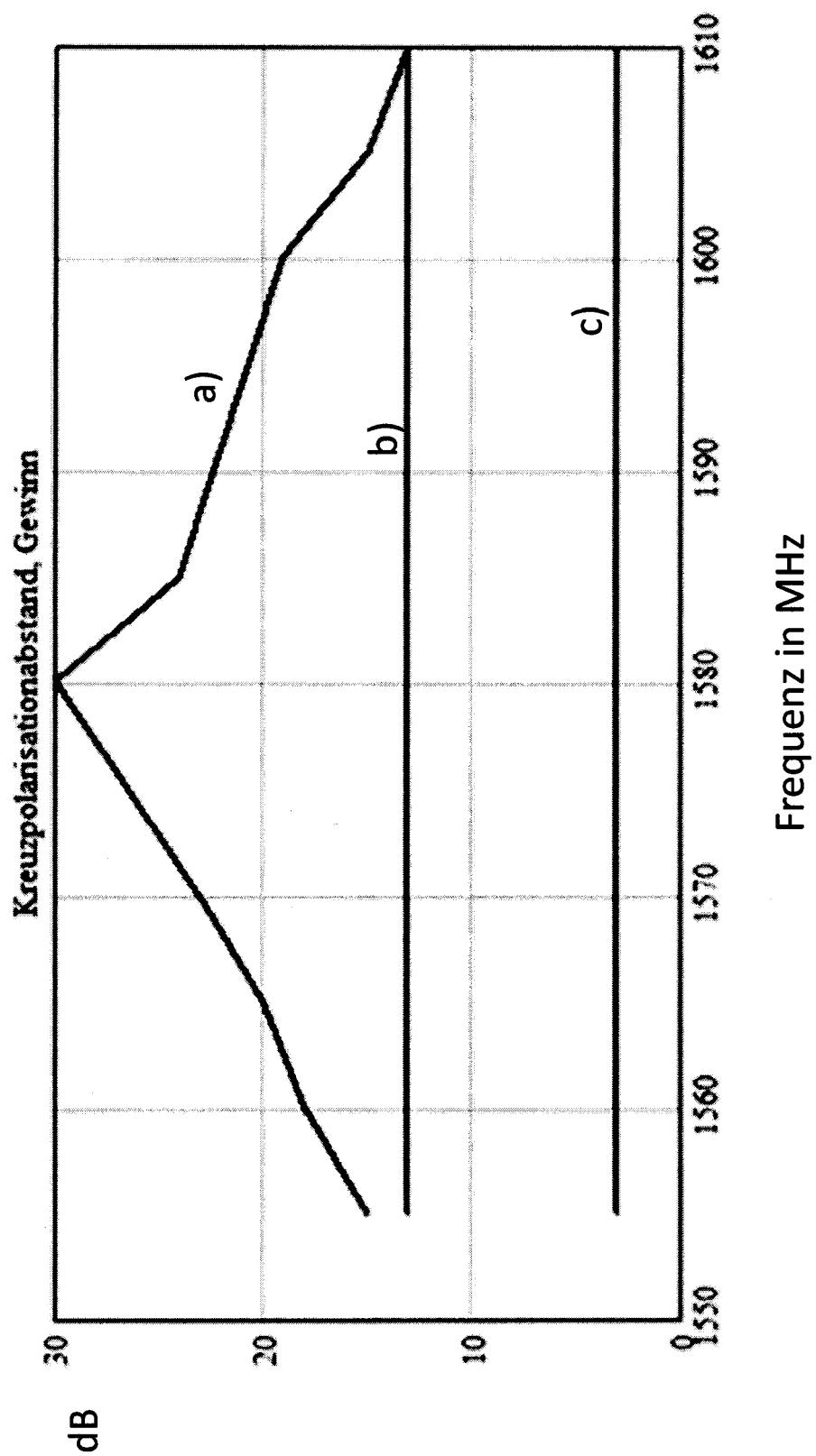


Fig. 4

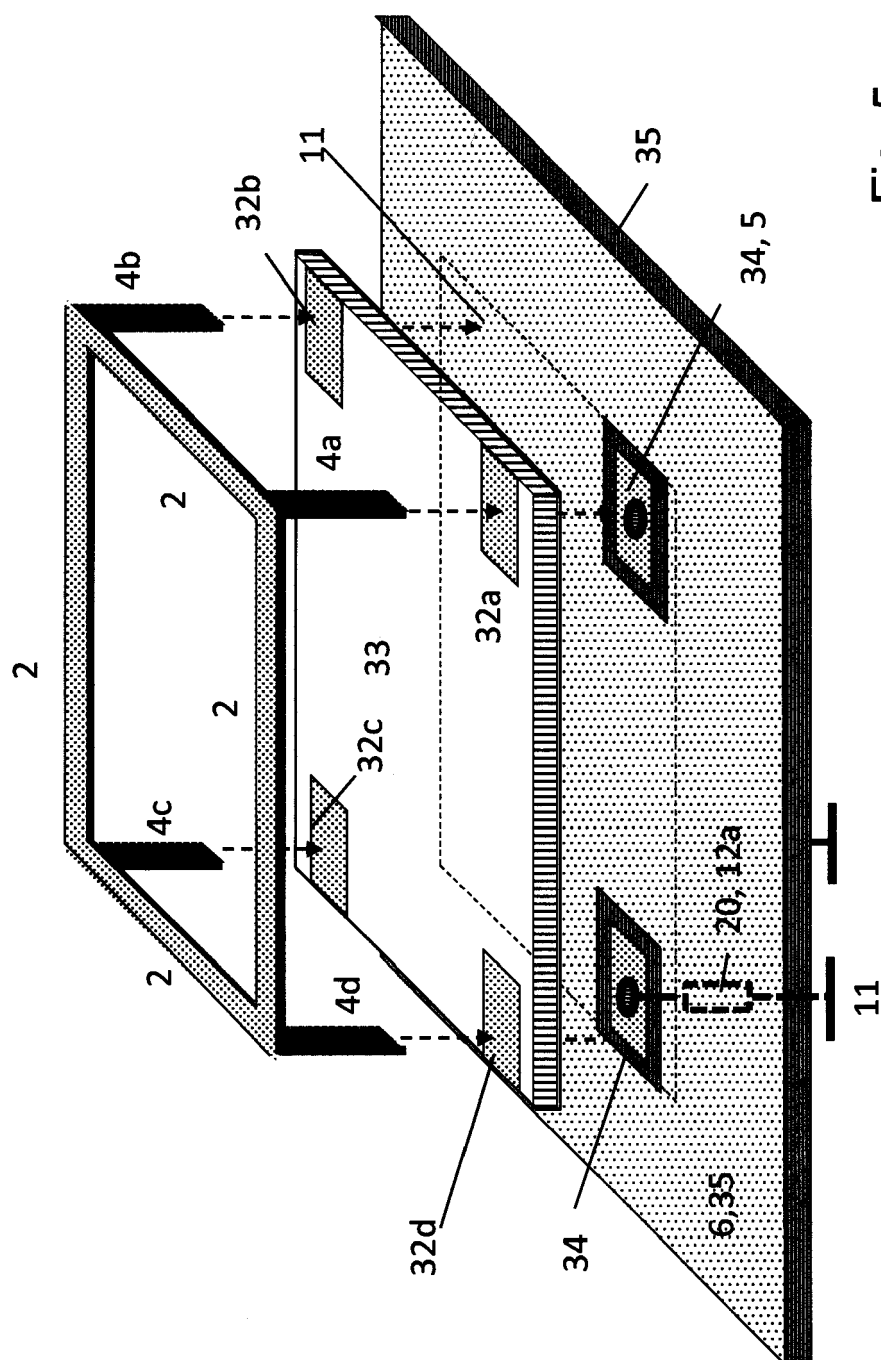


Fig. 5

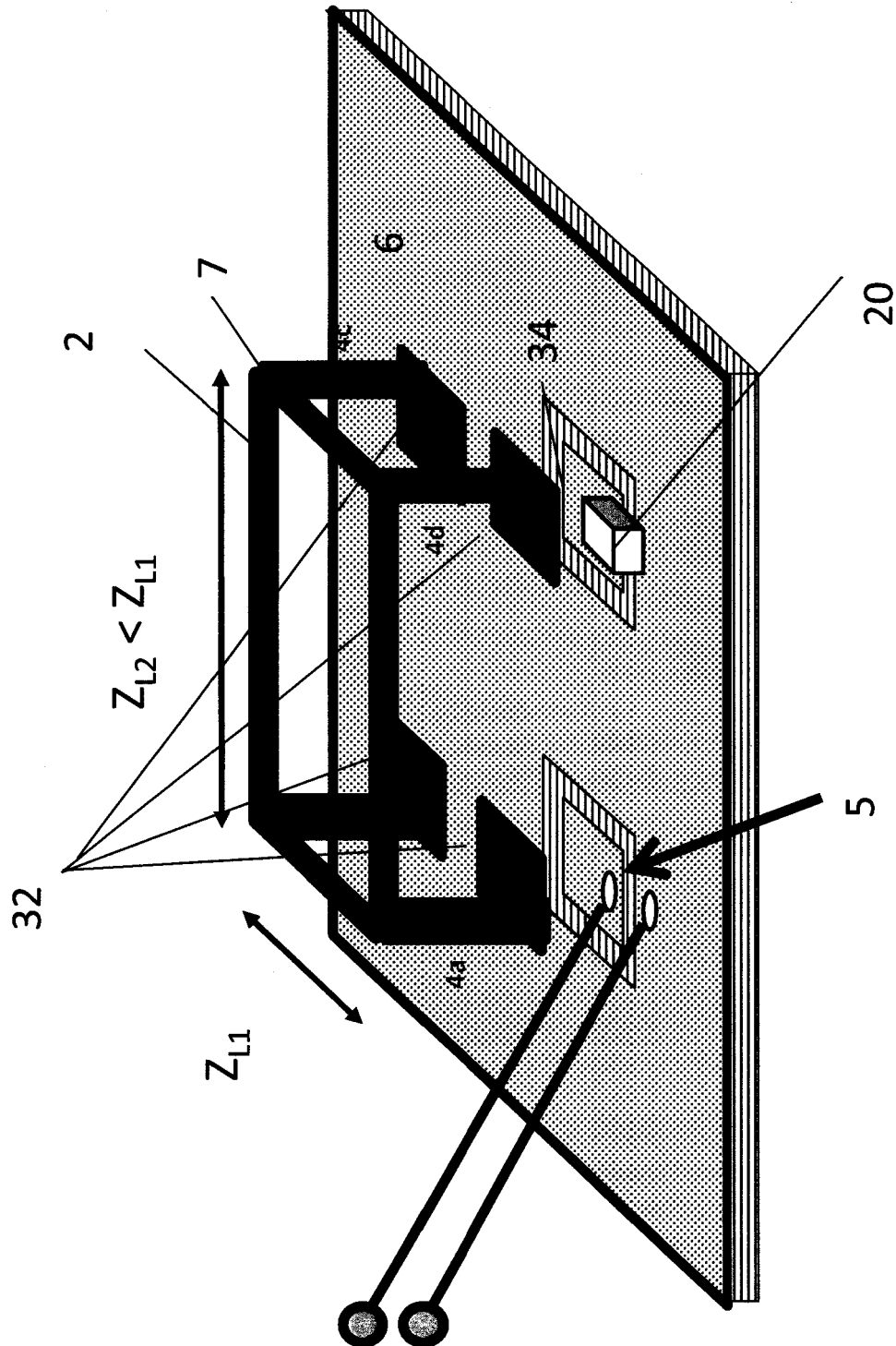


Fig. 6

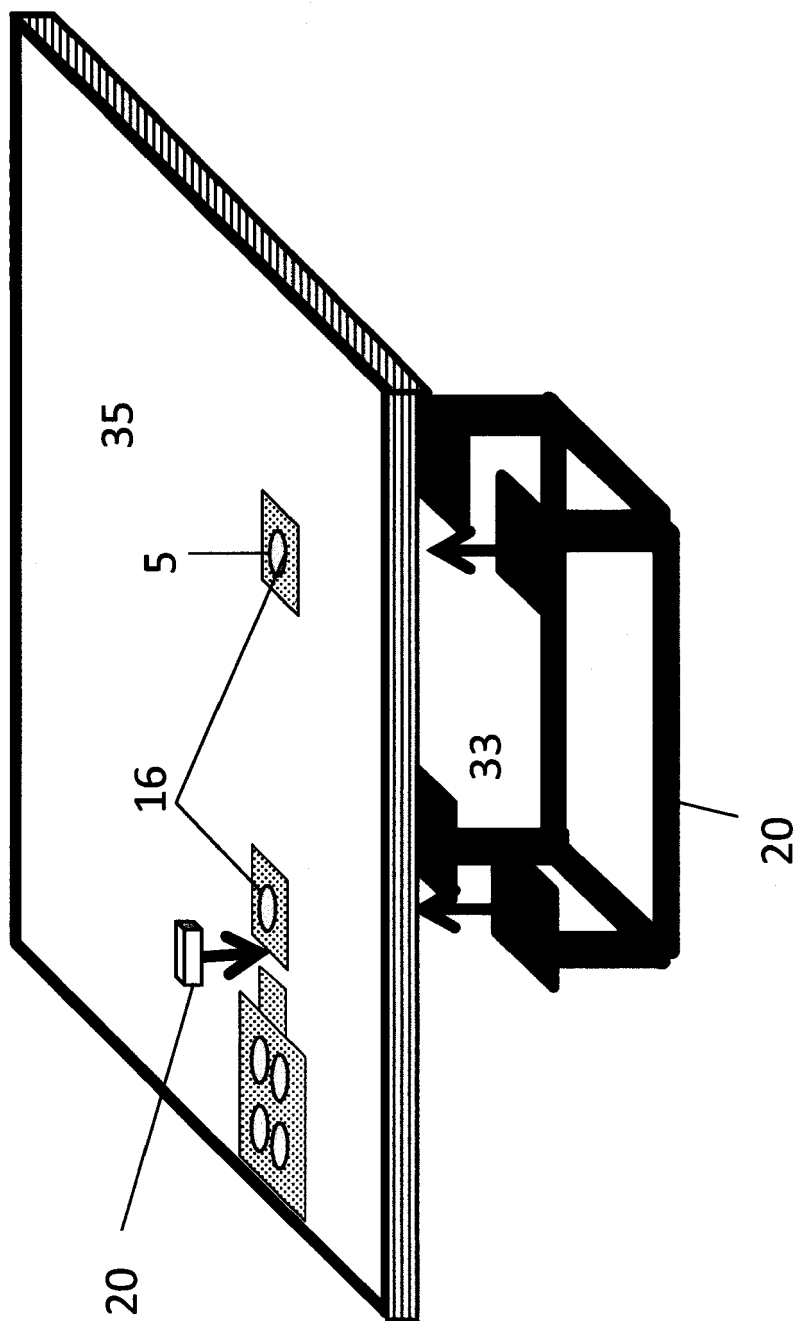


Fig. 7

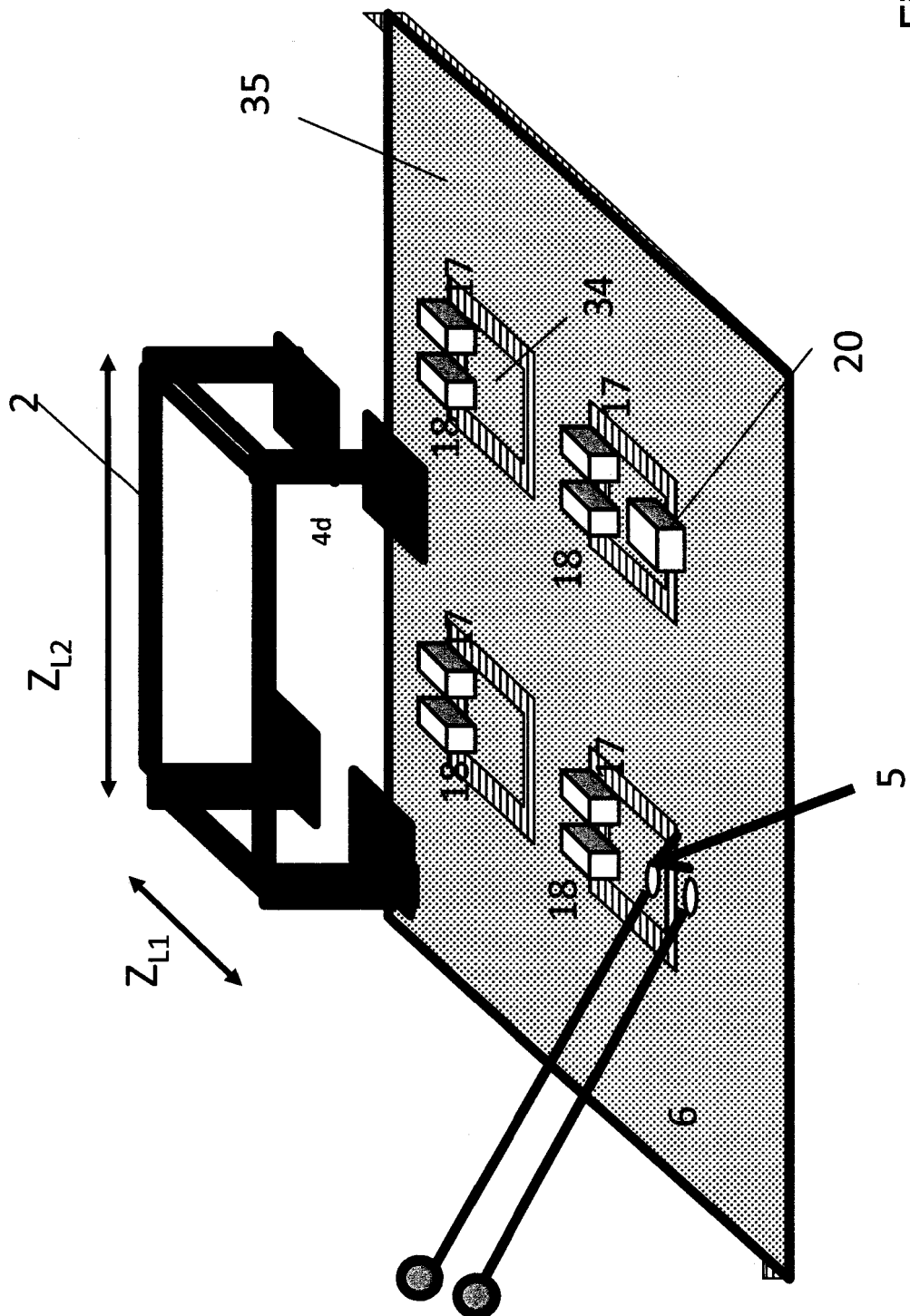


Fig. 8

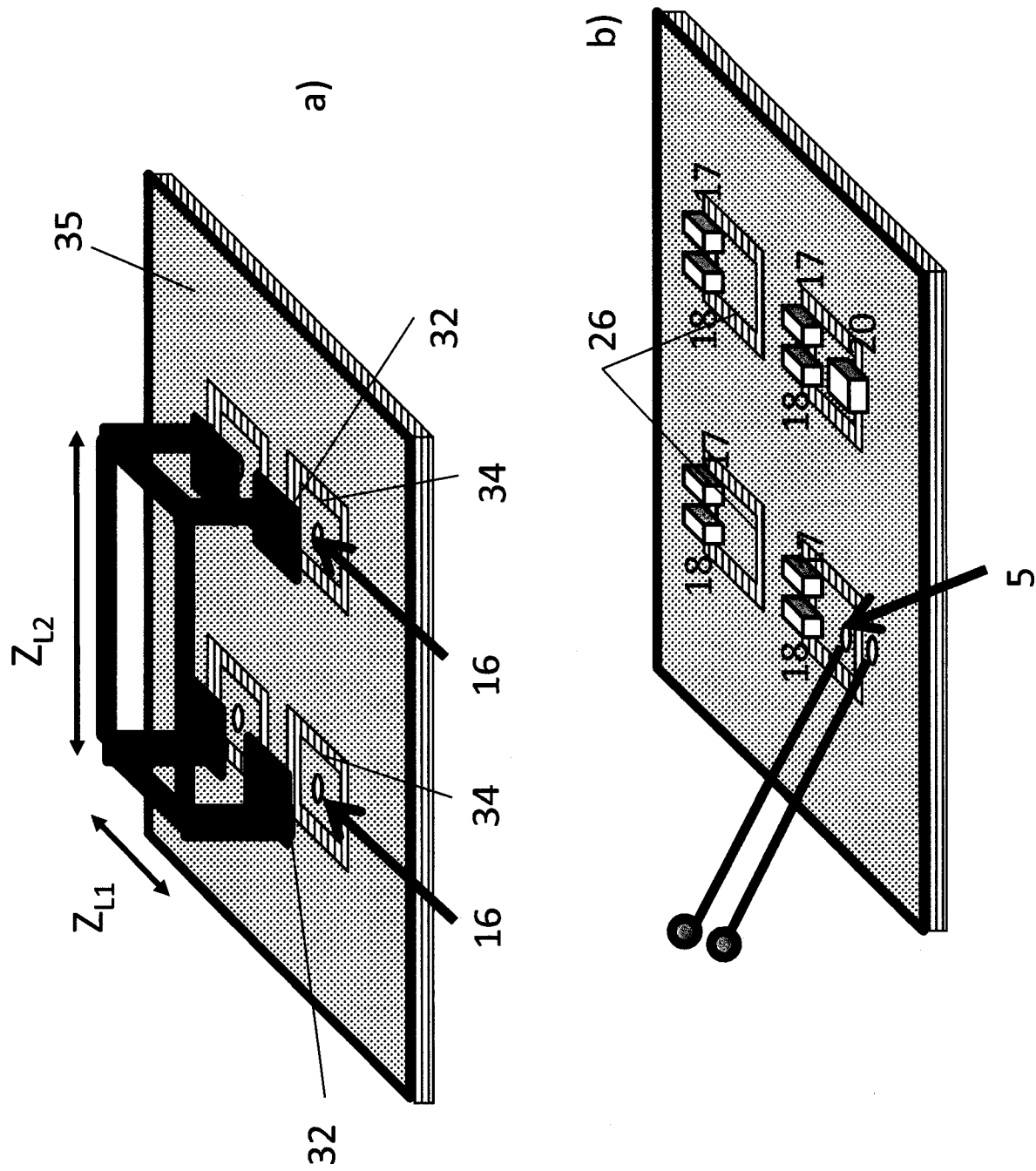


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 16 3139

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 296 227 A2 (DELPHI DELCO ELECT EUROPE GMBH [DE]) 16. März 2011 (2011-03-16) * Zusammenfassung; Abbildungen 6-17 * * Absätze [0022] - [0039] * -----	1-15	INV. H01Q1/32 H01Q7/00
A	EP 2 424 036 A2 (DELPHI DELCO ELECT EUROPE GMBH [DE]) 29. Februar 2012 (2012-02-29) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-11 * * Absätze [0011] - [0035] * -----	1-15	
A	NL 6 602 498 A (NORTHROP CORPORATION) 28. August 1967 (1967-08-28) * Abbildungen 1-3 * * Seite 3, Zeile 23 - Seite 5, Zeile 16 * -----	1-15	
A	US 2015/123869 A1 (BIT-BABIK GIORGI G [US] ET AL) 7. Mai 2015 (2015-05-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 * * Absätze [0025] - [0039] * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 2018	Prüfer Hüschelrath, Jens
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 16 3139

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-07-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 2296227	A2	16-03-2011	DE 102010035932 A1	21-04-2011
				EP 2296227 A2	16-03-2011
				EP 2458679 A2	30-05-2012
				EP 2458680 A2	30-05-2012
				US 2011215978 A1	08-09-2011
				US 2013257678 A1	03-10-2013
				US 2014203979 A1	24-07-2014
20	EP 2424036	A2	29-02-2012	DE 102010035934 A1	01-03-2012
				EP 2424036 A2	29-02-2012
				EP 2592691 A1	15-05-2013
				US 2012050120 A1	01-03-2012
25	NL 6602498	A	28-08-1967	GB 1105354 A	06-03-1968
				NL 6602498 A	28-08-1967
30	US 2015123869	A1	07-05-2015	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 102009040910 A [0002] [0004]
- DE 4008505 A [0002]