



(10) **DE 10 2009 004 720 B4** 2017.07.27

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 004 720.4**  
 (22) Anmeldetag: **15.01.2009**  
 (43) Offenlegungstag: **22.07.2010**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **27.07.2017**

(51) Int Cl.: **H03H 7/38 (2006.01)**  
**H01Q 23/00 (2006.01)**  
**H04B 1/40 (2015.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Qualcomm Technologies, Inc. (n.d.Ges.d. Staates Delaware), San Diego, Calif., US**

(72) Erfinder:  
**Schmidhammer, Edgar, Dr., 83371 Stein, DE**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
 Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,  
 DE**

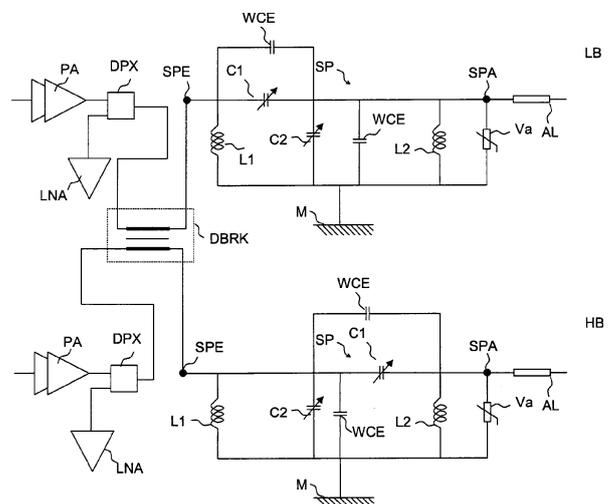
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>36 44 477</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>601 25 100</b>	<b>T2</b>
<b>DE</b>	<b>695 31 804</b>	<b>T2</b>
<b>WO</b>	<b>2006/1 29 239</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Multiband-Impedanzanpass-Schaltung zur Anpassung von Planarantennen**

(57) Hauptanspruch: Multibandanpass-Schaltung (MBAS), die zwei Impedanzanpass-Schaltungen (IAS1, IAS2) zur Anpassung von Planar-Antennen (PIFA) und einen Dual-Band Richtkoppler (DBRK) umfasst, wobei

- die zwei Impedanzanpass-Schaltungen (IAS1, IAS2) zur Verwendung in verschiedenen Frequenzbändern vorgesehen sind,
- der Dual-Band Richtkoppler (DBRK) mit den Signalpfaden beider Impedanzanpass-Schaltungen verschaltet ist und
- jede der beiden Impedanzanpass-Schaltungen (IAS) folgendes umfasst:
  - einen Signalpfad (SP) mit einem Signalpfadeingang (SPE) und einem Signalpfadausgang (SPA),
  - ein erstes, zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Signalpfadausgang (SPA) verschaltetes kapazitives Element (C1) variabler Kapazität und ein zweites, zwischen Signalpfad (SP) und Masse (M) verschaltetes kapazitives Element (C2) variabler Kapazität,
  - ein erstes, zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L1), ein zweites, zwischen Signalpfadausgang (SPA) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L2),
  - eine mit dem Signalpfadausgang (SPA) verschaltete Antennenzuleitung (AL) mit einer Impedanz zwischen 30 und 60 Ohm.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Multiband-Impedanzanpass-Schaltung mit zwei Impedanzanpass-Schaltungen zur Anpassung der Impedanz von Planarantennen des Typs PIFA (Planar Inverted F Antenna).

**[0002]** Planarantennen sind Antennen, die nicht an eine definierte Impedanz angepasst sind, sondern für eine maximale Leistungsübertragung ein Anpassnetzwerk benötigen. Eine Anpassung ist erforderlich, wenn der Energieverlust bei der Signalübertragung an eine nicht impedanzangepasste Antenne vermindert werden soll. Planarantennen – wie sie in mobilen Kommunikationsgeräten Verwendung finden – reagieren durch eine Veränderung ihrer Impedanz auf veränderte äußere Einflüsse, die Nähe zu Objekten wie z. B. Hände oder andere Körperteile eines Users oder gar metallische Oberflächen.

**[0003]** Eine Verschaltung einer Planarantenne mit zugehöriger Impedanzanpass-Schaltung ist beispielsweise aus der Druckschrift WO 2006/1 29 239 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. Ein ausreichender Abstimmbereich zur Impedanzanpassung wird durch eine Vielzahl an verschalteten MEMS-Schalter ermöglicht.

**[0004]** Aus der DE 695 31 804 T2 sind adaptive Anpassnetzwerke mit Pi oder T Filterelementen bekannt. Die Anpassnetzwerke können Varaktordioden mit variabler Kapazität zur Anpassung umfassen.

**[0005]** Aus der DE 601 25 100 T2 sind Impedanzanpass-Schaltungen mit anpassbaren MEMS-Kondensatoren im Signalpfad und in Parallelpfaden bekannt.

**[0006]** Aus der DE 36 44 477 C2 sind Verfahren zur Impedanzanpassung mit einem Anpassnetzwerk bekannt.

**[0007]** 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.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Multibandpass-Schaltung mit verringerter Komplexität und verminderter Anzahl an Schaltungselementen anzugeben die trotzdem einen ausreichenden Abstimmbereich ermöglicht.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Multibandpass-Schaltung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Multibandpass-Schaltung umfasst zwei Impedanzanpass-Schaltungen mit je einen Signalpfad mit einem Signalpfadeingang und einem Signalpfadausgang, sowie ein erstes zwischen Signalpfadeingang und Signalpfadausgang verschaltetes kapazitives Element variabler Kapazität. Sie umfasst weiterhin ein zweites kapazitives Element variabler Kapazität, welches zwischen Signalpfad und Masse verschaltet ist. Ferner ist ein erstes induktives Element zwischen Signalpfadeingang und Masse verschaltet und ein zweites induktives Element ist zwischen Signalpfadausgang und Masse verschaltet. Mit dem Signalpfadausgang ist eine Antennenzuleitung verschaltet, welche eine Impedanz zwischen 30 und 60 Ohm aufweist. Die zwei Impedanzanpass-Schaltungen sind zur Verwendung in verschiedenen Frequenzbändern vorgesehen. Ferner hat die Multibandpass-Schaltung einen Dual-Band Richtkoppler, der mit den Signalpfaden verschaltet ist.

**[0011]** Eine solche Verschaltung, deren Signalpfadeingang beispielsweise mit Send- oder Empfangspfaden einer Frontend-Schaltung für Mobilfunkgeräte verschaltet sein kann und deren Antennenzuleitung zur Verschaltung mit einer Planarantenne vom Typ PIFA vorgesehen ist, stellt eine einfache – das heißt wenig komplexe – Schaltung dar, um die Antenne impedanzmäßig an die Frontend-Schaltung anzupassen. Solch eine Impedanzanpass-Schaltung kann eine Anpassung an zum Beispiel 50 Ohm einer PIFA bewirken. Insbesondere kann damit Umwelteinflüssen, welche die Impedanzanpassung der PIFA negativ beeinflussen (zum Beispiel unterschiedliche Ausrichtung der Antenne, Gegenstände, die sich in der Nähe der Antenne befinden, wie Hände oder Tischoberflächen), entgegengewirkt werden. Weiterhin ermöglicht eine solche Impedanzanpass-Schaltung eine gleichzeitige Anpassung in Send- und Empfangsbändern. Die beiden induktiven Elemente bestimmen nicht nur das Frequenzverhalten der PIFA sondern wirken auch als ESD-Schutzelemente, um beispielsweise die nachgeschaltete Frontend-Schaltung oder einzelne ihrer Komponenten gegen Stromimpulse, die über die Antenne einwirken, zu schützen, indem diese Impulse unschädlich an Masse abgeleitet werden.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das zweite kapazitive Element zwischen Signalpfadausgang und Masse verschaltet, während in einer dazu alternativen Ausführungsform das zweite kapazitive Element variabler Kapazität zwischen Signalpfadeingang und Masse verschaltet ist.

**[0013]** In einer bevorzugten weiteren Ausführungsform ist zwischen Signalpfadausgang und Masse ein resistives Element spannungsabhängigen Widerstands verschaltet. Ein solches resistives Element kann insbesondere ein Varistor sein.

**[0014]** Die beiden induktiven Elemente haben vorzugsweise Gütefaktoren größer gleich 15 und ihre Induktivitäten betragen zwischen 1 und 30 nH. Das erste kapazitive Element hat vorzugsweise einen Gütefaktor größer gleich zehn und seine Kapazität ist in einem Intervall einstellbar, welches zwischen 0,5 und 13 pF liegt. Auch das zweite kapazitive Element hat vorzugsweise einen Gütefaktor größer gleich zehn. Seine Kapazität ist in einem Intervall, welches zwischen 0,5 und 8,0 pF liegt, einstellbar.

**[0015]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die Impedanzanpass-Schaltung in einem mobilen Kommunikationsgerät mit einem Sendepfad und einem Empfangspfad und einer Planarantenne des Typs PIFA verwendet. Der Signalpfadeingang ist mit dem Sendepfad und dem Empfangspfad verschaltet und die Antennenzuleitung ist mit der PIFA verschaltet. Zwischen Sende- und Empfangspfad einerseits und dem Signalpfad andererseits kann ein Duplexer verschaltet sein. Dann ist Datenübertragung im FDD-(Frequency-Division Duplexing)Modus möglich. Alternativ oder zusätzlich können Sende- und Empfangspfad einerseits und der Signalpfadeingang andererseits auch über Schalter verschaltet sein, welche Datenübertragung im TDD-(Time-Division Duplexing)Modus, ermöglichen.

**[0016]** In beiden Varianten ist es vorteilhaft, wenn der Sendepfad in einem Sendefrequenzband mit einem Stehwellenverhältnisse im Sendepfad, das kleiner ist als 3:1, angepasst ist und wenn der Empfangspfad in einem Empfangsfrequenzband mit einem Stehwellenverhältnis im Empfangspfad, das kleiner ist als 4:1, angepasst ist.

**[0017]** Die erfindungsgemäße Impedanzanpass-Schaltung ist besonders zur Verwendung in W-CDMA Frequenzbänder zwischen 500 und 4500 Megahertz geeignet.

**[0018]** Der Abstimmbereich zumindest einer aus erstem und zweitem kapazitiven Element variabler Kapazität beträgt vorzugsweise mindestens 2,5:1. Ebenso ist es möglich, dass der Abstimmbereich beider kapazitiver Elemente mindestens 2,5:1 beträgt. Das erste oder das zweite kapazitive Element variabler Kapazität kann ein abstimmbarer Kondensator mit einer Barium-Strontium-Titanat umfassenden dielektrischen Schicht sein. Alternativ kann es auch ein in CMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, eine Verschaltung aus MEMS-Kondensatoren, eine Halbleitervaraktordiode, ein in NMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element oder ein Gallium-

arsenid umfassendes kapazitives Element sein. Das erste oder das zweite kapazitive Element kann ein eine Verschaltung aus zueinander parallel schaltbaren kapazitiven Komponenten (ein sog. Array) sein, wobei die kapazitiven Komponenten einzeln durch Schalter hinzugeschaltet oder abgekoppelt werden können. In solch einem Array haben die einzelnen kapazitiven Komponenten vorzugsweise in Zweierpotenzen ansteigende Kapazitäten, die voneinander verschieden sind und dem jeweils einem  $2^n$ -fachen einer ganzen Zahl ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) des kleinsten im Array auftretenden Kapazitätswertes entsprechen. Dadurch ist es möglich die Gesamtkapazität in äquidistanten, diskreten Stufen einzustellen. Ein sog. 5 Bit Array beispielsweise bietet maximal  $2^5 = 32$  Einstellmöglichkeiten. Die Zahl der Einstellmöglichkeiten kann jedoch in Fällen mit weniger Schaltungsaufwand auch 16 (entspricht einem 4 Bit Array), 64 (entspricht einem 6 Bit Array) oder 128 bzw. 256 (entsprechend einem 7 bzw. 8 Bit Array) betragen. Je höher die Zahl der Komponenten und damit auch die Zahl der entsprechenden Ansteuerleitung, um so aufwändiger wird die Schaltung, aber um so besser ist die gewünschte Kapazität einstellbar. Ferner ist es möglich, dass beide kapazitive Elemente gleicher Ausführungsform sind.

**[0019]** Die induktiven Elemente sind bevorzugt als Metallisierungen in einem mehrschichtigen Substrat ausgeführt. Das mehrschichtige Substrat kann HTCC (High Temperature Cofired Ceramics), LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics), FR4 oder Laminate umfassen.

**[0020]** Die kapazitiven Elemente variabler Kapazität können gleicher Art sein; insbesondere ist es bevorzugt, dass beide kapazitiven Elemente in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind oder zumindest eine gemeinsam genutzte Abdeckung besitzen.

**[0021]** Bevorzugt ist es auch, wenn beide kapazitiven Elemente variabler Kapazität Teile derselben Ansteuerleitungen gemeinsam nutzen, mit denen die Kapazität der kapazitiven Elemente variiert werden kann.

**[0022]** Als Frequenzbereich, in denen die Impedanzanpass-Schaltung die Antennenimpedanz anpasst, kommt ein Bereich zwischen 0,5 Gigahertz und 1,7 Gigahertz oder der Bereich zwischen 1,7 Gigahertz und 2,5 Gigahertz in Frage. Weiterhin kann eine Impedanzanpassung auch bei Frequenzen größer gleich 2,5 Gigahertz möglich und vorgesehen sein. Um mehrere Frequenzbereiche abzudecken ist es möglich, für jeden abzudeckenden Frequenzbereich eine erfindungsgemäße Impedanzanpass-Schaltung vorzusehen, welche in dem entsprechenden Frequenzbereich aktiv und zugeschaltet ist.

**[0023]** Um eine Verbesserung der Gütefaktoren des ersten oder des zweiten kapazitiven Elements zu erreichen, kann es vorteilhaft sein, diese kapazitiven Elemente variabler Kapazität mit weiteren kapazitiven Elementen gegebener fixer Kapazität parallel zu verschalten.

**[0024]** Es ist möglich, jeder einzelnen Impedanzanpass-Schaltung einen eigenen Richtkoppler zuzuweisen, der im Signalpfad verschaltet ist. Alternativ ist es auch möglich, dass ein Dualband-Richtkoppler mit den beiden Signalpfaden zweier verschiedener Impedanzanpass-Schaltungen gemeinsam verschaltet ist.

**[0025]** Ferner können zwei oder mehrere Impedanzanpass-Schaltungen in einer Multibandanpass-Schaltung verschaltet sein. Jede Impedanzanpass-Schaltung kann dann einen ihr zugeordneten Richtkoppler aufweisen, der mit dem entsprechenden Signalpfad verschaltet ist. Zwei oder mehrere Signalpfade der Impedanzanpass-Schaltungen können mit demselben Multiband-Richtkoppler verschaltet sein. Frontendschaltungen von Mobiltelefonen, die mehrere Signalpfade in unterschiedlichen Impedanzanpass-Schaltungen umfassen, können mit jeder dieser Schaltungen einen anderen Frequenzbereich abdecken. Solche Verschaltungen sind also zur Verwendung in mehreren Frequenzbereichen vorgesehen.

**[0026]** Mit einer einzigen, variable Kapazitätselemente umfassenden Impedanzanpass-Schaltung ist es auch möglich, die Impedanz in unterschiedlichen Frequenzbereichen anzupassen.

**[0027]** Im Folgenden wird die Impedanzanpass-Schaltung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen schematischen Figuren näher erläutert.

**[0028]** Es zeigen:

**[0029]** Fig. 1 eine Impedanzanpass-Schaltung IAS mit zwei kapazitiven Elementen variabler Kapazität, zwei induktiven Elementen sowie einer Antennenzuleitung,

**[0030]** Fig. 2 eine Antennenanpass-Schaltung IAS mit zwei kapazitiven Elementen variabler Kapazität und zwei induktiven Elementen sowie einer Antennenzuleitung,

**[0031]** Fig. 3 die Verschaltung der Antennenzuleitung mit der PIFA,

**[0032]** Fig. 4 eine Impedanzanpass-Schaltung IAS mit weiteren parallelen kapazitiven Elementen sowie einem Richtkoppler im Signalpfad,

**[0033]** Fig. 5 eine Impedanzanpass-Schaltung IAS mit weiteren parallel verschalteten kapazitiven Ele-

menten und einem seriell im Signalpfad verschalteten Richtkoppler,

**[0034]** Fig. 6 zwei für verschiedene Frequenzbereiche vorgesehene Impedanzanpass-Schaltungen mit einem gemeinsam genutzten Dualbandrichtkoppler,

**[0035]** Fig. 7 zwei zur Verwendung in verschiedenen Frequenzbereichen vorgesehene Impedanzanpass-Schaltungen mit einem gemeinsam genutzten Dualband-Richtkoppler.

**[0036]** Fig. 1 zeigt eine Impedanzanpass-Schaltung IAS für Planarantennen, die eine geringe Komplexität aufweist und einen ausreichenden Abstimmbereich ermöglicht. Im Signalpfad SP mit Signalpfadeingang SPE und Signalpfadausgang SPA ist ein kapazitives Element variabler Kapazität C1 verschaltet. Zwischen Signalpfadeingang SPE und Masse M ist außerdem ein induktives Element L1 verschaltet. Zwischen Signalpfadausgang SPA und Masse M sind weiter ein kapazitives Element variabler Kapazität C2 sowie ein induktives Element L2 verschaltet. Ferner ist der Signalpfadausgang SPA mit einer Antennenzuleitung AL verschaltet.

**[0037]** Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform der Impedanzanpass-Schaltung IAS, wobei im Unterschied zur Fig. 1 das zweite kapazitives Element variabler Kapazität C2 zwischen Signalpfadeingang SPE und Masse M verschaltet ist. Zusätzlich ist zwischen Signalpfadausgang SPA und Masse M ein resistives Element variablen Widerstands VA verschaltet.

**[0038]** Sowohl das erste induktive Element L1 als auch das zweite induktive Element L2 stellen zusätzlich zu ihrer Funktion als HF-Impedanzelemente auch ESD-Schutzelemente dar, um Spannungsspitzen, die über die Antennenzuleitung AL in die Impedanzanpass-Schaltung eingeleitet werden, über Masse abzuleiten. Dadurch sind nachfolgende Schaltungen, die mit dem Signalpfadeingang verschaltet sind, geschützt, ohne dass dabei die Impedanzanpass-Schaltung durch weitere, speziell hinzugefügte Schutzelemente an Komplexität zunimmt.

**[0039]** Fig. 3 zeigt schematisch die Verschaltung des Signalpfadausgangs SPA über die Antennenzuleitung mit der PIFA.

**[0040]** Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform der Impedanzanpass-Schaltung IAS bei der die kapazitiven Elemente variabler Kapazität C1 und C2 mit weiteren kapazitiven Elementen fixer Kapazität WCE parallel verschaltet sind. Kapazitive Elemente mit fixer Kapazität haben im Allgemeinen höhere Gütefaktoren, so dass eine Parallelschaltung aus einem kapazitiven Element mit variabler Kapazität C1, C2 und einem kapazitiven Element fixer Kapazität WCE insgesamt einen höheren Gütefaktor aufweist als das ka-

pazitive Element variabler Kapazität alleine. Die Kapazitäten parallel geschalteter kapazitiver Elemente addieren sich, was bei der Auslegung der Kapazitätswerte berücksichtigt werden muss. Ferner ist der Signalfadeingang SPE der Impedanzanpass-Schaltung IAS mit einem Teil einer Frontend-Schaltung verschaltet, die hier durch einen Richtkoppler RK, einen Duplexer DPX, einem Empfangs-LNA und einem Sendeverstärker PA symbolisiert ist. Der Duplexer DPX verschaltet einen Sendepfad und einen Empfangspfad mit dem Signalfad SP. Der Richtkoppler RK ist zwischen dem Duplexer DPX und dem Signalfadeingang SPE verschaltet.

**[0041]** Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsform zur Impedanzanpass-Schaltung aus Fig. 4, wobei der Richtkoppler RK nicht zwischen Duplexer und Signalfadeingang sondern im Sendepfad verschaltet ist. Der Sendeverstärker PA ist zwischen Richtkoppler RK und Duplexer DPX verschaltet.

**[0042]** Fig. 6 zeigt eine Ausgestaltung, bei der zwei für verschiedene Frequenzbereiche vorgesehene Impedanzanpass-Schaltungen IAS einen Dualband-Richtkoppler DBRK gemeinsam verwenden. Dieser Dualband-Richtkoppler DBRK ist mit je einem Abschnitt der Signalfade SP verschaltet. Diese Abschnitte sind im jeweiligen Signalfad zwischen dem Duplexer DPX und dem Signalfadeingang SPE verschaltet.

**[0043]** Im Gegensatz dazu zeigt Fig. 7 eine Ausführungsform, in der ein Dualband-Richtkoppler DBRK mit zwei für verschiedene Frequenzbereiche vorgesehenen Sendepfaden zweier jeweils für einen der beiden verschiedenen Frequenzbereiche vorgesehenen Impedanzanpass-Schaltungen verschaltet ist. Der jeweilige Abschnitt, der mit dem Dualband-Richtkoppler DBRK gekoppelt ist, liegt jeweils im Sendepfad SeP zwischen dem Sendeverstärker PA und dem Duplexer DPX. Ein mit dem Dualband-Richtkoppler verschalteter Detektor Det registriert die Qualität der Impedanzanpassung, welche wiederum den Ausgangspunkt beim Tuning der einstellbaren Kapazität der kapazitiven Elemente C1, C2 darstellt.

**[0044]** Eine erfindungsgemäße Filterschaltung ist nicht auf eines der beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt; Kombinationen und Variationen gezeigter Merkmalen, welche außerdem noch weitere zum Beispiel induktive oder kapazitive Elemente umfassen, stellen ebenso erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele dar.

#### Bezugszeichenliste:

AL	Antennenzuleitung
ASL	Ansteuerleitung
C1, C2	kapazitives Element variabler Kapazität

DBRK	Dual-Band Richtkoppler
EP	Empfangspfad
IAS, IAS1, IAS2	Impedanzanpass-Schaltung
L1, L2	induktives Element
M	Masse
MBAS	Multibandanpass-Schaltung
PIFA	Planar Inverted F Antenna
RK	Richtkoppler
SeP	Sendepfad
SP	Signalfad
SPA	Signalfadausgang
SPE	Signalfadeingang
Va	resistives Element spannungsabhängigen Widerstands
WCE	weiteres kapazitives Element

#### Patentansprüche

1. Multibandanpass-Schaltung (MBAS), die zwei Impedanzanpass-Schaltungen (IAS1, IAS2) zur Anpassung von Planar-Antennen (PIFA) und einen Dual-Band Richtkoppler (DBRK) umfasst, wobei
  - die zwei Impedanzanpass-Schaltungen (IAS1, IAS2) zur Verwendung in verschiedenen Frequenzbändern vorgesehen sind,
  - der Dual-Band Richtkoppler (DBRK) mit den Signalfaden beider Impedanzanpass-Schaltungen verschaltet ist und
  - jede der beiden Impedanzanpass-Schaltungen (IAS) folgendes umfasst:
    - einen Signalfad (SP) mit einem Signalfadeingang (SPE) und einem Signalfadausgang (SPA),
    - ein erstes, zwischen Signalfadeingang (SPE) und Signalfadausgang (SPA) verschaltetes kapazitives Element (C1) variabler Kapazität und ein zweites, zwischen Signalfad (SP) und Masse (M) verschaltetes kapazitives Element (C2) variabler Kapazität,
    - ein erstes, zwischen Signalfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L1), ein zweites, zwischen Signalfadausgang (SPA) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L2),
    - eine mit dem Signalfadausgang (SPA) verschaltete Antennenzuleitung (AL) mit einer Impedanz zwischen 30 und 60 Ohm.

2. Multibandanpass-Schaltung nach Anspruch 1, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: das zweite kapazitives Element (C2) ist zwischen Signalfadausgang (SPA) und Masse (M) verschaltet.

3. Multibandanpass-Schaltung nach Anspruch 1, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: das zweite kapazitives Element (C2) ist

zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltet.

4. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: zwischen Signalfadausgang (SPA) und Masse (M) ist ein resistives Element ( $V_a$ ) mit spannungsabhängigem Widerstand verschaltet.

5. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt:

- deren erstes ( $L_1$ ) und zweites ( $L_2$ ) induktives Element weisen Gütefaktoren größer gleich 15 und Induktivitäten zwischen 1 und 30 nH auf,
- deren erstes kapazitives Element ( $C_1$ ) weist einen Gütefaktor größer 10 und eine in einem Intervall, welches zwischen 0,5 und 13 pF liegt, einstellbare Kapazität auf, und
- deren zweites kapazitives Element ( $C_2$ ) weist einen Gütefaktor größer gleich 10 und eine in einem Intervall, welches zwischen 0,5 und 8,0 pF liegt, einstellbare Kapazität auf.

6. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Verwendung in einem mobilen Kommunikationsgerät mit einem Sendepfad (SeP), einem Empfangspfad (EP) und einer Planar-Antenne des Typs PIFA (PIFA), wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt:

- der Signalpfadeingang (SPE) ist mit dem Sendepfad (SP) und dem Empfangspfad (EP) verschaltet und
- die Antennenzuleitung (AL) ist zwischen Signalfadausgang (SPA) und der Planar-Antenne (PIFA) verschaltet.

7. Multibandanpass-Schaltung nach Anspruch 6, wobei die Impedanzanpass-Schaltung (IAS), die mit dem Sendepfad verschaltet ist, den Sendepfad (SP) in einem Sendefrequenzband und den Empfangspfad (EP) in einem Empfangsfrequenzband an die Planar-Antenne (PIFA) mit einem Stehwellenverhältnis im Sendepfad (SeP), das kleiner ist als 3:1, und mit einem Stehwellenverhältnis im Empfangspfad (EP), das kleiner ist als 4:1, anpasst.

8. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Verwendung in W-CDMA Frequenzbändern zwischen 500 und 4500 MHz.

9. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: der Abstimmbereich eines der kapazitiven Elemente variabler Kapazität ( $C_1$ ,  $C_2$ ) beträgt mindestens 2,5:1.

10. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei für zumindest eine Impe-

danzanpass-Schaltung (IAS) gilt: die Impedanzanpass-Schaltung (IAS) umfasst ein kapazitives Element variabler Kapazität ( $C_1$ ,  $C_2$ ), ausgewählt aus: ein abstimmbarer Kondensator mit einer Barium-Strontium-Titanat umfassenden dielektrischen Schicht, ein in CMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, eine Verschaltung aus MEMS-Kondensatoren, eine Halbleitervaraktordiode, ein in NMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, ein 5 Bit Array und ein Galliumarsenid umfassendes kapazitives Element.

11. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: die Impedanzanpass-Schaltung umfasst zwei kapazitive Elemente variabler Kapazität ( $C_1$ ,  $C_2$ ), ausgewählt aus: ein abstimmbarer Kondensator mit einer Barium-Strontium-Titanat umfassenden dielektrischen Schicht, ein in CMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, eine Verschaltung aus MEMS-Kondensatoren, eine Halbleitervaraktordiode, ein in NMOS-Technik gefertigtes kapazitives Element, ein 5 Bit Array und ein Galliumarsenid umfassendes kapazitives Element.

12. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: deren induktive Elemente ( $L_1$ ,  $L_2$ ) sind als Metallisierungen in einem mehrschichtigen Substrat, ausgewählt aus HTCC, LTCC, FR4 und Laminat, ausgeführt.

13. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: deren kapazitive Elemente variabler Kapazität ( $C_1$ ,  $C_2$ ) sind in gleicher Art ausgeführt und im selben Gehäuse angeordnet.

14. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) von beiden kapazitiven Elementen variabler Kapazität ( $C_1$ ,  $C_2$ ) gemeinsam genutzte Ansteuerleitungen (ASL) zur Variation der Kapazität aufweist.

15. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Verwendung bei einem Frequenzbereich, der ausgewählt ist aus den Bereichen  $0,5 \text{ GHz} \leq f \leq 1,7 \text{ GHz}$ ,  $1,7 \text{ GHz} \leq f \leq 2,5 \text{ GHz}$  und  $f \geq 2,5 \text{ GHz}$ .

16. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei für zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) gilt: das erste oder zweite kapazitive Element variabler Kapazität ( $C_1$ ,  $C_2$ ) ist zur Verbesserung der Gütefaktoren mit einem weiteren kapazitiven Element (WCE) parallel verschaltet.

17. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei zumindest eine Impedanzanpass-Schaltung (IAS) einen Richtkoppler (RK), der im Signalpfad (SP) verschaltet ist, umfasst.

18. Multibandanpass-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, die zwei oder mehr Impedanzanpass-Schaltungen (IAS1, IAS2) und je Impedanzanpass-Schaltung (IAS) einen zugeordneten Richtkoppler (RK) umfasst, wobei

- die zwei oder mehr Impedanzanpass-Schaltungen (IAS1, IAS2) zur Verwendung in verschiedenen Frequenzbändern vorgesehen sind, und
- die zugeordneten Richtkoppler (RK) jeweils mit dem Signalpfad (SP) der Impedanzanpass-Schaltung (IAS) verschaltet sind.

19. Multibandanpass-Schaltung, nach je einem der Ansprüche 1 bis 17, ferner umfassend eine dritte Impedanzanpass-Schaltung (IAS), wobei

- die Signalpfade (SP) der zweiten und der dritten Impedanzanpass-Schaltung (IAS) mit demselben Dual-Band Richtkoppler (DBRK) verschaltet sind und
- auch die dritte Impedanzanpass-Schaltungen (IAS) folgendes umfasst:

- einen Signalpfad (SP) mit einem Signalpfadeingang (SPE) und einem Signalpfadausgang (SPA),
- ein erstes, zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Signalpfadausgang (SPA) verschaltetes kapazitives Element (C1) variabler Kapazität und ein zweites, zwischen Signalpfad (SP) und Masse (M) verschaltetes kapazitives Element (C2) variabler Kapazität,
- ein erstes, zwischen Signalpfadeingang (SPE) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L1), ein zweites, zwischen Signalpfadausgang (SPA) und Masse (M) verschaltetes induktives Element (L2),
- eine mit dem Signalpfadausgang (SPA) verschaltete Antennenzuleitung (AL) mit einer Impedanz zwischen 30 und 60 Ohm.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

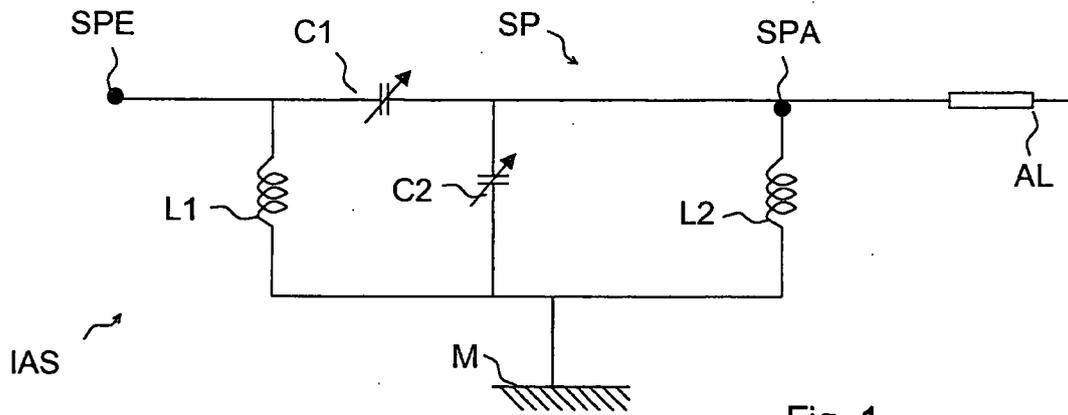


Fig. 1

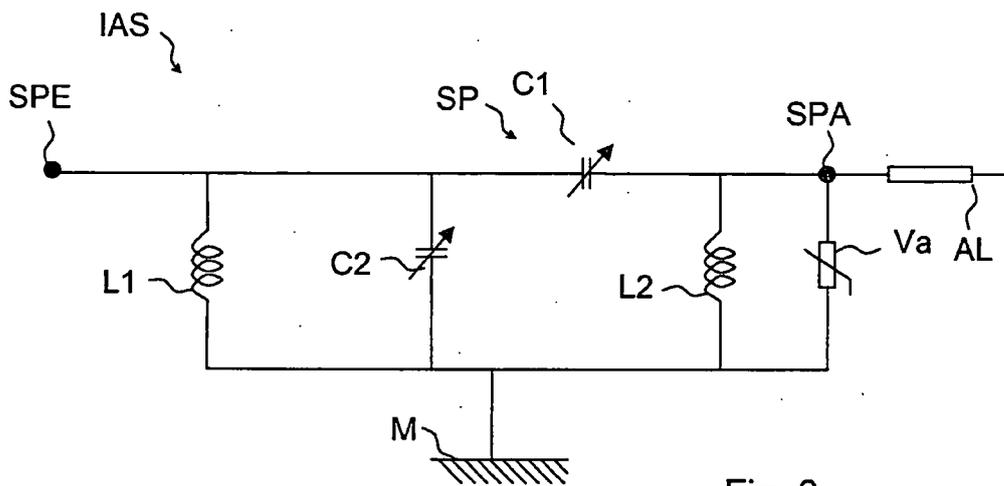


Fig. 2

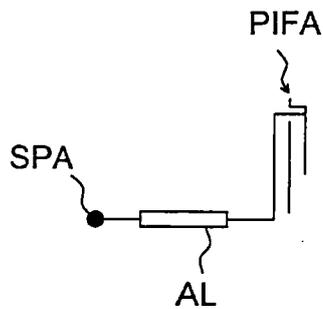


Fig. 3

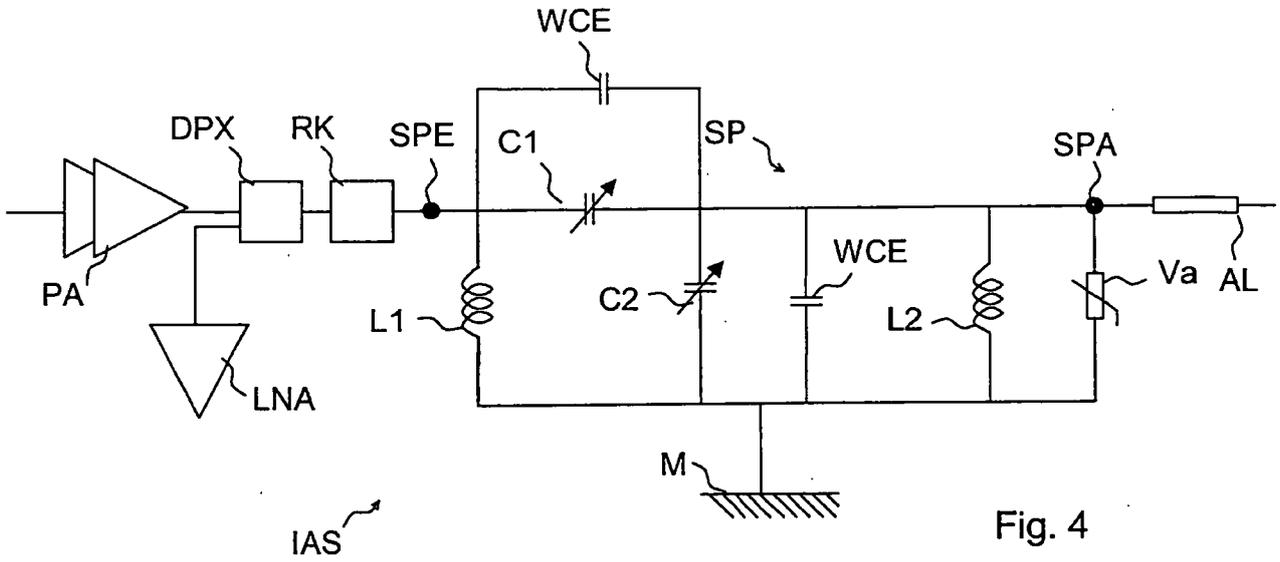


Fig. 4

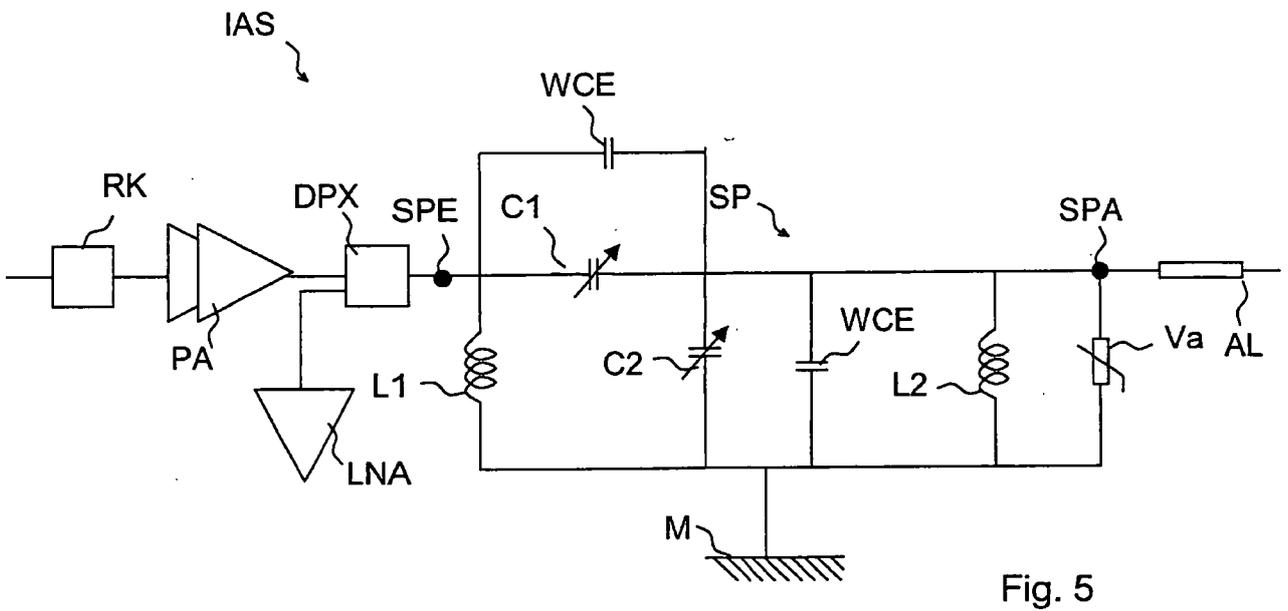


Fig. 5

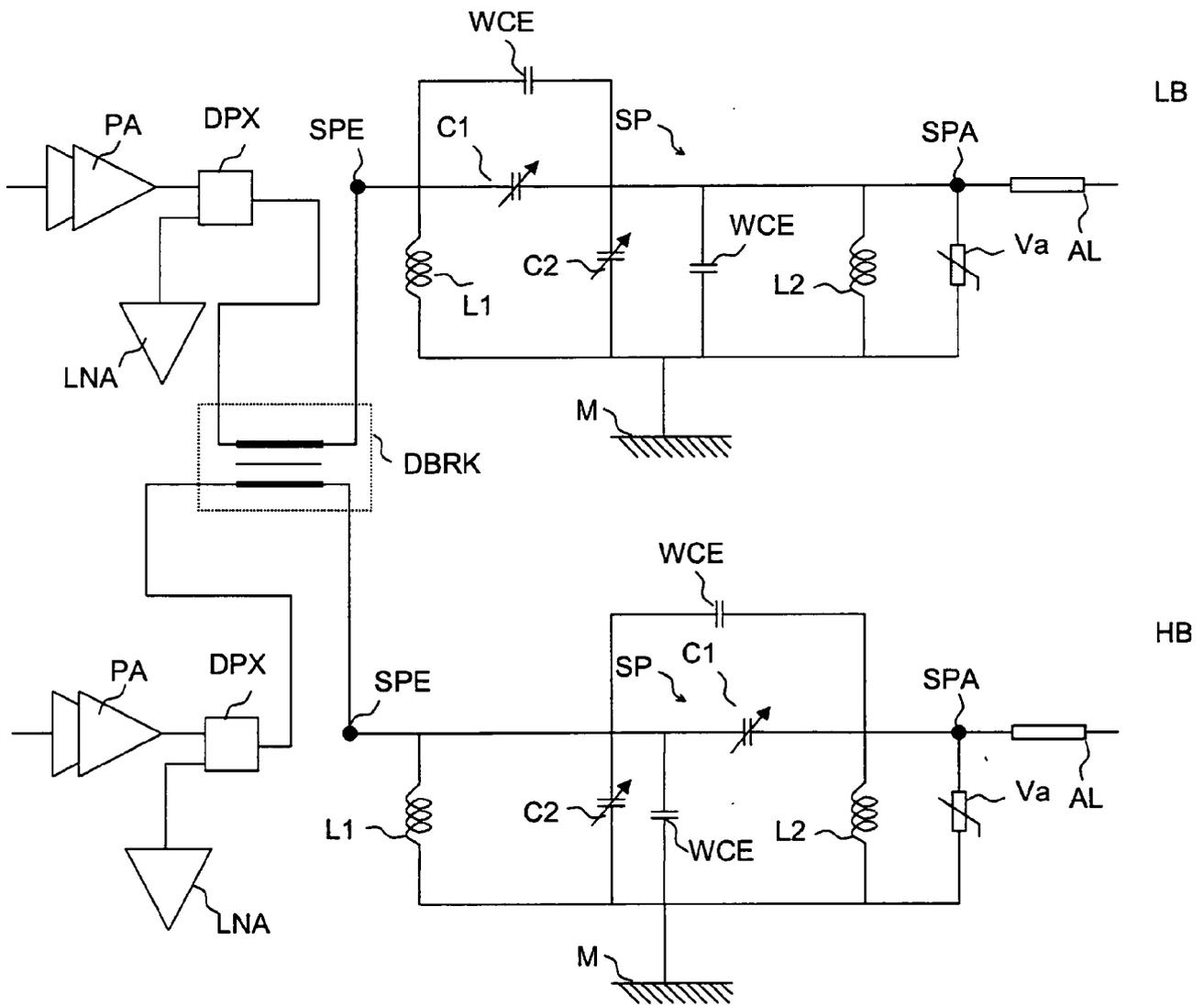


Fig. 6

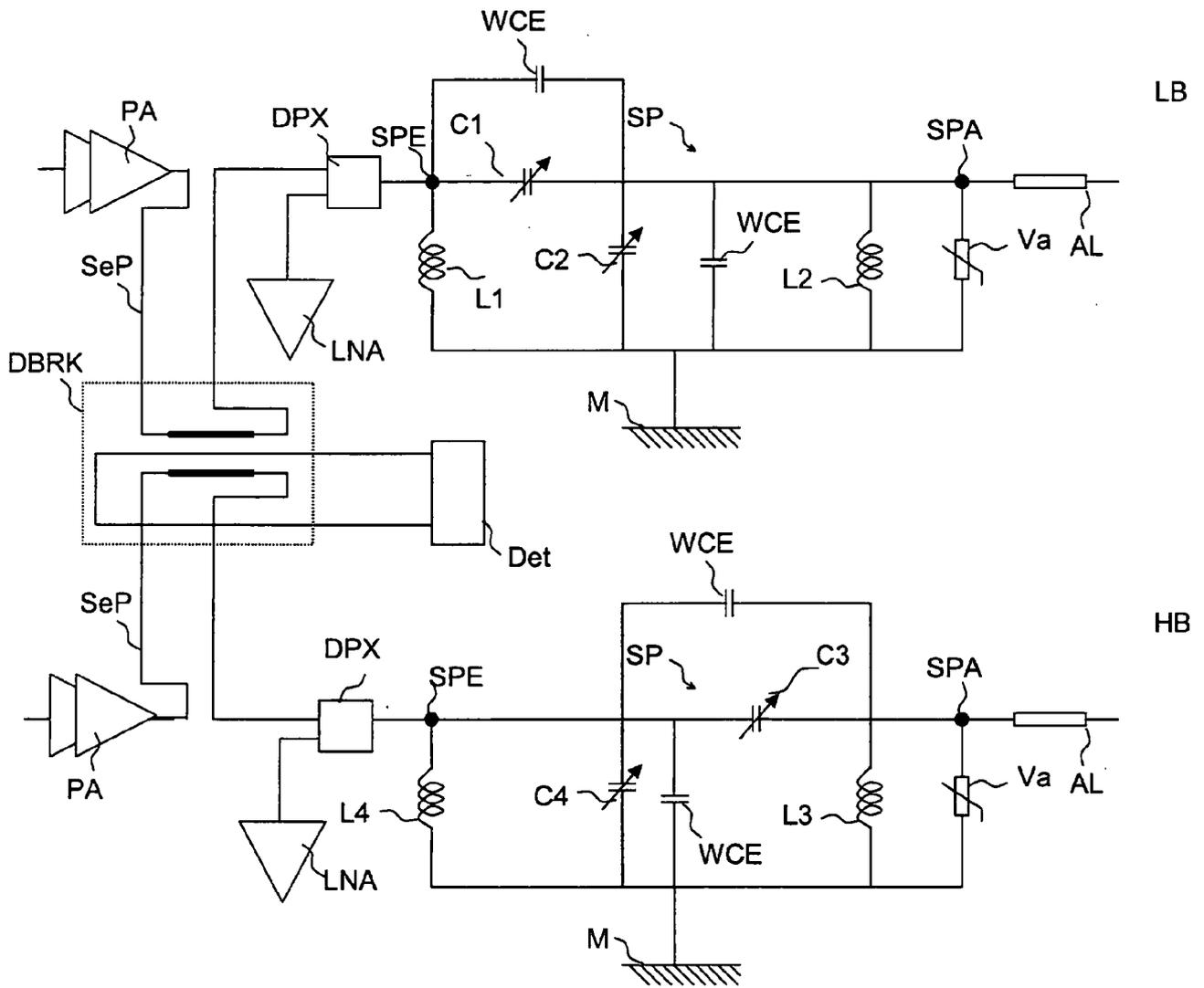


Fig. 7