

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2010 (15.04.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/040752 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01Q 1/50 (2006.01) **H01Q 9/42** (2006.01)
H01Q 9/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/062981

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Oktober 2009 (06.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 050 743.1
8. Oktober 2008 (08.10.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53,
81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHMIDHAMMER,
Edgar** [DE/DE]; Hochgernstr. 28, 83371 Stein an der
Traun (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENT-
ANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstr. 55,
80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: IMPEDANCE ADJUSTMENT CIRCUIT FOR ADJUSTING PLANAR ANTENNAS

(54) Bezeichnung : IMPEDANZANPASS-SCHALTUNG ZUR ANPASSUNG VON PLANARANTENNEN

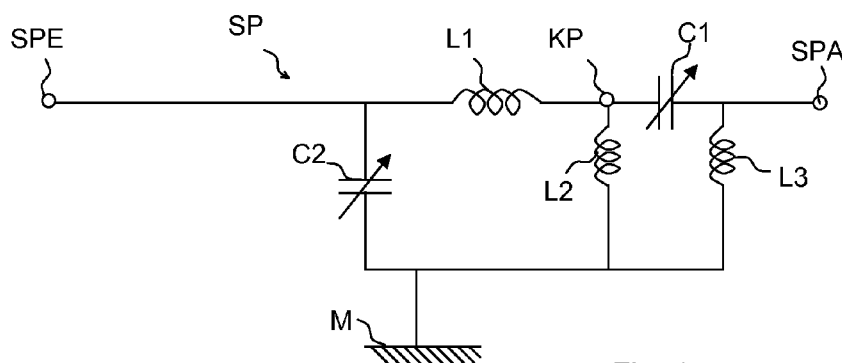


Fig. 1

(57) Abstract: A simple circuit for adjusting the impedance of PILA-type planar antennas is provided. The circuit comprises a signal path with a node point between a signal path input and a signal path output. A first inductive element is installed between the signal path input and the node point and a first capacitive element is installed between the node point and the signal path output, the capacity of said capacitive element being variably adjustable. A second capacitive element with an adjustable capacity is installed between the signal path input and ground. A second inductive element is installed between the node point and ground and a third inductive element is installed between the signal path output and ground.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine einfache Schaltung zur Impedanzanpassung von Planarantennen des Typs PILA angegeben. Die Schaltung umfasst einen Signalpfad mit einem Knotenpunkt zwischen einem Signalpfadeingang und einem Signalpfadausgang. Zwischen Signalpfadeingang und Knotenpunkt ist ein erstes induktives Element verschaltet und zwischen Knotenpunkt und Signalpfadausgang ist ein erstes kapazitives Element verschaltet, dessen Kapazität variabel einstellbar ist.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/040752 A1



Ein zweites kapazitives Element mit einstellbarer Kapazität ist zwischen dem Signalpfadeingang und Masse verschaltet. Ein zweites induktives Element ist zwischen dem Knotenpunkt und Masse verschaltet und ein drittes induktives Element ist zwischen Signalpfadausgang und Masse verschaltet.

Beschreibung

Impedanzanpass-Schaltung zur Anpassung von Planarantennen

Die Erfindung betrifft eine Impedanzanpass-Schaltung zur Anpassung der Impedanz von Planarantennen des Typs PILA.

Planarantennen sind Antennen, die nicht an eine definierte Impedanz angepasst sind, sondern für eine maximale Leistungsübertragung ein Anpassnetzwerk benötigen.

Eine Verschaltung einer Planarantenne mit zugehöriger Impedanzanpass-Schaltung ist beispielsweise aus der Druckschrift WO 2006/129239 A1 bekannt. Deren Impedanzanpass-Schaltung umfasst neben mehreren induktiven Elementen eine Vielzahl von MEMS-Schaltern als kapazitive Elemente. Die Kapazität eines MEMS-Schalters kann zwei diskrete Werte annehmen und die Vielzahl der verschalteten MEMS-Schalter ermöglicht einen ausreichenden Abstimmbereich zur Impedanzanpassung.

Ein Problem bekannter Impedanzanpass-Schaltungen für Planarantennen besteht darin, dass entweder der Abstimmbereich zu gering ist oder die Impedanzanpass-Schaltung eine hohe Komplexität und eine hohe Anzahl an verschalteten Elementen aufweist. Letzteres führt zu einer relativ hohen Defektanfälligkeit.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Impedanzanpass-Schaltung mit verringerter Komplexität und verminderter Anzahl an Schaltungselementen anzugeben, die trotzdem einen ausreichenden Abstimmbereich ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Impedanzanpass-Schaltung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung umfasst einen Signalpfad mit einem Knotenpunkt zwischen einem Signalpfadeingang und einem Signalpfadausgang. Zwischen Signalpfadeingang und Knotenpunkt ist ein erstes induktives Element verschaltet und zwischen Knotenpunkt und Signalpfadausgang ist ein erstes kapazitives Element verschaltet, dessen Kapazität variabel einstellbar ist. Ein zweites kapazitives Element mit einstellbarer Kapazität ist zwischen dem Signalpfadeingang und Masse verschaltet. Ein zweites induktives Element ist zwischen dem Knotenpunkt und Masse verschaltet und ein drittes induktives Element ist zwischen Signalpfadausgang und Masse verschaltet.

Eine solche Verschaltung, deren Signalpfadeingang beispielsweise mit Sende- oder Empfangspfaden einer Frontend-Schaltung für Mobilfunkgeräte verschaltet sein kann und deren Signalpfadausgang zur Verschaltung mit einer Planarantenne vorgesehen ist, stellt eine einfache, d.h. wenig komplexe Schaltung dar, um die Antenne impedanzmäßig an die Frontend-Schaltung anzupassen. Das dritte induktive Element kann als ESD- (electrostatic discharge-) Schutzelement der Impedanzanpass-Schaltung bzw. der verschalteten Frontend-Schaltung wirken. Dann werden Stromimpulse, die über die Antenne einwirken und die Frontendschaltung oder einzelne ihrer Komponenten schädigen könnten, über das induktive Element unschädlich an Masse abgeleitet.

Vorteilhafterweise weisen erstes, zweites und drittes induktives Element Gütefaktoren größer 15 sowie erstes und zweites kapazitives Element Gütefaktoren größer 10 auf. Der

Gütefaktor ist dabei ein dimensionsloses Maß für das Verhältnis aus Amplitude und Bandbreite von Resonanzkurven bzw. für Energieverluste in der Schaltung. Außerdem sind die Elemente der Impedanzanpass-Schaltung vorteilhafterweise so dimensioniert, dass die Induktivitäten des ersten, zweiten und dritten induktiven Elements Werte zwischen 0.5 und 22 nH aufweisen und die Kapazitäten des ersten und zweiten kapazitiven Elements in Intervallen einstellbar ist, die zwischen 0.5 und 12 pF liegen. Solche Intervalle können z. B. die Kapazitätsbereiche von 0.5 pF bis 1.5 pF, von 0.9 pF bis 3.2 pF oder von 2.6 pF bis 8.5 pF abdecken.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Impedanzanpass-Schaltung ein drittes kapazitives Element mit einem Gütefaktor größer 50 und einer Kapazität zwischen 1 und 35 pF und ein viertes induktives Element mit einem Gütefaktor größer 15 und einer Induktivität zwischen 0.5 und 10 nH, welche zueinander in Serie zwischen dem Signalpfadeingang und Masse verschaltet sind. Eine weitere Variation der Impedanzanpass-Schaltung besteht darin, zwischen dem Signalpfadeingang und Masse ein viertes kapazitives Element mit einem Gütefaktor größer 50 und einer Kapazität zwischen 4 und 18 pF zu verschalten.

Verwendung findet die Impedanzanpass-Schaltung vorteilhafterweise in einem mobilen Kommunikationsgerät, wobei sie zwischen einem Empfangs- bzw. einem Sendepfad und einer Planarantenne, insbesondere des Typs PILA, so verschaltet ist, dass der Signalpfadeingang mit dem Sende- und dem Empfangspfad elektrisch leitend verbunden und der Signalpfad- ausgang über eine Antennenzuleitung, die eine Impedanz zwischen 10 und 60 Ohm aufweist, mit der Planarantenne elektrisch leitend verbunden ist.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der Impedanzanpass-Schaltung ist das Stehwellenverhältnis im Sendepfad besser (d.h. kleiner) als 3 und das Stehwellenverhältnis im Empfangspfad besser (d.h. kleiner) als 4.

Die Erfindung ist geeignet, die Impedanzen von Planarantennen in CDMA, W-CDMA, GSM, DVBH, W-LAN, WIFI oder anderen gängigen Datenübertragungssystemen in Frequenzbändern zwischen 500 und 4500 MHz anzupassen.

Der Abstimmverhältnis des ersten oder des zweiten kapazitiven Elements liegt in einer Variante zwischen 2.5:1 und 3.5:1, also z.B. 3:1, in anderen vorteilhaften Varianten jedoch zwischen 3.5:1 und 4.5:1 oder zwischen 4.5:1 und 5.5:1 und in einer besonders vorteilhaften zwischen 5.5:1 und 6.5:1. Dabei ist das Abstimmverhältnis jeweils definiert als der Quotient aus größter einstellbarer Kapazität und kleinster einstellbarer Kapazität.

Mindestens eines der kapazitiven Elemente ist vorzugsweise eine Varaktordiode, deren dielektrische Schicht Bariumstrontiumtitanat (BST) umfasst oder deren dielektrische Schicht Wismuth-Zink-Niobat (BZN) umfasst, oder alternativ ein in CMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, eine Verschaltung aus MEMS-Kondensatoren oder eine Halbleitervaraktordiode.

Es ist bevorzugt, als viertes kapazitives Element ein Element zu wählen, dessen Gütefaktor größer als der des zweiten kapazitiven Elements ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein fünftes kapazitives Element parallel zum ersten kapazitiven Element

zwischen Knotenpunkt und Signalpfadausgang verschaltet. Außerdem ist es bevorzugt, im Signalpfad einen Richtkoppler mit dem Signalpfadeingang zu verschalten. Ein Richtkoppler ermöglicht es, den Bruchteil der Sendeenergie zu bestimmen, der tatsächlich aus dem Sendesignalpfad in die Antenne eingekoppelt wird. Die Impedanzanpassung kann somit darauf zurückgeführt werden, diesen Bruchteil zu maximieren. Analoges gilt für Empfangssignale von der Antenne in den Empfangssignalpfad.

Weiterhin sehr von Vorteil ist es, wenn die Impedanzanpass-Schaltung einen mit dem Signalpfadeingang verschalteten Duplexer als Teil eines Frontendmoduls umfasst.

Die induktiven und kapazitiven Elemente der Anpassschaltung sind vorzugsweise als strukturierte Metallisierungen in einem mehrschichtigen Substrat, das Schichten aus HTCC, LTCC, FR4 oder Laminat umfassen kann, ausgeführt. Dadurch wird erreicht, dass ein entsprechendes Bauelement zusätzlich zu seiner geringen Komplexität noch eine platz sparende Bauweise aufweist.

In einer weiteren Ausgestaltung ist eine Antennenzuleitung zwischen dem Signalpfadausgang und einer angeschlossenen Planarantenne verschaltet, die eine Impedanz zwischen 10 und 60 Ohm aufweist.

Im Folgenden wird die Impedanzanpass-Schaltung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen schematischen Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: eine Impedanzanpass-Schaltung aus induktiven und kapazitiven Elementen, die zwischen einem Signalpfadeingang und einem Signalpfadausgang verschaltet ist.

Figur 2: Die Impedanzanpass-Schaltung aus Figur 1 mit weiteren Schaltungselementen.

Figur 1 zeigt eine Impedanzanpass-Schaltung für Planarantennen mit geringer Komplexität, die einen ausreichenden Abstimmbereich ermöglicht. Im Signalpfad SP ist zwischen dem Signalpfadeingang SPE und dem Knotenpunkt KP eine erste Induktivität L1 verschaltet und ist zwischen Knotenpunkt KP und Signalpfadausgang SPA ein erstes kapazitives Element C1 verschaltet, welches in seiner Kapazität variabel einstellbar ist. Zwischen Signalpfadeingang SPE und Masse M ist ein zweites kapazitives Element C2 verschaltet, dessen Kapazität ebenfalls einstellbar ist. Zusätzlich ist zwischen dem Knotenpunkt KP und Masse M ein zweites induktives Element L2 und zwischen Signalpfadausgang SPA und Masse M ein drittes induktives Element L3 verschaltet.

Figur 2 zeigt die Impedanzanpass-Schaltung aus Figur 1, die Merkmale weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen aufzeigt. Ein Richtkoppler RK ist im Signalpfad SP zwischen Signalpfadeingang SPE und Knotenpunkt KP verschaltet. Dabei ist der Richtkoppler RK mit dem Signalpfadeingang SPE verschaltet. Zwischen Richtkoppler RK und Signalpfadeingang SPE sind zumindest Teile eines Frontendmodul FE verschaltet. Das Frontendmodul FE kann einen oder mehrere Duplexer, Verstärker oder andere Filter- oder Schaltungselemente umfassen. Die Verschaltung aus Signalpfadeingang, Frontendmodul, Richtkoppler und Knotenpunkt ist nur symbolisch dargestellt. Ein viertes induktives Element L4 und ein drittes kapazitives

Element C3 sind in Serie zwischen dem Signalpfad SP und Masse M verschaltet. Ein viertes kapazitives Element C4 ist ebenfalls zwischen dem Signalpfad SP und Masse verschaltet. Ein fünftes kapazitives Element C5 ist parallel zum ersten kapazitiven Element C1 zwischen dem Knotenpunkt KP und dem Signalpfadausgang SPA verschaltet. Eine Planarantenne PILA, welche insbesondere vom Typ „Planar Inverted L-Antenna“ - kurz: PILA - sein kann, ist über eine Antennenzuleitung AL mit dem Signalpfadausgang SPA verschaltet.

Eine erfindungsgemäße Filterschaltung ist nicht auf eine der beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Kombinationen derer und Variationen, welche z. B. noch weitere induktive oder kapazitive Elemente umfassen, stellen ebenso erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele dar.

Bezugszeichenliste:

AL: Antennenzuleitung
C1: erstes kapazitives Element
C2: zweites kapazitives Element
C3: drittes kapazitives Element
C4: viertes kapazitives Element
C5: fünftes kapazitives Element
FE: Frontendmodul
KP: Knotenpunkt
L1: erstes induktives Element
L2: zweites induktives Element
L3: drittes induktives Element
L4: viertes induktives Element
M: Masse
PILA: Planar Inverted L-Antenna
RK: Richtkoppler
SP: Signalpfad
SPA: Signalpfadausgang
SPE: Signalpfadeingang

Patentansprüche

1. Impedanzanpass-Schaltung zur Anpassung von Planarantennen, umfassend
 - einen Signalpfad (SP) mit einem Knotenpunkt (KP) zwischen einem Signalpfadeingang (SPE) und einem Signalpfadausgang (SPA),
 - ein erstes, zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Knotenpunkt (KP) verschaltetes induktives Element (L1), und ein erstes, zwischen Knotenpunkt (KP) und Signalpfadausgang (SPA) verschaltetes kapazitives Element (C1) mit variabler Kapazität,
 - ein zweites, zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltetes kapazitives Element (C2) mit variabler Kapazität,
 - ein zweites, zwischen Knotenpunkt (KP) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L2), und
 - ein drittes zwischen Signalpfadausgang (SPA) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L3).
2. Impedanzanpass-Schaltung nach Anspruch 1,
 - deren erstes (L1), zweites (L2) und drittes (L3) induktives Element Gütefaktoren größer als 15 aufweisen, und
 - deren erstes (C1) und zweites (C2) kapazitives Element mit variabler Kapazität Gütefaktoren größer 10 aufweisen.
3. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
 - deren erstes induktives Element (L1) eine Induktivität zwischen 0.5 und 22 nH, deren zweites induktives Element (L2) eine Induktivität zwischen 0.5 und 22 nH und deren

drittes induktives Element eine Induktivität zwischen 0.5 und 22 nH aufweist und

- bei der die Kapazität des ersten kapazitiven Elements (C1) und zweiten kapazitiven Elements (C2) in Intervallen einstellbar ist, die zwischen 0.5 und 12 pF liegen.

4. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die ein drittes kapazitives Element (C3) mit einem Gütefaktor > 50 und einer Kapazität zwischen 1 und 35 pF sowie ein viertes induktives Element (L4) mit einem Gütefaktor > 15 und einer Induktivität zwischen 0.5 und 10 nH umfasst, welche beide in Serie zwischen Signalfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltet sind.
5. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die ein viertes kapazitives Element (C4) mit einem Gütefaktor > 50 und einer Kapazität zwischen 4 und 18 pF umfasst, das zwischen Signalfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltet ist.
6. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche der 1 bis 5 zur Verwendung in einem mobilen Kommunikationsgerät mit einem Sendepfad, einem Empfangspfad und einer Planarantenne des Typs PILA,
 - wobei der Signalfadeingang mit dem Sendepfad und dem Empfangspfad verschaltet ist und
 - wobei der Signalfadausgang über eine Antennenzuleitung mit einer Impedanz zwischen 10 Ohm und 60 Ohm mit der Planarantenne verschaltet ist.
7. Impedanzanpass-Schaltung nach Anspruch 6, die den Sendepfad in einem Sendefrequenzband und den Empfangspfad in einem Empfangsfrequenzband an die Planarantenne

mit einem Stehwellenverhältnis im Sendepfad, das kleiner ist als 3, anpasst.

8. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, die den Sendepfad in einem Sendefrequenzband und den Empfangspfad in einem Empfangsfrequenzband an die Planarantenne mit einem Stehwellenverhältnis im Empfangspfad, das kleiner ist als 4, anpasst.
9. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Verwendung in CDMA, W-CDMA oder GSM Frequenzbändern zwischen 500 und 4500 MHz.
10. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Verwendung in DVB-H, W-LAN oder WIFI Frequenzbändern zwischen 500 und 4500 MHz.
11. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der das Abstimmverhältnis eines der kapazitiven Elemente variabler Kapazität (C1, C4) zwischen 2.5:1 und 3.5:1 liegt.
12. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der das Abstimmverhältnis eines der kapazitiven Elemente variabler Kapazität (C1, C4) 3:1 beträgt.
13. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der das Abstimmverhältnis eines der kapazitiven Elemente variabler Kapazität (C1, C4) zwischen 3.5:1 und 4.5:1 liegt.
14. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der das Abstimmverhältnis eines der kapazitiven

Elemente variabler Kapazität (C1, C4) zwischen 4.5:1 und 5.5:1 liegt.

15. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der das Abstimmverhältnis eines der kapazitiven Elemente variabler Kapazität (C1, C4) zwischen 5.5:1 und 6.5:1 liegt.
16. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, die ein kapazitives Element variabler Kapazität umfasst, ausgewählt aus: eine Varaktordiode mit einer Barium-Strontium-Titanat umfassenden dielektrischen Schicht, eine Varaktordiode mit einer Wismuth-Zink-Niobat umfassenden dielektrischen Schicht, ein in CMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, eine Verschaltung aus MEMS-Kondensatoren und eine Halbleitervaraktordiode.
17. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, deren Gütefaktor des vierten kapazitiven Elements (C4) größer ist als der des zweiten kapazitiven Elements (C2) mit variabler Kapazität.
18. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, die ein fünftes kapazitives Element (C5) umfasst, das seriell zwischen Knoten (KN) und Signalfadausgang (SPA) aber parallel zum ersten kapazitiven Element (C1) verschaltet ist.
19. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, die einen mit dem Signalfadeingang (SPE) verschalteten Richtkoppler (RK) umfasst.

20. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, die einen mit dem Signalpfadeingang (SPE) verschaltetes Frontendmodul (FE) umfasst.
21. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, die einen mit dem Signalpfad (SP) verschalteten Duplexer umfasst.
22. Impedanzanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, deren induktive Elemente als Metallisierungen in einem mehrschichtigen Substrat, ausgewählt aus HTCC, LTCC, FR4 und Laminat, ausgeführt sind.
23. Impedanzanpass-Schaltung nach Anspruch 6, die eine zwischen Signalpfadausgang (SPA) und Planarantenne verschaltete Antennenzuleitung mit einer Impedanz zwischen 10 und 60 Ohm umfasst.

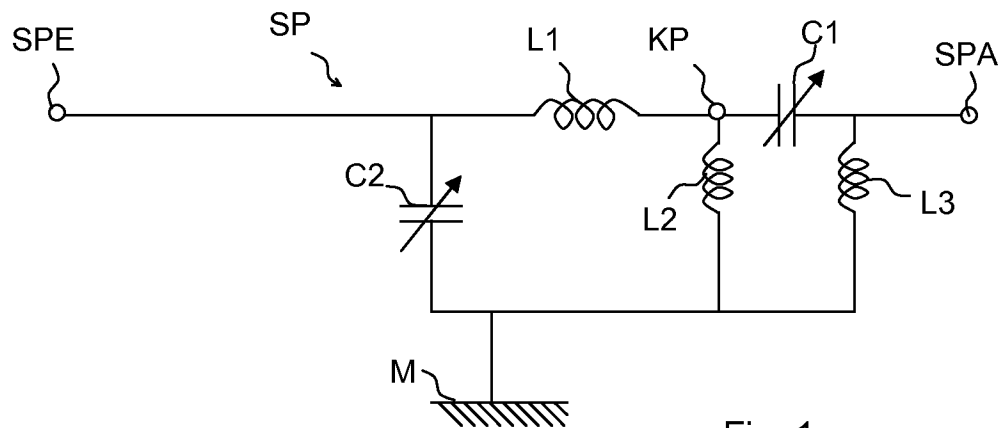


Fig. 1

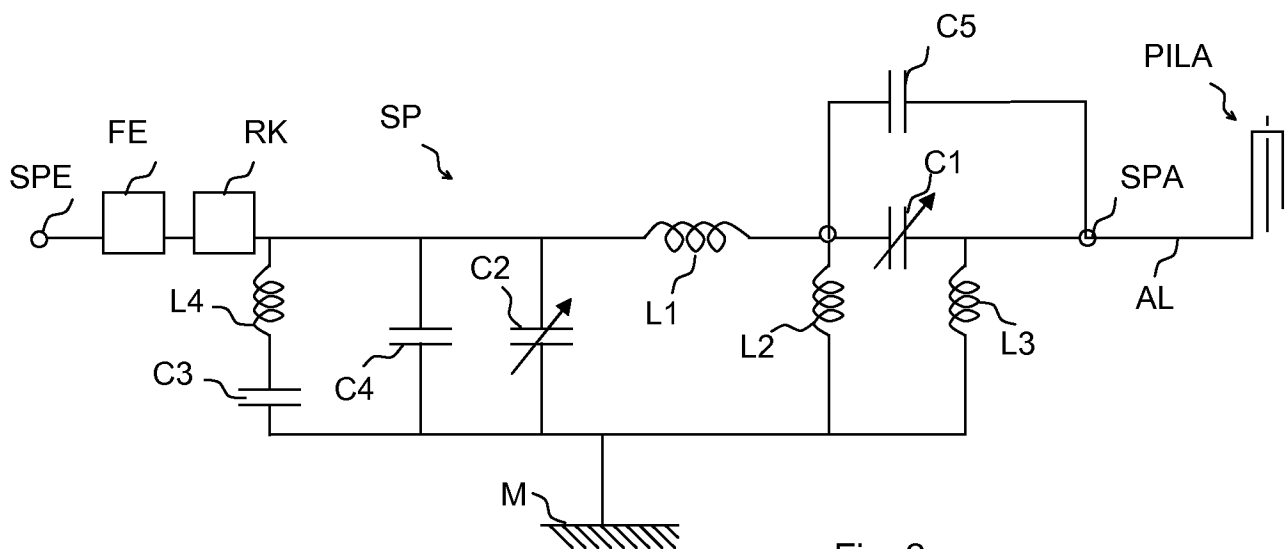


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/062981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01Q1/50 H01Q9/04 H01Q9/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10 209897 A (HARADA IND CO LTD; EGASHIRA YOSHIMI) 7 August 1998 (1998-08-07) the whole document	1-23
X	WO 96/29756 A (MINNESOTA MINING & MFG [US]) 26 September 1996 (1996-09-26) the whole document	1-23

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 Dezember 2009

Date of mailing of the international search report

28/12/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fredj, Aziz

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/062981

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	VON W KRAUTKRAMER AND A RICHTSCHEID: "RESONANZTRANSFORMATOREN MIT DREI REAKTANZEN ALS TRANSFORMIERENDE FILTER" BULLETIN DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS, SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN, ZURICH, CH, vol. 64, no. 23, 10 November 1973 (1973-11-10), pages 1500-1509, XP002184530 the whole document	1-23
X	----- US 2008/106349 A1 (MCKINZIE WILLIAM E [US]) 8 May 2008 (2008-05-08) the whole document	1-23
X	----- WO 2006/034838 A (HIRSCHMANN CAR COMM GMBH [DE]; STROLZ DOMINIK [DE]; KUHN MARTIN [DE]) 6 April 2006 (2006-04-06) the whole document	1-23
A	----- WO 2007/102293 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; SAKO MOTOHIKO; IGUCHI AKIHIKO; SA) 13 September 2007 (2007-09-13) the whole document	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/062981

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10209897	A	07-08-1998	NONE	
WO 9629756	A	26-09-1996	AU 696840 B2	17-09-1998
			AU 5174896 A	08-10-1996
			BR 9607695 A	07-07-1998
			CA 2213848 A1	26-09-1996
			EP 0815613 A1	07-01-1998
			JP 11502386 T	23-02-1999
US 2008106349	A1	08-05-2008	NONE	
WO 2006034838	A	06-04-2006	EP 1794838 A1	13-06-2007
WO 2007102293	A	13-09-2007	JP 2007243282 A	20-09-2007
			US 2009278748 A1	12-11-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/062981

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01Q1/50 H01Q9/04 H01Q9/42

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01Q

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 10 209897 A (HARADA IND CO LTD; EGASHIRA YOSHIMI) 7. August 1998 (1998-08-07) -- das ganze Dokument	1-23
X	WO 96/29756 A (MINNESOTA MINING & MFG [US]) 26. September 1996 (1996-09-26) -- das ganze Dokument	1-23

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Dezember 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/12/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fredj, Aziz

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/062981

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	VON W KRAUTKRAMER AND A RICHTSCHEID: "RESONANZTRANSFORMATOREN MIT DREI REAKTANZEN ALS TRANSFORMIERENDE FILTER" BULLETIN DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS, SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN, ZURICH, CH, Bd. 64, Nr. 23, 10. November 1973 (1973-11-10), Seiten 1500-1509, XP002184530 das ganze Dokument	1-23
X	----- US 2008/106349 A1 (MCKINZIE WILLIAM E [US]) 8. Mai 2008 (2008-05-08) das ganze Dokument	1-23
X	----- WO 2006/034838 A (HIRSCHMANN CAR COMM GMBH [DE]; STROLZ DOMINIK [DE]; KUHN MARTIN [DE]) 6. April 2006 (2006-04-06) das ganze Dokument	1-23
A	----- WO 2007/102293 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; SAKO MOTOHIKO; IGUCHI AKIHIKO; SA) 13. September 2007 (2007-09-13) das ganze Dokument	1-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/062981

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10209897 A	07-08-1998	KEINE	
WO 9629756 A	26-09-1996	AU 696840 B2	17-09-1998
		AU 5174896 A	08-10-1996
		BR 9607695 A	07-07-1998
		CA 2213848 A1	26-09-1996
		EP 0815613 A1	07-01-1998
		JP 11502386 T	23-02-1999
US 2008106349 A1	08-05-2008	KEINE	
WO 2006034838 A	06-04-2006	EP 1794838 A1	13-06-2007
WO 2007102293 A	13-09-2007	JP 2007243282 A	20-09-2007
		US 2009278748 A1	12-11-2009