(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
18. November 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/100387 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H04B 1/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/004078

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2004 (16.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 21 247.7 12. Mai 2003 (12.05.2003) 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)*: **BLOCK, Christian** [DE/AT]; Stallhof 114, A-8510 Stainz (AT). **FLÜHR, Holger** [DE/AT]; Burgfriedweg 6, A-8010 Graz (AT). **HOFFMANN, Christian** [DE/AT]; Karl-Hubmann-Str. 8, A-8530 Deutschlandsberg (AT).

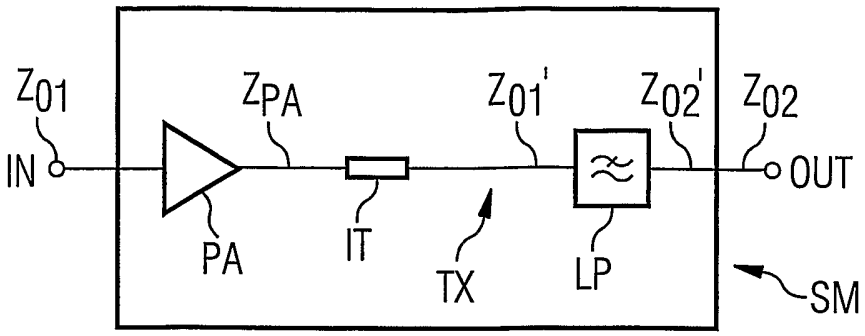
(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Postfach 200734, 80007 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LOW-LOSS TRANSMITTER MODULE

(54) Bezeichnung: VERLUSTARMES SENDEMODUL



(57) Abstract: The invention relates to a transmitter module of a wireless transmission system with at least one transmission path comprising a power amplifier, arranged on the input side, a low-pass filter, arranged on the output side, and an interposed impedance converter. The power amplifier and the low-pass filter are disposed on the top surface of a multi-layer carrier substrate. The impedance converter is preferably disposed in the metallization planes of the carrier substrate. The inventive integration of all components in one module especially allows for a step-wise impedance adaptation between the low-impedance amplifier output and the output of the transmitter module having a defined output impedance (e.g. 50 ohm), the impedance adaptation partially being carried out by the low-pass filter. A multistage impedance adaptation allows to reduce, e.g., the length of the line sections used in the impedance converter and the signal losses involved.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Sendemodul eines drahtlosen Übertragungssystems mit zumindest einem Sendepfad, der einen eingangsseitig angeordneten Leistungsverstärker, ein ausgangsseitig angeordnetes Tiefpaßfilter und einen dazwischen angeordneten Impedanzwandler umfaßt. Der Leistungsverstärker und das Tiefpaßfilter sind dabei auf der Oberseite eines einen Mehrschichtaufbau aufweisenden Trägersubstrats angeordnet. Der Impedanzwandler ist vorzugsweise in Metallisierungsebenen des Trägersubstrats angeordnet. Durch erfindungsgemäße Integration aller genannten Komponenten in einem Modul gelingt es insbesondere, die Impedanzanpassung zwischen dem niederohmi gen Verstärkerausgang und dem Ausgang des Sendemoduls mit vorgegebener Ausgangsimpedanz (z. B. 50 Ohm) stufenweise durchzuführen, wobei die Impedanzanpassung teilweise durch das Tiefpaßfilter übernommen wird. Eine mehrstufige Impedanzanpassung läßt z. B. die Länge der im Impedanzwandler verwendeten Leitungsabschnitte und die damit verbundenen Signalverluste reduzieren.

WO 2004/100387 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, 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, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verlustarmes Sendemodul

Die Erfindung betrifft ein Sendemodul, insbesondere ein Sendemodul für Endgeräte der mobilen Telekommunikation.

Mobilfunkgeräte bedienen ein oder mehrere Mobilfunksysteme, die ein oder mehrere Frequenzbänder (oder Mobilfunkstandards) benutzen. Die Signalübertragung erfolgt in einem Frequenzband, das einem Mobilfunkstandard zugeordnet ist und einen Sendebereich und einen Empfangsbereich umfaßt.

Die Sendekette eines Mobilfunkgeräts umfaßt in der Regel einen Chipsatz, einen Leistungsverstärker, einen zur Regelung der Leistung dienenden Koppler, einen Antennenschalter und/oder eine Frequenzweiche und eine Antenne.

Unter einem Chipsatz versteht man eine oder mehrere zusammengeschaltete integrierte Schaltungen (HF-IC, High Frequency Integrated Circuits), die ein Trägersignal generieren und dieses mit einem Nutzsignal mischen.

Ein Leistungsverstärker weist in der Regel zumindest zwei Stufen auf, die einen Spannungsverstärker und einen Stromverstärker umfassen.

Eine Frequenzweiche kann ein Diplexer zur Trennung der Signale verschiedener Frequenzbänder oder ein Duplexer zur Trennung der Sende- und Empfangssignale eines Frequenzbandes sein.

Ein Koppler ist im Regelkreis des Leistungsverstärkers geschaltet und dient zur Regelung der Leistungsstärke des Leistungsverstärkers.

Es ist bekannt, die genannten Funktionsblöcke als Einzelelemente mit dazwischen angeordneten Anpassungsnetzwerken zur Impedanzanpassung auszubilden. Eine solche Schaltung hat den Nachteil, daß wegen vieler Schnittstellen entsprechend viele Signalverluste zustande kommen.

Es ist auch bekannt, daß man einen Leistungsverstärker, einen Koppler und ein Anpassungsnetzwerk in einem Bauelement integrieren kann. Diese Lösung hat den Nachteil, daß zum Ausgleich der Phasendrehung des Signals durch die Verbindungsleitung auf der Platine des Telefons an der Schnittstelle zum Tiefpaßfilter Anpassungselemente nötig sind, die zur Erhöhung der Einfügedämpfung der Schaltung beitragen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Sendemodul anzugeben, das geringe Signalverluste aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Sendemodul nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung gibt ein Sendemodul für die Hochfrequenzstufe eines drahtlosen Kommunikationssystems an. Das Sendemodul hat eine Eingangsimpedanz Z_{01} und eine Ausgangsimpedanz Z_{02}. Das Sendemodul weist einen als Sendepfad ausgebildeten Signalpfad auf, der zwischen einem Signaleingang und einem mit einer Antenne verschaltbaren Signalausgang angeordnet ist. Das Sendemodul umfaßt einen im Signalpfad eingangsseitig angeordneten Leistungsverstärker, dessen Ausgangsimpedanz Z_{PA} kleiner als Z_{01} ist, ein im Signalpfad ausgangsseitig angeordnetes Tiefpaßfilter, dessen Eingangsimpedanz Z'_{01} und Ausgangsimpedanz Z'_{02} ist, wobei die Eingangsimpedanz Z'_{01} größer als Z_{PA} und kleiner als Z_{02} ist. Für die Ausgangsimpedanz Z'_{02} gilt das Verhältnis $Z'_{01} < Z'_{02} \leq Z_{02}$. Im Signalpfad zwischen dem Leistungsverstärker und dem Tiefpaßfilter ist ein Impedanzwandler angeordnet, der eine Impedanztransformation von Z_{PA} auf Z'_{01} durchführt. Der Leistungsverstärker ist auf der Oberseite ei-

nes Trägersubstrats angeordnet. Das Trägersubstrat weist auf seiner Oberseite, Unterseite und zwischen dielektrischen Schichten Metallisierungsebenen auf, wobei die Metallisierungsebenen mittels Durchkontaktierungen verbunden sind. Der Impedanzwandler und/oder das Tiefpaßfilter weisen jeweils passive Komponenten auf, die zumindest teilweise als Leiterbahnabschnitte in zumindest einer der Metallisierungsebenen und/oder durch Leiterbahnabschnitte und dazwischen liegende Schichtbereiche der dielektrischen Schicht ausgebildet sind.

Z_{01} und Z_{02} können Standardimpedanzen, z. B. 50 Ohm sein, wobei vorzugsweise $Z_{01} = Z_{02}$ ist.

In bevorzugten Variante der Erfindung ist zumindest ein Teil der passiven Komponenten als Leiterbahnabschnitte in zumindest einer der innen liegenden Metallisierungsebenen oder durch im Inneren des Trägersubstrats verborgene Leiterbahnabschnitte und dazwischen liegende Schichtbereiche der dielektrischen Schicht realisiert. Vorzugsweise sind alle passiven Komponenten des Impedanzwandlers und des Tiefpaßfilters komplett im Substratinneren verborgen. Es ist aber auch möglich, daß ein Teil der passiven Komponenten aus diskreten Komponenten wie z. B. ein Chip-Kondensator oder eine Spule ausgewählt, z. B. auf der Oberseite des Trägersubstrats angeordnet und elektrisch z. B. mittels Durchkontaktierungen mit den im Trägersubstrat ausgebildeten bzw. verborgenen passiven Komponenten derselben Schaltung (Tiefpaß) verbunden ist.

Unter einer passiven Komponente des Tiefpaßfilters versteht man im Sinne der Erfindung ein konzentriertes Schaltungselement, insbesondere eine Induktivität oder eine Kapazität.

Unter einer passiven Komponente des Impedanzwandlers versteht man eine Induktivität, eine Kapazität oder einen Leitungsabschnitt.

Unter einer Impedanztransformation (im Gegensatz etwa zu einer Impedanzanpassung) wird in dieser Schrift eine Änderung von einer Impedanz Z_1 auf eine Impedanz Z_2 verstanden, wobei sich Z_1 und Z_2 um mindestens Faktor zwei unterscheiden.

Ein Impedanzwandler führt eine Impedanztransformation von einer Impedanz Z_1 (Eingangsimpedanz des Impedanzwandlers, hier $Z_1=Z_{PA}$) auf Z_2 (Ausgangsimpedanz des Impedanzwandlers, hier $Z_2=Z'_{01}$), also bei erfindungsgemäßer Anordnung die Anpassung der Ausgangsimpedanz des Verstärkers an die Eingangsimpedanz des Tiefpaßfilters durch.

Ein Impedanzwandler kann z. B. aus einem Leitungsabschnitt bestehen, dessen Länge der erforderlichen Phasendrehung des Signals im Smith-Diagramm (z. B. um 180 Grad) entspricht. Die Phasendrehung des Signals um 180 Grad entspricht einer $\lambda/4$-Leitung, wobei λ eine der Signalfrequenz (hier Sendefrequenz) korrespondierende Wellenlänge ist. Durch eine $\lambda/4$-Leitung wird ein an einem Ende auftretender Kurzschluß in ein offenes Ende am gegenüberliegenden Ende der $\lambda/4$-Leitung umgewandelt. Daher ist es möglich, den Ausgang des Leistungsverstärkers durch einen als $\lambda/4$-Leitung ausgebildeten, zwischen dem Ausgang des Leistungsverstärkers und Antenne angeordneten Impedanzwandler gegen einen antennenseitigen Kurzschluß zu schützen.

Möglich ist es auch, daß der Impedanzwandler aus mehreren Stufen besteht und z. B. durch im Signalpfad angeordnete Leitungsabschnitte und/oder Induktivitäten und parallel dazu geschaltete Kapazitäten gebildet ist, was hintereinander geschalteten Gliedern eines Tiefpaßfilters n-er Ordnung ($n \geq 1$) entspricht.

Die Impedanztransformation von Z_1 auf Z_2 kann im Hochfrequenzbereich nur bei einer Frequenz f_0 genau durchgeführt werden, da Z_1 und Z_2 in diesem Frequenzbereich in der Regel frequenzabhängig sind. Bei von f_0 abweichenden Frequenzen ist

der Ausgang des Impedanzwandlers daher fehlangepaßt. Daher rührt das Bandpaßverhalten des Impedanzwandlers, wobei man unter Bandbreite des Impedanzwandlers die Frequenzdifferenz zweier Frequenzen versteht, bei denen das Signal z. B. um 3dB von dem bei f_0 erreichbaren Maximalwert abfällt. Eine im Vergleich zur Bandbreite des modulierten Signals (die typischerweise einige bis hunderte kHz beträgt) geringe Bandbreite des Impedanzwandlers kann das Signal also beeinflussen bzw. verzerren, wodurch Signalverluste entstehen.

Die absolute Fehlanpassung der Ausgangsimpedanz Z_2 wird bei einem geringeren Transformationsverhältnis Z_2/Z_1 entsprechend kleiner bzw. die Signalübertragung durch den Impedanzwandler wird breitbandiger. Gleichzeitig sinkt die Impedanz Z_L der Leitung, $Z_L = \sqrt{Z_1 Z_2}$, was bei Signalübertragung durch die Leitung eine geringere Einfügedämpfung gewährleistet.

Auf dieser Überlegung beruht die dieser Erfindung zugrunde liegende Idee, die Impedanztransformation von der Ausgangsimpedanz Z_{PA} des Leistungsverstärkers auf die Eingangsimpedanz der Antenne in mehreren Stufen durchzuführen. Eine solche Impedanztransformation ist durch die erfindungsgemäße Integration eines Leistungsverstärkers und eines Tiefpaßfilters in einem Sendemodul möglich und hat den Vorteil, daß die Impedanztransformation von der Ausgangsimpedanz Z_{PA} des Leistungsverstärkers auf die Eingangsimpedanz der Antenne einerseits zum Teil (z. B. von 2 auf 20 Ohm) durch den Impedanzwandler und andererseits teilweise (z. B. von 20 auf 50 Ohm) durch das Tiefpaßfilter oder durch Tiefpaßfilter und die nachgeschalteten Stufen, z. B. Antennenschalter übernommen wird. Dabei ist die Fehlanpassung an jeweiligen Schnittstellen vom Betrag her geringer und das Übertragungsverhalten des entsprechenden Schaltungsabschnittes breitbandiger.

Dadurch, daß der Leistungsverstärker und das Tiefpaßfilter erfindungsgemäß in einem Modul realisiert sind, entfallen außerdem die später anzupassenden Schnittstellen dazwischen,

wodurch die Signalverluste in Zwischenstufen reduziert werden.

In einer vorteilhaften Variante der Erfindung ist im Signalpfad zwischen dem Tiefpaßfilter und dem Signalausgang ein Antennenschalter und/oder eine Frequenzweiche angeordnet. Der Antennenschalter ist vorzugsweise zwischen dem Tiefpaßfilter und der Frequenzweiche geschaltet. Alternativ dazu kann die Frequenzweiche zwischen dem Tiefpaßfilter und dem Antennenschalter geschaltet sein. Die Frequenzweiche kann als ein Diplexer oder ein Duplexer ausgebildet sein.

Im Signalpfad zwischen dem Signaleingang und dem Leistungsverstärker kann ein Anpassungsnetzwerk geschaltet sein. Das Anpassungsnetzwerk kann in zumindest einer Metallisierungsebene angeordnet sein.

In einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung kann ein teilweise im Modul angeordneter Koppler vorgesehen sein, der in einem galvanisch vom Signalpfad des Moduls getrennten Stromkreis ist. Der Koppler, insbesondere ein Richtkoppler, dient beispielsweise zum Monitoring der Sendeleistung des Verstärkers.

Ein Koppler kann beispielsweise zwei kapazitiv gekoppelte Leitungsabschnitte (Koppelleitungen) umfassen. Alternativ kann ein Koppler auch als eine Transformatorschaltung zweier Induktivitäten ausgebildet sein. Eine der Koppelinduktivitäten oder Koppelleitungen (erstes Koppelelement) ist dabei im Signalpfad nach dem Leistungsverstärker angeordnet. Die andere, mit ihr gekoppelte Koppelinduktivität oder Koppelleitung (zweites Koppelelement) ist vorzugsweise in Serie mit einem Leistungsdetektor (z.B. einer Diode) in den Regelkreis des Leistungsverstärkers geschaltet. Dieser Leistungsdetektor kann im Chipsatz oder im Sendemodul angeordnet sein.

Die erste und die zweite Koppelinduktivität oder Koppellei-

tung können nebeneinander in der selben Metallisierungsebene oder übereinander in zumindest zwei benachbarten Metallisierungsebenen ausgebildet sein. Das erste Koppelelement kann im Tiefpaßfilter oder Impedanzwandler angeordnet sein. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß das erste Koppelelement zwischen dem Impedanzwandler und dem Tiefpaßfilter angeordnet ist. Das erste Koppelelement kann auch dem Tiefpaßfilter nachgeschaltet sein. Bei der Ausführung des Koppelelements als Koppelleitung kann die zweite Koppelleitung gleich lang oder kürzer als die erste Koppelleitung ausgeführt sein. Die erste Koppelleitung ist vorzugsweise als eine $\lambda/4$-Leitung ausgebildet.

Der Impedanzwandler und/oder das Tiefpaßfilter kann eine oder mehrere Stufen aufweisen. Zumindest eine der Stufen kann durch einen Leitungsabschnitt oder ein Tiefpaßfilterglied realisiert sein. Die entsprechende Stufe kann alternativ durch einen Leitungsabschnitt und eine parallel dazu gegen Masse geschaltete Kapazität oder durch eine beliebige Kombination von LC-Elementen realisiert sein.

In einem weiteren erfindungsgemäßen Sendemodul kann zumindest ein mit einem zweiten Signaleingang verbundener weiterer als Sendepfad ausgebildeter Signalpfad angeordnet sein, der über den bereits genannten oder einen weiteren Antennenschalter oder über eine Frequenzweiche mit dem Signalausgang verbunden ist und im wesentlichen die gleichem Komponenten wie der erste Signalpfad aufweist. Der erste und der zweite Sendepfad können jeweils unterschiedlichen Frequenzbändern drahtloser Kommunikationssysteme zugeordnet sein.

Die dielektrischen Schichten des Trägersubstrat sind vorzugsweise aus Keramik ausgebildet. Alternativ kann das Trägersubstrat einen gemischten Aufbau aus Keramik und Laminatschichten (z.B. FR4, BT, ALIVH) aufweisen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt das Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Sendemoduls mit einem Sendepfad.

Figur 2a zeigt das Blockschaltbild eines weiteren erfindungsgemäßen Sendemoduls mit zwei Sendepfaden.

Figur 2b zeigt den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Sendemoduls im schematischen Querschnitt.

Figur 3 zeigt ausschnittsweise ein erfindungsgemäßes Sendemodul mit einem zwischen dem Signaleingang und dem Leistungsverstärker geschalteten Anpassungsnetzwerk.

Figur 4a zeigt die Anordnung eines Kopplers mit kapazitiver Kopplung zwischen dem Impedanzwandler und dem Tiefpaßfilter.

Figur 4b zeigt die Anordnung eines Kopplers im Tiefpaßfilter.

Figur 4c zeigt die Anordnung eines Kopplers im Impedanzwandler.

Figur 5 zeigt die Anordnung eines Kopplers mit Transformatorkopplung im Tiefpaßfilter.

Figur 6 zeigt das Blockschaltbild eines weiteren erfindungsgemäßen Sendemoduls mit drei Empfangspfaden und einem Frontend-Teilmodul.

Figur 7 zeigt das Blockschaltbild eines weiteren erfindungsgemäßen Sendemoduls mit zwei Antennenschaltern.

Figur 1 zeigt die erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sendemoduls SM. Das Sendemodul weist einen zwischen einem

Signaleingang IN und einem Signalausgang OUT angeordneten Signalpfad TX (Sendepfad) auf. Die Eingangsimpedanz des Sendemoduls ist Z_{01}. Die Ausgangsimpedanz des Sendemoduls ist Z_{02}. Eingangsseitig ist ein Leistungsverstärker PA angeordnet. Die Ausgangsimpedanz Z_{PA} des Leistungsverstärkers PA ist in der Regel wesentlich kleiner als seine Eingangsimpedanz, die in diesem Ausführungsbeispiel der Eingangsimpedanz des Sendemoduls Z_{01} gleich ist. Ausgangsseitig ist im Sendepfad ein Tiefpaßfilter LP angeordnet. Seine Ausgangsimpedanz Z'_{02} ist in diesem Ausführungsbeispiel gleich der Ausgangsimpedanz Z_{02} des Sendemoduls. Zwischen dem Ausgang des Leistungsverstärkers PA und dem Eingang des Tiefpaßfilters LP ist ein Impedanzwandler IT angeordnet, der eine Impedanztransformation von Z_{PA} auf Z'_{01} durchführt. Der Impedanzwandler IT ist vorzugsweise als ein Leitungsabschnitt passender Länge ausgebildet. Möglich ist es auch, den Impedanzwandler IT durch ein oder mehrere LC-Glieder auszubilden. Der Impedanzwandler führt bei einer ausgewählten Sendefrequenz eine Phasendrehung des Signals vorzugsweise um 180° durch.

Die Anpassung der Impedanz zwischen dem Ausgang des Leistungsverstärkers PA und dem Ausgang des Sendemoduls erfolgt stufenweise zuerst vom Wert Z_{PA} auf den Zwischenwert Z'_{01} durch den Impedanzwandler und anschießend vom Zwischenwert Z'_{01} auf den Wert Z'_{02} beziehungsweise Z_{02} durch das Tiefpaßfilter LP.

Figur 2b zeigt den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Moduls im schematischen Querschnitt. Die Komponenten des Sendemoduls sind teilweise als Chipbauelemente CB, PA-CB ausgebildet und teilweise in einem Trägersubstrat TS in Metallisierungsebenen ME, ME1, ME2 integriert. Die Metallisierungsebenen ME, ME1, ME2 sind untereinander, mit auf der Oberseite des Trägersubstrats TS angeordneten Chipbauelementen CB, PA-CB sowie mit der Platine des Mobilfunkgeräts mittels Durchkontaktierungen DK bzw. elektrischer Anschlüsse AE, AE1 verbunden. Das Trägersubstrat TS umfaßt zwischen den Metallisie-

rungsebenen ME, ME1 und ME2 angeordnete dielektrische Schichten DS. Die dielektrischen Schichten DS sind vorzugsweise aus Keramik ausgebildet. Die Chipbauelemente CB, PA-CB sind mit dem Trägersubstrat TS mittels der elektrischen Anschlüsse AE beispielsweise mittels einer SMD-Technik (Surface Mounted Device) oder einer anderen Verbindungstechnik, z. B. Drahtbonden oder Flip Chip Technik, verbunden. Der Leistungsverstärker PA ist im Chipbauelement PA-CB angeordnet. Das Element PA-CB ist vorzugsweise ein Halbleiterchip. Der Impedanzwandler IT ist in diesem Ausführungsbeispiel in einer mittleren Metallisierungsebene ME1, die zwischen zwei dielektrischen Schichten DS angeordnet ist, realisiert. Möglich ist es auch, den Impedanzwandler IT teilweise oder komplett auf der Oberseite oder Unterseite des Trägersubstrats zu realisieren. Die Elemente des Impedanzwandlers IT können auch in mehreren Metallisierungsebenen ME, ME1, ME2 ausgebildet sein. Die Elemente des Tiefpaßfilters LP können auch in einer oder mehreren Metallisierungsebenen des Trägersubstrats TS realisiert sein. Alternativ kann der Impedanzwandler IT und/oder das Tiefpaßfilter LP zumindest teilweise im Chipbauelement CB ausgebildet sein. In einer weiteren Variante der Erfindung können im Chipbauelement CB auch nichtlineare und/oder aktive Elemente eines Antennenschalters angeordnet sein.

Figur 2a zeigt ein Blockschaltbild eines weiteren erfindungsgemäßen Sendemoduls SM mit zwei Sendepfaden TX und TX2. Die beiden Sendepfade sind im wesentlichen gleich (gemäß Figur 1) ausgebildet. Der Leistungsverstärker PA des ersten Sendepfades TX und der Leistungsverstärker PA2 des zweiten Sendepfades TX2 sind in diesem Ausführungsbeispiel zusammen in einem diskreten Bauelement beziehungsweise Chipbauelement realisiert. Die beiden Sendepfade TX, TX2 sind ausgangsseitig durch einen hier nicht dargestellten Diplexer DI zusammengeführt, wie z. B. in Figur 3 gezeigt ist. Der Diplexer DI ist in Figur 2a mit einem in Figur 3 beschriebenen Antennenschalter AS in einem vorzugsweise als diskretes Bauelement ausgebildeten Funktionsblock realisiert und ausgangsseitig mit ei-

ner Antenne verbunden. Der Antennenschalter AS schaltet je nach Betriebsmode zwischen dem ersten und dem zweiten Mobilfunkstandard, wobei der erste Mobilfunkstandard den Sendepfad TX und den Empfangspfad RX und der zweite Mobilfunkstandard den Sendepfad TX2 und den Empfangspfad RX2 für die Signalübertragung benutzt. Die Frequenzbänder der beiden Mobilfunkstandards sind vorzugsweise um ca. eine Oktave voneinander getrennt. Die im zweiten Sendepfad TX2 angeordneten Elemente IT2, LP2 entsprechen in ihrer Funktionsweise den Elementen IT, LP des ersten Sendepfads TX.

Der Diplexer DI, der Antennenschalter AS und die Tiefpaßfilter LP und LP2 sind in diesem Ausführungsbeispiel in einem modular aufgebauten Chipbauelement CB realisiert.

Figur 3 zeigt ausschnittsweise eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Sendemoduls, das zur Signalübertragung im Multibandbetrieb geeignet ist. Ein Diplexer DI trennt die Signale der sich z. B. um eine Oktave unterscheidenden Frequenzbänder voneinander. In der Figur ist ein Sendepfad für ein Frequenzband (z. B. GSM 1800) dargestellt.

Der Diplexer DI besteht aus einem Tiefpaßfilter und einem Hochpaßfilter. Durch das Tiefpaßfilter des Diplexers werden z. B. Signale der Mobilfunkstandards GSM 850 und/oder GSM 900, übertragen. Durch das Hochpaßfilter des Diplexers werden Signale von zumindest zwei vorzugsweise nebeneinander liegenden Frequenzbändern, z. B. GSM 1800 und GSM 1900, übertragen. Die Empfangssignale des ersten Mobilfunksystems (GSM 1800) werden im Empfangspfad RX weiterverarbeitet. Die Empfangssignale des zweiten Mobilfunksystems (GSM 1900) werden im Empfangspfad RX1 weiterverarbeitet. Die Sendesignale der beiden genannten Mobilfunksysteme werden über den Sendepfad TX übertragen. Der Schalter AS schaltet je nach Schalterstellung zwischen dem Sendepfad TX und dem jeweiligen Empfangspfad RX beziehungsweise RX1.

Zwischen dem Signaleingang IN des Sendemoduls und dem Eingang des Leistungsverstärkers PA ist in dieser Variante der Erfindung ein Anpassungsnetzwerk MA angeordnet.

In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Impedanztransformation (bzw. Impedanzanpassung) von Z_{PA} auf Z_{02} in vier Stufen - teilweise über den Impedanzwandler IT von Z_{PA} auf Z'_{01}, über das Tiefpaßfilter LP von Z'_{01} auf Z'_{02}, über den Antennenschalter AS vom Wert Z'_{02} auf den Wert Z''_{02} und den Diplexer DI vom Wert Z''_{02} auf den Wert Z_{02}. Der an das Tiefpaßfilter des Diplexers DI angeschlossene zweite Antennenschalter ist hier nicht dargestellt.

Figur 4a zeigt die Anordnung eines Koppler CO zwischen dem Impedanzwandler IT und dem Tiefpaßfilter LP. Der Koppler CO ist durch eine erste im Signalpfad angeordnete Koppelleitung KL1 und eine mit dieser kapazitiv gekoppelten zweite Koppelleitung KL2 realisiert. Die zweite Koppelleitung KL2 ist zwischen elektrischen Anschlüssen A1 und A2 angeordnet. Die Anschlüsse A1 und A2 können beispielsweise mit einem Signalprozessor eines Chipsatzes weiter verbunden werden. Der Koppler CO dient zur Leistungssteuerung des hier nicht dargestellten Leistungsverstärkers PA. Der Impedanzwandler IT weist im Signalpfad angeordnete Leitungsabschnitte LA1 und LA2 sowie in Parallelzweigen angeordnete Kapazitäten C1, C2 und C3 auf. Die Leitungsabschnitte LA1, LA2 und die Kapazitäten C1, C2 und C3 bilden zwei π-Glieder. Das Tiefpaßfilter LP besteht aus im Signalpfad angeordneten Induktivitäten L und L1 und in Parallelzweigen angeordneten Kapazitäten C4, C5 und C6. Die Induktivitäten L, L1 und die Kapazitäten C4, C5 und C6 bilden zwei π-Glieder bzw. ein Tiefpaßfilter zweiter Ordnung. Die Anzahl der π-Glieder im Impedanzwandler IT oder Tiefpaßfilter LP kann auch 1 (bevorzugte Variante) oder > 2 sein.

Figur 4b zeigt, daß der Koppler CO teilweise im Tiefpaßfilter LP angeordnet sein kann. Das Tiefpaßfilter LP weist in diesem Ausführungsbeispiel folgende Elemente auf: den Leitungsab-

schnitt LA1 und eine erste Koppelleitung KL1, die im Signalpfad angeordnet sind, sowie die in Parallelzweigen angeordneten Kapazitäten C4, C5 und C6. Die zweite, mit der ersten verkoppelte Koppelleitung KL2 ist in diesem Ausführungsbeispiel kürzer als die erste Koppelleitung KL1 ausgebildet. Möglich ist es auch, daß zwei gleich oder unterschiedlich lange Leitungen nur teilweise miteinander überlappen. Durch den Überlappungsbereich der beiden Koppelleitungen KL1 und KL2 läßt sich der Kopplungsfaktor einstellen.

In Figur 4c ist eine weitere mögliche Anordnung des Kopplers CO gezeigt. Der Koppler CO ist teilweise im Impedanzwandler IT angeordnet. Der Impedanzwandler IT weist unterschiedlich ausgebildete Stufen auf. In den Parallelzweigen sind die Kapazitäten C1, C2 und C3 angeordnet. Im Signalpfad sind in Serie geschalteter Leitungsabschnitt LA1 und eine erste Koppelinduktivität KI1 geschaltet. Der Koppler CO ist durch die erste Koppelinduktivität KI1 und eine Koppelinduktivität KI2 gebildet.

Figur 5 zeigt einen im Tiefpaßfilter LP angeordneten Koppler CO mit einer Transformatorkopplung der Koppelinduktivität KI1 und KI2, wobei in Serie mit der zweiten Koppelinduktivität KI2 eine Diode D1 geschaltet ist. Die Diode D1 ist in diesem Ausführungsbeispiel als diskretes Bauelement ausgebildet und auf der Oberseite des in dieser Figur nicht dargestellten Trägersubstrats TS angeordnet.

Der Impedanzwandler IT ist in diesem Ausführungsbeispiel durch im Signalpfad angeordnete Induktivitäten L2 und L3 sowie Kapazitäten C1, C2 und C3 gebildet.

Die Breite der Streifenleitungen, die den Impedanzwandler IT oder die Koppelleitungen KL1, KL2 realisieren, hängt von der relativen Dielektrizitätskonstante ε_{rel} der entsprechenden dielektrischen Schicht (die zwischen der Streifenleitung und der Massefläche liegt) ab. Bei niedrigen Werten von ε_{rel}, z.

B. wenn $\varepsilon_{rel} < 12$ ist, muß die Leitungsbreite vergleichsweise groß gewählt werden, um die vorgegebene Leitungsimpedanz zu realisieren, wobei aufgrund der großen Leitungsbreite die Wellenmode (quasi-TEM-Welle) in der Streifenleitung beeinflußt werden kann. Daher haben in der bevorzugten Variante der Erfindung die dielektrischen Schichten, welche mit den Streifenleitungen direkt in Verbindung stehen, eine relative Dielektrizitätskonstante $\varepsilon_{rel} > 12$ (hochpermeable dielektrische Schichten). In der Umgebung der hochpermeablen dielektrischen Schichten lassen sich im Prinzip beliebige in zwei übereinander angeordneten Metallisierungsebenen angeordnete, durch die entsprechende Schicht DS kapazitiv gekoppelte Bauelementstrukturen (z. B. die Kapazitäten C1 - C6) mit kleinen Abmessungen realisieren.

Dagegen lassen sich die Induktivitäten (L, L1 - L3) oder die Elemente mit Transformatorkopplungen (KI1, KI2) am besten in der Umgebung von dielektrischen Schichten mit einer niedrigen relativen Dielektrizitätskonstante $\varepsilon_{rel} < 12$ realisieren.

Daher können im Aufbau des erfindungsgemäßen Moduls dielektrische Schichten DS mit unterschiedlichen dielektrischen Eigenschaften vorgesehen sein. Die hochpermeablen dielektrischen Schichten bilden vorzugsweise die oberen Schichten des erfindungsgemäßen Moduls. Möglich ist aber auch, daß die hochpermeablen dielektrischen Schichten im unteren Bereich des Moduls angeordnet sind. Möglich ist es auch, die dielektrischen Schichten mit unterschiedlichem ε_{rel} in beliebiger Folge übereinander anzuordnen.

In Figur 6 ist eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Sendemoduls SM vorgestellt, welches mit einem Chipsatz CS des Endgeräts verschaltet ist. Das Sendemodul SM ist für Multiband-Betrieb (z. B. für Mobilfunk-Standards GSM900, GSM1800, GSM1900) ausgelegt und enthält neben oben schon genannten, im Sendepfaden TX (GSM900) bzw. TX2 (GSM1800/1900) geschalteten Komponenten (PA-CB, IT, LP, DI, AS) auch drei Empfangspfade

RX (GSM900), RX1 (GSM1800) und RX2 (GSM1900). In dem jeweiligen Empfangspfad ist ein Bandpaßfilter angeordnet, wobei alle Bandpaßfilter vorzugsweise in einem Chip-Bauelement realisiert sind, welches ein Frontend-Teilmodul FEM bildet. Das Frontend-Teilmodul FEM ist vorzugsweise auf der Oberseite des Trägersubstrats TS des Sendemoduls SM angeordnet und mit dem Trägersubstrat TS sowohl elektrisch als auch mechanisch fest verbunden. Das Frontend-Teilmodul FEM ist über den Eingang IN1 des Sendemoduls mit den entsprechenden rauscharmen Verstärkern (LNA, Low Noise Amplifier), die im Chipsatz CS angeordnet sind, elektrisch verbunden.

Die erfindungsgemäße Verwendung eines Frontend-Teilmoduls in einem Sendemodul hat den Vorteil, daß die Länge der Zuleitungen zwischen den Schaltungskomponenten auf der Empfangsseite (verglichen mit einem Frontendmodul, das separat ausgebildet ist) verkürzt und besser kontrollierbar ist. Die thermische Entkopplung des Frontend-Teilmoduls insbesondere vom Leistungsverstärker-Teilmodul gelingt durch Wärmesenken oder durch eine geeignete Formgebung bei Ausbildung des Trägersubstrats TS. Die elektrische Entkopplung der beiden Teilmodule ist durch herkömmliche Abschirmelemente möglich.

Die Impedanzwandler IT, IT2 und die Tiefpaßfilter LP, LP2 sind wie in der Figur durch ein Rechteck angedeutet in einem Chip-Bauelement oder alternativ im Trägersubstrat TS realisiert. Die Frequenzweiche DI und der Antennenschalter AS können wie angedeutet in einem Chip-Bauelement realisiert sein. Es besteht auch die Möglichkeit, die Frequenzweiche DI zumindest teilweise im Trägersubstrat TS zu integrieren. Der Antennenschalter AS ist mit dem Halbleiterchip PA-CB (Leistungsverstärker-Teilmodul) über den Pfad RK rückgekoppelt (Leistungssteuerung).

Es ist möglich, die hier vorgestellten, im Sendepfad angeordneten Komponenten in einem Chip-Bauelement zu realisieren bzw. beliebig miteinander zu kombinieren. Beispielsweise ist

es möglich, die Leistungsverstärker PA, PA2 und den Antennenschalter AS in einem gemeinsamen Chip-Bauelement zu realisieren.

Figur 7 zeigt das Blockschaltbild eines weiteren erfindungsgemäßen Sendemoduls, das antennenseitig einen im Trägersubstrat integrierten Diplexer DI (Frequenzweiche) aufweist. Der Diplexer trennt Signale der Mobilfunk-Standrads, die sich um ca. eine Oktave unterscheiden (Z. B. GSM850/GSM900 und GSM1800/GSM1900). Der Sende- oder Empfangspfad TX bzw. RX (oder TX2 bzw. RX2) wird in unterschiedlichen Zeitschlitzen elektrisch über Antennenschalter AS1 (bzw. AS2) mit dem Eingang des Diplexers DI verbunden.

Die Antennenschalter AS, AS1 und AS2 können jeweils CMOS-Schalter, ein GaAs-Schalter oder ein Schalter auf der Basis der PIN-Dioden sein, die als Bare-Die oder SMD-Chipbauelemente (SMD = Surface Mounted Device) ausgebildet sind.

Der erste und/oder der zweite Sendepfad kann jeweils zumindest zwei unterschiedlichen Mobilfunk-Standards (z. B. GSM850/GSM900, oder GSM1800/GSM1900/UMTS) zugeordnet sein.

Neben den in den Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren vorgestellten Verwirklichungen umfaßt die Erfindung noch eine Reihe weiterer Kombinationen, die durch Weglassen einzelner Komponenten oder durch Kombination einzelner Komponenten der beschriebenen Ausführungsbeispiele erhalten werden können. Die Erfindung ist auch nicht auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränkt.

Patentansprüche

1. Sendemodul für die Hochfrequenzstufe eines drahtlosen Kommunikationssystems, mit einer Eingangsimpedanz Z_{01} und einer Ausgangsimpedanz Z_{02}, mit einem zwischen einem Signaleingang (IN) und einem mit einer Antenne verschaltbaren Signalausgang (OUT) angeordneten, als Sendepfad (TX) ausgebildeten Signalpfad, umfassend
   - einen im Signalpfad eingangsseitig angeordneten Leistungsverstärker (PA), dessen Ausgangsimpedanz $Z_{PA} < Z_{01}$ ist,
   - ein im Signalpfad ausgangsseitig angeordnetes Tiefpaßfilter (LP), dessen Eingangsimpedanz Z'_{01} und Ausgangimpedanz Z'_{02} ist, wobei $Z_{PA} < Z'_{01} < Z_{02}$ und $Z'_{01} < Z'_{02} \leq Z_{02}$ gilt,
   - einen im Signalpfad zwischen dem Leistungsverstärker und dem Tiefpaßfilter angeordneten Impedanzwandler (IT), der eine Impedanztransformation von Z_{PA} auf Z'_{01} durchführt,
   - wobei der Leistungsverstärker (PA) auf der Oberseite eines Trägersubstrats (TS) angeordnet ist,
   - wobei das Trägersubstrat (TS) Metallisierungsebenen (ME) aufweist, zwischen denen dielektrische Schichten (DS) angeordnet sind,
   - wobei die Metallisierungsebenen (ME) mittels Durchkontaktierungen (DK) verbunden sind,
   - wobei der Impedanzwandler (IT) und/oder das Tiefpaßfilter (LP) passive Komponenten aufweist, die zumindest teilweise als Leiterbahnabschnitte in zumindest einer der Metallisierungsebenen (ME) und/oder durch Leiterbahnabschnitte und dazwischen liegende Schichtbereiche der dielektrischen Schicht (DS) ausgebildet sind.

2. Sendemodul nach Anspruch 1, bei dem im Signalpfad zwischen dem Tiefpaßfilter (LP) und den Signalausgang (OUT) zumindest ein Antennenschalter und/oder eine Frequenzweiche angeordnet sind.

3. Sendemodul nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Antennenschalter (AS) zwischen dem Tiefpaß-

filter (LP) und der Frequenzweiche (DI) geschaltet ist.

4. Sendemodul nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Frequenzweiche (DI) zwischen dem Tiefpaßfilter (LP) und dem Antennenschalter (AS) geschaltet ist.

5. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem die Frequenzweiche (DI) ein Diplexer oder ein Duplexer ist.

6. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
bei dem im Signalpfad zwischen dem Signaleingang (IN) und dem Leistungsverstärker (PA) ein Anpassungsnetzwerk (MA) geschaltet ist.

7. Sendemodul nach Anspruch 6,
bei dem das Anpassungsnetzwerk (MA) in zumindest einer Metallisierungsebene (ME) angeordnet ist.

8. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
bei dem zumindest ein Teil eines zum Monitoring der Sendeleistung vorgesehen Kopplers (CO) im Modul angeordnet ist, wobei der Koppler (CO) galvanisch vom Signalpfad des Moduls getrennt ist.

9. Sendemodul nach Anspruch 8,
bei dem im Signalpfad nach dem Leistungsverstärker (PA) eine erste Koppelinduktivität (KI1) angeordnet ist,
bei dem der Koppler (CO) eine zweite Koppelinduktivität (KI2) aufweist,
wobei die erste und die zweite Koppelinduktivität über eine Transformatorkopplung gekoppelt sind,
wobei die erste und die zweite Koppelinduktivität nebeneinander in derselben Metallisierungsebene (ME) oder übereinander in zumindest zwei benachbarten Metallisierungsebenen (ME) realisiert sind.

10. Sendemodul nach Anspruch 9,
bei dem die erste Koppelinduktivität (KI1) im Tiefpaßfilter (LP) oder Impedanzwandler (IT) angeordnet ist.

11. Sendemodul nach Anspruch 8,
bei dem im Signalpfad nach dem Leistungsverstärker (PA) eine erste Koppelleitung (KL1) angeordnet ist,
bei dem der Koppler (CO) eine zweite Koppelleitung (KL2) aufweist, wobei die Länge der zweiten Koppelleitung (KL2) die Länge der ersten Koppelleitung (KL1) nicht übersteigt,
wobei die erste und die zweite Koppelleitung über eine kapazitive Kopplung gekoppelt sind,
wobei die erste und die zweite Koppelleitung nebeneinander in derselben Metallisierungsebene (ME) oder übereinander in zumindest zwei benachbarten Metallisierungsebenen (ME, ME1) realisiert sind.

12. Sendemodul nach Anspruch 11,
bei dem die erste Koppelleitung (KL1) im Tiefpaßfilter (LP) oder Impedanzwandler (IT) angeordnet ist.

13. Sendemodul nach Anspruch 11 oder 12,
bei dem die erste Koppelleitung (KL1) als eine $\lambda/4$-Leitung ausgebildet ist.

14. Sendemodul nach Anspruch 8, 9, 11 oder 13,
bei dem der Koppler (CO) vor oder nach dem Tiefpaßfilter (LP) angeordnet ist.

15. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
bei dem der Impedanzwandler (IT) und/oder das Tiefpaßfilter (LP) eine oder mehrere Stufen aufweist, wobei zumindest eine der Stufen durch eine Leitungstransformation oder über ein Tiefpaßfilter-Glied oder durch einen Leitungsabschnitt und eine parallel dazu gegen Masse geschaltete Kapazität oder eine Kombination von LC-

Elementen realisiert ist.

16. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem der Impedanzwandler (IT) bei einer ausgewählten Sendefrequenz eine Phasendrehung des Signals um 180 Grad durchführt.

17. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem zumindest ein mit einem zweiten Signaleingang verbundener weiterer als Sendepfad ausgebildeter Signalpfad angeordnet ist, der über den oder einen weiteren Antennenschalter (AS) oder der über die oder eine weitere Frequenzweiche (DI) mit dem Signalausgang (OUT) verbunden ist und im wesentlichen die gleichen Komponenten wie der erste Signalpfad aufweist.

18. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem der erste und der zweite Sendepfad unterschiedlichen Frequenzbändern drahtloser Kommunikationssysteme zugeordnet sind.

19. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei dem der erste und/oder der zweite Sendepfad jeweils zumindest zwei unterschiedlichen Frequenzbändern drahtloser Kommunikationssysteme zugeordnet ist.

20. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 19, bei dem die dielektrischen Schichten (DS) aus Keramik ausgebildet sind.

21. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 19, bei dem das Trägersubstrat (TS) einen gemischten Aufbau aus Keramik und Laminat aufweist.

22. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 21, bei dem zumindest eine dielektrische Schicht (DS) eine Dielektrizitätskonstante > 12 aufweist.

23. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem zumindest ein Empfangspfad (RX) vorgesehen ist, wobei in dem zumindest einen Empfangspfad (RX) ein Frontend-Teilmodul angeordnet ist, wobei das Frontend-Teilmodul als Bestandteil des Sendemoduls ausgebildet ist.

24. Sendemodul nach Anspruch 23, bei dem das Frontend-Teilmodul auf der Oberfläche des Trägersubstrats (TS) angeordnet ist.

25. Sendemodul nach Anspruch 23 oder 24, bei dem das Frontend-Teilmodul zumindest ein mit akustischen Wellen arbeitendes Bandpaßfilter umfaßt.

26. Sendemodul nach einem der Ansprüche 2 bis 25, bei dem der zumindest eine Antennenschalter (AS) als GaAs-Schalter, CMOS-Schalter oder ein PIN-Dioden-Schalter ausgebildet ist.

27. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 26, bei dem zumindest ein Teil der passiven Komponenten als Leiterbahnabschnitte in zumindest einer der innen liegenden Metallisierungsebenen (ME) oder durch im Inneren des Trägersubstrats verborgene Leiterbahnabschnitte und dazwischen liegende Schichtbereiche der dielektrischen Schicht (DS) realisiert ist.

28. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 27, bei dem eine passive Komponente des Tiefpaßfilters aus einer Induktivität und einer Kapazität ausgewählt ist.

29. Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 27, bei dem eine passive Komponente des Tiefpaßfilters eine Kapazität ist.

30. Sendemodul für die Hochfrequenzstufe eines drahtlosen Kommunikationssystems, mit einer Eingangsimpedanz Z_{01} und einer Ausgangsimpedanz Z_{02}, mit einem zwischen einem Signaleingang (IN) und einem mit einer Antenne verschaltbaren Signalausgang (OUT) angeordneten, als Sendepfad (TX) ausgebildeten Signalpfad, umfassend

- einen im Signalpfad eingangsseitig angeordneten Leistungsverstärker (PA), dessen Ausgangsimpedanz $Z_{PA} < Z_{01}$ ist,
- einen im Signalpfad ausgangsseitig angeordneten ersten Impedanzwandler, dessen Eingangsimpedanz Z'_{01} und Ausgangimpedanz Z'_{02} ist, wobei $Z_{PA} < Z'_{01} < Z_{02}$ und $Z'_{01} < Z'_{02} \leq Z_{02}$ gilt,
- einen im Signalpfad angeordneten zweiten Impedanzwandler (IT), der eine Impedanztransformation von Z_{PA} auf Z'_{01} durchführt,
- wobei der Leistungsverstärker (PA) auf der Oberseite eines Trägersubstrats (TS) angeordnet ist,
- wobei der erste Impedanzwandler als Tiefpaßfilter (LP) ausgebildet ist,
- wobei das Trägersubstrat (TS) Metallisierungsebenen (ME) aufweist, zwischen denen dielektrische Schichten (DS) angeordnet sind,
- wobei die Metallisierungsebenen (ME) mittels Durchkontaktierungen (DK) verbunden sind,
- wobei zumindest einer der beiden Impedanzwandler (IT, LP) passive Komponenten aufweist, wobei zumindest ein Teil der passiven Komponenten zumindest teilweise als strukturierte Leiterbahnen in zumindest einer der Metallisierungsebenen (ME) ausgebildet ist.

31. Sendemodul nach Anspruch 30, bei dem ein Teil der passiven Komponenten durch Leiterflächen oder Leiterbahnabschnitte und dazwischen liegende Schichtbereiche der dielektrischen Schicht (DS) ausgebil-

det ist.

32. Sendemodul nach Anspruch 30 oder 31, bei dem der zweite Impedanzwandler (IT) im Signalpfad zwischen dem Leistungsverstärker (PA) und dem ersten Impedanzwandler (LP) angeordnet ist.

FIG 1

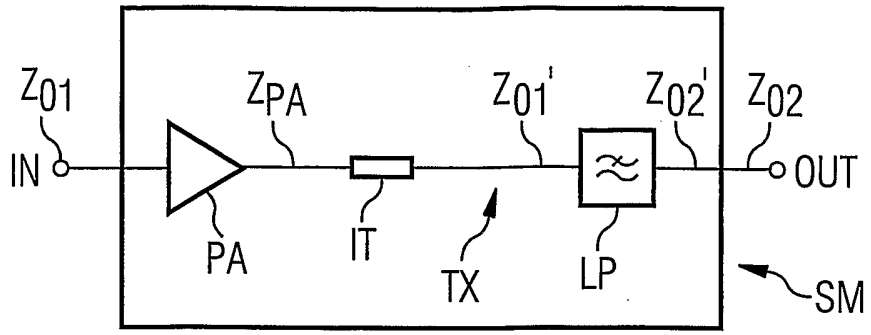


FIG 2A

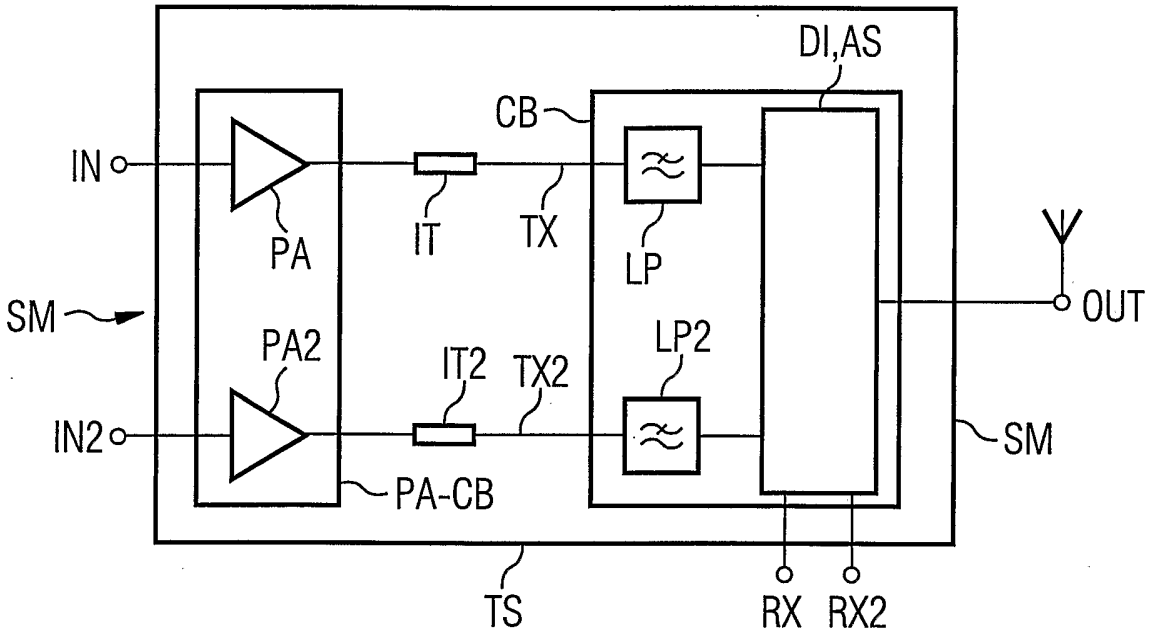


FIG 2B

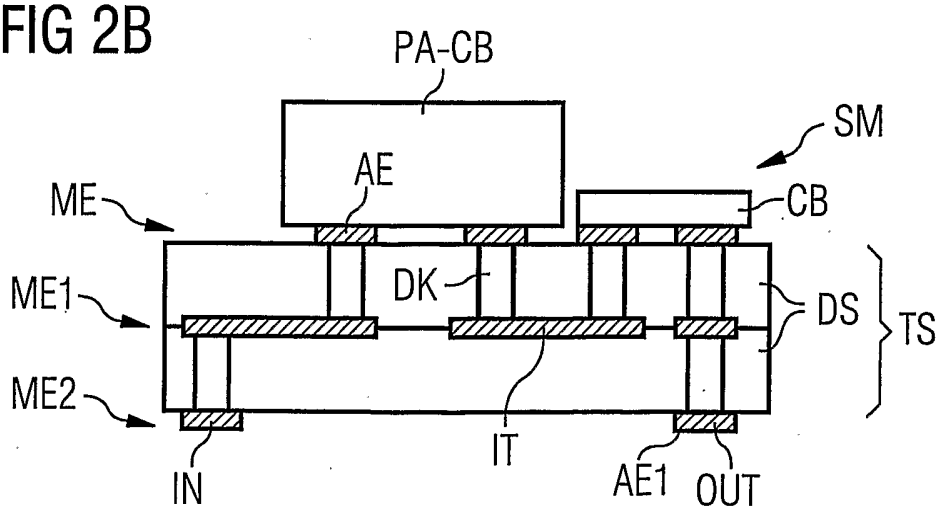


FIG 3

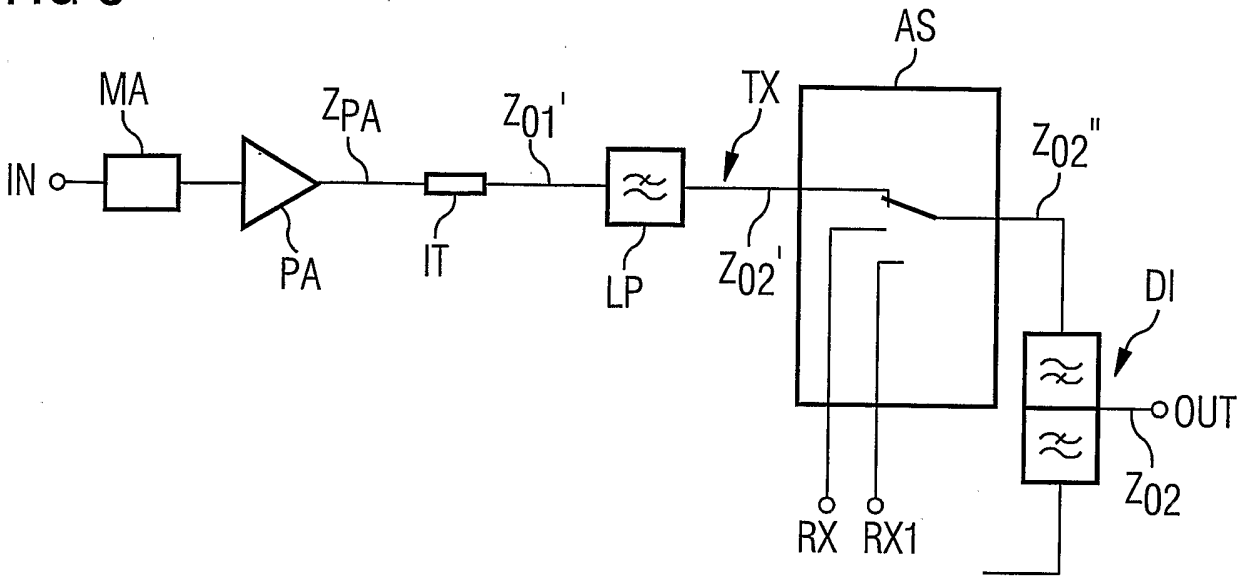

AS
MA
ZPA
Z01'
TX
Z02"
IN
PA
IT
LP
Z02'
DI
OUT
Z02
RX
RX1

FIG 5

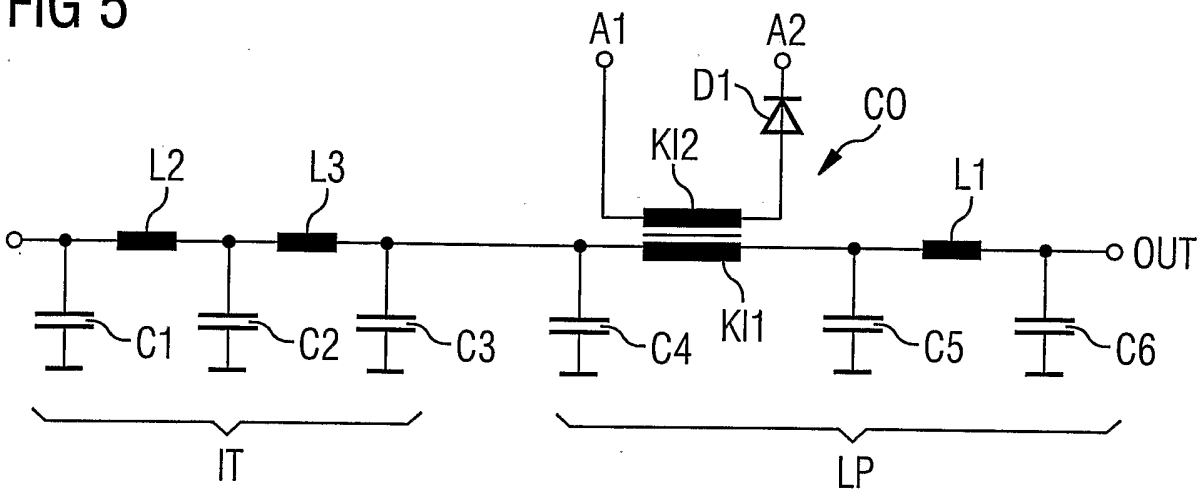

A1
A2
D1
C0
KI2
L2
L3
L1
OUT
C1
C2
C3
C4
KI1
C5
C6
IT
LP

FIG 4A

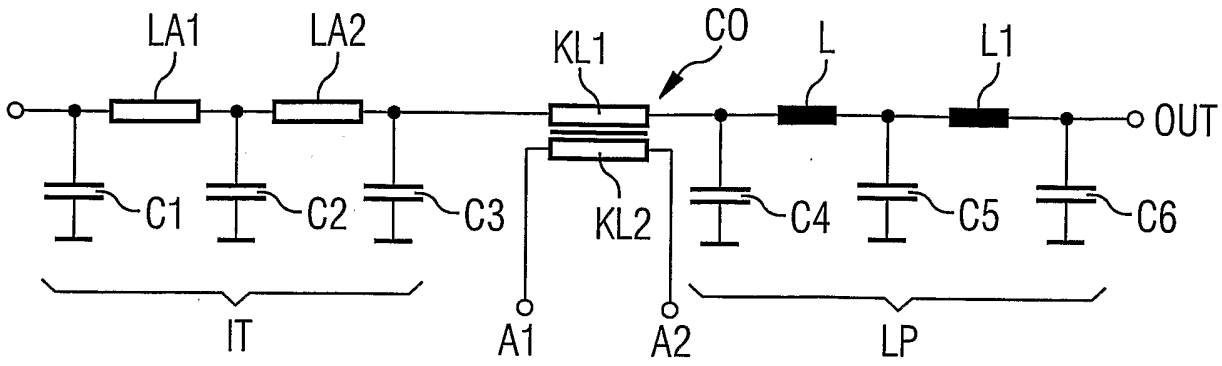


FIG 4B

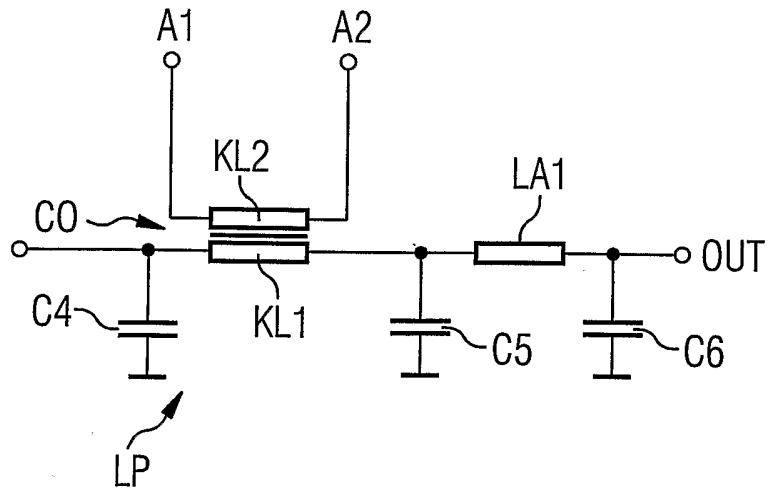


FIG 4C

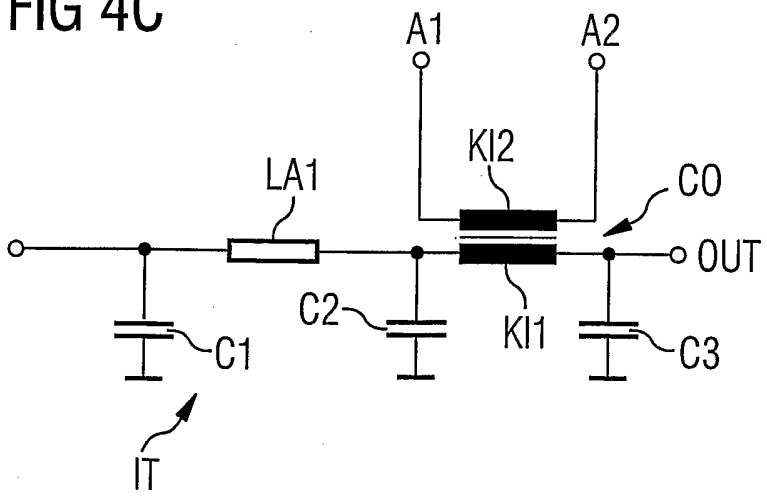


FIG 6

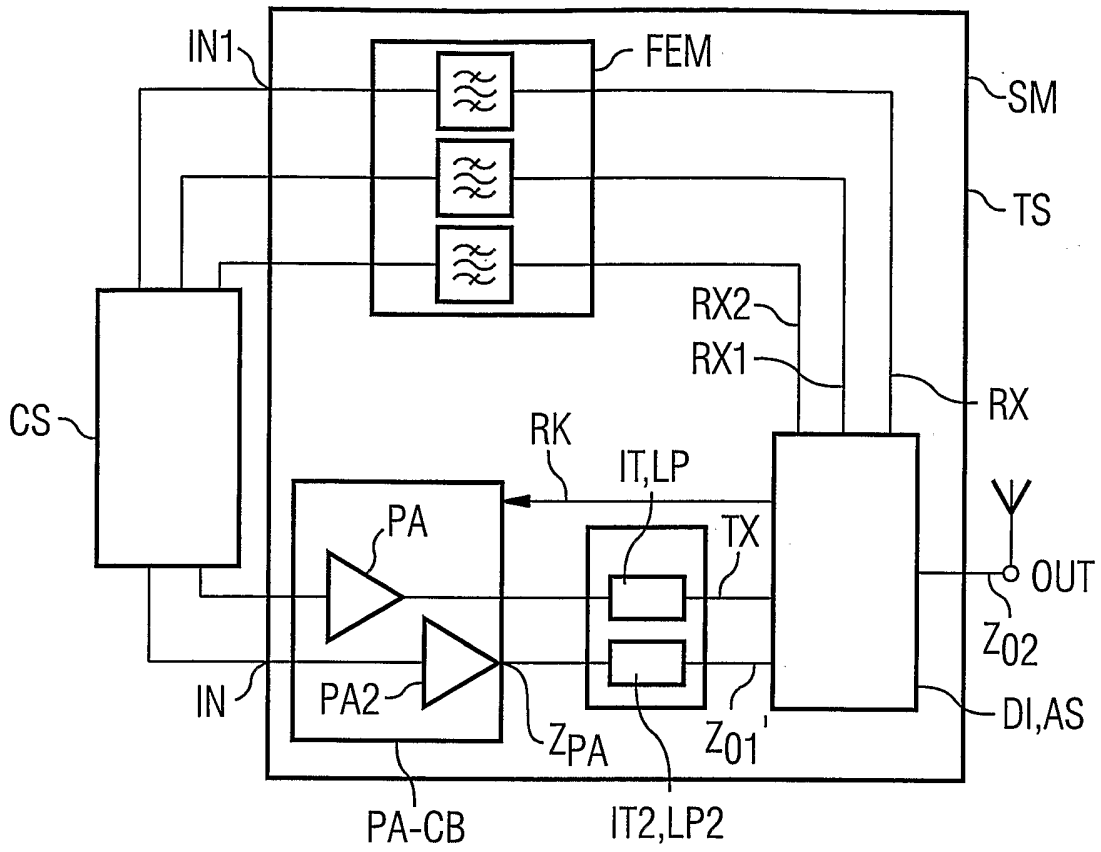
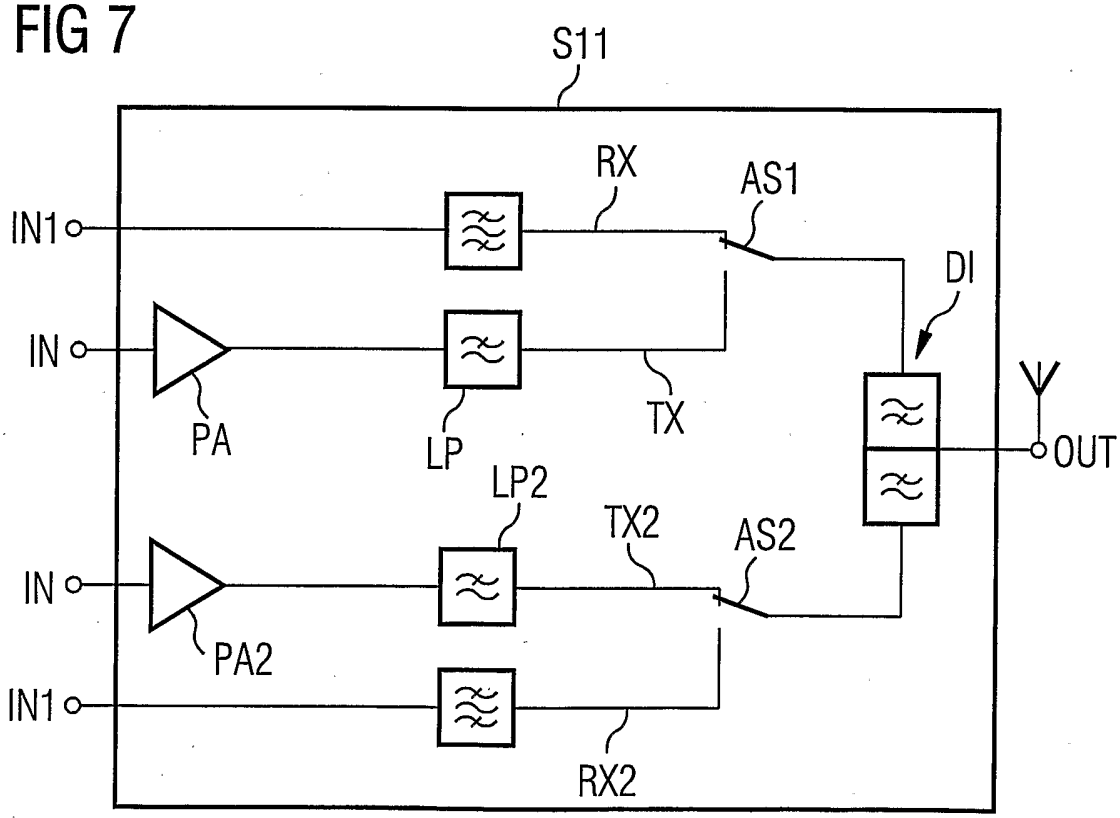

IN1
FEM
SM
TS
RX2
RX1
RX
CS
RK
IT,LP
PA
TX
OUT
IN
PA2
ZPA
Z01'
Z02
DI,AS
PA-CB
IT2,LP2

FIG 7


S11
RX
AS1
IN1
DI
IN
PA
LP
TX
OUT
LP2
TX2
AS2
IN
PA2
IN1
RX2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/004078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B1/04

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)
IPC 7 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 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	DE 101 02 891 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 29 November 2001 (2001-11-29) paragraphs '0032!,'0152!,'0165!,'0166!,'0183!,'0244!-'0250!	1,30
Y	paragraph '0033!	2-29,31, 32
Y	EP 1 233 528 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 21 August 2002 (2002-08-21) paragraphs '0008!-'0012!; figures 1-4	2-29,31, 32
A	US 2003/032396 A1 (TSUCHIYA MASAHIRO ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13) paragraphs '0034!,'0067!,'0073!; figures 1,13	1-32

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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	Date of mailing of the international search report
7 July 2004	28/07/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Aquilani, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/004078

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10102891 A	29-11-2001	JP 2001326537 A	22-11-2001
		CN 1324143 A	28-11-2001
		DE 10102891 A1	29-11-2001
		TW 507427 B	21-10-2002
EP 1233528 A	21-08-2002	JP 2002118487 A	19-04-2002
		EP 1233528 A1	21-08-2002
		WO 0232001 A1	18-04-2002
		US 2003048154 A1	13-03-2003
US 2003032396 A1	13-02-2003	JP 2003051751 A	21-02-2003
		TW 567662 B	21-12-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/004078

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04B1/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 02 891 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 29. November 2001 (2001-11-29) Absätze '0032!,'0152!,'0165!,'0166!,'0183!,'0244!-'0250!	1,30
Y	Absatz '0033!	2-29,31, 32
Y	EP 1 233 528 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 21. August 2002 (2002-08-21) Absätze '0008!-'0012!; Abbildungen 1-4	2-29,31, 32
A	US 2003/032396 A1 (TSUCHIYA MASAHIRO ET AL) 13. Februar 2003 (2003-02-13) Absätze '0034!,'0067!,'0073!; Abbildungen 1,13	1-32

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Juli 2004	28/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Aquilani, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/004078

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10102891 A	29-11-2001	JP 2001326537 A	22-11-2001
		CN 1324143 A	28-11-2001
		DE 10102891 A1	29-11-2001
		TW 507427 B	21-10-2002
EP 1233528 A	21-08-2002	JP 2002118487 A	19-04-2002
		EP 1233528 A1	21-08-2002
		WO 0232001 A1	18-04-2002
		US 2003048154 A1	13-03-2003
US 2003032396 A1	13-02-2003	JP 2003051751 A	21-02-2003
		TW 567662 B	21-12-2003