

(19)



(11)

EP 1 972 029 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(51) Int Cl.:
H01Q 9/42 (2006.01) **H01Q 9/04** (2006.01)
H01Q 5/00 (2015.01) **H01Q 1/38** (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06819092.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/067530

(22) Anmeldetag: **18.10.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/045665 (26.04.2007 Gazette 2007/17)

(54) **MEHRFACHRESONANTE ANTENNENEINHEIT, ZUGEHÖRIGE LEITERPLATINE SOWIE FUNKKOMMUNIKATIONSGERÄT**

MULTIPLE RESONANT ANTENNA UNIT, PRINTED CIRCUIT BOARD BELONGING THERETO, AND RADIO COMMUNICATIONS UNIT

UNITÉ D'ANTENNE À RESONANCE MULTIPLE, CIRCUIT IMPRIMÉ CORRESPONDANT ET APPAREIL DE RADIOCOMMUNICATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

• **SCHREIBER, Michael**
85655 Aying-Göggenhofen (DE)

(30) Priorität: **18.10.2005 DE 102005049820**

(74) Vertreter: **Dunlop, Hugh Christopher et al**
Maucher Jenkins
26 Caxton Street
London SW1H 0RJ (GB)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.09.2008 Patentblatt 2008/39

(73) Patentinhaber: **QUALCOMM Incorporated**
San Diego, CA 92121-1714 (US)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 938 158 EP-A2- 1 154 518
WO-A-00/77884 WO-A-01/08260
DE-A1- 10 341 310 US-A1- 2005 007 279

(72) Erfinder:
• **HUBER, Stefan**
80636 München (DE)

EP 1 972 029 B1

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).

Beschreibung

[0001] Für Funkkommunikationsgeräte werden zum einen Stummelantennen verwendet, die über dessen Gehäuse hinausragen, d.h. außerhalb des Gehäuses angeordnet sind. Solche nach außen abstehenden Stummelantennen können das jeweilige Funkkommunikationsgerät zu unhandlich machen, verbiegen oder bei zu hohen mechanischen Belastungen gar abbrechen. Weiterhin beeinträchtigen sie das optische Erscheinungsbild für manche gewünschte Geometrieform bzw. für manches Design des Gehäuses des Funkkommunikationsgeräts.

[0002] Daneben sind zum anderen in Funkkommunikationsgeräten sogenannte Patchantennen, d.h. Flachantennen verwendet. Diese weisen üblicherweise mindestens zwei Stromspeisungskontakte auf, über die räumlich getrennte d.h. separate Patchzonen elektromagnetisch angeregt werden, die mindestens zwei verschiedenen Frequenzbereichen zugeordnet sind. Derartige Patchantennen können unter manchen Gegebenheiten zu viel Platz im jeweiligen Funkkommunikationsgerät benötigen. Außerdem kann ihre Stromspeisung über ihre mindestens zwei separaten Kontakte zu aufwendig sein. Darüber hinaus sind auch unerwünschte elektromagnetische Koppelwirkungen zwischen ihren beiden Stromspeisungskontakten möglich.

[0003] Beispielsweise offenbaren EP 0 938 158 A1, WO 00/77884 A1, EP 1 154 518 A2 und US 2005/007279 A1 mehrfachresonante Antenneneinheiten mit einem Stromspeisungsbereich, von dem lediglich ein einzelner, spiralartiger Antennenzweig ausgeht, wobei der Gesamtverlauf des spiralartigen Antennenzweigs eine erste resonante Antennenstruktur für einen niedrigeren Frequenzbereich, und mindestens ein Teilabschnitt innerhalb des Gesamtverlaufs dieses spiralartigen Antennenzweigs eine zweite resonante Antennenstruktur für einen höheren Frequenzbereich bildet.

[0004] Allgemeinen Stand der Technik offenbaren beispielsweise DE 103 41 310 A1 und WO 01/08260 A1.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mehrfachresonante Antenneneinheit zum Senden und/oder Empfangen von Funkstrahlungsfeldern in mindestens zwei Frequenzbereichen mit weiter reduzierten Abmessungen bereitzustellen, die in einfacher Weise mit elektrischem Strom speisbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine mehrfachresonante Antenneneinheit gemäß dem unabhängigen Patentanspruch gelöst.

[0007] Sonstige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

[0008] Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0009] Es zeigen:

Figur 1 in schematischer sowie vergrößerter Darstellung eine Antenneneinheit mit zwei separaten Antennenzweigen für

zwei verschiedene Frequenzbänder,

Figur 2 in schematischer sowie vergrößerter Darstellung eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen mehrfachresonanten Antenneneinheit,

Figur 3 in schematischer Darstellung eine Leiterplatte im Inneren des Gehäuses eines Funkkommunikationsgeräts, an die die Antenne von Figur 2 angekoppelt ist, und

Figuren 4 bis 6 drei weitere Ausführungsvarianten einer erfindungsgemäßen mehrfachresonanten Antenneneinheit.

[0010] Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Figuren 1 mit 6 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0011] Für Funkkommunikationsgeräte, die in mehreren Frequenzbändern arbeiten, können so viele separate Sende-/Empfangsantennen wie gewünschte Frequenzbänder vorgesehen sein. Figur 1 zeigt in schematischer sowie vergrößerter Darstellung eine in Funkkommunikationsgeräten verwendete Antennenstruktur AT1 beispielhaft mit zwei separaten Antennenzweigen bzw. Antennenästen AA1, AA2 für zwei verschiedene Frequenzbänder. Jeder Antennenzweig AA1 bzw. AA2 ist durch eine elektrisch leitfähige, streifenförmige Leiterbahn und/oder einen elektrisch leitfähigen Draht gebildet. Der erste Antennenzweig AA1 sowie der zweite Antennenzweig AA2 weisen einen gemeinsamen Fußpunkt FP auf, d.h. ihre eingangsseitigen Stirnseiten sind miteinander verbunden, um sie über eine gemeinsame elektrische Kontaktleitung CL1 mit elektrischem Strom EC1 eines Stromspeisungsbereichs SP1 zu speisen. Dieser Stromspeisungsbereich SP1 kann sowohl flächig als auch punktförmig ausgebildet sein. In der Figur 1 ist der Stromspeisungsbereich SP1 beispielhaft punktförmig eingezeichnet. Er repräsentiert den Einspeisungsort für den elektrischen Strom EC1 und steht damit stellvertretend für eine Stromquelle. Ausgehend vom gemeinsamen Fußpunkt FP erstrecken sich die beiden Antennenzweige AA1, AA2 räumlich voneinander getrennt in unterschiedliche Raumrichtungen. Mit anderen Worten ausgedrückt stehen die beiden Antennenzweige AA1, AA2 frei in voneinander verschiedene Raumregionen bzw. -zonen ab. Dabei ist die Lauflänge L11 des ersten Antennenzweigs AA1 kleiner als die Lauflänge L12 des zweiten Antennenzweigs AA2 gewählt. Dadurch können mit Hilfe des kürzeren Antennenzweigs AA1 Funkstrahlungsfelder in einem höheren Frequenzbereich als mit Hilfe des längeren Antennenzweigs AA2 abgestrahlt und/oder empfangen werden. Mit Hilfe des längeren Antennenzweigs AA2 ist also das Senden und/oder Empfangen von elektromagnetischen Funkstrahlungsfeldern in einem niedrigeren Frequenzbereich als mit dem kürzeren Anten-

nennzweig AA1 möglich. Die Lauflänge L12 des längeren Antennenzweigs AA2 ist im wesentlichen vorzugsweise $\lambda/4$, d.h. einem Viertel der Resonanzwellenlänge des niedrigeren Frequenzbereichs, oder Vielfachen von $\lambda/4$ zur Ausbildung von stehenden elektromagnetischen Wellen und damit einhergehend zur Abkopplung und/oder Einkopplung elektromagnetischer Funkwellen gewählt. In entsprechender Weise entspricht die Lauflänge L11 des kürzeren Antennenzweigs AA1 im Wesentlichen $\lambda/4$ der Resonanzwellenlänge λ des höheren Frequenzbereichs oder Vielfachen von $\lambda/4$ des höheren Frequenzbereichs. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel von Figur 1 weist der längere Antennenzweig AA2 in erster Annäherung die Form einer offenen Schleife bzw. Schlaufe als Geometrieform auf. Insbesondere hat der längere Antennenzweig AA2 in erster Annäherung die Form des Kleinbuchstaben l in dessen oberem Abschnitt. Der kürzere Antennenzweig AA1 weist eine halbrunde bzw. halbovale Geometrieform auf. Auf diese Weise wirken die beiden Antennenzweige AA1, AA2 der bekannten Antennenstruktur AT1 wie zwei separate Stummelantennen. Eine derartige Antennenstruktur mit zwei separaten Antennenzweigen kann in der Praxis unter manchen Gegebenheiten zu viel Platz benötigen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Antennenstruktur im Inneren des Gehäuses eines Funkkommunikationsgeräts untergebracht werden soll, das dort bereits eine Vielzahl von anderen elektrischen Komponenten aufweist.

[0012] Figur 2 zeigt schematisch in vergrößerter Darstellung eine erste mehrfachresonante Antenneneinheit AT2 mit einer Antennenstruktur, die gegenüber der Antennenstruktur AT1 von Figur 1 kompakter ausgebildet ist. Diese mehrfachresonante Antenneneinheit AT2 weist nur einen einzigen Stromspeisungsbereich SP1 auf. Dieser kann flächig oder punktförmig ausgebildet sein. Er wird von einer elektrischen Stromquelle versorgt, die in der Figur 2 der zeichnerischen Übersichtlichkeit halber weggelassen worden ist. Ausgehend von diesem einzigen, d.h. lediglich einem Stromspeisungsbereich SP1 fließt dessen elektrischer Strom EC1 über eine elektrische Kontaktleitung CL1 an ein sogenanntes Patchelement PA1, d.h. elektrisch leitfähiges Flächenelement. Dieses ist hier im Ausführungsbeispiel von Figur 2 im Wesentlichen rechteckförmig ausgebildet. Von diesem Patchelement PA1 geht lediglich ein einzelner Antennenzweig AZ1 aus, der spiralartig ausgebildet ist. Dieser spiralartige Antennenzweig AZ1 setzt sich aus rechtwinklig zueinander angeordneten Teilabschnitten SE11, SE12, SE13, SE14 und SE15 zusammen. Dabei sind die Teilabschnitte SE11 bis SE15 durch streifenförmige Leiterbahnen und/oder elektrisch leitfähige Drähte gebildet. Der eingangsseitige Teilabschnitt SE11 des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 erstreckt sich ausgehend von der Oberkante des rechteckförmigen Patchelements PA1 entlang deren gedachten geradlinigen Verlängerung. Bezogen auf diese um 90° versetzt schließt sich daran der zweite Teilabschnitt SE12 an. Gegenüber dessen geradlinigen Verlauf ist der dritte, geradlinige Teilab-

schnitt SE13 um 90° versetzt. Gleiches gilt für den sich anschließenden, vierten Teilabschnitt SE14 sowie den fünften Teilabschnitt SE15. Dabei steht dieser endseitige Teilabschnitt SE15 frei in den Raum ab. Er verläuft im Wesentlichen parallel zum ersten Teilabschnitt SE11. Der vierte und der zweite Teilabschnitt SE12, SE14 verlaufen ebenfalls im Wesentlichen parallel zueinander.

[0013] Zusammenfassend ausgedrückt sind die Teilabschnitte SE11 bis SE14 derart hintereinander gesetzt, dass sie ausgehend vom Patchelement PA1 eine nach innen gewundene Spiralwindung bilden. Diese weist hier im Ausführungsbeispiel insbesondere rechteckförmige Abknickstellen an denjenigen Stellen auf, an denen je zwei Teilabschnitte zusammenstoßen. Selbstverständlich ist es auch möglich, für den einzelnen Antennenzweig eine andersartige Geometrieform zu wählen. So kann es z.B. zweckmäßig sein, für den einzelnen Antennenzweig eine ellipsenförmige oder kreisförmige, sich nach innen windende Spiralförmigkeit vorzusehen. Alternativ kann es zweckmäßig sein, eine sich nach außen aufwindende Spirale als Antennenzweig vorzusehen, deren Endabschnitt frei absteht.

[0014] Vorzugsweise liegen alle Komponenten der ersten Antenneneinheit AT2, d.h. im einzelnen der punktförmige Stromspeisungsbereich SP1, die Kontaktleitung CL1, das Patchelement PA1 sowie die Teilabschnitte SE11 bis SE14 des Antennenzweigs AZ1 im Wesentlichen in derselben Lageebene, so dass eine in erster Annäherung planflächige Antennenstruktur gebildet ist.

[0015] Der Gesamtverlauf des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 weist eine Gesamtlänge L22 auf. Dieser Gesamtverlauf des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 bildet eine erste resonante Antennenstruktur für einen ersten Frequenzbereich. Gleichzeitig fungiert der frei abstehende, stirnseitige Endabschnitt SE15 dieses spiralartigen Antennenzweigs AZ1 als zweite resonante Antennenstruktur für einen zweiten Frequenzbereich. Da der stirnseitige Endabschnitt SE15 lediglich eine Teillänge L21 der Gesamtlänge L22 des gesamten spiralartigen Antennenzweigs AZ1 ausmacht, ist dem endseitigen Teilabschnitt SE15 ein höherer Frequenzbereich als dem Gesamtverlauf des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 zugeordnet.

[0016] Zur elektromagnetischen Anregung des stirnseitigen Endabschnitts SE15 ist dieser derart bezogen auf das eingangsseitige Patchelement PA1 angeordnet, dass er mit diesem induktiv und/oder kapazitiv, d.h. allgemein ausgedrückt elektromagnetisch gekoppelt ist. Dazu ist es insbesondere zweckmäßig, das eingangsseitige Ende des frei abstehenden Endabschnitts SE15, das an den vorausgehenden Teilabschnitt SE14 anschließt, in der Nähe des Patchelements PA1 anzuordnen. Der elektromagnetische Überkoppelbereich ist in der Figur 2 durch eine strichpunktierte Umrahmung angedeutet und mit CZ1 bezeichnet.

[0017] Zweckmäßigerweise steht die Teillänge L21 des endseitigen Teilabschnitts SE15 zur Gesamtlänge L22 des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 im Wesent-

lichen im gleichen Verhältnis wie der zugeordnete höhere Frequenzbereich zum zugeordneten niedrigen Frequenzbereich. Die Gesamtlänge L22 des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 ist vorzugsweise zwischen 70 und 90 mm gewählt. Der endseitige Teilabschnitt SE15 des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 weist vorzugsweise eine Teillänge L21 zwischen 10 und 25 mm auf. Die Teillänge L21 des stirnseitigen Endabschnitts SE15 ist dabei vorzugsweise in etwa einem Viertel der Resonanzwellenlänge des höheren Frequenzbereichs gewählt, d.h. in etwa $\lambda/4$, wobei λ die Resonanzwellenlänge des höheren Frequenzbereichs ist. Zweckmäßig können auch Vielfache von $\lambda/4$ für die Teillänge L21 sein. In analoger Weise ist die Gesamtlänge L22 des spiralartigen Antennenzweigs im Wesentlichen einem Viertel der Resonanzwellenlänge des niedrigeren Frequenzbereichs oder Vielfachen von $\lambda/4$ gewählt.

[0018] Auf diese Weise ist eine einachsige, spiralartige Antennenstruktur bereitgestellt, deren Gesamtverlauf eine erste resonante Antennenstruktur für einen niedrigeren Frequenzbereich bildet, und dessen stirnseitiger, frei abstehender Endabschnitt gleichzeitig als eine zweite resonante Antennenstruktur für einen höheren Frequenzbereich dient. Damit übernimmt bereits der einzelne, spiralartige Antennenzweig allein die Funktion und Wirkungsweise von zwei separaten Antennenzweigen wie zum Beispiel AA1, AA2 der Antennenstruktur AT1 von Figur 1. Auf diese Weise belegt die mehrfachresonante Antenneneinheit mit dem lediglich einzelnen, spiralartigen Antennenzweig, dessen Gesamtverlauf eine erste resonante Antennenstruktur für einen niedrigeren Frequenzbereich bildet und dessen stirnseitiger Endabschnitt eine zweite resonante Antennenstruktur für einen höheren Frequenzbereich bereitstellt, weniger Platz als die bekannte Antennenstruktur AT1 von Figur 1, die zwei räumlich separate Antennenzweige AA1, AA2 aufweist.

[0019] Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung ausschnittsweise eine Leiterplatte LP eines Funkkommunikationsgeräts MP, dessen Außengehäuse GH strichpunktiert angedeutet ist. In der oberen Teilhälfte der Leiterplatte LP ist zusätzlich der untere Teil des Displays bzw. der Anzeigevorrichtung DP des Funkkommunikationsgeräts MP mit eingezeichnet. An der unteren Stirnseite STU der Leiterplatte LP, die weiter als die nicht eingezeichnete, obere Stirnseite der Leiterplatte LP vom Display DP entfernt ist, ist die mehrfachresonante Antenneneinheit AT2 von Figur 2 angekoppelt. Sie ist derart kompakt ausgebildet, dass neben ihr noch ein Input/Output Port, ein Mikrophon, ein Lautsprecher IO oder eine sonstige elektrische und/oder mechanische Komponente an der Leiterplatte LP Platz findet.

[0020] Die erfindungsgemäße mehrfachresonante Antenneneinheit zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sie weniger Platz innerhalb des Gehäuses GH belegt, so dass dort mehr Innenraum für die Vielzahl von weiteren elektrischen Komponenten zur Verfügung steht und insgesamt das Funkkommunikationsgerät MP be-

züglich seiner Abmessungen sehr kompakt gestaltet werden kann. Insbesondere ist eine weitere Miniaturisierung möglich.

[0021] Figur 4 zeigt in schematischer sowie in vergrößerter Darstellung eine dritte vorteilhafte, mehrfachresonante Antenneneinheit AT3, die aus einer Abwandlung der zweiten mehrfachresonanten Antenneneinheit AT2 von Figur 2 hervorgeht. Im Unterschied zur Figur 2 ist bei der dritten Antenneneinheit AT3 zwischen dem spiralartigen Antennenzweig AZ1 und dem eingangsseitigen Patchelement PA1 zusätzlich eine mäanderförmige Leiterbahn MA zwischengeschaltet. Dadurch ist es ermöglicht, entlang einem verhältnismäßig kurzen geradlinigen Teilstück die Lauflänge des spiralartigen Antennenzweigs AZ1 um den Mäanderverlauf LL2* zu verlängern.

[0022] Für beide Formen von Antenneneinheiten AT2, AT3 der Figuren 2, 4 hat das eingangsseitige Patchelement PA1 insbesondere die Funktion, die Bandbreite des unteren Frequenzbereichs zu verbreitern. Diese Bandbreitenverbreiterung ist insbesondere für das GSM Frequenzband von 900 MHz vorteilhaft.

[0023] Ggf. kann es auch ausreichend sein, das eingangsseitige Patchelement PA1 wegzulassen und den Stromspeisungsbereich SP1 über die elektrische Kontaktleitung CL1 direkt mit dem eingangsseitigen Ende des einteiligen spiralartigen Antennenzweigs AZ1 zu verbinden oder nur die mäanderförmige Leiterbahn MA zwischenschalten.

[0024] Zur elektromagnetischen Anregung des frei abstehenden, stirnseitigen Endabschnitts SE15 der Antenneneinheit AT3 von Figur 4 ist dieser derart bezüglich des eingangsseitigen Mäanderabschnitts MA angeordnet, dass sich zwischen diesen eine induktive und/oder kapazitive Koppelzone CZ2, d.h. allgemein ausgedrückt eine elektromagnetische Kopplung, ausbildet.

[0025] Figur 5 zeigt in schematischer sowie vergrößerter Darstellung eine dritte, erfindungsgemäße mehrfachresonante Antenneneinheit, die gegenüber der ersten erfindungsgemäßen Antenneneinheit AT2 von Figur 2 modifiziert ist. Im Unterschied zu Figur 2 ist der einzelne, spiralartige Antennenzweig AZ1 um einen eingangsseitigen Teilabschnitt SE21 ergänzt. Dieser eingangsseitige Teilabschnitt SE21 ist gegenüber dem geradlinigen Verlauf des Teilabschnitts SE11 um 270° versetzt und schließt den spiralartigen Antennenzweig AZ1 seitlich ab. Er verläuft im Wesentlichen parallel zum Teilabschnitt SE12. Dadurch ergibt sich eine vergrößerte Gesamtlänge L32 für den modifizierten, spiralartigen Antennenzweig AZ1* der dritten mehrfachresonanten Antenneneinheit AT4 um die Teillänge L22** gegenüber dem Antennenzweig AZ1. Am eingangsseitigen Teilabschnitt SE21 ist quer zu dessen Längserstreckung ein nach innen in die Struktur des spiralartigen Antennenzweigs AZ1* hineinragender Quersteg VT11 vorgesehen. Er dient der Bandbreitenverbreiterung für den unteren Frequenzbereich, der dem Gesamtverlauf des modifizierten spiralartigen Antennenzweigs AZ1* zugeordnet ist. Ins-

besondere steht der Quersteg VT11 im Wesentlichen senkrecht zur axialen Längserstreckung des eingangsseitigen Teilabschnitts SE21. Der eingangsseitige Teilabschnitt SE21 stellt insbesondere den linksseitigen Rahmen eines gedachten Rechtecks dar, das die Außenumrahmung der mehrfachresonanten Antenneneinheit AT4 bildet. Auf der gegenüberliegenden Breitseite dieses gedachten Rechtecks weist der Teilschnitt SE12 einen in das Innere der Spirale des Antennenzweigs AZ1* hineinragenden Querstreifen CT3 auf, der sich im Wesentlichen rechtwinklig zur axialen Längserstreckung des Teilabschnitts SE12 erstreckt. Er dient dazu, den nach innen frei abstehenden Endabschnitt SE15 des spiralartigen Antennenzweigs AZ1* elektromagnetisch anzuregen. Dazu ist der Querstreifen CT3 induktiv und/oder kapazitiv mit dem stirnseitig abstehenden Endabschnitt SE15 gekoppelt.

[0026] Figur 6 zeigt eine weitere vorteilhafte, mehrfachresonante Antenneneinheit AT5. Sie weist ausgehend vom Stromspeisungsbereich SP1 lediglich einen einzigen Antennenzweig AZ2 auf, der sich im Unterschied zu den Antennenzweigen der Antenneneinheiten AT2, AT3, AT4 spiralförmig nach außen öffnet. Der Antennenzweig AZ2 setzt sich im Einzelnen aus rechtwinklig zueinander stehenden Teilabschnitten SE31 bis SE38 zusammen. Die elektrische Ankopplung zwischen dem Stromspeisungsbereich SP1 und dem eingangsseitigen Teilabschnitt SE31 erfolgt dabei über die elektrische Kontaktleitung CL1. Der eingangsseitige Teilabschnitt SE31 weist quer zu seiner axialen Längserstreckung zwei Querstreifen VT21, VT22 auf, die der Bandbreitenverbreiterung des unteren Frequenzbereichs dienen. Die Teilabschnitte SE31 bis SE38 sind in grober Annäherung derart angeordnet, dass ihre gedachte Außenumrahmung insgesamt betrachtet im Wesentlichen Rechtecksform aufweist. Dabei bildet der eingangsseitige, erste Teilabschnitt SE31 annäherungsweise die linke Breitseite sowie der Teilabschnitt SE37 die rechte Breitseite dieses gedachten Rechtecks. Die Teilabschnitte SE32, SE36 verlaufen entlang der unteren Längskante dieses gedachten Rechtecks, während der frei abstehende, stirnseitige Endabschnitt SE38 des spiralartigen Antennenzweigs AZ2 entlang der oberen Längsseite dieses gedachten Rechtecks verläuft. Die Teilabschnitte SE33, SE34, SE35 bilden eine Ausstülpung in den Innenraum der Spirale des Antennenzweigs AZ2 hinein, d.h. eine Ausbuchtung im geradlinigen Längsverlauf der Teilabschnitte SE32, SE36 in das Innere der Spirale des Antennenzweigs AZ2 hinein. Dadurch kommt es zu einer induktiven und/oder kapazitiven Ankopplung zwischen dem Teilabschnitt SE34 und dem stirnseitigen Endabschnitt SE38, wodurch dieser entlang seiner Teillänge L41 für den höheren Frequenzbereich elektromagnetisch angeregt wird. Demgegenüber dient der Gesamtverlauf des Antennenzweigs AZ2 entlang seiner Gesamtlänge L42 als resonante Antennenstruktur für den unteren Frequenzbereich.

[0027] Allgemein ausgedrückt ist es vorteilhaft, min-

destens einen vorausgehenden Verzweigungsast bzw. Teilabschnitt wie z.B. CT3 des Gesamtabschnitts des jeweiligen einzelnen Antennenzweigs wie z.B. AZ1*, AZ2, der als erster Antennenzweig zum Abstrahlen und/oder Empfangen von Funkstrahlen eines niedrigeren Frequenzbereichs wirkt, mit dem Teilabschnitt, der dem höheren Frequenzbereich zugeordnet ist, insbesondere dessen endseitig frei abstehenden Endabschnitt wie z.B. SE15, derart induktiv und/oder kapazitiv zu koppeln, dass dieser als zweiter Antennenzweig für einen höheren Frequenzbereich wirkt. Dieser zweite Antennenzweig ist dabei in die Gesamtlänge des ersten Antennenzweigs integriert, d.h. er bildet eine Teillänge der Gesamtlänge des ersten Antennenzweigs und ist damit integrativer Bestandteil des ersten Antennenzweigs.

Patentansprüche

1. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) mit einem elektrisch leitenden Flächenelement (PA1), welches mit einer punktförmigen Stromspeisungsstelle gekoppelt ist (SP1), einem einzelnen, spiralartigen Antennenzweig (AZ1), der koplanar mit Flächenelement (PA1) ist und sich von diesem ausgehend erstreckt, wobei der spiralartige Antennenzweig (AZ1) ausgehend vom Flächenelement (PA1) bis hin zu einem Ende des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) eine Gesamtlänge (L22) aufweist, wobei der spiralartige Antennenzweig (AZ1) insgesamt eine erste resonante Antennenstruktur für einen niedrigeren Frequenzbereich bildet, ein endseitiger Teilabschnitt (SE15) des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1), der eine Teillänge (L21) der Gesamtlänge (L22) aufweist, eine zweite resonante Antennenstruktur für einen höheren Frequenzbereich bildet, der endseitige Teilabschnitt (SE15) koplanar mit dem Flächenelement (PA1) und mit diesem elektromagnetisch gekoppelt ist, und das Flächenelement (PA1) zwischen der punktförmigen Stromspeisungsstelle (SP1) und dem spiralartigen Antennenzweig (AZ1) eingefügt ist.
2. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach Anspruch 1, wobei das Flächenelement (PA1) rechteckförmig ausgebildet ist.
3. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sowohl eine Breite als auch eine Länge des Flächenelementes (PA1) größer als eine Breite des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) ist.
4. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der spiralartige Antennenzweig (AZ1) aus rechtwinklig an-

geordneten Teilabschnitten (SE11, SE12, SE13, SE14, SE15) zusammengesetzt ist.

5. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der spiralartige Antennenzweig (AZ1) durch streifenförmige Leiterbahnen oder Drähte gebildet ist. 5
6. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der spiralartige Antennenzweig (AZ1) sich spiralartig nach Innen erstreckend ausgebildet ist, so dass der Endabschnitt (SE15) des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) wenigstens teilweise von anderen Abschnitten des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) umgeben ist. 10
7. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Verhältnis der Teillänge (L21) des endseitigen Teilabschnitts (SE15) zur Gesamtlänge (L22) des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) im Wesentlichen gleich einem Verhältnis des höheren Frequenzbereiches zum niedrigeren Frequenzbereich ist. 20
8. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gesamtlänge (L22) des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) zwischen 70 und 90 mm liegt. 25
9. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Teillänge (L21) des endseitigen Teilabschnitts (SE15) des spiralartigen Antennenzweigs (AZ1) zwischen 10 und 25 mm liegt. 30
10. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der spiralartige Antennenzweig (AZ1) ausgehend von dem Flächenelement (PA1) über einen mäanderförmigen Teilabschnitt (MA) weg erstreckt. 35
11. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der spiralartige Antennenzweig (AZ1) zur Bandbreitenverbreiterung des niedrigeren Frequenzbereichs einen oder mehrere Querzweige (VT11) aufweist. 40
12. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) mit einer Leiterplatte (LP) gekoppelt ist. 45
13. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach Anspruch 12, wobei die mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) an einer unteren Stirnseite (STU) der Leiterplatte (LP) angebracht ist. 50

14. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach einem der Ansprüche 12 und 13, wobei die mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) eine Komponente eines Funkkommunikationsgerätes (MP) ist.

15. Mehrfachresonante Antenneneinheit (AT2) nach Anspruch 14, wobei die mehrfachresonante Antenneneinheit (AT) im Inneren eines Gehäuses (GH) des Funkkommunikationsgerätes (MP) an die Leiterplatte (LP) angekoppelt ist.

Claims

1. A multiple resonant antenna unit (AT2) comprising: 15

an electrically conductive surface element (PA1) coupled to a point-like current feed region (SP1), a single, spiral antenna branch (AZ1) that is coplanar with and that extends from the surface element (PA1), the spiral antenna branch (AZ1) having a total length (L22) from the surface element (PA1) to an end of the spiral antenna branch (AZ1), wherein:

the entirety of the spiral antenna branch (AZ1) forms a first resonant antenna structure for a lower frequency range,

an end portion (SE15) of the spiral antenna branch (AZ1), having a partial length (L21) of the total length (L22), forms a second resonant antenna structure for a higher frequency range,

the end portion (SE15) is coplanar with the surface element (PA1) and is electromagnetically coupled to the surface element; and

the surface element (PA1) is interposed between the point-like current feed region (SP1) and the spiral antenna branch (AZ1).
2. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to claim 1, wherein the surface element (PA1) is rectangular in shape.
3. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein each of a width and a length of the surface element (PA1) is larger than a width of the spiral antenna branch (AZ1).
4. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the spiral antenna branch (AZ1) is composed of portions (SE11, SE12, SE13, SE14, SE15) that are arranged at right angles.
5. The multiple resonant antenna unit (AT2) according

to any one of the preceding claims, wherein the spiral antenna branch (AZ1) is formed by lamellar conductive tracks or wires.

6. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the spiral antenna branch (AZ1) is arranged to spiral inwards so that the end portion (SE15) of the spiral antenna branch (AZ1) is at least partially encircled by other portions of the spiral antenna branch (AZ1). 10
7. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein a ratio of the partial length (L21) of the end portion (SE15) to the total length (L22) of the spiral antenna branch (AZ1) is substantially equal to a ratio of the higher frequency range to the lower frequency range. 15
8. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the total length (L22) of the spiral antenna branch (AZ1) is between 70 and 90 mm. 20
9. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the partial length (L21) of the end portion (SE15) of the spiral antenna branch (AZ1) is between 10 and 25 mm. 25
10. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the spiral antenna branch (AZ1) extends from the surface element (PA1) through a meandering portion (MA). 30
11. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the spiral antenna branch (AZ1) comprises one or more shunt branches (VT11) in order to enlarge the band width of the lower frequency range. 35
12. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of the preceding claims, wherein the multiple resonant antenna unit (AT2) is coupled to a printed circuit board (LP). 40
13. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to claim 12, wherein the multiple resonant antenna unit (AT2) is fixed to a lower end face (STU) of the printed circuit board (LP). 45
14. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to any one of claims 12 and 13, wherein the multiple resonant antenna unit (AT2) is a component of a radio communication device (MP). 50
15. The multiple resonant antenna unit (AT2) according to claim 14, wherein the multiple resonant antenna unit (AT) is coupled to the printed circuit board (LP) within a housing (GH) of the radio communication 55

device (MP).

Revendications

1. Une unité d'antenne à résonances multiples (AT2) comprenant :

un élément de surface électriquement conducteur (PA1) couplé à une zone d'alimentation en courant de type pointe (SP1),
une branche d'antenne en spirale unique (AZ1) qui est coplanaire avec et qui s'étend à partir de l'élément de surface (PA1), la branche d'antenne en spirale (AZ1) possédant une longueur totale (L22) de l'élément de surface (PA1) à une extrémité de la branche d'antenne en spirale (AZ1), où :

l'intégralité de la branche d'antenne en spirale (AZ1) forme une première structure d'antenne résonante destinée à une gamme de fréquences inférieure,
une partie d'extrémité (SE 15) de la branche d'antenne en spirale (AZ1), possédant une longueur partielle (L21) de la longueur totale (L22), forme une deuxième structure d'antenne résonante destinée à une gamme de fréquences supérieure,
la partie d'extrémité (SE 15) est coplanaire avec l'élément de surface (PA1) et est électromagnétiquement couplée à l'élément de surface, et
l'élément de surface (PA1) est interposé entre la zone d'alimentation en courant de type pointe (SP1) et la branche d'antenne en spirale (AZ1).
2. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon la Revendication 1, où l'élément de surface (PA1) est de forme rectangulaire.
3. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où chaque élément parmi une largeur et une longueur de l'élément de surface (PA1) est plus grand qu'une largeur de la branche d'antenne en spirale (AZ1).
4. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la branche d'antenne en spirale (AZ1) se compose de parties (SE11, SE12, SE13, SE14, SE15) qui sont agencées à angles droits.
5. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la branche d'antenne en spirale (AZ1) est

formée de pistes ou de fils conducteurs lamellaires.

6. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la branche d'antenne en spirale (AZ1) est agencée de façon à s'enrouler en spirale vers l'intérieur de sorte que la partie d'extrémité (SE 15) de la branche d'antenne en spirale (AZ1) soit au moins partiellement encerclée par d'autres parties de la branche d'antenne en spirale (AZ1). 10
7. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où un rapport de la longueur partielle (L21) de la partie d'extrémité (SE 15) sur la longueur totale (L22) de la branche d'antenne en spirale (AZ1) est sensiblement égal à un rapport de la gamme de fréquences supérieure sur la gamme de fréquences inférieure. 15
20
8. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la longueur totale (L22) de la branche d'antenne en spirale (AZ1) se situe entre 70 et 90 mm. 25
9. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la longueur partielle (L21) de la partie d'extrémité (SE 15) de la branche d'antenne en spirale (AZ1) se situe entre 10 et 25 mm. 30
10. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la branche d'antenne en spirale (AZ1) s'étend à partir de l'élément de surface (PA1) au travers d'une partie en méandres (MA). 35
11. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où la branche d'antenne en spirale (AZ1) comprend une ou plusieurs branches de dérivation (VT11) afin d'agrandir la largeur de bande de la gamme de fréquences inférieure. 40
12. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications précédentes, où l'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) est couplée à une carte à circuits imprimés (LP). 45
50
13. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon la Revendication 12, où l'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) est fixée à une face d'extrémité inférieure (STU) de la carte à circuits imprimés (LP). 55
14. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon l'une quelconque des Revendications 12 et 13,

où l'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) est un composant d'un dispositif de communication radio (MP).

- 5 15. L'unité d'antenne à résonances multiples (AT2) selon la Revendication 14, où l'unité d'antenne à résonances multiples (AT) est couplée à la carte à circuits imprimés (LP) à l'intérieur d'un logement (GH) du dispositif de communication radio (MP).

FIG 1

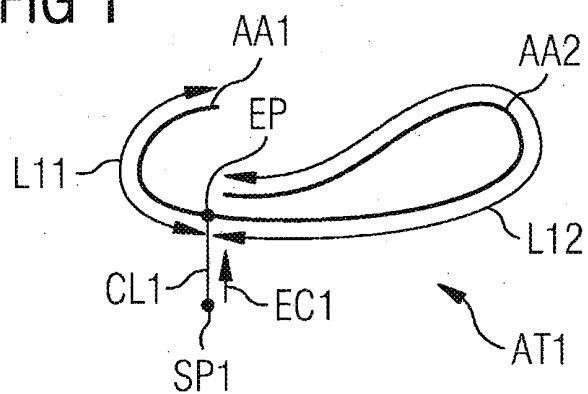


FIG 2

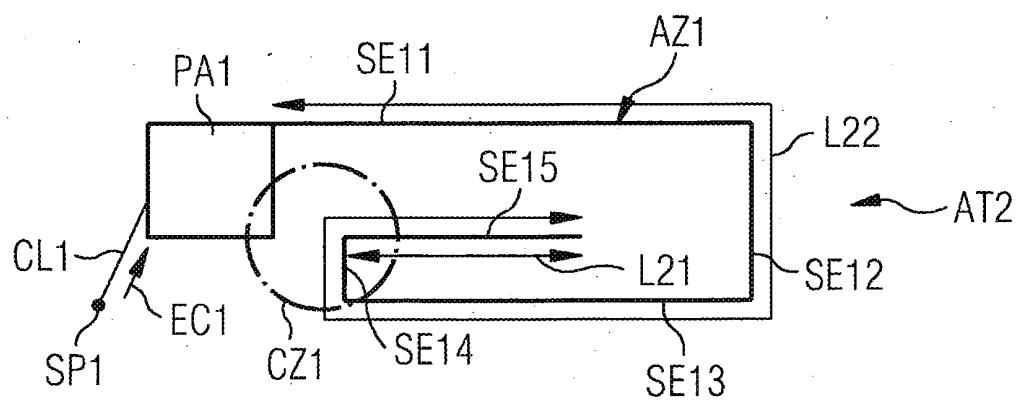


FIG 3

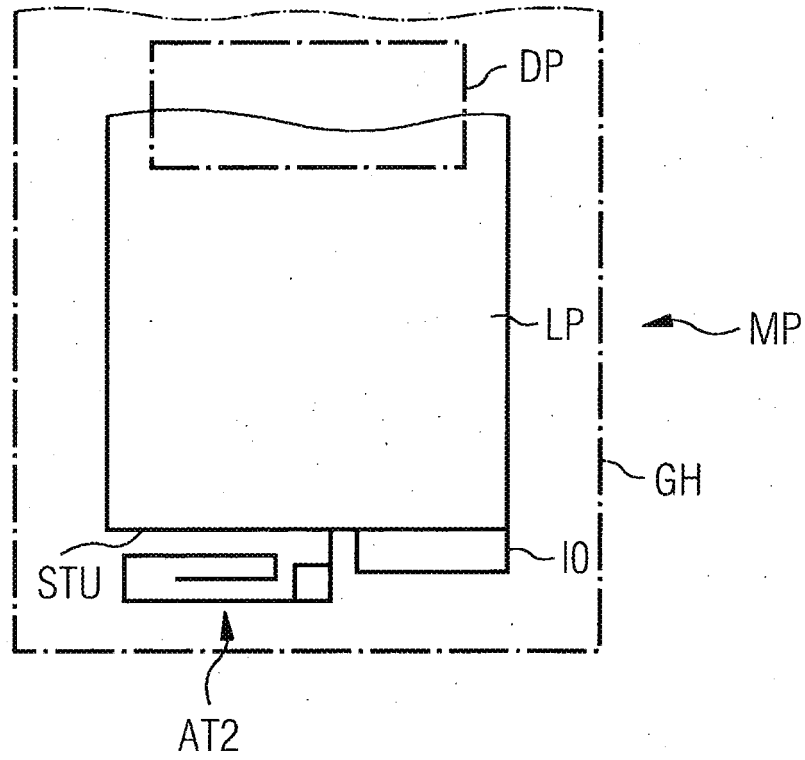


FIG 4

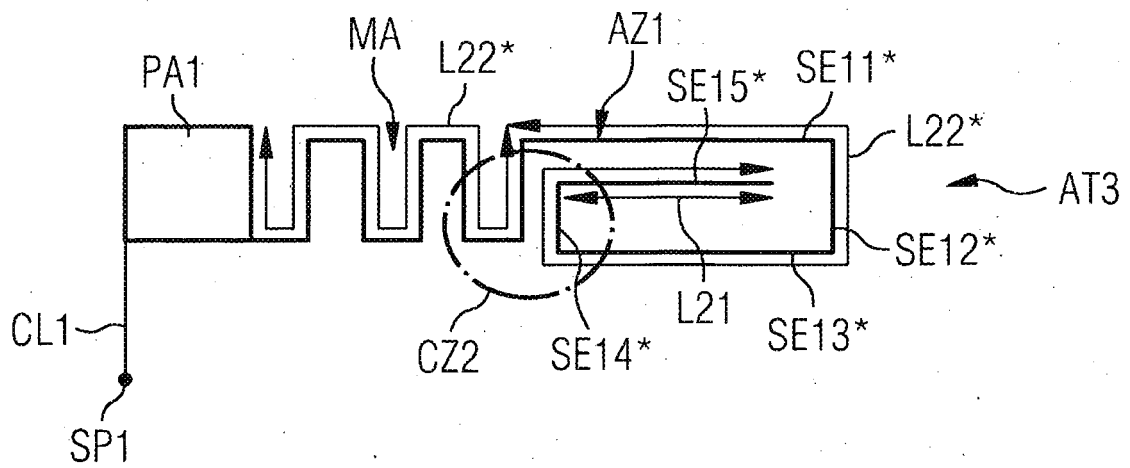


FIG 5

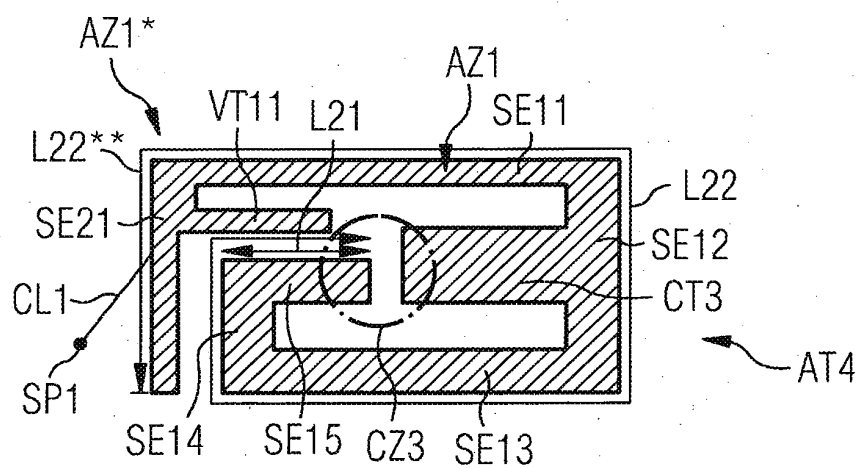
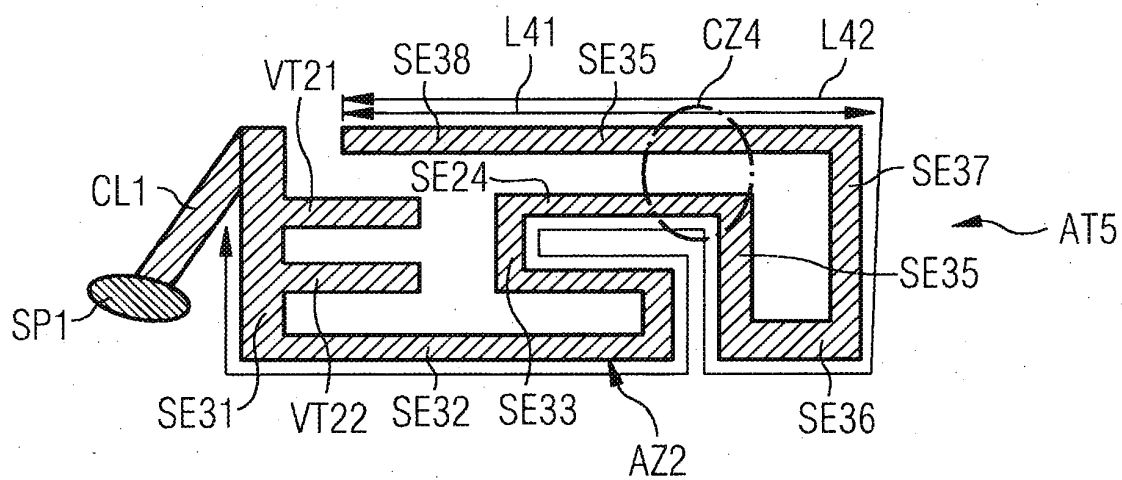


FIG 6



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

- EP 0938158 A1 [0003]
- WO 0077884 A1 [0003]
- EP 1154518 A2 [0003]
- US 2005007279 A1 [0003]
- DE 10341310 A1 [0004]
- WO 0108260 A1 [0004]