

(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
6. März 2014 (06.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/032883 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04B 1/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065919

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2013 (29.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 107 877.7
27. August 2012 (27.08.2012) DE

(71) Anmelder: **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Straße 53,
81669 München (DE).

(72) Erfinder: **SCHMIDHAMMER, Edgar**; Hochgernstr. 28,
83371 Stein an der Traun (DE). **ELLÄ, Juha**;
Kääriäisentie 5, FI-24800 Halikko (FI).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT
Schlossschmidstr. 5, 80639 Munich (DE). **MBH**;

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: DUPLEXER

(54) Bezeichnung : DUPLEXER

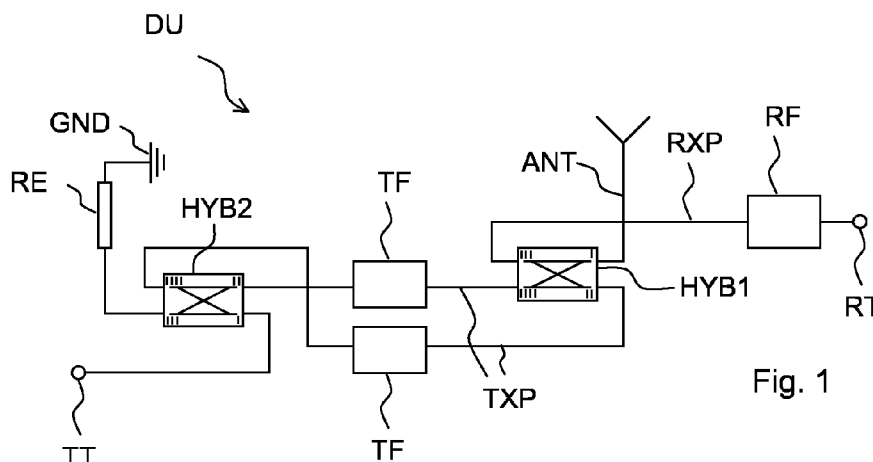


Fig. 1

(57) Abstract: The invention concerns a duplexer having good insulation, small geometrical dimensions and good decoupling of the transmission signal path from a possibly badly adapted antenna. To that end, the duplexer comprises two transmission filters, a receiver filter and two 90° hybrids.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Duplexer mit guter Isolation, geringen geometrischen Abmaßen und einer guten Entkoppelung des Sendesignalpfads von einer eventuell schlecht angepassten Antenne angegeben. Der Duplexer umfasst dazu zwei Sendefilter, ein Empfangsfilter und zwei 90° Hybride.

WO 2014/032883 A1

Beschreibung

Duplexer

- 5 Die Erfindung betrifft Duplexer, z. B. Duplexer für mobile Kommunikationsgeräte.

Duplexer in mobilen Kommunikationsgeräten sind Frequenzweichen, die sicherstellen, dass Sendesignale hoher Leistung aus
10 einem Sendesignalpfad nicht in einen Empfangssignalpfad eindringen können, sondern über eine Antenne ausgestrahlt werden. Ferner sollen über die Antenne empfangene Signale mit möglichst geringen Verlusten in den Empfangssignalpfad geleitet werden.

15

Entsprechend sollen Duplexer eine hohe Isolation, d. h. eine gute Trennung zwischen Sendesignalpfad und Empfangssignalpfad, aufweisen. Ferner sollen Duplexer eine hohe Selektion, d. h. eine geringe Einfügedämpfung für durchzulassende Frequenzen und eine hohe Einfügedämpfung für zu sperrende Frequenzen aufweisen.
20

Darüber hinaus können in mobilen Kommunikationsgeräten Antennen mit nicht angepasster Antennenimpedanz eine erhöhte Sendeleistung und damit einen erhöhten Stromverbrauch erfordern.
25 Duplexer sollten deshalb die Antenne und zumindest den Sendesignalpfad so weit entkoppeln, dass die Fehlanpassung der Antenne nicht auf die Arbeitsweise des Sendeverstärkers im Sendesignalpfad durchschlägt. Die Unempfindlichkeit des Sendesignalpfads gegenüber einer Fehlanpassung der Antenne soll
30 also erhöht werden.

Aus der DE 10 2010 046 677 sind Schaltungsanordnungen bekannt, die eine hohe Isolation, eine hohe Selektion und eine gute Entkopplung des Sendesignalpfads von einer Antenne mit schlechter Impedanzanpassung ermöglichen.

5

Weiterhin besteht das Bedürfnis, Duplexer zur Verfügung zu stellen, die einen geringen Platzbedarf aufweisen. Ferner sollten solche Duplexer günstig herzustellen sein und eine hohe Leistungsverträglichkeit aufweisen. Ebenso ist eine
10 lange Lebensdauer und eine verbesserte Linearität erwünscht.

Unter dem Begriff Duplexer ist dabei dasjenige technische Erzeugnis zu verstehen, welches Schaltungselemente einer Duplexerschaltung umfasst und als Duplexer-Bauelement realisiert
15 ist.

Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, einen solchen Duplexer anzugeben. Diese Aufgabe wird durch den Duplexer nach Anspruch 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche geben dabei
20 vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an, wobei die darin enthaltenen Merkmale und die nachfolgend beschriebenen Merkmale unabhängig voneinander miteinander kombiniert werden können, um einen individuell angepassten Duplexer zu erhalten.

25

Ein Duplexer umfasst einen Antennenanschluss, einen Sendeanschluss und einen Empfangsanschluss. Der Duplexer umfasst weiter zwei Sendefilter und ein Empfangsfilter und ferner einen ersten und einen zweiten 90°-Hybrid. Dabei hat jeder der
30 beiden Hybride jeweils einen ersten, einen zweiten, einen dritten und einen vierten Anschluss. Der Antennenanschluss ist mit dem ersten Anschluss des ersten Hybrids verschaltet. Das Empfangsfilter ist zwischen dem dritten Anschluss des

ersten Hybrids und dem Empfangsanschluss verschaltet. Eines der Sendefilter ist zwischen dem vierten Anschluss des ersten Hybrids und dem zweiten Anschluss des zweiten Hybrids verschaltet. Das andere der Sendefilter ist zwischen dem zweiten Anschluss des ersten Hybrids und dem vierten Anschluss des zweiten Hybrids verschaltet. Der Sendeanschluss ist mit dem ersten Anschluss des zweiten Hybrids verschaltet.

Es ist möglich, dass der Duplexer ein Bauelement mit einem ersten Trägersubstrat umfasst. Leiterstrukturen der Sendefilter sind dann auf dem ersten Trägersubstrat angeordnet.

Konventionelle Duplexerschaltungen beruhen auf der Idee, ein Sendefilter, ein Empfangsfilter und eine Impedanzanpassschaltung so auszugestalten und miteinander zu verschalten, dass eine gewünschte und eingestellte Wechselwirkung dieser Schaltungskomponenten zu der Durchlasscharakteristik eines Duplexers führt. Insbesondere die Impedanzanpassschaltung in Kombination mit dem Empfangsfilter bewirkt eine Veränderung der Impedanz bei Sendesignalfrequenzen, sodass eine gute Isolation zwischen dem Sendesignalpfad und dem Empfangssignalpfad erhalten wird.

Im Gegensatz dazu basiert die vorliegende Erfindung auf der Idee, Sendefilter und Empfangsfilter und gegebenenfalls Anpasskomponenten voneinander zu trennen. Und zwar so, dass eine Fehlanpassung der Antenne geringe oder keine nachteilhaften Auswirkungen auf die Arbeitsweise eines Sendesignalverstärkers im Sendesignalpfad hat. Um diese Trennung zu erreichen, werden die eingangs genannten Hybride auf die eingangs genannte Art miteinander verschaltet. So wird eine Unempfindlichkeit zumindest des Sendesignalpfads von einer fehlangepassten Antenne erreicht.

Die Schaltungsanordnungen der DE 10 2010 046 677 umfassen ebenfalls Hybride zur Trennung der Filter. Allerdings werden zumindest drei Hybride und vier Einzelfilter RF-Filter, also
5 drei Hybride und zwei vollständige Duplexerschaltungen dazu benötigt. Im Gegensatz dazu benötigt der Duplexer der vorliegenden Erfindung nur zwei Hybride und drei Einzelfilter. Auch benötigte Antennenspulen zur Realisierung eines Phasenschiebernetzwerks sind höchstens einfach auszuführen. Es wird also
10 ein Duplexer angegeben, der bei vergleichbarer Performance eine Komponenten- und Platzeinsparung von bis zu 50 % ermöglicht.

Bei Empfangsfrequenzen können die Sendefilter reflektierend
15 sein. Empfangssignale, die von der Antenne empfangen werden, werden dann von dem ersten Hybrid in Richtung der beiden Sendefilter ausgegeben. Die Signale werden an den Sendefiltern reflektiert und gelangen, wiederum den ersten Hybrid passierend, über den dritten Anschluss des Hybrids in das Empfangs-
20 filter. Signale, die aus dem Sendeanschluss in den Duplexer eingekoppelt werden und Frequenzkomponenten der Empfangsfrequenzen aufweisen, werden über den zweiten Hybrid an die reflektierenden Sendefilter geleitet und so reflektiert, dass sie den zweiten Hybrid wiederum passierend gegen Masse abge-
25 leitet werden. Sendesignale im Sendefrequenzbereich wiederum können die beiden Sendefilter passieren und werden, den ersten Hybrid passierend, direkt an die Antenne geleitet.

Zwischen der Antenne und dem Sendeanschluss sind also zwei
30 90°-Hybride verschaltet, die die nötige Entkopplung für die geforderte Unempfindlichkeit des Sendesignalpfads von einer etwaigen Antennenfehlanpassung bewirken. Die Reflektivität der Sendefilter bei Empfangssignalfrequenzen bewirkt eine

sehr gute Isolation des Duplexers bei Frequenzen außerhalb des Sendefrequenzbereichs. Im Vergleich mit der Schaltungsanordnung der DE 10 2010 046 677 ist die Zahl der verschalteten Komponenten so verringert, dass zum einen die geometrischen
5 Abmessungen eines entsprechenden Bauelements, z. B. der Platzbedarf oder die Bauhöhe, verringert sind. Zum anderen ist die Erwärmung des Duplexers durch die reduzierte Anzahl an Komponenten verringert, sodass die Leistungsverträglichkeit verbessert und die Lebensdauer erhöht ist. Ferner wird
10 auch eine Verbesserung der Linearität eines entsprechenden Bauelements erhalten. Des Weiteren sinken die Herstellungskosten eines entsprechenden Bauelements. Durch die höhere Lebensdauer und die verbesserte Leistungsverträglichkeit einerseits und die verringerte Anzahl an Komponenten andererseits
15 wird die Ausfallsicherheit des Duplexers erhöht.

In einer Ausführungsform des Duplexers sind die ersten Anschlüsse der Hybride Eingangsanschlüsse. Zwischen Ausgangssignalen der zweiten und vierten Anschlüsse, welche Ausgangs-
20 anschlüsse sein können, liegt eine Phasendifferenz von etwa 90° an.

Als Hybride kommen dabei alle Leistungsteilerschaltungen mit vier Anschlüssen und einer Phasendifferenz von etwa 90° zwischen zwei der Anschlüsse in Frage.
25

Die Hybride können insbesondere in einem Mehrlagensubstrat integrierte Signalleitungen und kapazitive oder induktive Schaltungskomponenten umfassen.
30

In einer Ausführungsform umfasst der Duplexer ein Impedanzelement, das den dritten Anschluss des zweiten Hybrids mit Masse verschaltet. Dieses Impedanzelement kann ein resistives

Element sein, über das Signale bei Empfangsfrequenzen aus dem Sendesignalpfad gegen Masse abgeleitet werden.

In einer Ausführungsform des Duplexers gibt jeder der Hybride
5 eine am ersten Anschluss anliegende HF-Leistung zu gleichen
Teilen an den Anschlüssen 2 und 4 aus. In Bezug auf die An-
schlüsse 1, 2 und 4 verhält sich ein Hybrid also als 3 dB
Leistungsteilerschaltung, zumindest bei HF-Signalen in der
Nähe von Sende- oder Empfangsfrequenzbereichen.

10

In einer Ausführungsform haben beide Hybride und/oder beide
Sendefilter den gleichen Aufbau.

15

Dann ist der Aufwand zur Entwicklung und Optimierung eines
Duplexers verringert.

20

In einer Ausführungsform werden Empfangssignale aus den An-
schlüssen 2 und 4 aus dem ersten Hybrid an die Sendefilter
übermittelt. Diese Empfangssignale werden dann von den Sende-
filtern reflektiert und über den dritten Anschluss des ersten
Hybrids an das Empfangsfilter übermittelt.

25

In einer Ausführungsform löschen sich Sendesignale, insbeson-
dere solche, die nicht im Durchlassbereich der Sendefilter
liegen, am dritten Anschluss des ersten Duplexers gegenseitig
aus. Ein Rest, der eventuell verbleibt, wird gegen Masse ab-
geleitet.

30

In einer Ausführungsform unterliegt das Stehwellenverhältnis
im Sendefilter in einem Sendefrequenzband geringeren Schwan-
kungen als im Empfangspfad in einem Empfangsfrequenzband.

Wie eingangs erwähnt, entkoppeln die beiden Hybride den Sendanschluss von einer eventuell nicht angepassten Antenne. Ein Maß für die Anpassung ist dabei das Stehwellenverhältnis (engl. SWR = Standing Wave Ratio). Das Stehwellenverhältnis für Sendesignale ist daher insofern bedeutsam, wie ein ungünstiges Stehwellenverhältnis im Sendesignalpfad eine erhöhte Leistung des Leistungsverstärkers im Sendesignalpfad erfordert. Besonders bei mobilen Kommunikationsgeräten, die nur auf eine endliche Energiemenge zurückgreifen können, ist ein günstiges Stehwellenverhältnis im Sendesignalpfad deshalb besonders wichtig.

Die Erfindung ermöglicht ein so günstiges Stehwellenverhältnis, dass Methoden des Envelope Trackings zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Leistungsverstärkers sinnvoll anwendbar sind. Beim Envelope Tracking wird im Wesentlichen die Einhüllende der Sendesignale analysiert. Weist die Einhüllende einen geringeren Abstand von der x-Achse auf, so ist weniger HF-Leistung abzustrahlen. Wird dann die Versorgungsspannung des Leistungsverstärkers im Sendesignalpfad verringert, so arbeitet dieser mit einem verbesserten Wirkungsgrad, sodass insgesamt Energie gespart wird.

In einer Ausführungsform dazu umfasst der Duplexer eine Regelschleife, in der die Sendeleistung auf der Basis der Einhüllenden des Sendesignals geregelt wird.

In einer Ausführungsform umfasst der Duplexer einen Leistungsverstärker, der zwischen dem Sendanschluss und dem zweiten Hybrid verschaltet ist.

In einer Ausführungsform umfasst der Duplexer einen In-Phase-Leistungsverstärker und einen Quadrature-Leistungsverstärker.

Der In-Phase-Leistungsverstärker kann zusammen mit dem ersten Sendefilter in einem von zwei parallelen Abschnitten des Sendesignalpfads zwischen den Hybriden verschaltet sein, während der Quadrature-Leistungsverstärker zusammen mit dem jeweils
5 anderen Sendefilter im jeweils anderen parallelen Abschnitt zwischen den beiden Hybriden verschaltet ist.

Jeder der beiden Leistungsverstärker hat dabei verglichen mit konventionellen Duplexerschaltungen nur die halbe HF-Leistung
10 aufzubringen, sodass die Linearität des Duplexers verbessert ist.

Die Linearität ist insbesondere bezüglich des Triple-Beat-Verhaltens sowie des IMD-Verhaltens verbessert.

15

Beim Triple Beat Verhalten mischen sich drei Signale, z. B. zwei Sendesignale und ein Empfangssignal. Daraus entstehende Frequenzkomponenten können dann zu unerwünschten Signalen im Empfänger führen und den Rauschpegel erhöhen.

20

IMD (IMD = InterModulation Distortion) bezeichnet ein Mischen von zwei Signalen, wobei ebenfalls Frequenzkomponenten bei Empfangsfrequenzen entstehen können.

25 In einer Ausführungsform umfasst der Duplexer einen ersten Leistungsverstärker, einen In-Phase-Leistungsverstärker und einen Quadrature-Leistungsverstärker. Der Duplexer umfasst ferner einen dritten und einen vierten Hybrid und eine Schaltungsanordnung. Dabei sind der In-Phase-Leistungsverstärker
30 und der Quadrature-Leistungsverstärker in parallelen Signalpfaden zwischen den Anschlüssen 2 und 4 der Hybride 3 und 4 verschaltet. Die Schalteranordnung verschaltet die zweiten

Anschlüsse der Hybride 3 und 4 entweder jeweils mit Masse oder miteinander.

5 Somit wird eine einfach zu realisierende Möglichkeit angegeben, die beiden Leistungsverstärker In-Phase-Leistungsverstärker und Quadrature-Leistungsverstärker kombiniert zum Signalpfad hinzuzuschalten oder vom Signalpfad zu trennen.

10 In einer Ausführungsform ist die Mittenfrequenz des zweiten Hybrids in Richtung der Mittenfrequenz eines Sendefrequenzbands verschoben. Dadurch wird eine weitere Verbesserung der Isolation im Sendefrequenzbereich erreicht.

15 In einer Ausführungsform des Duplexers umfasst zumindest einer der Hybride gekoppelte Transformatoren. Dann kann zum einen leicht das Verhältnis der an den beiden Ausgangsanschlüssen abgegebenen Leistungen eingestellt werden. Zum anderen kann leicht eine Impedanzanpassung zwischen den mit dem Hybrid verschalteten Schaltungskomponenten erhalten werden.

20

In einer Ausführungsform des Duplexers arbeiten die Sendefilter und das Empfangsfilter mit akustischen Wellen. Als Filter kommen dabei mit akustischen Oberflächenwellen (engl.: Surface Acoustic Wave, SAW) Filter mit geführten akustischen
25 Oberflächenwellen (engl.: Guided Bulk Acoustic Waves, GBAW) Filter und mit akustischen Volumenwellen (engl.: Bulk Acoustic Waves, BAW) arbeitende Filter in Frage. Solche Filter erlauben insbesondere kleine Abmessungen entsprechender Duplexer-Bauelemente, da die Einzelfilter mit kleinen geometrischen Abmessungen herstellbar sind. Durch das geschickte
30 Anordnen der Filter und/oder Hybride relativ zueinander kann somit ferner ein Duplexer mit geringen Abmaßen erhalten werden.

In einer Ausführungsform umfasst das Bauelement zusätzlich ein induktives Element, z. B. als Antenneninduktivität.

Es ist möglich, dass der Duplexer sender- oder empfangsseitig
5 jeweils single-ended, d. h. erdunsymmetrisch, oder balanced, d. h. erdsymmetrisch, betrieben wird. Ob der Duplexer empfangsseitig single-ended oder balanced betrieben wird, spielt für die Anzahl der Hybride keine Rolle. In beiden Fällen sind nur zwei Hybride nötig.

10

Es ist möglich, dass der Duplexer Schaltungskomponenten zur Realisierung eines Phasenschiebernetzwerks, z. B. zur Impedanzanpassung zwischen Sendesignalpfad und Empfangssignalpfad, z. B. mittels Antennenspulen, umfasst. Ferner kann der
15 Duplexer Parallelschaltungen im Empfangssignalpfad zur Verbesserung der Signalqualität umfassen. Durch die Parallelschaltungen kann eine Verbesserung der Anpassung an einen Leistungsverstärker im Sendesignalpfad erreicht werden.

20 Empfangssignale werden durch den Hybrid geleitet und in ein um 0° und ein um 90° verschobenes Signal aufgespalten. Diese Signale werden an den Sendefiltern reflektiert und wiederum mit 0° und 90° Phasenänderung durch das Hybrid aufsummiert. Insgesamt erhält man bei der Summation eine Phasenlage von 0°
25 für das erste Signal, aber 180° für das zweite Signal.

Es ist möglich, den Duplexer in LTE (LTE = Long-Term Evolution) Systemen einzusetzen. Da anstelle eines Sendefilters zwei Sendefilter vorhanden sind, ist die Leistung, die jedes
30 Filter zu verarbeiten hat, um den Faktor 2 geringer. Insbesondere bei LTE-Systemen mit einem hohen Crestfaktor, der die Wahrscheinlichkeit und die Höhe von Leistungsüberhöhungen kennzeichnet, ist die Lebensdauer erheblich verlängert.

Als Eingangs- und Ausgangsimpedanzen verschiedener Schaltungskomponenten der Duplexer kommen 35 Ω , 50 Ω und 100 Ω in Frage. Die Antenne kann dabei mit 50 Ω angeschlossen sein. Balanced geführte Signalleitungen können eine Impedanz von 100 Ω aufweisen. Ein Leistungsverstärker kann eine Ausgangsimpedanz von z. B. 7 Ω aufweisen. Ein Sendefilter kann eine Eingangsimpedanz von 35 Ω aufweisen. Ein Transformationsnetzwerk kann die Ausgangsimpedanz des Leistungsverstärkers auf die Eingangsimpedanz eines Sendefilters transformieren.

10

Insbesondere kann ein Transformationsnetzwerk einstufig ausgeführt sein. Die Transformation der 35 Ω der Eingangsimpedanz des Sendefilters auf die 50 Ω der Ausgangsimpedanz kann vom Sendefilter selbst übernommen werden. Das Empfangsfilter kann seinerseits selbst die Impedanztransformation von 50 Ω auf 100 Ω durchführen.

15

Die Verwendung mit folgenden Sende- (TX) und Empfangsfrequenzen (RX) ist möglich.

20

Bandnr.	Uplink-Band (TX) [MHz]	Downlink-Band (RX) [MHz]
1	1920-1980	2110-2170
2	1850-1910	1930-1990
3	1710-1785	1805-1880
4	1710-1755	2110-2155
5	824-849	869-894
6	830-840	875-885
7	2500-2570	2620-2690
8	880-915	925-960
9	1749,9-1784,9	1844,9-1879,9
10	1710-1770	2110-2170
11	1427,9-1447,9	1475,9-1495,9
12	699-716	729-746

13	777-787	746-756
14	788-798	758-768
17	704-716	734-746
18	815-830	860-875
19	830-845	875-890
20	832-862	791-821
21	1447,9-1462,9	1495,9-1510,9
22	3410-3500	3510-3600
23	2000-2020	2180-2200
24	1626,5-1660,5	1525-1559
25	1850-1915	1930-1995
26	814-849	859-894

Die Sendefrequenzen der Bänder 5, 6, 8, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20 und 26 liegen relativ eng beieinander. Der sendeanschlusssseitige Hybrid kann nun so ausgeführt werden, dass

5 mehr als ein Frequenzband berücksichtigt wird. Dies ist effizient möglich, da auch ein Leistungsverstärker üblicherweise etwas breitbandiger arbeitet, sodass hier mit einem Leistungsverstärker mehrere Frequenzbänder abgedeckt werden können. Insbesondere ist es möglich, abstimmbare Sendefilter an-

10 stelle von Sendefiltern mit fixem Frequenzbereich zu verwenden. So können mit wenigen Sendefiltern eine Vielzahl an Frequenzbändern bzw. breite Frequenzbereiche abgedeckt werden.

Eine kleine Bauform eines entsprechenden Bauelements wird

15 ferner auch durch folgende Merkmale erhalten:

Leiterstrukturen, z. B. der Sendefilter, können auf einer ersten Seite des Trägersubstrats angeordnet sein. Leiterstrukturen des Empfangsfilters und des induktiven Elements

20 sind z. B. auf einer zweiten Seite des ersten Trägersubstrats oder auf einem zweiten Trägersubstrat angeordnet.

In einer Ausführungsform ist zumindest einer der Hybride als IPD (Integriertes Passives Schaltungselement, engl.: Integrated Passive Device) oder als gekoppelte Transformatoren ausgeführt.

5

Sowohl IPDs als auch gekoppelte Transformatoren der Hybride lassen sich auf einfache, aber effiziente Weise in einem gegebenenfalls mehrlagigen Substrat integrieren und mit anderen Schaltungskomponenten, welche auf oder unter oder ebenfalls

10 im Substrat angeordnet sind, verschalten.

In einer Ausführungsform ist der zweite Anschluss zumindest eines Hybrids über ein im Bauelement oder auf dem Bauelement angeordneten resistiven Element mit Masse verschaltet.

15

In einer Ausführungsform sind die Sendefilter und das Empfangsfilter in einer Sandwich-Struktur mit zwei Substraten angeordnet. Leiterstrukturen der Hybride sind in einem weiteren Substrat integriert. Die Sandwich-Struktur und das weitere Substrat sind über elektrisch leitende Verbindungen verschaltet. Durch die Verwendung einer Sandwich-Struktur wird ein erhöhter Integrationsgrad erhalten. Durch die Kombination der Sandwich-Struktur mit dem weiteren Substrat wird die Integrationsdichte weiter erhöht. Obwohl wegen der hohen Integrationsdichte die verschiedenen Schaltungselemente sehr dicht beieinander angeordnet werden, wird aufgrund der eingangs genannten Verschaltung und Trennung der Filter durch die Hybride eine sehr gute Isolation erhalten.

20

25

30

In einer Ausführungsform umfasst der Duplexer einen Leistungsverstärker, der in oder auf dem ersten, zweiten oder einem weiteren Substrat angeordnet ist. Insbesondere eine gemeinsame Integration von aktiven, auf Halbleitertechnologie

beruhenden Schaltungskomponenten zusammen mit passiven Schaltungskomponenten in ein und demselben Bauelement und/oder Substrat sind möglich. Eine SESUB- (Silicon-Embedding Substrate) Integrationstechnologie erlaubt nicht nur die Integration von passiven elektronischen Bauelementen wie Kondensatoren als kapazitive Elemente, Induktivitäten als induktive Elemente und Varistoren oder SAW- und BAW-Filter-Bauelemente, sondern auch von Halbleiterbauelementen. So lassen sich mit SESUB unter anderen auch hoch integrierte ASIC- (ASIC = Application-Specific Integrated Circuit) und Controller Dies mit einer hohen Anzahl von Eingangs- und Ausgangsanschlüssen direkt in Substratlagen einbetten. Weiter können Bauelemente auf der Oberseite eines Substrats oder eines Substratstapels angeordnet und verschaltet werden. So können Module und SIPs (engl.: System In Package) mit kleinen Abmessungen realisiert werden. Insbesondere kann die Bauhöhe um etwa 35 % im Vergleich zu konventionellen Bauelementen verringert werden.

In einer Ausführungsform umfasst der Duplexer zumindest ein Anpassnetzwerk, z. B. zur Impedanzanpassung. Das Anpassnetzwerk kann in oder auf dem ersten, zweiten oder einem weiteren Substrat angeordnet sein.

In einer Ausführungsform ist das Bauelement dafür vorgesehen, auf einer Platine, z. B. einer externen Schaltungsumgebung, angeordnet und mit der Platine verbunden und verschaltet zu werden.

Ein solcher Duplexer kann also leicht in eine bereits vorhandene Schaltungsumgebung eines mobilen Kommunikationsgeräts, z. B. einer Front-End-Schaltung integriert werden.

In einer Ausführungsform ist der Duplexer in einer DSSP-Häusungstechnologie gefertigt. DSSP steht dabei für Die-Sized SAW Package und ermöglicht bis zu 85 % kleinere Bauelemente verglichen mit CSSP-Bauelementen (CSSP = Chip-Sized SAW Package).

Nachfolgend wird der Duplexer anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen schematischen Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen dabei Merkmale, die einzeln oder in Kombination Verwendung finden können.

Es zeigen:

- Figur 1 eine einfache Ausführungsform des Duplexers,
- Figur 2 eine weitere Ausgestaltung des Duplexers,
- Figur 3 eine Ausgestaltung des Duplexers mit zwei Verstärkern im Sendesignalpfad,
- Figur 4 eine Ausgestaltung des Duplexers mit Anpassnetzwerken im Sendesignalpfad,
- Figur 5 eine Ausgestaltung des Duplexers mit einer ersten Schalterstellung einer Schaltungsanordnung,
- Figur 6 die Ausgestaltung der Schaltungsanordnung der Figur 5 mit einer variierten Schalterstellung,
- Figur 7 eine mögliche Anordnung von Anschlüssen der Filter und der Hybride,
- Figur 8 die Sandwich-Struktur zweier Chipsubstrate,

Figur 9 eine Ausgestaltung eines Duplexers mit hohem Integrationsgrad,

Figur 10 eine Ausgestaltung eines $0^\circ/90^\circ$ 3 dB Hybrids,

5

Figur 11 eine Ausgestaltung eines Duplexers mit Wärmeleiterstrukturen,

Figur 12 eine weitere Ausgestaltung eines Duplexers mit hohem Integrationsgrad.

10

Figur 13 eine Anordnung von zwei $0^\circ/90^\circ$ 3 dB Hybriden nebeneinander.

Figur 1 zeigt eine Grundform des Duplexers DU mit einem ersten Hybrid HYB1 und einem zweiten Hybrid HYB2. Zwischen dem zweiten Anschluss II des ersten Hybrids HYB1 und dem dritten Anschluss III des zweiten Hybrids HYB2 ist ein Sendefilter TF verschaltet. Zwischen dem dritten Anschluss III des ersten Hybrids HYB1 und dem zweiten Anschluss II des zweiten Hybrids HYB2 ist ein weiteres Sendefilter TF parallel zum oben genannten Sendefilter TF verschaltet. Die beiden Sendefilter TF sind somit in parallelen Abschnitten des Sendesignalpfads TXP verschaltet. Über seinen ersten Anschluss I ist der erste Hybrid HYB1 mit der Antenne ANT verschaltet. Zwischen dem dritten Anschluss III des ersten Hybrids HYB1 und dem Empfangsanschluss RT ist ein Sendefilter RF im Sendesignalpfad TXP verschaltet.

20

25

30

Der erste Anschluss I des zweiten Hybrids HYB2 ist mit dem Sendeanschluss TT verschaltet. Der dritte Anschluss III des zweiten Hybrids HYB2 ist über ein Impedanzelement, z. B. über ein resistives Element RE, mit Masse GND verschaltet.

Mit einem solchen Duplexer DU werden die eingangs genannten Aufgaben gelöst.

Figur 2 zeigt eine Ausführungsform des Duplexers, wobei die
5 beiden Sendefilter TF als Bandpassfilter BPF1, BPF2 ausgestaltet sind. Der Anschluss des ersten Hybrids HYB1, der mit dem Empfangssignalpfad verschaltet ist, ist über ein Impedanzelement IE mit Masse verschaltet. Das Empfangsfilter ist ebenfalls als Bandpassfilter BPF3 ausgestaltet. Das Empfangs-
10 filter BPF3 kann dabei als BALUN (Balanced/Unbalanced Converter) dienen und ein balanced geführtes Empfangssignal an einen rauscharmen Verstärker LNA (engl.: Low-Noise Amplifier) weiterleiten, sodass der Empfangsanschluss RT balanced ausgeführt ist. Zwischen dem Sendeanschluss TT und dem zweiten
15 Hybrid HYB2 ist ein Leistungsverstärker PA (engl.: Power Amplifier) verschaltet.

Figur 3 zeigt eine Ausgestaltung des Duplexers, wobei anstelle von oder zusätzlich zum Leistungsverstärker PA der Figur 2 je ein weiterer Leistungsverstärker in den beiden parallelen Abschnitten des Sendesignalpfads verschaltet ist. So umfasst ein Segment des Sendesignalpfads einen In-Phase-Verstärker PAI, während das andere Segment einen Quadrature-Leistungsverstärker PAQ umfasst. Zwischen den beiden Verstärkern PAI, PAQ und dem ersten Hybrid HYB1 kann das entsprechende Sendefilter BPF1, BPF2 verschaltet sein. Es ist aber auch möglich, dass die Verstärker zwischen den Filtern und dem ersten Hybrid verschaltet sind.

30 Figur 4 zeigt eine Ausgestaltung des Duplexers, wobei in den parallel geführten Segmenten des Sendesignalpfads Anpassnetzwerke MN1, MN2 zur Impedanzanpassung, z. B. zwischen der Ausgangsimpedanz des zweiten Hybrids HYB2 und der Sendefilter

BPF1, BPF2 oder zwischen den Sendefiltern und dem ersten Hybrid HYB1 angeordnet sind.

Figur 5 zeigt einen optionalen Teil des Sendesignalpfads, der zwischen dem Sendeanschluss TT und dem zweiten Hybrid HYB2 verschaltet sein kann. Dieser optionale Teil umfasst einen dritten Hybrid HYB3 und einen vierten Hybrid HYB4, zwischen denen in parallelen Teilpfaden jeweils ein Leistungsverstärker PAI, PAQ verschaltet ist. Ein Anschluss des dritten
10 Hybrids HYB3 und ein Anschluss des vierten Hybrids HYB4 sind mit einer Schaltungsanordnung SWA verschaltet. Die Schalteranordnung SAW umfasst zwei Schalter, welche jeweils zumindest zwei Schalterzustände haben können. Jeweils ein Schalterzustand verschaltet entsprechend einen der beiden Hybride HYB3,
15 HYB4 über je ein resistives Element RE mit Masse. Die jeweils andere Schalterstellung verschaltet die Anschlüsse der Hybriden HYB3, HYB4 miteinander. Somit wird ein Bypass zum In-Phase-Leistungsverstärker PAI und zum Quadrature-Leistungsverstärker PAQ erhalten: Im Falle hoher Sendeleistung werden
20 die beiden Leistungsverstärker PAI, PAQ benötigt. Dann ist der jeweilige Anschluss der beiden Hybride HYB3 und HYB4 über den Terminierungswiderstand, dargestellt durch das resistive Element RE, mit Masse verschaltet. Das zu verstärkende Signal wird dann zuerst vom ersten Leistungsverstärker PAI ver-
25 stärkt. Anschließend wird das verstärkte Signal durch den vierten Hybriden HYB4 aufgespalten und jedes einzelne Signal verstärkt. Anschließend wird das so verstärkte Signal durch den dritten Hybrid HYB3 wieder zu einem einzigen Signal zusammengeführt und an den zweiten Hybrid, z. B. der Figur 1,
30 weitergereicht.

Ist die benötigte Leistung geringer, werden die beiden entsprechenden Anschlüsse der Hybride HYB3, HYB4 über die Schal-

teranordnung SWA miteinander verschaltet. Wegen der geringeren Leistung können die Leistungsverstärker PAI, PAQ abgeschaltet werden und sind dann hoch reflektiv. Die vom ersten Leistungsverstärker PA1 abgegebene Leistung wird an den Leistungsverstärkern PAI, PAQ reflektiert und über den Isolationsport des vierten Hybrids HYB4 und über den Isolationsport des dritten Hybrids HYB3 an die Ausgänge der Leistungsverstärker PAI, PAQ gesendet. Von dort werden sie wiederum reflektiert und über den Anschluss des Hybrids HYB3 wie gewohnt in Richtung des zweiten Hybrids HYB2, z. B. der Figur 1, weitergegeben.

Figur 5 zeigt also eine Situation, in der die Leistungsverstärker PAI, PAQ den ersten Leistungsverstärker PA1 unterstützen. Figur 6 zeigt die Fall, in der die Leistungsverstärker PAI, PAQ abgeschaltet sind und die vom ersten Leistungsverstärker PA1 abgegebene Leistung vom vierten Hybrid HYB4 direkt in den dritten Hybrid HYB3 eingekoppelt wird.

Figur 7 zeigt eine mögliche Anordnung der Hybride HYB1, HYB2, Sendefilter TF und des Empfangsfilters RF nebeneinander. Da die Anzahl an Schaltungskomponenten verglichen mit den Schaltungsanordnungen der DE 10 2012 046 677 verringert ist, kann ein miniaturisiertes Duplexer-Bauelement erhalten werden, wenn diese Schaltungskomponenten koplanar auf der Seite eines ersten Substrats angeordnet sind.

Figur 8 zeigt einen Querschnitt durch ein Duplexer-Bauelement mit einem ersten Substrat SU1 und einem zweiten Substrat SU2. Das erste Substrat SU1 und das zweite Substrat SU2 sind aneinandergesetzt und bilden eine Sandwich-Struktur. Es ist möglich, dass Filterstrukturen FS der Sendefilter TX auf der Oberfläche eines der Substrate, z. B. des ersten Substrats

SU1, angeordnet sind. Filterstrukturen FS des Empfangsfilters RX können auf der dem ersten Substrat zugewandten Seite des zweiten Substrats SU2 angeordnet sein. Schaltungselemente der Hybride HYB, z. B. induktive Elemente IND, können ebenfalls
5 auf der dem ersten Substrat zugewandten Seite des zweiten Substrats SU2 angeordnet sein. Die Schaltungselemente eines Hybrids oder mehrerer Hybride HYB können insbesondere die Spulen gekoppelter Transformatoren sein. Das in Figur 8 gezeigte Bauelement kann ferner Bump-Verbindungen BU umfassen,
10 mit denen die Sandwich-Struktur mit weiteren Schaltungskomponenten des Duplexers verschaltet sein kann.

So zeigt Figur 9 beispielsweise eine Ausführungsform eines Duplexer-Bauelements, bei dem die das erste Substrat SU1 und
15 das zweite Substrat SU2 umfassende Sandwich-Struktur über Bump-Verbindungen mit einem weiteren, dritten Substrat SU3 verbunden und verschaltet ist. Das dritte Substrat SU3 kann ein Mehrlagensubstrat mit integrierten Schaltungselementen und/oder weiteren Schaltungselementen sein. So kann das
20 dritte Substrat SU3 integrierte passive Schaltungskomponenten IPD1, IPD2 umfassen. Diese Schaltungskomponenten IPD1, IPD2 können in Zwischenschichten des Substrats SU3 angeordnet sein und über Durchkontaktierungen TP mit anderen Schaltungskomponenten verschaltet sein. Das die Substrate SU1, SU2, SU3 um-
25 fassende Bauelement kann mit einem weiteren Substrat oder einer Leiterplatte CB verbunden und verschaltet sein. Jedes der Substrate SU1, SU2, SU3 und insbesondere das dritte Substrat SU3 kann dabei auf SESUB-Technologie oder einer beliebigen weiteren Integrationstechnologie beruhen. Insbesondere
30 ist möglich, dass die benötigten Hybride als IPD in einem SESUB-Substrat integriert sind. Somit lässt sich der Duplexer extrem kompakt aufbauen und trotzdem eine gute Isolation erreichen. Insbesondere ist es möglich, dass der Hybride umfas-

sende Duplexer nur unwesentlich größer als ein Standard-Duplexer ohne Hybride erhalten werden kann.

Figur 10 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines
5 0°/90° 3 dB Hybrids in IPD-Technologie. Der Hybrid umfasst
zumindest zwei elektromagnetisch miteinander gekoppelte Wick-
lungen, die zur Kopplung übereinander angeordnet sind. Über
jeweilige Anschlussflächen T1, T2, T3, T4 ist der Hybrid kon-
taktierbar.

10

Insbesondere ist es möglich, dass in IPD-Technologie in einem
SESUB-Substrat ausgebildete Hybride nebeneinander angeordnet
sind.

15 Ebenso ist es möglich, dass Terminierungswiderstände in IPD-
Technologie ausgeführt sind.

Die Wicklungen von Zwei-in-eins-Hybriden dürfen dabei belie-
big zueinander orientiert sein. Es ist also möglich, dass die
20 Hybride identisch nebeneinander oder spiegelverkehrt, z. B.
achsensymmetrisch oder punktsymmetrisch nebeneinander ange-
ordnet sind.

Figur 11 zeigt eine Ausgestaltung eines Duplexer-Bauelements,
25 wobei das dritte Substrat SU3 als Mehrlagensubstrat mit in-
tegrierten Schaltungskomponenten ausgeführt ist. So umfasst
das dritte Substrat zumindest einen Leistungsverstärker PA
und ein oder beide Hybride in IPD-Technologie IPD1, 2. Der
Leistungsverstärker PA umfasst Halbleiterbauelemente, in de-
30 nen Abwärme erzeugt werden kann, da sie über Wärme leitende
Durchkontaktierungen (engl.: thermal vias, TV) an die Leiter-
platine CB, welche ein Mainboard sein kann, abgeleitet werden
kann. Die durch die thermischen Durchkontaktierungen TV abge-

fürte Wärme kann an eine großflächig oder dick aufgebrachte Metallisierung zur Abfuhr der Wärme abgegeben werden. Die Wärme kann dabei insbesondere an eine externe Schaltungsumgebung, z. B. die Platine CB abgeführt werden.

5

Figur 12 zeigt eine Ausgestaltung eines Duplexer-Bauelements, bei dem ein Schaltungsblock im dritten Substrat SU3 einen Leistungsverstärker PA, zumindest einen Hybrid in IPD-Technologie und ein Anpassnetzwerk MN umfasst. In einem weiteren
10 Schaltungsblock ist eine Antennen-Anpassschaltung in IPD-Technologie ANT-IPD angeordnet.

So ist der PA-seitige zweite Hybrid auf dem gleichen Chip wie der Leistungsverstärker selbst realisiert. Soll die Impedanz
15 der Hybride in etwa der Impedanz der Leistungsverstärker entsprechen, so ist das Impedanz-Transformationsnetzwerk MN vorzusehen. Dieses kann direkt mit auf dem Leistungsverstärkerchip oder als separater Chip realisiert sein.

20 Die Verwendung einer DSSP-artigen Häusungstechnologie des akustischen Teils des Duplexers in einem Gehäuse ist möglich.

Figur 13 zeigt ein Beispiel für zwei $0^\circ/90^\circ$ Hybride HYB mit induktiven Elementen, die in IPD-Technologie gefertigt und
25 nebeneinander angeordnet sind. Dadurch ist eine sehr kompakte Bauweise mit guten elektrischen Eigenschaften möglich.

Der Duplexer ist nicht auf eine der beschriebenen Ausführungsformen oder eine der gezeigten Beispiele der Figuren be-
30 schränkt. Kombinationen der Ausführungsformen und seiner Merkmale und Variationen, welche z. B. noch weitere Schaltungskomponenten wie weitere Hybride, weitere Verstärker, weitere passive Schaltungskomponenten und weitere Substrate

umfassen, stellen ebenso erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele dar.

Bezugszeichenliste:

	ANT:	Antenne
	AT:	Antennenanschluss
5	BPF1, BPF2:	Bandpassfilter
	BPF3:	Bandpassfilter
	BU:	Bump-Verbindung
	DU:	Duplexer
	FS:	Filterstrukturen
10	GND:	Masse
	HYB:	Hybrid
	HYB1, HYB2:	erster, zweiter Hybrid
	HYB3, HYB4:	dritter, vierter Hybrid
	IE:	induktives Element
15	IND:	induktives Element
	IPD1, IPD2:	integrierte passive Schaltungskomponenten
	LNA:	rauscharmer Verstärker
	MN1, MN2:	Impedanz-Anpassnetzwerke
	PA:	Leistungsverstärker
20	PAI:	In-Phase-Leistungsverstärker
	PAQ:	Quadrature-Leistungsverstärker
	RE:	resistives Element
	RF:	Empfangsfilter
	RT:	Empfangsanschluss
25	RXP:	Empfangssignalpfad
	SU1, SU2, SU3:	Substrat
	SWA:	Schalteranordnung
	T1, T2, T3, T4:	Anschlüsse eines gekoppelten Transformators
30	TF:	Sendefilter
	TM:	Metallisierung zur Abführung von Wärme
	TT:	Sendeanschluss
	TV:	Thermal via

TXP: Sendesignalpfad

Patentansprüche

1. Duplexer, umfassend

- einen Antennenanschluss, einen Sendeanschluss und einen
5 Empfangsanschluss,
- zwei Sendefilter und ein Empfangsfilter und,
- ein erster und ein zweiter 90° Hybrid, jeweils mit einem
ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss, wobei
- der Antennenanschluss mit dem ersten Anschluss des ersten
10 Hybrids verschaltet ist,
- das Empfangsfilter zwischen dem dritten Anschluss des
ersten Hybrids und dem Empfangsanschluss verschaltet ist,
- eines der Sendefilter zwischen dem vierten Anschluss des
ersten Hybrids und dem zweiten Anschluss des zweiten Hybrids
15 verschaltet ist,
- das andere der Sendefilter zwischen dem zweiten Anschluss
des ersten Hybrids und dem vierten Anschluss des zweiten
Hybrids verschaltet ist,
- der Sendeanschluss mit dem ersten Anschluss des zweiten
20 Hybrids verschaltet ist.

2. Duplexer nach dem vorherigen Anspruch, wobei

- die ersten Anschlüsse der Hybride Eingangsanschlüsse sind
und zwischen Ausgangssignale der zweiten und vierten
25 Anschlusses der Hybride eine Phasendifferenz von etwa 90°
anliegt.

3. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner

- umfassend ein Impedanzelement, das den dritten Anschluss des
30 zweiten Hybrids mit Masse verschaltet.

4. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei jeder der Hybride eine am ersten Anschluss anliegende HF-Leistung zu gleichen Teilen an den Anschlüssen zwei und vier ausgibt.

5 5. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die beiden Hybride den gleichen Aufbau haben und/oder die beiden Sendefilter den gleichen Aufbau haben.

6. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
10 Empfangssignale
- aus den Anschlüssen zwei und vier aus dem ersten Hybrid an die Sendefilter übermittelt werden,
- von den Sendefiltern reflektiert werden und
- über den dritten Anschluss des ersten Hybrids an das
15 Empfangsfilter übermittelt werden.

7. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei sich Sendesignale am dritten Anschluss des ersten Duplexers gegenseitig auslöschen.
20

8. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Stehwellenverhältnis im Sendepfad in einem Sendefrequenzband geringeren Schwankungen unterliegt als im Empfangspfad in einem Empfangsfrequenzband.
25

9. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sendeleistung in einer Regelschleife durch die Einhüllende des Sendesignals geregelt wird.

30 10. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend
- einen ersten Leistungsverstärker, einen In-Phase Leistungsverstärker und einen Quadrature-Leistungsverstärker,

- einen dritten und einen vierten Hybrid und
 - eine Schalteranordnung, wobei
 - der In-Phase Leistungsverstärker und der Quadrature-Leistungsverstärker in parallelen Signalpfaden zwischen den
- 5 Anschlüssen zwei und vier der Hybride drei und vier
verschaltet sind und die Schalteranordnung die zweiten
Anschlüsse der Hybride drei und vier entweder jeweils mit
Masse oder miteinander verschaltet.
- 10 11. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die
Mittenfrequenz des zweiten Hybrids in Richtung der
Mittenfrequenz eines Sendefrequenzbands verschoben ist.
12. Duplexer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
- 15 zumindest einer der Hybride gekoppelte Transformatoren
umfasst.

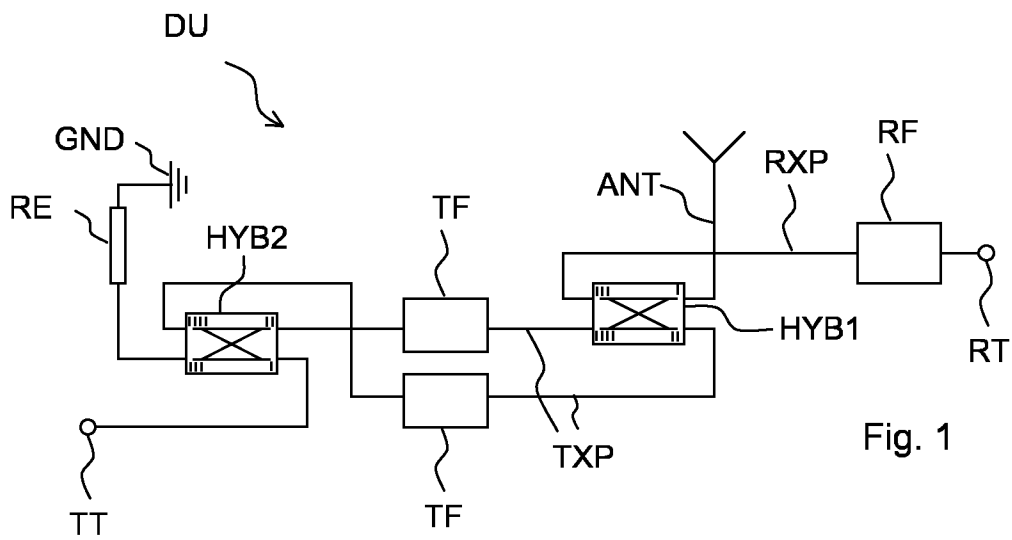


Fig. 1

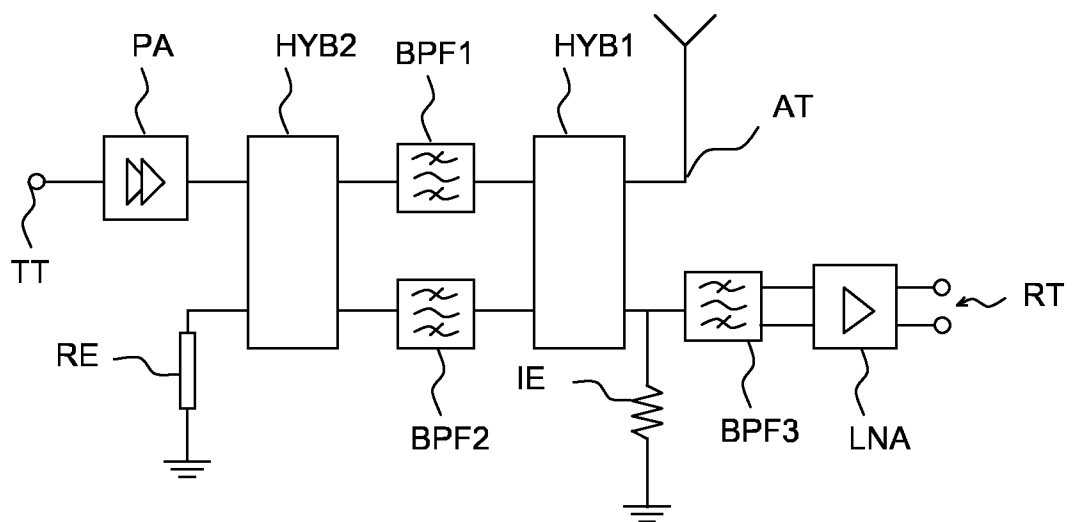


Fig. 2

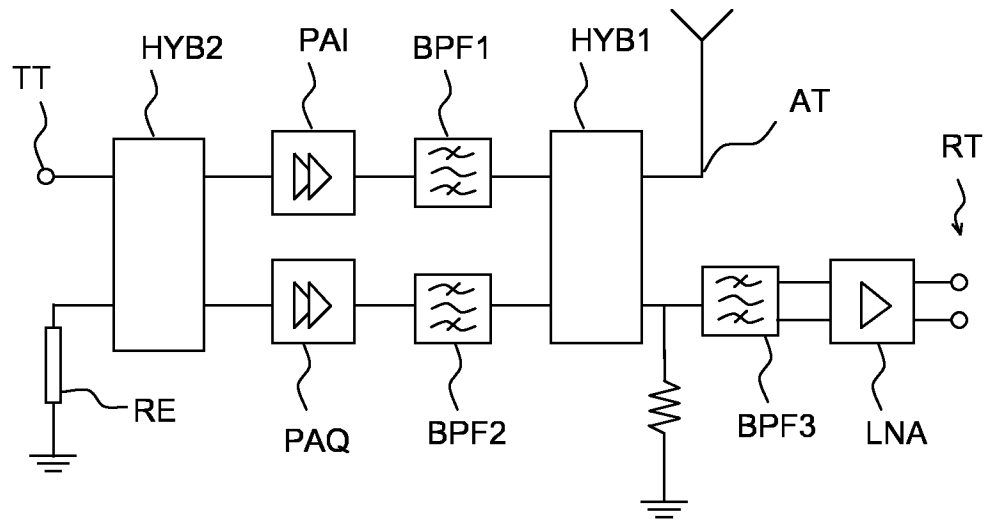


Fig. 3

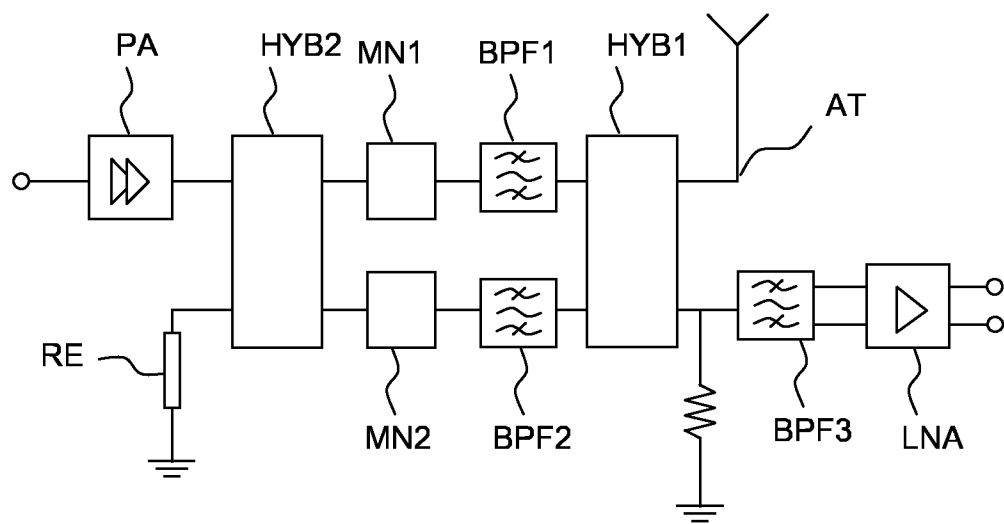


Fig. 4

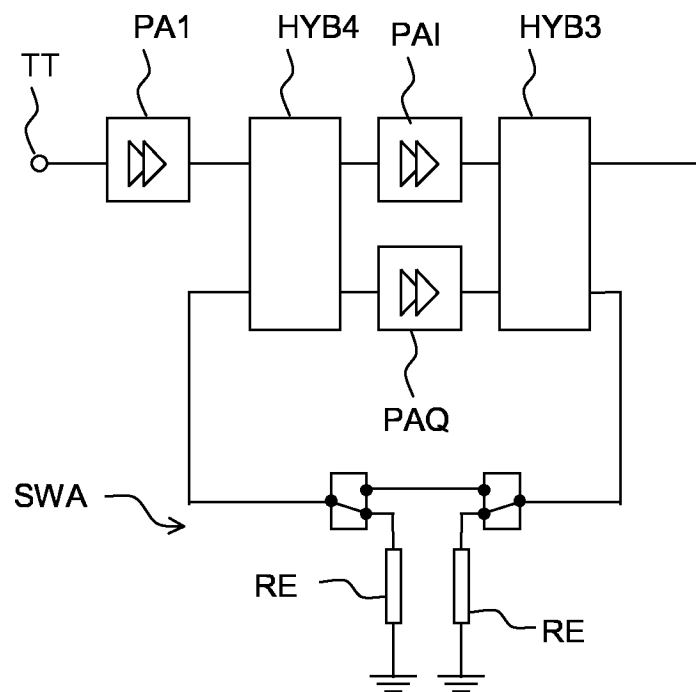


Fig. 5

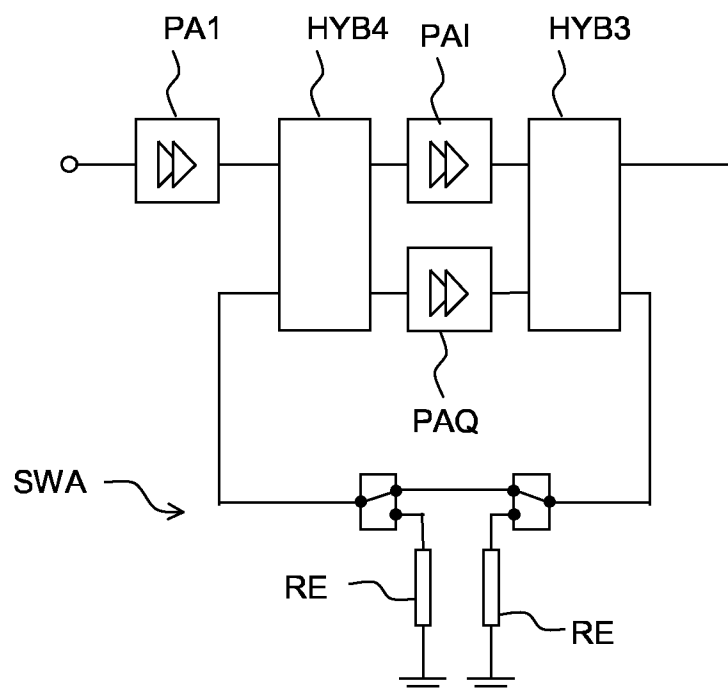


Fig. 6

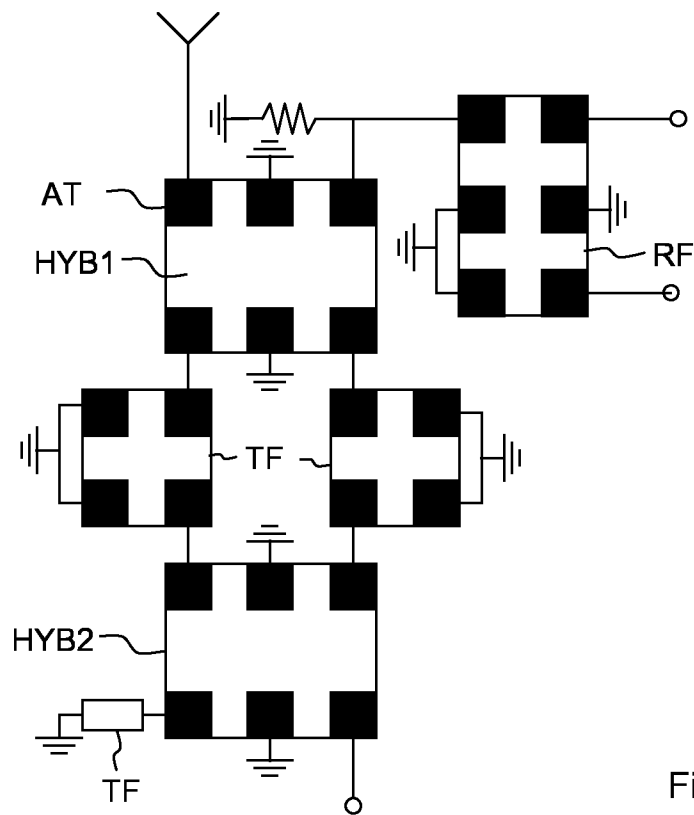


Fig. 7

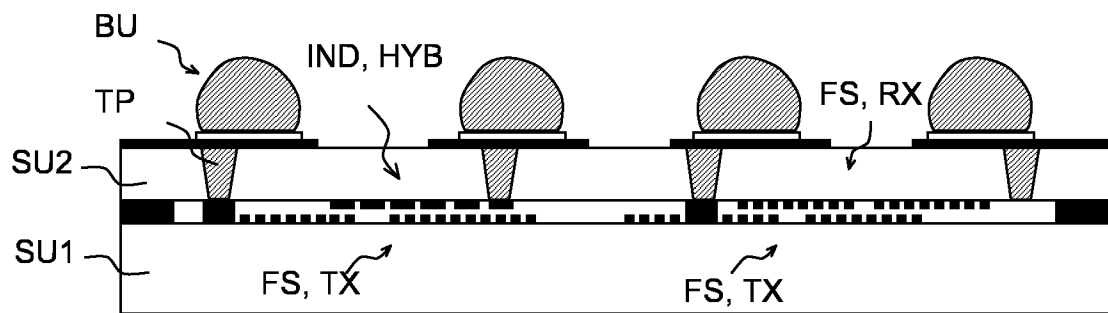


Fig. 8

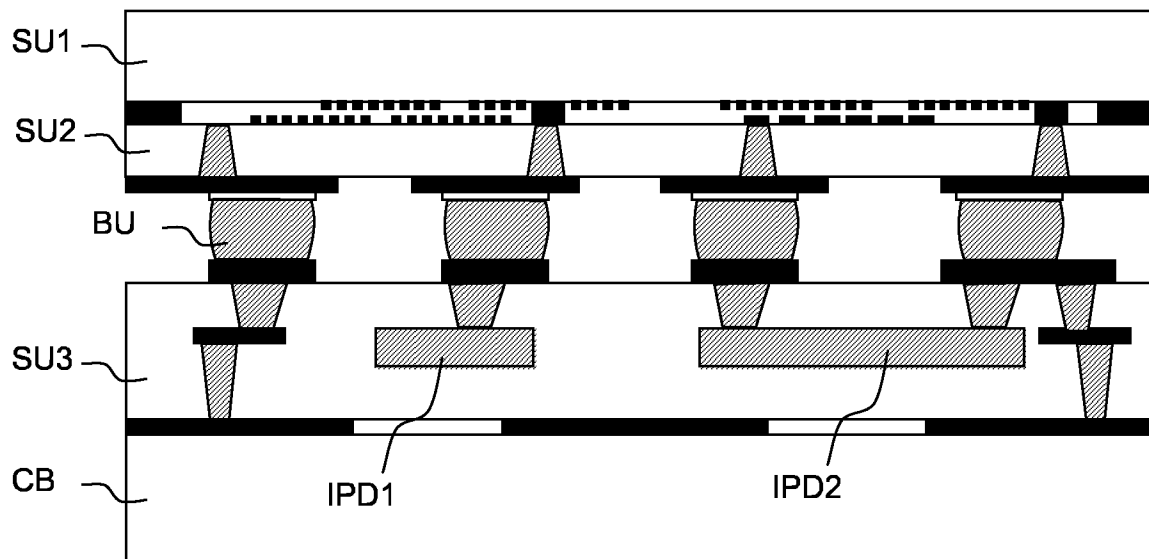


Fig. 9

6/7

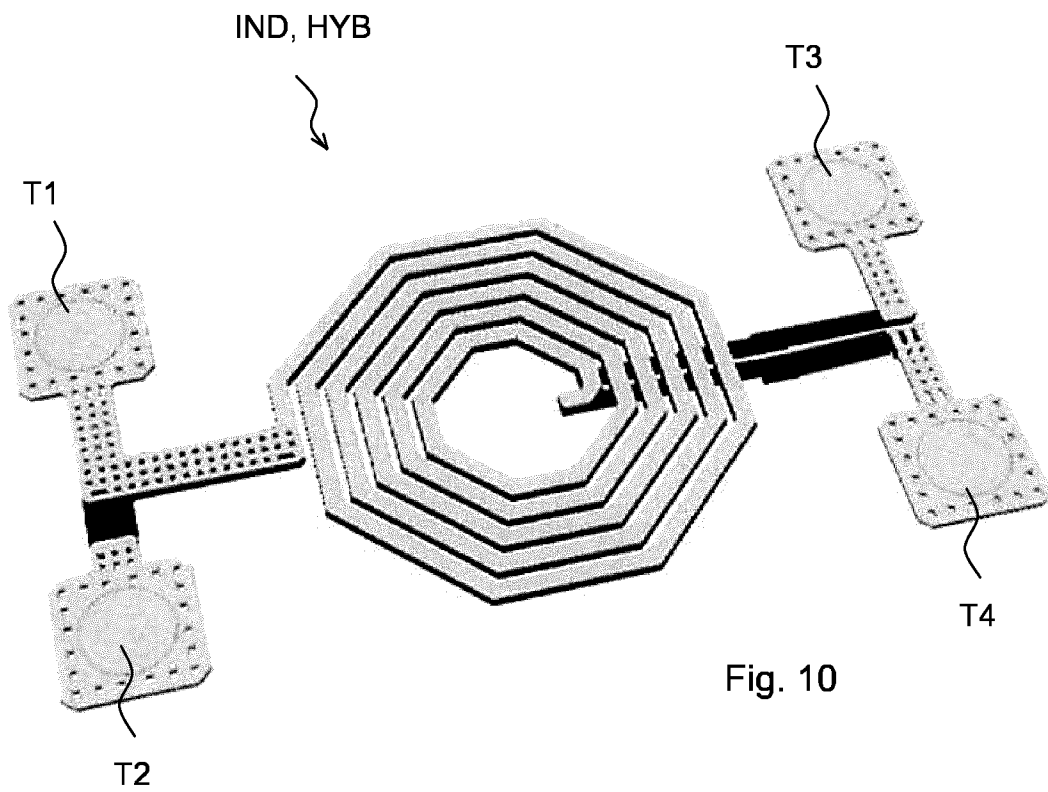


Fig. 10

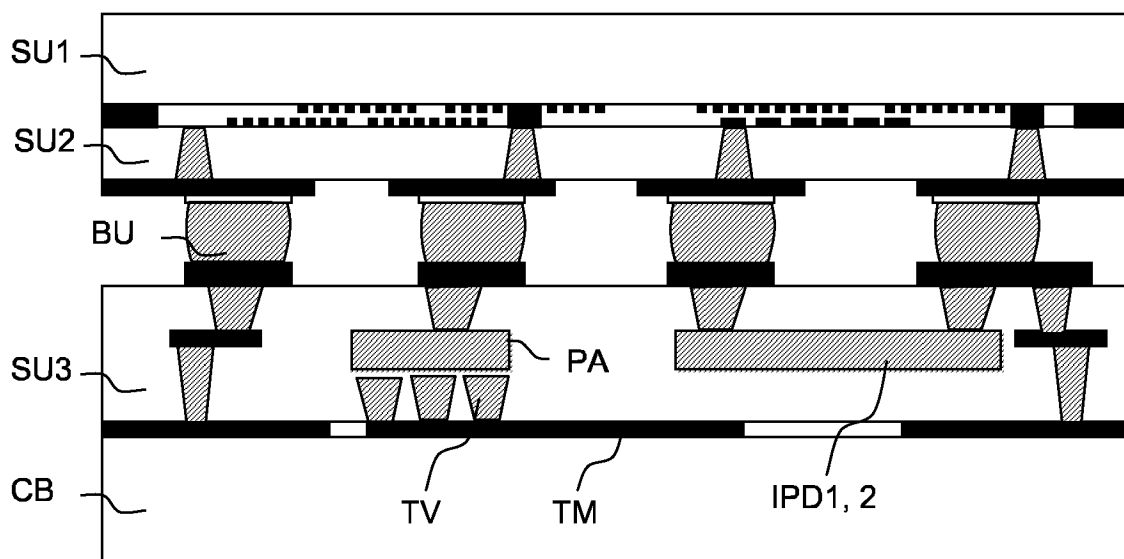


Fig. 11

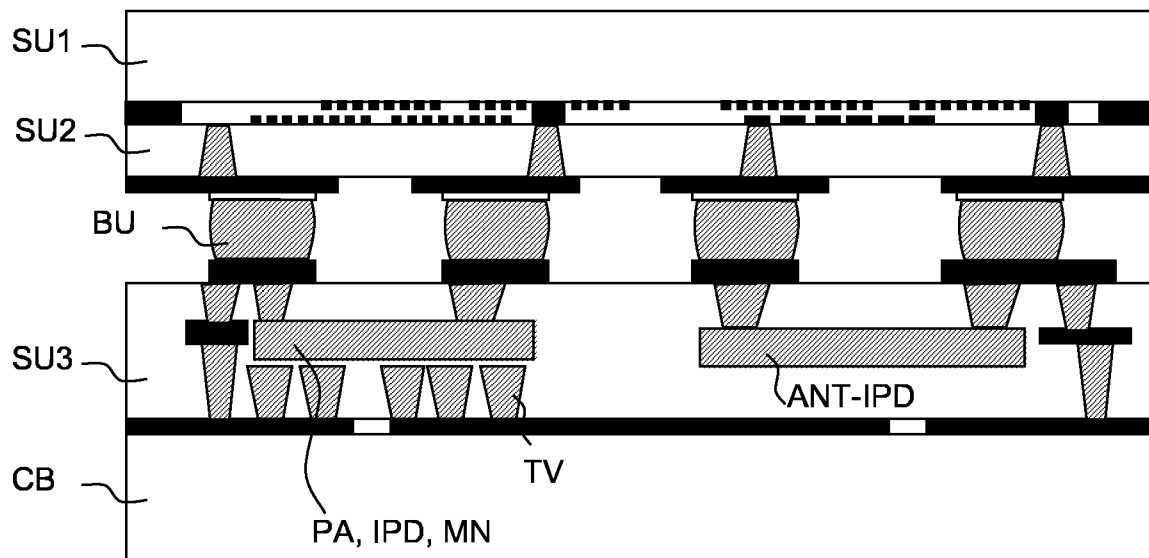


Fig. 12

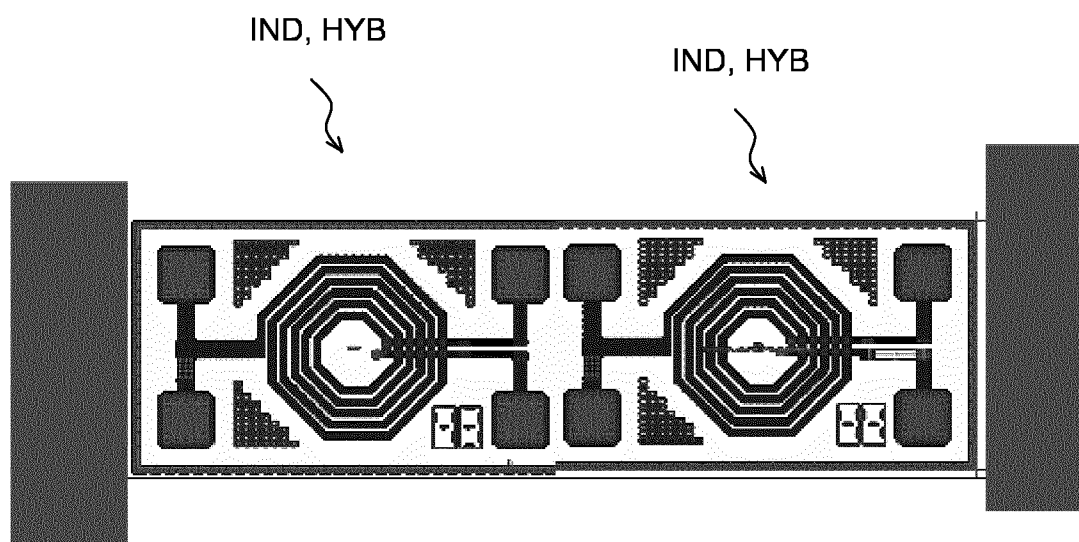


Fig. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/065919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H04B1/52
 ADD.

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)

H03H H01P H04B

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2005/070232 A1 (MAGES PHIL [US]) 31 March 2005 (2005-03-31) abstract paragraph [0045] - paragraph [0057]; figure 3 -----	1-9,11, 12 10
X Y	US 2006/019611 A1 (MAGES PHILLIP J [US]) 26 January 2006 (2006-01-26) abstract paragraph [0048] - paragraph [0061]; figure 3 -----	1-9,11, 12 10
X Y	US 2010/148886 A1 (INOUE SHOGO [JP] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17) paragraph [0081] - paragraph [0095]; figures 8, 9 ----- -/--	1-9,11, 12 10



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 application or patent 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

8 October 2013

Date of mailing of the international search report

15/10/2013

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

Trafidlo, Renata

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065919

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/032745 A1 (KIM DUK-YONG [KR] ET AL) 7 February 2008 (2008-02-07)	1-9, 11, 12
Y	paragraph [0023]; figures 2, 3 paragraph [0052] - paragraph [0063]; figure 6	10
Y	----- WO 03/038995 A1 (QUALCOMM INC [US]) 8 May 2003 (2003-05-08) abstract paragraph [0038] - paragraph [0046]; figure 1	10
A	----- TING-YUEH CHIN ET AL: "Compact -/-Band CMOS Quadrature Hybrids With High Phase Balance Based on Multilayer Transformer Over-Coupling Technique", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 57, no. 3, 1 March 2009 (2009-03-01), pages 708-715, XP011250651, ISSN: 0018-9480 abstract page 708, right-hand column - page 709, right-hand column; figure 1 page 712, left-hand column - page 714, left-hand column; figures 6, 8 -----	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/065919

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005070232 A1	31-03-2005	CN 1864340 A EP 1665566 A2 KR 20060056397 A US 2005070232 A1 WO 2005031990 A2	15-11-2006 07-06-2006 24-05-2006 31-03-2005 07-04-2005
US 2006019611 A1	26-01-2006	US 2006019611 A1 WO 2006011026 A1	26-01-2006 02-02-2006
US 2010148886 A1	17-06-2010	CN 101796721 A JP 5075209 B2 KR 20100046014 A US 2010148886 A1 WO 2009078095 A1	04-08-2010 21-11-2012 04-05-2010 17-06-2010 25-06-2009
US 2008032745 A1	07-02-2008	EP 1832014 A1 US 2008032745 A1 WO 2006071005 A1	12-09-2007 07-02-2008 06-07-2006
WO 03038995 A1	08-05-2003	AT 475224 T AT 534190 T EP 1442520 A1 EP 1936803 A2 EP 1936804 A2 HK 1070476 A1 IL 161611 A KR 20050040840 A TW I289975 B US 2004095190 A1 WO 03038995 A1	15-08-2010 15-12-2011 04-08-2004 25-06-2008 25-06-2008 17-12-2010 17-02-2010 03-05-2005 11-11-2007 20-05-2004 08-05-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H04B1/52
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H03H H01P H04B

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, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/070232 A1 (MAGES PHIL [US]) 31. März 2005 (2005-03-31)	1-9,11, 12
Y	Zusammenfassung Absatz [0045] - Absatz [0057]; Abbildung 3 -----	10
X	US 2006/019611 A1 (MAGES PHILLIP J [US]) 26. Januar 2006 (2006-01-26)	1-9,11, 12
Y	Zusammenfassung Absatz [0048] - Absatz [0061]; Abbildung 3 -----	10
X	US 2010/148886 A1 (INOUE SHOGO [JP] ET AL) 17. Juni 2010 (2010-06-17)	1-9,11, 12
Y	Absatz [0081] - Absatz [0095]; Abbildungen 8, 9 -----	10
	-/-	

☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

8. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/10/2013

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

Trafidlo, Renata

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/032745 A1 (KIM DUK-YONG [KR] ET AL) 7. Februar 2008 (2008-02-07)	1-9,11,12
Y	Absatz [0023]; Abbildungen 2, 3 Absatz [0052] - Absatz [0063]; Abbildung 6 -----	10
Y	WO 03/038995 A1 (QUALCOMM INC [US]) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Zusammenfassung Absatz [0038] - Absatz [0046]; Abbildung 1 -----	10
A	TING-YUEH CHIN ET AL: "Compact -/-Band CMOS Quadrature Hybrids With High Phase Balance Based on Multilayer Transformer Over-Coupling Technique", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 57, Nr. 3, 1. März 2009 (2009-03-01), Seiten 708-715, XP011250651, ISSN: 0018-9480 Zusammenfassung Seite 708, rechte Spalte - Seite 709, rechte Spalte; Abbildung 1 Seite 712, linke Spalte - Seite 714, linke Spalte; Abbildungen 6,8 -----	12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065919

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2005070232	A1	31-03-2005	CN	1864340 A	15-11-2006
			EP	1665566 A2	07-06-2006
			KR	20060056397 A	24-05-2006
			US	2005070232 A1	31-03-2005
			WO	2005031990 A2	07-04-2005

US 2006019611	A1	26-01-2006	US	2006019611 A1	26-01-2006
			WO	2006011026 A1	02-02-2006

US 2010148886	A1	17-06-2010	CN	101796721 A	04-08-2010
			JP	5075209 B2	21-11-2012
			KR	20100046014 A	04-05-2010
			US	2010148886 A1	17-06-2010
			WO	2009078095 A1	25-06-2009

US 2008032745	A1	07-02-2008	EP	1832014 A1	12-09-2007
			US	2008032745 A1	07-02-2008
			WO	2006071005 A1	06-07-2006

WO 03038995	A1	08-05-2003	AT	475224 T	15-08-2010
			AT	534190 T	15-12-2011
			EP	1442520 A1	04-08-2004
			EP	1936803 A2	25-06-2008
			EP	1936804 A2	25-06-2008
			HK	1070476 A1	17-12-2010
			IL	161611 A	17-02-2010
			KR	20050040840 A	03-05-2005
			TW	I289975 B	11-11-2007
			US	2004095190 A1	20-05-2004
			WO	03038995 A1	08-05-2003
