

(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  
10. Dezember 2009 (10.12.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/146862 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
G01S 1/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/003874
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Mai 2009 (29.05.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 026 698.1 4. Juni 2008 (04.06.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RÜGAMER, Alexander** [DE/DE]; Paradeis 5, 97342 Obermbreit (DE). **URQUIJO TARDIO, Santiago** [ES/DE]; St. Johan 6-191, 91056 Erlangen (DE).
- (74) Anwälte: **ZINKLER, Franz** et al.; Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, Postfach 246, 82043 Pullach bei München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-FREQUENCY BAND RECEIVER

(54) Bezeichnung: MEHRFREQUENZBAND-EMPFÄNGER

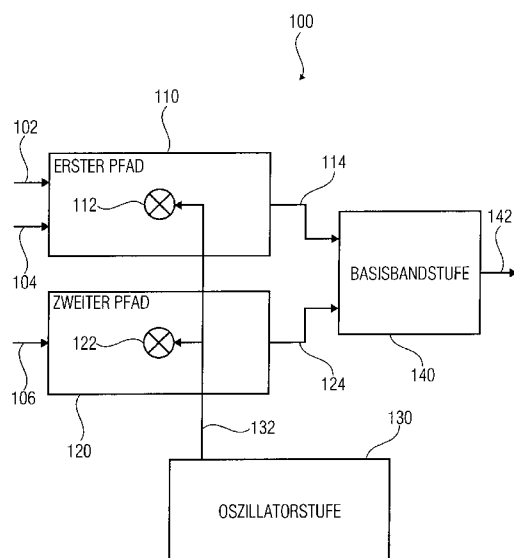


FIG 1

110... First path  
120... Second path  
130... Oscillator stage  
140... Base band stage

(57) Abstract: The invention relates to a multi-frequency band receiver comprising a first path that is designed to process a first frequency band and a second frequency band, and a second path that is designed to process a third frequency band, wherein the first frequency band and the second frequency band have a smaller distance than the first frequency band and the third frequency band while having a smaller distance than the second frequency band and the third frequency band. The multi-frequency band receiver further comprises an oscillator stage for providing a local oscillator signal having a frequency that is between the center frequency of the first frequency band and the center frequency of the second frequency band, wherein the first path has a mixer that can be supplied with the local oscillator signal, and wherein the second path has a mixer that can also be supplied with the local oscillator signal. The multi-frequency receiver also comprises a base band stage for processing output signals of the first path and for processing output signals of the second path in order to obtain a reception signal.

(57) Zusammenfassung: Ein Mehrfrequenzband-Empfänger umfasst einen ersten Pfad, der ausgelegt ist, um ein erstes Frequenzband und ein zweites Frequenzband zu verarbeiten, und einen zweiten Pfad, der ausgelegt ist, um ein drittes Frequenzband zu verarbeiten, wobei das erste Frequenzband und das zweite Frequenzband einen kleineren Abstand aufweisen als das erste Frequenzband und das dritte Frequenzband und einen kleineren Abstand aufweisen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/146862 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

als das zweite Frequenzband und das dritte Frequenzband. Des Weiteren umfasst der Mehrfrequenzband-Empfänger eine Oszillatorstufe zur Bereitstellung eines Lokoszillatorsignals, das eine Frequenz aufweist, die zwischen der Mittenfrequenz des ersten Frequenzbands und der Mittenfrequenz des zweiten Frequenzbands liegt, wobei der erste Pfad einen Mischer aufweist, der mit dem Lokoszillatorsignal versorgbar ist, und wobei der zweite Pfad einen Mischer aufweist, der ebenfalls mit dem Lokoszillatorsignal versorgbar ist. Zusätzlich weist der Mehrfrequenzband-Empfänger eine Basisbandstufe zur Verarbeitung von Ausgangssignalen des ersten Pfads und zur Verarbeitung von Ausgangssignalen des zweiten Pfads auf, um ein Empfangssignal zu erhalten.

## Mehrfrequenzband-Empfänger

### Beschreibung

5

Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung beziehen sich auf die drahtlose Datenkommunikation und im Besonderen auf einen Mehrfrequenzband-Empfänger und auf ein Verfahren zum Empfangen von Signalen mit einem Mehrfrequenzband-  
10 Empfänger.

Denkbare Eingangsarchitekturen bzw. Frontendarchitekturen („Frontend“: eingangsseitige Komponente) für Global Navigation Satellite System Empfänger (GNSS-Empfänger, GNSS: „global navigation satellite system“, globales Navigations-  
15 satellitensystem) sind nur für den Empfang von jeweils einem Frequenzband ausgelegt. Für hochgenaue GNSS-Empfänger ist aber gerade der Empfang von mehreren Frequenzbändern von herausragender Bedeutung, da sich erst damit Ungenauigkeiten durch beispielsweise Ionosphäreneffekte herausrechnen lassen.  
20

Derzeit werden bei Eingangsstufen bzw. Frontends für GNSS Mehrfrequenzband-Empfänger die einzelnen Frequenzbänder  
25 separat verarbeitet. Somit ist für jedes Frequenzband eine einzelne Eingangsstufe bzw. ein einzelnes Frontend nötig. Das beinhaltet oft auch, dass für jedes Frequenzband eine eigene Basisbandstufe und eine eigene Oszillatorstufe benötigt werden. Dadurch wird eine hohe Anzahl von Komponenten und somit auch viel Platz benötigt. Genauso summiert sich der Stromverbrauch der Eingangsstufen der verschiedenen Frequenzbänder nicht unerheblich, was beispielsweise bei mobilen Satellitennavigationsempfängern, aber auch in  
30 vielen anderen Bereichen, oft kritisch ist.

35

Eine einzelne, für mehrere Frequenzbänder ausreichend breitbandige Eingangsstufe bzw. ausreichend breitbandiges Frontend ist sehr aufwändig und benötigt aufgrund der hohen

Bandbreite viel Strom. Die hohe Bandbreite ist allerdings notwendig, da die Frequenzbänder oft weit voneinander entfernt liegen. So liegt beispielsweise im „Galileo“-GNSS das E1 Band etwa 380 MHz über dem E5a/b Band. Eine Band-  
5 breite von etwa 430 MHz wäre erforderlich.

Die Verarbeitung von mehreren Frequenzbändern in nur einer breitbandigen Eingangsstufe treibt nicht nur den Stromverbrauch stark in die Höhe, auch die Anforderungen an die  
10 verschiedenen Komponenten sind sehr hoch, da die Komponenten für einen großen Frequenzbereich ausgelegt sein müssen.

Andere Ansätze verwenden eine bei Bedarf auf andere Frequenzbänder umschaltbare Eingangsarchitektur bzw. Frontend-  
15 architektur, was aber beispielsweise für die Ionosphärenkorrektur keinen Vorteil bringt, da hierfür mindestens zwei Frequenzbänder zeitgleich zur Verfügung stehen müssen. Somit ist für alle Anwendungen, die zeitnahe Informationen aus mehreren Frequenzbändern benötigen, eine umschaltbare  
20 Eingangsarchitektur, die die verschiedenen Frequenzbänder hintereinander verarbeitet, nicht brauchbar.

Die US 2007/0096980 A1 zeigt einen RF-Empfänger für GNSS-Signale bestehend aus einem Einzelchip und einer geringen  
25 Anzahl von externen Komponenten und hat eine Anzahl von unabhängigen Signalpfaden, wobei jeder eine separate IF-Stufe und Basisband Abwärts-Wandler aufweist. Jeder Signalpfad ist an ein bestimmtes IF-Band durch die Auswahl eines externen IF-Filters angepasst. Die Lokaloszillatorfrequenz  
30 liegt mittig zwischen allen zu bearbeitenden Frequenzbändern des Empfängers.

Des Weiteren zeigt die CA 2542702 A1 einen Multi-Band-Empfänger zur Verwendung bei Satelliten-Entfernungs-  
35 Systemen.

Die WO 2006/038050 A1 zeigt einen Zweifrequenzempfänger für Signale mit ausgedehntem Spektrum, wobei ein Empfangssignal

erhalten wird, das ein erstes Signal mit einer ersten Frequenzmitte und ein zweites Signal mit einer zweiten Frequenzmitte aufweist. Die Verarbeitung erfolgt in einem Pfad.

5

Des Weiteren zeigt die US 6,038,248 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Empfang und zur Umwandlung eines Signals mit ausgedehntem Spektrum. Die Verarbeitung erfolgt wiederum in einem Pfad.

10

Die WO 2008/000383 A1 zeigt einen Signalaufbereiter zum Verarbeiten eines Empfangssignals mit einem ersten Nutzfrequenzband und einem zweiten Nutzfrequenzband. Die Verarbeitung der Frequenzbänder erfolgt in einem Pfad.

15

Des Weiteren zeigt die WO 01/39364 A1 einen Multibandempfänger. Die Verarbeitung der Signale erfolgt wieder nur in einem Pfad.

20 Zusätzlich zeigt „Pizzarulli, A.; et al.: Reconfigurable and simultaneous dual band Galileo/GPS front-end receiver in 0.13  $\mu\text{m}$  RFCMOS“ einen rekonfigurierbaren und simultanen Dualband-Galileo/GPS-Front-end-Empfänger, der in 0,13  $\mu\text{m}$  RFCMOS-Technologie (radio frequency complementary metal  
25 oxide semi-conductor, Radiofrequenz-komplementärer-Metall-Oxid-Halbleiter) realisiert wurde. Das Front-end benutzt nur eine fixe PLL und einen VCO mit einer Superheterodyn-Architektur zum Hinunterkonvertieren von zwei RF (Radiofrequenz) Signalen in zwei IF (Zwischenfrequenz) Signale im  
30 Bereich von 50 MHz bis 150 MHz. L1 und E1 Signale werden direkt in einem Kanal mit einem Mischer konvertiert. L2, E6, E5, E5a, E5b Signale werden mit einer Doppelstufen (2 Mischer)-Umwandlung hinunterkonvertiert.

35 Die DE 10 2006 029 482 A1 zeigt einen Empfänger und ein Verfahren zum Empfang eines ersten Nutzfrequenzbandes und eines zweiten Nutzfrequenzbandes, wobei die Nutzfrequenzbänder voneinander beabstandet sind, und umfasst eine

Bandpassfiltereinrichtung zur Filterung eines oder mehrerer Empfangssignale, wobei die Bandpassfiltereinrichtung ausgebildet ist, um ein Kombinationssignal, das das erste Nutzfrequenzband und das zweite Nutzfrequenzband aufweist, oder um ein erstes Bandpassfiltersignal, das das erste Nutzfrequenzband aufweist, und ein zweites Bandpassfiltersignal, das das zweite Nutzfrequenzband aufweist, zu liefern. Der Empfänger umfasst ferner eine Mischereinrichtung zum Umsetzen des Kombinationssignals oder des ersten Bandpassfiltersignals und des zweiten Bandpassfiltersignals mit einem Lokaloszillator-Signal, dessen Frequenz so ausgewählt ist, dass das erste Nutzfrequenzband und das zweite Nutzfrequenzband bezüglich der Frequenz des Lokaloszillator-Signals zumindest teilweise Spiegelbänder zueinander sind, um ein erstes Zwischenfrequenz-Signal und ein zweites Zwischenfrequenz-Signal zu erhalten. Weiterhin weist der Empfänger eine Zwischenfrequenzfiltereinrichtung zum Filtern des ersten Zwischenfrequenz-Signals und des zweiten Zwischenfrequenz-Signals auf, um ein erstes gefiltertes Zwischenfrequenz-Signal und ein zweites gefiltertes Zwischenfrequenzsignal zu erhalten.

Des Weiteren zeigt die WO 2006/085255 A1 einen Empfänger zum gleichzeitigen Empfangen verschiedener Radiofrequenz-Signale entsprechend verschiedener Standards mit einer ersten Frequenzumsetzungsstufe zur Konvertierung des Radiofrequenz-Signals in ein erstes Zwischenfrequenz-Signal und einer zweiten Frequenzumsetzungsstufe zur Konvertierung des ersten Zwischenfrequenz-Signals in ein zweites Zwischenfrequenz-Signal und einer Verarbeitungsstufe zur Wiedergewinnung einer ersten Information von dem ersten Zwischenfrequenz-Signal und einer zweiten Information von dem zweiten Zwischenfrequenz-Signal.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Mehrfrequenzband-Empfänger zur Verarbeitung von Signalen aus mehr als zwei Frequenzbändern zu schaffen, der eine geringe

Anzahl an Komponenten benötigt und einen geringen Stromverbrauch aufweist.

5 Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 21 gelöst.

Ein Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung schafft einen Mehrfrequenzband-Empfänger, der einen ersten Pfad, der ausgelegt ist, um ein erstes Frequenzband und ein zweites  
10 Frequenzband zu verarbeiten, und einen zweiten Pfad, der ausgelegt ist, um ein drittes Frequenzband zu verarbeiten, umfasst. Dabei weist das erste Frequenzband und das zweite Frequenzband einen kleineren Abstand als das erste Fre-  
15 quenzband und das dritte Frequenzband und einen kleineren Abstand als das zweite Frequenzband und das dritte Fre-  
quenzband auf. Des Weiteren umfasst der Mehrfrequenzband-Empfänger eine Oszillatorstufe zur Bereitstellung eines Lokaloszillatorsignals, das eine Frequenz aufweist, die  
20 zwischen der Mittenfrequenz des ersten Frequenzbands und der Mittenfrequenz des zweiten Frequenzbands liegt, wobei der erste Pfad einen Mischer aufweist, der mit dem Lokaloszillatorsignals versorgbar ist, und wobei der zweite Pfad einen Mischer aufweist, der ebenfalls mit dem Lokaloszillatorsignals versorgbar ist. Ein weiteres Merkmal des Mehr-  
25 frequenzband-Empfängers ist eine Basisbandstufe zur Verarbeitung von Ausgangssignalen des ersten Pfads und des zweiten Pfads, um ein Empfangssignal zu erhalten.

Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung basieren auf dem  
30 Kerngedanken, dass mit einem Empfänger mehr als zwei Frequenzbänder verarbeitet werden, wobei die Anzahl der Pfade, in denen unterschiedliche Frequenzbänder verarbeitet werden, kleiner ist als die Anzahl der zu verarbeitenden Frequenzbänder und größer ist als 1. Dabei werden Frequenz-  
35 bänder mit kleinem Abstand in einem gemeinsamen Pfad verarbeitet und Frequenzbänder mit einem großen Abstand in unterschiedlichen Pfaden verarbeitet.

Damit wird ein Mittelweg zwischen den beschriebenen Empfängern mit nur einem Verarbeitungspfad für alle Frequenzbänder und Empfängern mit je einem Verarbeitungspfad pro Frequenzband gewählt.

5

Durch die erfindungsgemäße Zuordnung der zu verarbeitenden Frequenzbänder, je nach deren Abstand zueinander, in getrennte oder gemeinsame Pfade, kann die Anzahl der Komponenten und somit auch der Platzbedarf reduziert werden, was  
10 auch direkt zu einer Kostenreduktion führt.

Andererseits wird auch der Stromverbrauch gesenkt.

Zusätzlich können die Anforderungen an die Komponenten, im  
15 Vergleich zu einem Empfänger mit nur einem Verarbeitungspfad für alle Frequenzbänder, entspannt werden, da für die einzelnen Pfade Komponenten mit geringeren Bandbreiten notwendig sind, was ebenfalls zu einer Kostenersparnis führt.

20

Zusätzlich kann durch die Nutzung des gleichen Lokaloszillatorsignals in mehreren Pfaden die Anzahl der notwendigen Oszillatoren bzw. die Komplexität der Oszillatorstufe gesenkt werden, wodurch noch weitere Komponenten eingespart  
25 werden können.

Bei einigen Ausführungsbeispielen wird durch die Anpassung des Lokaloszillatorsignals der Oszillatorstufe an die Frequenzbänder, die in einem gemeinsamen Pfad bearbeitet  
30 werden, beispielsweise eine Spiegelfrequenzunterdrückung entfallen, da dann ein Frequenzband die Spiegelfrequenz eines anderen Frequenzbands darstellt. Damit kann die Komplexität und dadurch wiederum die Anzahl der notwendigen Komponenten gesenkt werden.

35

Bei einigen weiteren Ausführungsbeispielen kann, durch eine Anpassung der Signale der Oszillatorstufe auf die zu verarbeitenden Frequenzbänder, der Empfänger mit nur einer

Oszillatorstufe und mit nur einer Basisbandstufe auskommen, was zu einer Reduktion der notwendigen Komponenten führt und damit die Effizienz hinsichtlich Platz-, Kosten- und Leistungsaufnahme steigert.

5

Bei einigen Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung sind zumindest zwei der Frequenzbänder, die in einem gemeinsamen Pfad verarbeitet werden, so moduliert, dass während der Verarbeitung der Signale ein Hochpassfilter störende Effekte wie 1/f-Rauschen oder einen DC-Offset (DC-Offset: Gleichspannungsversatz) unterdrücken kann.

Einige Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung umfassen einen Kombiniierer, der ausgelegt ist, um ein Signal an einem Ausgang des ersten Pfads und ein Signal an einem Ausgang des zweiten Pfads zu überlagern und das überlagerte Signal einem Eingang der Basisbandstufe zur Verfügung zu stellen. Dabei sind das Signal am Ausgang des ersten Pfads und das Signal am Ausgang des zweiten Pfads so ausgelegt, dass Informationen der einzelnen Signale trotz der Überlagerung wieder getrennt werden können. Dadurch kann der Mehrfrequenzband-Empfänger beispielsweise mit nur einer Basisbandstufe realisiert werden.

Einige Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung ermöglichen den simultanen Empfang von drei Frequenzbändern mit einer minimalen Anzahl an Komponenten und nur einer einzigen Oszillatorstufe bzw. nur einem einzigen Frequenzsynthesizer, was eine Integration und ein kompaktes sowie leistungsarmes Design (Aufbau) ermöglicht.

Einige Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung beziehen sich auf eine Eingangsarchitektur bzw. Frontendarchitektur für GNSS (GNSS: „global navigation satellite system“, globales Navigationssatellitensystem) Mehrfrequenzband-Empfänger.

Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Mehrfrequenzband-Empfängers;
- Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Antennenstufe eines Mehrfrequenzband-Empfängers;
- 10 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Leistungsdichte-Frequenz-Diagramms von Signalen;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Schnittstelle zwischen dem ersten Pfad und dem zweiten Pfad auf der einen Seite und der Basisbandstufe auf der anderen Seite eines Mehrfrequenzband-Empfängers;
- 15 Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Oszillatorstufe eines Mehrfrequenzband-Empfängers;
- 20 Fig. 6 ein Blockschaltbild eines Mehrfrequenzband-Empfängers;
- 25 Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Leistungsdichte-Frequenz-Diagramms bzw. eines Leistungsdichtespektrums eines komplexen Basisbandsignals; und
- 30 Fig. 8 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Empfangen von Signalen mit einem Mehrfrequenzband-Empfänger.
- 35 Fig. 9 ein Blockschaltbild eines Kombinierers eines Mehrfrequenzband-Empfängers

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Mehrfrequenzband-Empfängers 100 entsprechend einem Ausführungsbeispiel gemäß

der Erfindung. Der Empfänger 100 umfasst einen ersten Pfad 110 zur Verarbeitung eines ersten Frequenzbands 102 und eines zweiten Frequenzbands 104 und einen zweiten Pfad 120 zur Verarbeitung eines dritten Frequenzbands 106. Dabei  
5 weisen das erste Frequenzband 102 und das zweite Frequenzband 104 einen kleineren Abstand als das erste Frequenzband 102 und das dritte Frequenzband 106 und einen kleineren Abstand als das zweite Frequenzband 104 und das dritte Frequenzband 106 auf. Des Weiteren umfasst der Empfänger  
10 eine Oszillatorstufe 130 zur Bereitstellung eines Lokaloszillatorsignals 132. Die Frequenz des Lokaloszillatorsignals 132 liegt dabei zwischen der Mittenfrequenz des ersten Frequenzbands 102 und der Mittenfrequenz des zweiten Frequenzbands 104. Zusätzlich weisen der erste Pfad 110 und  
15 der zweite Pfad 120 je einen Mischer 112, 122 auf, wobei beide Mischer 112, 122 mit dem gleichen Lokaloszillatorsignal 132 versorgbar sind. Des Weiteren umfasst der Empfänger 100 eine Basisbandstufe 140, die zur Verarbeitung von Ausgangssignalen 114 des ersten Pfads 110 und von Ausgangssignalen 124 des zweiten Pfads 120 dient, um ein Empfangssignal 142 zu erhalten.

Durch die Verarbeitung von Frequenzbändern mit geringem Abstand im selben Signalverarbeitungspfad und der separaten  
25 Verarbeitung von Frequenzbändern mit großem Abstand in unterschiedlichen Signalverarbeitungspfaden kann die notwendige Bandbreite für jeden einzelnen Pfad gering gehalten werden, was beispielsweise den Stromverbrauch senkt. Zusätzlich können die Anforderungen an die Komponenten, im  
30 Vergleich zu einem Empfänger mit nur einem Verarbeitungspfad für alle Frequenzbänder, entspannt werden, da für die einzelnen Pfade Komponenten mit geringeren Bandbreiten notwendig sind.

35 Des Weiteren kann der Empfänger 100 so zu gestalten sein, dass nur eine Oszillatorstufe 130 und eine Basisbandstufe 140 benötigt werden, wodurch die Anzahl der notwendigen Komponenten reduziert wird.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Antennenstufe 200 eines Mehrfrequenzband-Empfängers entsprechend einem Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung. Die Antennenstufe 200 umfasst eine Antenne 210, einen ersten Ausgangszweig 220 und einen zweiten Ausgangszweig 230. Dabei weist der erste Ausgangszweig 220 ein erstes Frequenzbandfilter 222 und der zweite Ausgangszweig 230 ein zweites Frequenzbandfilter 232 auf. Das erste Frequenzbandfilter 222 ist dabei für einen Frequenzbereich, der das erste Frequenzband 102 und das zweite Frequenzband 104 umfasst, ausgelegt und das zweite Frequenzbandfilter 232 ist für einen Frequenzbereich, der das dritte Frequenzband 106 umfasst, ausgelegt. Dabei liegen das erste Frequenzband 102 und das zweite Frequenzband 104 nicht innerhalb der oberen und unteren Grenzfrequenz des zweiten Frequenzbandfilters 232. Genau so liegt das dritte Frequenzband 106 nicht innerhalb der oberen und unteren Grenzfrequenz des ersten Frequenzbandfilters 222.

Durch die beschriebene Anpassung der Grenzfrequenzen der Frequenzbandfilter 222, 232 können am Ausgang des ersten Ausgangszweigs 220 Signale des ersten Frequenzbands 102 und des zweiten Frequenzbands 104 zur Verfügung gestellt werden, nicht jedoch die Signale des dritten Frequenzbands 106. Entsprechend können am Ausgang des zweiten Ausgangszweigs 230 Signale des dritten Frequenzbands 106 zur Verfügung gestellt werden, nicht jedoch die Signale des ersten Frequenzbands 102 und des zweiten Frequenzbands 104.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Leistungsdichte-Frequenz-Diagramms 300 von Signalen, wie sie beispielsweise in dem ersten Frequenzband 102 und in dem zweiten Frequenzband 104 vorkommen können. Das Diagramm 300 zeigt ein mögliches Frequenzspektrum des ersten Frequenzbands 102 und des zweiten Frequenzbands 104, die so moduliert sein können, dass mindestens 50 %, bevorzugt jedoch mehr als 90%, der modulierten Leistung von jedem der beiden Frequenzbänder in einem Frequenzbereich liegt,

dessen Absolutbetrag größer ist als ein Wert einer Modulationsgrenzfrequenz 330. Dabei markiert die strichpunktierte Linie 312 im Bereich des ersten Frequenzbands 102 eine Frequenz, bei der 50 % der modulierten Leistung des ersten  
5 Frequenzbands 102 in einem Bereich mit höheren Frequenzen liegt und 50 % der modulierten Leistung des ersten Frequenzbands 102 in einem Bereich mit niedrigeren Frequenzen liegt. Dementsprechend markiert die zweite strichpunktierte Linie 322 im Bereich des zweiten Frequenzbands 104 eine  
10 Frequenz, bei der 50 % der modulierten Leistung des zweiten Frequenzbands 104 in einem Bereich mit höheren Frequenzen liegt und 50 % der modulierten Leistung des zweiten Frequenzbands 104 in einem Bereich mit niedrigeren Frequenzen liegt. Die strichlierten Linien markieren beispielhaft  
15 einen Wert für eine Modulationsgrenzfrequenz 330.

Bei einigen Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung kann bei Vorliegen eines Frequenzspektrums, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, ein Hochpassfilter, mit einer Hochpassgrenzfrequenz die der Modulationsgrenzfrequenz 330 entspricht,  
20 genutzt werden, um störende Effekte, wie beispielsweise 1/f-Rauschen oder einen DC-Offset (DC-Offset: Gleichspannungsversatz), zu unterdrücken. Beispielsweise kann durch eine erfindungsgemäße Wahl der Frequenz des Lokaloszillatorsignals, das den Mischer 112 in dem ersten Pfad 110  
25 versorgt, ein Frequenzspektrum, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, erzeugt werden und dementsprechend ein Hochpassfilter in der beschriebenen Form eingesetzt werden.

30 Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Schnittstelle 400 zwischen dem ersten Pfad 110 und dem zweiten Pfad 120 auf der einen Seite und der Basisbandstufe 140 auf der anderen Seite eines Mehrfrequenzband-Empfängers entsprechend einem Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung.  
35 Die Schnittstelle 400 umfasst einen Kombinierer 450, der ein Ausgangssignal des ersten Pfads 110 mit einem Ausgangssignal des zweiten Pfads 120 überlagert und die Überlagerung als Eingangssignal der Basisbandstufe 140 bereit-

stellt. Dabei können beispielsweise der erste Pfad 110, der zweite Pfad 120 und die Basisbandstufe 140 in Inphasen-Quadraturphasen-Architektur ausgelegt sein. Der erste Pfad 110 und der zweite Pfad 120 umfassen dazu je einen Inphasen-Ausgang 412, 422 und einen Quadraturphasen-Ausgang 414, 424 und die Basisbandstufe 140 umfasst einen Inphasen-Eingang 442 und einen Quadraturphasen-Eingang 444. Der Kombinierer 450 überlagert dabei Signale des Inphasen-Ausgangs 412 des ersten Pfads 110 mit Signalen des Inphasen-Ausgangs 422 des zweiten Pfads 120 und stellt die überlagerten Signale der Basisbandstufe 140 an ihrem Inphasen-Eingang 442 zur Verfügung. Entsprechend überlagert der Kombinierer 450 Signale des Quadraturphasen-Ausgangs des ersten Pfads 110 mit Signalen des Quadraturphasen-Ausgangs des zweiten Pfads 120 und stellt die überlagerten Signale der Basisbandstufe 140 an ihrem Quadraturphasen-Eingang 444 zur Verfügung. Dabei sind die Signale an den Ausgängen 412, 414 des ersten Pfads 110 und Signale an den Ausgängen 422, 424 des zweiten Pfads 120 so ausgelegt, dass die Informationen der einzelnen Signale trotz der Überlagerung wieder voneinander getrennt werden können. Dies kann beispielsweise durch die Inphasen-Quadraturphasen-Architektur gewährleistet sein. Des Weiteren können die Signale in den unterschiedlichen Frequenzbändern durch ein Zeitmultiplexverfahren (TDMA), ein Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) oder ein Codemultiplexverfahren (CDMA) moduliert sein. Es kann dadurch ermöglicht werden, dass die Informationen der unterschiedlichen Signale erst in einem Digitalteil der Basisbandstufe 140 oder in einem Digitalteil eines nachfolgenden Bauteils getrennt werden.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild einer Oszillatorstufe 130 eines Mehrfrequenzband-Empfängers entsprechend einem Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung. Die Oszillatorstufe 130 umfasst genau einen Referenzoszillator 510 und genau einen spannungsgesteuerten Oszillator 520, wobei der spannungsgesteuerte Oszillator 520 durch eine Phasenregelschleife 522 gesteuert werden kann. Der spannungsgesteuerte

Oszillator 520 liefert ein Grundoszillatorsignal, aus dem beispielsweise durch einen Teiler 530 ein Lokaloszillatorsignal 132 erzeugt werden kann. Des Weiteren kann durch einen weiteren Teiler 540 aus dem Grundoszillatorsignal ein  
5 weiteres Lokaloszillatorsignal 542 erzeugt werden.

Durch eine Abstimmung der Frequenzen des Referenzoszillators 510 und des spannungsgesteuerten Oszillators 520 auf den Frequenzbereich der Frequenzbänder, die durch den  
10 Mehrfrequenzband-Empfänger verarbeitet werden sollen, kann der Mehrfrequenzband-Empfänger mit nur einer Oszillatorstufe nach dem hier beschriebenen Prinzip auskommen. Es können dann durch diese eine Oszillatorstufe 130 alle Oszillatorsignale bereitgestellt werden, die für den Mehrfrequenzband-  
15 Empfänger benötigt werden.

Fig. 6 zeigt ein Blockschaltbild eines Mehrfrequenzband-Empfängers 600 entsprechend einem Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung. Das Ausführungsbeispiel gibt beispielhaft  
20 Werte für die verschiedenen Frequenzbänder an, wie sie bei dem „Galileo“ GNSS vorkommen. Das erste Frequenzband 102 wird dabei durch das Frequenzband E5a, das zweite Frequenzband 104 wird durch das Frequenzband E5b und das dritte Frequenzband 106 wird durch das Frequenzband E1 dargestellt.  
25 Der beschriebene Mehrfrequenzband-Empfänger 600 kann aber auch an andere Frequenzbänder angepasst werden. In diesem Ausführungsbeispiel besteht der HF-Pfad (Hochfrequenzpfad) bzw. die Antennenstufe 200 aus einer Antenne 210 mit einem breitbandigen, rauscharmen Verstärker 602 („low noise amplifier“, LNA) und Frequenzbandfiltern 222, 232.  
30 Für eine niedrige Gesamttrauschzahl des Empfängers, und um die Rauschzahlanforderung der Eingangsstufe bzw. des Frontends („Frontend“: eingangsseitige Komponente) zu entspannen, ist ein LNA 602 direkt an der Antenne 210 sinnvoll. Es  
35 folgen zwei Frequenzbandfilter 222, 232 für beispielsweise E1 (Mittelfrequenz 1.575,42 MHz; 14 MHz 3-dB-Bandbreite) und E5a/b (Mittelfrequenz 1.191,795 MHz und 51 MHz 3-dB-Bandbreite).

Da ein gemeinsamer LNA für E1 und E5a/b sehr breitbandig sein müsste, was eine hohe Leistungsaufnahme zur Folge hätte, können stattdessen beispielsweise jeweils ein LNA  
5 604 für E1 und ein LNA 606 für E5a/b eingesetzt werden.

Ein erster Pfad 110 bzw. E5 Pfad ist als „Zero-IF“-Architektur („Zero-IF“: „Zero intermediate frequency“, Zwischenfrequenz gleich Null, Null-IF) ausgeführt. Der  
10 Lokaloszillator 132 (LO, „local oscillator“) mit beispielsweise 1.192 MHz liegt mittig zwischen den Frequenzbändern E5a und E5b. Damit liegt E5a als Spiegelfrequenz zu E5b im gleichen Basisbandbereich. Es wird zum Beispiel ein Inphasen-Quadraturphasen-Mischer 112 eingesetzt. Durch bei-  
15 spielsweise eine AltBOC Modulation (AltBOC: „alternating binary offset carrier“, alternierender binärer Versatzträger) im „Galileo“ E5 Frequenzband, ist im Basisbandspektrum um 0 bis 5 MHz kaum Nutzsignalleistung enthalten, was beispielsweise in Fig. 7 gezeigt ist. Deshalb werden diese  
20 Frequenzen mit einem Hochpass 608 (DC-Block, Gleichstromblock) gefiltert. Dadurch können die typisch störenden Low-IF-Effekte (Low-IF: „low intermediate frequency“, niedere Zwischenfrequenz, Nieder-IF), wie beispielsweise 1/f-Rauschen und DC-Offset (DC-Offset: Gleichstromversatz),  
25 beseitigt werden, ohne dass das Nutzsignal merkbar verschlechtert wird.

Im zweiten Pfad 120 bzw. E1 Pfad wird das HF-Signal (Hochfrequenzsignal) zunächst mit der gleichen Lokaloszillator-  
30 frequenz 132 wie auch in dem ersten Pfad 110 bzw. E5 Pfad gemischt und somit auf eine erste Zwischenfrequenz („intermediate frequency“; IF) von ca. 383,42 MHz umgesetzt. Die Spiegelfrequenzunterdrückung erfolgt durch das E1 Frequenzbandfilter 232. Von dieser ersten Zwischenfrequenz bzw. IF  
35 aus folgt eine weitere Frequenzumsetzung mit einer Lokaloszillatorfrequenz 542 (LO-Frequenz) von beispielsweise 397,33 MHz auf die Basisband Low-IF (Low-IF: Nieder-IF) von

13,91 MHz. Beide Mischer 122, 610 sind wieder in Inphase und Quadraturphase ausgeführt.

Im gemeinsamen Basisband werden jeweils die Inphasen- und  
5 Quadraturphasenzweige vom E1 und E5 Pfad zusammengeführt  
und zum Beispiel additiv überlagert. Das komplexe Basisband  
ist beispielsweise in Fig. 7 dargestellt. Es folgt jeweils  
ein Anti-Aliasing Tiefpassfilter 612 („Anti-Aliasing“:  
Antispiegelung) mit einer Grenzfrequenz von etwa 30 MHz.  
10 Anschließend werden beide Pfade von einem „variable gain  
amplifier“ 614 („variable gain amplifier“: VGA, Verstärker  
mit variablem Verstärkungsfaktor) konditioniert und jeweils  
mit einem Analog-Digital-Konverter 616 (ADC) abgetastet.  
Die ADC Abtastfrequenz kann direkt von der Quarzfrequenz  
15 bzw. von der Frequenz des Referenzoszillators 510 abgegrif-  
fen werden.

Alle nötigen Lokaloszillatorfrequenzen 132, 542 für die  
Mischer 112,122,610 vom E5 und E1 Pfad werden aus dem  
20 gleichen Frequenzsynthesizer bzw. der gleichen Oszillator-  
stufe 130 abgeleitet. Die E5 Lokaloszillatorfrequenz (in  
Fig. 6 auch als F\_LO\_E5 bezeichnet) entspricht der ersten  
E1 Lokaloszillatorfrequenz (in Fig. 6 auch als F\_LO1\_E1  
bezeichnet). Die zweite E1 Lokaloszillatorfrequenz (in  
25 Fig. 6 auch als F\_LO2\_E1 bezeichnet) ist beispielsweise  
genau ein Drittel der ersten und kann somit durch einen  
einfachen digitalen Frequenzteiler 540 erzeugt werden.  
Durch diese Frequenzwahl kann der Frequenzsynthesizer bzw.  
die Oszillatorstufe 130 der „Phase Locked Loop“ 522 („Phase  
30 Locked Loop“: PLL, Phasenregelschleife) einfach und leis-  
tungsarm aufgebaut werden. Zudem ist es möglich, den Fre-  
quenzteiler so auszulegen, dass beispielsweise nur digitale  
„geteilt durch zwei“ Teiler nötig sind, welche sich gut  
integrieren lassen und wenig Leistung benötigen.

35

Zusätzlich zu den bereits beschriebenen Komponenten weist  
der erste Pfad 110 bzw. E5 Pfad in Signalverarbeitungsrich-  
tung nach dem Mischer 112 je einen Verstärker 618 in dem

Inphasen-Zweig und in dem Quadraturphasen-Zweig auf. Genau-  
so umfasst der zweite Pfad 120 bzw. El Pfad nach jedem der  
beiden Mischer 122, 610 je einen Verstärker 620, 622 in dem  
Inphasen-Zweig und in dem Quadraturphasen-Zweig. Die Ver-  
5 stärker 618, 620, 622 können beispielsweise als Verstärker  
mit variablem Verstärkungsfaktor ausgelegt werden, um zum  
Beispiel die Leistungspegel zwischen dem ersten Pfad 110  
und dem zweiten Pfad 120 anpassen zu können.

10 Des Weiteren umfasst die Basisbandstufe 140 im Inphasen-  
und Quadraturphasenzweig je einen Puffer 624, der in Sig-  
nalverarbeitungsrichtung nach den Analog-Digital-Konvertern  
616 angeordnet ist.

15 Durch die Oszillatorstufe 130 bzw. den Frequenzsynthesizer  
werden alle benötigten Oszillatorsignale 132, 542 zur  
Verfügung gestellt. Dafür umfasst die Oszillatorstufe 130  
einen Referenzoszillator 510, der eine Frequenz von bei-  
spielsweise 74,5 MHz aufweist und dessen Referenzoszilla-  
20 torsignal 626 direkt für die Ansteuerung der Analog-  
Digital-Wandler 616 in der Basisbandstufe verwendet werden  
kann. Des Weiteren ist der Referenzoszillator 510 mit einem  
Puffer 628 verbunden, von dem aus das Referenzoszillator-  
signal an einen Phasendetektor 629, der Teil einer Phasen-  
25 regelschleife 522 eines spannungsgesteuerten Oszillators  
520 ist, weitergeleitet wird. An einem zweiten Eingang des  
Phasendetektors 629 liegt das Oszillatorsignal des span-  
nungsgesteuerten Oszillators 520 an, das zuvor durch 32  
geteilt wurde (wie in Fig. 6 durch die beiden Teiler 630,  
30 632 gezeigt). Nach dem Phasendetektor 629 sind eine La-  
dungspumpe („CP“: „charge pump“, Ladungspumpe) 634 und ein  
Schleifenfilter 636 angeordnet, die ein Signal liefern, mit  
dem der spannungsgesteuerte Oszillator 520 gesteuert wird.  
Der spannungsgesteuerte Oszillator 520 liefert ein Grundos-  
35 zillatorsignal mit einer Frequenz von beispielsweise 2.384  
MHz. Aus dieser Grundfrequenz kann einerseits durch einen  
„geteilt durch zwei“ Teiler 530 das erste Lokaloszillator-  
signal 132 (F\_LO\_E5, F\_LO1\_E1) mit einer Frequenz von

beispielsweise 1.192 MHz erzeugt werden, andererseits kann aus dem Grundoszillatorsignal in einem anderen Zweig die Grundoszillatorfrequenz durch sechs geteilt werden (wie in Fig. 6 durch die beiden Teiler 540, 638 gezeigt) und dadurch das zweite Lokalszillatorsignal 542 (F\_LO2\_E1) mit einer Frequenz von beispielsweise 397,33 MHz erzeugt werden. Beide Lokalszillatorsignale 132, 542 können durch die Oszillatorstufe 130 bzw. den Frequenzsynthesizer für die Inphasen-Quadraturphasen-Mischer 112, 122, 610 als Inphasen-Signal und als beispielsweise 90°-phasenverschobenes Signal (wie in Fig. 6 durch die beiden Phasenglieder 640, 642 gezeigt) zur Verfügung gestellt werden.

Bei der in Figur 6 dargestellten Oszillatorstufe 130 bzw. dem dargestellten Frequenz-Synthesizer können die „geteilt durch 2“-Teiler 530, 632, 638 eingespart werden, wenn ein spannungsgesteuerter Oszillator 520 mit entsprechend halbiertes Grundfrequenz verwendet wird. Das ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn ein kostengünstiger spannungsgesteuerter Oszillator 520 in ausreichender Qualität verfügbar ist und die Phasenverschiebung für das phasenverschobene Lokalszillatorsignal entsprechend anders gelöst wird.

Das komplexe Basisbandsignal, das beispielsweise in Fig. 7 gezeigt ist, kann, durch die vorgenommene Inphasen-Quadraturphasen-Umsetzung, im Digitalen wieder getrennt werden. Eine Weiterverarbeitung ist allerdings auch ohne eine solche Trennung möglich, wenn es sich beispielsweise um „Direct Sequence Spread Spectrum“ Signale („Direct Sequence Spread Spectrum“: DSSS, direktes Sequenzstreuungsspektrum) z. B. des „Galileo“ GNSS (globales Navigationssatellitensystem) handelt. Beispielsweise mit Hilfe einer Kreuzkorrelationsfunktion kann man das gesuchte Signal erhalten. Das überlagerte Signal verhält sich hierbei als nahezu reines, weißes Rauschen. Durch den hohen Spreizfaktor der DSSS Signale, kann das zusätzliche Rauschen gut kompensiert werden.

Der in Fig. 6 gezeigte Mehrfrequenzband-Empfänger kann beispielsweise als Drei-Frequenzband „Galileo“ GNSS Empfänger verwendet werden.

5 Einige Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung stellen eine Eingangsarchitektur bzw. Frontend-Architektur mit einer minimalen Anzahl an Komponenten für einen hochgenauen GNSS Mehrfrequenzband-Empfänger dar. Beispielsweise können die drei „Galileo“ GNSS Frequenzbänder (E1, E5a und E5b)  
10 damit gleichzeitig empfangen werden. Bei entsprechender Anpassung der Frequenzen lässt sich diese Architektur auch zum Beispiel für Frequenzbänder von anderen GNSS (wie beispielsweise „Navstar“ oder „Compass“) oder zum gleichzeitigen Empfang von Frequenzbändern aus verschiedenen  
15 Systemen einsetzen. Durch die geringe Anzahl an nötigen Komponenten bietet sich eine kompakte und leistungsarme Integration an.

Weitere Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung ermöglichen beispielsweise die Galileo Frequenzbänder E1, E5a und E5b zeitgleich zu empfangen. Die maximal notwendige HF-Bandbreite kann nur etwa 60 MHz betragen. Die letztlich abgetastete Basisbandbreite liegt bei unter 30 MHz. Durch  
20 erfindungsgemäße Auslegung des Frequenzsynthesizers bzw. der Oszillatorstufe und dessen Nutzung, sowie Überlagerung der drei Frequenzbänder im Basisband, können Platz-, Kosten- und Leistungsaufwand des Empfängers minimiert werden. Eine hoch integrierte, kompakte Lösung mit niedriger Leistungsaufnahme ist daher möglich.

30 Einige Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung stellen eine Eingangsarchitektur bzw. Frontend-Architektur für einen „Galileo“ GNSS Drei-Frequenzband-Empfänger (E1, E5a und E5b) dar und benötigen weniger Komponenten als es bei  
35 zwei oder drei unabhängigen Empfängern der Fall wäre.

Weitere Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung benötigen nur einen Frequenzsynthesizer bzw. eine Oszillatorstufe,

aus dem sich alle notwendigen Frequenzen leicht ableiten lassen. Des Weiteren kann der Frequenzteiler durch einfache, digitale „geteilt durch zwei“ Glieder aufgebaut werden.

5

Bei einigen Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung kann die Spiegelfrequenzunterdrückung in beiden Pfaden komplett entfallen. In dem ersten Pfad bzw. E5 Pfad nutzt man die Spiegelfrequenz sogar, in dem zweiten Pfad bzw. E1 Pfad wird die Spiegelfrequenzunterdrückung schon durch das  
10 vorhergehende E1 Bandfilter an der Antenne im HF Pfad gewährleistet.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung können die großen Nachteile der Low-IF-Architektur, wie  
15 beispielsweise ein DC-Offset (DC-Offset: Gleichspannungsversatz) oder 1/f-Rauschen, z. B. durch einen Hochpass im E5 Basisbandbereich beseitigt werden, ohne merklich an Information im Nutzsignal zu verlieren, da beispielsweise  
20 das „Galileo“ E5 Band AltBOC (15, 10) moduliert ist.

Einige Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung können durch beispielsweise additive Überlagerung der Inphasen- und Quadraturphasen-Pfade mit jeweils nur einem ADC im  
25 Basisband für alle drei Frequenzbänder auskommen.

Bei weiteren Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung wird es durch die genannten Verbesserungen beispielsweise möglich, einen hoch integrierten Empfänger für die drei „Galileo“ Frequenzbänder E1, E5a und E5b zu entwickeln, der nur  
30 eine minimale Anzahl an Komponenten benötigt und zugleich effizient hinsichtlich Platz-, Kosten- und Leistungsaufnahme sein kann.

35 Für hochgenaue Navigation müssen Störungen beispielsweise durch die Ionosphäre korrigiert werden. Dabei sind zumindest zwei verschiedene Frequenzbänder unerlässlich.

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung eines Leistungsdichte-Frequenz-Diagramms bzw. eines Leistungsdichtespektrums eines komplexen Basisbandsignals, wie es beispielsweise bei einem Mehrfrequenzband-Empfänger, wie in Fig. 6  
5 gezeigt, vorkommen kann. Das Diagramm 700 zeigt nach oben die Inphasen-Komponente der Leistungsdichte und nach unten die Quadraturphasen-Komponente der Leistungsdichte, wobei die Inphasen-Komponente des ersten Frequenzbands 102 und des zweiten Frequenzbands 104 als schwarze Flächen dargestellt sind, und die Inphasen-Komponente des dritten Frequenzbands 106 als schraffierte Flächen dargestellt ist.  
10 Umgekehrt sind die Quadraturphasen-Komponenten des ersten Frequenzbands 102 und des zweiten Frequenzbands 104 als schraffierte Flächen und die Quadraturphasen-Komponente des dritten Frequenzbands 106 als schwarze Fläche dargestellt.  
15

Neben dem Hauptmaximum 712 besitzt das erste Frequenzband 102 benachbart zu dem Hauptmaximum 712 noch auf der linken Seite zwei Nebenmaxima 714 und auf der rechten Seite ein  
20 Nebenmaximum 716. Spiegelverkehrt dazu besitzt das zweite Frequenzband 104 benachbart zu einem Hauptmaximum 722 auf der rechten Seite zwei Nebenmaxima 724 und auf der linken Seite ein Nebenmaximum 726. Das dritte Frequenzband 106 besitzt in diesem Beispiel zwei Hauptmaxima 732 mit je drei  
25 Nebenmaxima 734 auf der rechten Seite und drei Nebenmaxima 736 auf der linken Seite.

Dabei liegen, durch eine erfindungsgemäße Wahl der Frequenz des Lokaloszillatorsignals 132, das erste Frequenzband 102  
30 bzw. E5a im Basisband um eine Frequenz von -15,14 MHz und das zweite Frequenzband 104 bzw. E5b im Basisband um eine Frequenz von 15,55 MHz. Das erste Frequenzband 102 bzw. E5a liegt also als Spiegelfrequenz des zweiten Frequenzbands 104 bzw. E5b vor und eine Spiegelfrequenzunterdrückung ist  
35 daher für diese beiden Frequenzbänder nicht notwendig. Das dritte Frequenzband 106 bzw. E1 liegt in diesem Beispiel im Basisband um eine Frequenz von -13,913 MHz. Durch eine Modulation der Frequenzbänder mit beispielsweise einem

Zeitmultiplexverfahren (TDMA), einem Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) oder einem Codemultiplexverfahren (CDMA) können die Signale der verschiedenen Frequenzbänder leicht getrennt werden.

5

Fig. 8 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 800 zum Empfang von Signalen mit einem Mehrfrequenzband-Empfänger entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Verfahren 800 umfasst ein Verarbeiten 810 eines ersten  
10 Frequenzbands 102 und eines zweiten Frequenzbands 104 in einem ersten Pfad 110 und ein Verarbeiten 820 eines dritten Frequenzbands 106 in einem zweiten Pfad 120, wobei das erste Frequenzband 102 und das zweite Frequenzband 104 einen kleineren Abstand aufweisen als das erste Frequenzband 102 und das dritte Frequenzband 106 und einen kleineren Abstand aufweisen als das zweite Frequenzband 104 und das dritte Frequenzband 106. Des Weiteren umfasst das Verfahren ein Bereitstellen 830 eines Lokaloszillatorsignals 132 durch eine Oszillatorstufe 130, wobei das Lokaloszillatorsignal 132 eine Frequenz aufweist, die zwischen der  
20 Mittenfrequenz des ersten Frequenzbands 102 und der Mittenfrequenz des zweiten Frequenzbands 104 liegt, wobei das Lokaloszillatorsignal 132 einen Mischer 112 in dem ersten Pfad 110 und einen Mischer 122 in dem zweiten Pfad 120 versorgt. Anschließend kommt es zu einem Verarbeiten 840 von Ausgangssignalen 114, 124 des ersten Pfads 110 und des zweiten Pfads 120, um ein Empfangssignal 142 zu erhalten.

Fig. 9 zeigt ein Blockschaltbild eines Kombinierers 450  
30 eines Mehrfrequenzband-Empfängers entsprechend einem Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung. Der Kombinierer 450 ist in einem differentiellen Aufbau ausgeführt. Dazu passend ist in Fig. 9 eine mögliche differenzielle Ausführung der Ausgänge des ersten Pfads 110 und des zweiten Pfads 120 dargestellt. Die Ausgänge des ersten Pfads 110 und des  
35 zweiten Pfads 120 weisen dabei jeweils für einen Inphasenzweig I und einen Quadraturphasenzweig Q einen Differenzverstärker 912, 914, 922, 924 auf. Jeder Differenzver-

stärker umfasst einen Ausgang für ein Signal und das invertierte Signal.

Der Kombinierer 450 umfasst eine Addiererschaltung mit  
5 einem ersten Differenzverstärker 944 und eine Addiererschaltung mit einem zweiten Differenzverstärker 948. Dabei sind der nicht invertierte Inphasen-Ausgang des ersten Pfads 110 und der nicht invertierte Inphasen-Ausgang des zweiten Pfads 120 über je einen einstellbaren Widerstand  
10 942 mit einem ersten Eingang des ersten Differenzverstärkers 944 verbunden. Der invertierte Inphasen-Ausgang des ersten Pfads 110 und der invertierte Inphasen-Ausgang des zweiten Pfads 120 sind über je einen einstellbaren Widerstand 942 mit einem zweiten Eingang des ersten Differenz-  
15 verstärkers 944 verbunden.

Des Weiteren sind der nicht invertierte Quadraturphasen-Ausgang des ersten Pfads 110 und der nicht invertierte Quadraturphasen-Ausgang des zweiten Pfads 120 über je einen  
20 einstellbaren Widerstand 942 mit einem ersten Eingang des zweiten Differenzverstärkers 948 verbunden. Der invertierte Quadraturphasen-Ausgang des ersten Pfads 110 und der invertierte Quadraturphasen-Ausgang des zweiten Pfads 120 sind über je einen einstellbaren Widerstand 942 mit einem zwei-  
25 ten Eingang des zweiten Differenzverstärkers 948 verbunden.

Bei dem ersten Differenzverstärker 944 und dem zweiten Differenzverstärker 948 ist jeweils der nicht invertierte Ausgang über eine resistive Rückkopplung 943, 947 mit dem  
30 invertierenden Eingang und jeweils der invertierte Ausgang über eine resistive Rückkopplung 945, 949 mit dem nicht invertierenden Eingang verbunden.

Der Kombinierer 450 ist ausgelegt, um ein überlagertes  
35 Inphasen-Ausgangssignal I und ein überlagertes Quadraturphasen-Ausgangssignal Q der Signale des ersten Pfads 110 und der Signale des zweiten Pfads 120 bereitzustellen.

Allgemein ist festzuhalten, dass die Mittelfrequenz  $f_0$  eines Frequenzbands als das geometrische Mittel zwischen der unteren Grenzfrequenz  $f_1$  und der oberen Grenzfrequenz  $f_2$  des Frequenzbands definiert ist.

5

$$f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

Als Grenzfrequenzen werden Frequenzen bezeichnet, bei denen ein Ausgangswert einer Ausgangsgröße, wie beispielsweise eine Leistung oder eine Spannung, um 3 dB gesunken ist. Das arithmetische Mittel ist ebenfalls verwendbar.

Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass abhängig von den Gegebenheiten, das erfindungsgemäße Schema auch in Software implementiert sein kann. Die Implementation kann auf einem digitalen Speichermedium, insbesondere einer Diskette oder einer CD mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen erfolgen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass das entsprechende Verfahren ausgeführt wird. Allgemein besteht die Erfindung somit auch in einem Computerprogrammprodukt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Rechner abläuft. In anderen Worten ausgedrückt, kann die Erfindung somit als ein Computerprogramm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens realisiert werden, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer abläuft.

Patentansprüche

1. Mehrfrequenzband-Empfänger (100; 600) mit folgenden Merkmalen:

5

einem ersten Pfad (110), der ausgelegt ist, um ein erstes Frequenzband (102) und ein zweites Frequenzband (104) zu verarbeiten;

10

einem zweiten Pfad (120), der ausgelegt ist, um ein drittes Frequenzband (106) zu verarbeiten,

15

wobei das erste Frequenzband (102) und das zweite Frequenzband (104) einen kleineren Abstand aufweisen als das erste Frequenzband (102) und das dritte Frequenzband (106) und einen kleineren Abstand aufweisen als das zweite Frequenzband (104) und das dritte Frequenzband (106);

20

einer Oszillatorstufe (130) zur Bereitstellung eines Lokaloszillatorsignals (132), das eine Frequenz aufweist, die zwischen der Mittenfrequenz des ersten Frequenzbands (102) und der Mittenfrequenz des zweiten Frequenzbands (104) liegt, wobei der erste Pfad (110) einen Mischer (112) aufweist, der mit dem Lokaloszillatorsignal (132) versorgbar ist, und wobei der zweite Pfad (120) einen Mischer (122) aufweist, der ebenfalls mit dem Lokaloszillatorsignal (132) versorgbar ist; und

25

30

einer Basisbandstufe (140) zur Verarbeitung von Ausgangssignalen (114) des ersten Pfads (110) und von Ausgangssignalen (124) des zweiten Pfads (120), um ein Empfangssignal (142) zu erhalten.

35

2. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß Anspruch 1, der ferner folgendes Merkmal aufweist:

eine Antennenstufe (200), die eine Antenne (210), einen ersten Ausgangszweig (220) und einen zweiten Ausgangszweig (230) aufweist, wobei der erste Ausgangszweig ein erstes Frequenzbandfilter (222) für einen Frequenzbereich, der das erste Frequenzband (102) und das zweite Frequenzband (104) umfasst, aufweist und der zweite Ausgangszweig (230) ein zweites Frequenzbandfilter (232) für einen Frequenzbereich, der das dritte Frequenzband (106) umfasst, aufweist, wobei das erste Frequenzband (102) und das zweite Frequenzband (104) nicht innerhalb der oberen und unteren Grenzfrequenz des zweiten Frequenzbandfilters (232) liegen, und wobei das dritte Frequenzband (106) nicht innerhalb der oberen und unteren Grenzfrequenz des ersten Frequenzbandfilters (222) liegt.

3. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die Oszillatorstufe (130) ausgelegt ist, um ein Lokaloszillatorsignal (132) bereitzustellen, das eine Frequenz aufweist, die dem arithmetischen Mittel der Mittelfrequenzen des ersten Frequenzbands (102) und der Mittelfrequenz des zweiten Frequenzbands (104), mit einer Toleranz von  $\pm 10\%$  des Absolutbetrags der Differenz zwischen der Mittelfrequenz des ersten Frequenzbands (102) und der Mittelfrequenz des zweiten Frequenzbands (104), entspricht.

4. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem ein Signal in dem ersten Frequenzband (102) und ein Signal in dem zweiten Frequenzband (104) eine Modulation aufweisen, die so ausgelegt ist, dass mehr als 50 % einer modulierten Leistung von jedem der beiden Frequenzbänder in einem Frequenzbereich liegt, der Frequenzen umfasst, deren Absolutbetrag größer als ein Wert einer Modulationsgrenzfrequenz (330) ist, und bei dem der erste Pfad (110) ein Hochpassfilter (608) umfasst, der eine Hochpassgrenzfrequenz gleich der Modulationsgrenzfrequenz aufweist.

5. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Mischer (112) in dem ersten Pfad (110) und der Mischer (122) in dem zweiten Pfad (120) als Inphasen-Quadraturphasen-Mischer ausgelegt sind, wobei die Oszillatorstufe (130) ausgelegt ist, um das Lokaloszillatorsignal (132) so zu liefern, dass es eine Inphasen-Komponente und eine Quadraturphasen-Komponente aufweist, die dem Inphasen-Quadraturphasen-Mischer (112) in dem ersten Pfad (110) und dem Inphasen-Quadraturphasen-Mischer (122) in dem zweiten Pfad (120) zugeführt werden kann.
6. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der erste Pfad (110) einen Inphasen-Ausgang (412) und einen Quadraturphasen-Ausgang (414) aufweist, bei dem der zweite Pfad (120) einen Inphasen-Ausgang (422) und einen Quadraturphasen-Ausgang (424) aufweist und bei dem die Basisbandstufe (140) einen Inphasen-Eingang (442) und einen Quadraturphasen-Eingang (444) aufweist, wobei der Mehrfrequenzband-Empfänger ferner einen Kombinierer (450) aufweist, der ausgelegt ist, um ein Signal an dem Inphasen-Ausgang (412) des ersten Pfads (110) und ein Signal an dem Inphasen-Ausgang (422) des zweiten Pfads (120) zu überlagern und der Basisbandstufe (140) an dem Inphasen-Eingang (442) zur Verfügung zu stellen, und wobei der Kombinierer (450) ausgelegt ist, um ein Signal an dem Quadraturphasen-Ausgang (414) des ersten Pfads (110) und ein Signal an dem Quadraturphasen-Ausgang (424) des zweiten Pfads (120) zu überlagern und der Basisbandstufe (140) an dem Quadraturphasen-Eingang (444) zur Verfügung zu stellen.
7. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß Anspruch 6, bei dem Signale an den Ausgängen (412, 414) des ersten Pfads (110) und Signale an den Ausgängen (422, 424) des zweiten Pfads (120) so ausgelegt sind, dass die Infor-

mationen der einzelnen Signale trotz der Überlagerung wieder getrennt werden können.

- 5 8. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem ein Signal in dem ersten Frequenzband (102), ein Signal in dem zweiten Frequenzband (104) und ein Signal in dem dritten Frequenzband (106) durch ein Zeitmultiplexverfahren, ein Frequenzmultiplexverfahren oder ein Codemultiplexverfahren moduliert sind.
- 10 9. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem der zweite Pfad (120) einen weiteren Mischer aufweist, der in Signalverarbeitungsrichtung nach dem ersten Mischer (122) in dem zweiten Pfad (120) angeordnet ist, und der ausgelegt ist, um von einem zweiten Lokaloszillatorsignal versorgt zu werden, wobei die Frequenz des zweiten Lokaloszillatorsignals einen Wert aufweist, so dass die Differenz zwischen der Frequenz des zweiten Lokaloszillatorsignals und einer Zwischenfrequenz einen Wert einer Frequenz ergibt, die innerhalb eines Basisbands liegt, wobei das Basisband jenes Frequenzband umfasst, für das die Basisbandstufe ausgelegt ist, und wobei die Zwischenfrequenz einen Wert aufweist, der innerhalb
- 15 20 25 30 35
10. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Oszillatorstufe (130) genau einen Referenzoszillator (510) und genau einen spannungsgesteuerten Oszillator (520) aufweist, wobei der spannungsgesteuerte Oszillator (520) ausgelegt ist, um durch eine Phasenregelschleife (522) gesteuert zu werden, um ein Grundoszillatorsignal zu erzeugen, und wobei die Oszillatorstufe (130) einen Teiler (530) auf-

- weist, der ausgelegt ist, um aus dem Grundoszillatorsignal das Lokaloszillatorsignal (132) zu erzeugen, und wobei die Oszillatorstufe (130) einen weiteren Teiler (540) aufweist, der ausgelegt ist, um aus dem Grundoszillatorsignal ein weiteres Lokaloszillatorsignal (542) zu erzeugen, wobei sich die Frequenz des weiteren Lokaloszillatorsignals (542) von der Frequenz des ersten Lokaloszillatorsignals (132) unterscheidet.
- 5
- 10 11. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß Anspruch 10, bei dem ein weiterer Mischer in dem zweiten Pfad (120) ausgelegt ist, um von dem weiteren Lokaloszillatorsignal (542) versorgt zu werden.
- 15 12. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß Anspruch 10 oder 11, bei dem die Basisbandstufe (140) einen Analog-Digital-Wandler aufweist, wobei der Analog-Digital-Wandler von einem Signal des Referenzoszillators (510) versorgbar ist.
- 20
13. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die Basisbandstufe (140) unabhängig von der Anzahl der zu verarbeitenden Frequenzbänder genau einen Analog-Digital-Wandler in einem Inphasen-Zweig und genau einen Analog-Digital-Wandler in einem Quadraturphasen-Zweig aufweist und somit insgesamt genau zwei Analog-Digital-Wandler aufweist.
- 25
14. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem die Oszillatorstufe (130) nur „geteilt durch zwei“-Teiler und „geteilt durch drei“-Teiler aufweist, wobei maximal genau ein Teiler ein „geteilt durch drei“-Teiler ist.
- 30
- 35 15. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem die Basisbandstufe (140) nur digitale Elemente und keine analogen Elemente zur Trennung der

Informationen der verschiedenen Frequenzbänder aufweist.

16. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1  
5 bis 15, bei dem in einem Basisband der Absolutbetrag der Mittelfrequenz eines Frequenzbands, das das dritte Frequenzband (106) in dem Basisband darstellt, kleiner ist als der Absolutbetrag der Mittelfrequenz eines Frequenzbands, das das erste Frequenzband (102) in dem  
10 Basisband darstellt, und kleiner ist als der Absolutbetrag der Mittelfrequenz eines Frequenzbands, das das zweite Frequenzband (104) in dem Basisband darstellt.

17. Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1  
15 bis 16, mit folgenden Merkmalen:

dem ersten Pfad (110), der ausgelegt ist, um das erste  
Frequenzband (102) zu verarbeiten, wobei das erste  
Frequenzband (102) eine Frequenz von 1.176,45 MHz um-  
20 fasst und der ausgelegt ist, um das zweite Frequenzband (104) zu verarbeiten, wobei das zweite Frequenzband (104) eine Frequenz von 1.207,14 MHz umfasst;

dem zweiten Pfad (120) der ausgelegt, um das dritte  
25 Frequenzband (106) zu verarbeiten, wobei das dritte Frequenzband (106) eine Frequenz von 1.575,42 MHz umfasst;

der Oszillatorstufe (130), die das Lokaloszillatorsig-  
30 nal (132) mit einer Frequenz von 1.192 MHz und das weitere Lokaloszillatorsignal (542) mit einer Frequenz von 397,33 MHz sowie das Referenzoszillatorsignal mit einer Frequenz von 74,5 MHz bereitstellt, wobei die Frequenz des Lokaloszillatorsignals (132), des weite-  
35 ren Lokaloszillatorsignals (542) und des Referenzoszillatorsignals eine Toleranz von 10 % aufweisen;

- einem Frequenzbereich in dem Basisband, der das erste Frequenzband (102) darstellt und eine Frequenz von -15,14 MHz umfasst;
- 5        einem Frequenzbereich in dem Basisband, der das zweite Frequenzband (104) darstellt, und eine Frequenz von 15,55 MHz umfasst; und
- 10        einem Frequenzbereich in dem Basisband, der das dritte Frequenzband (106) darstellt, und eine Frequenz von -13,91 MHz umfasst.
18.    Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem der erste Pfad (110) nur genau einen  
15        Mischer (112) zur Verarbeitung des ersten Frequenzbands (102) und des zweiten Frequenzbands (104) aufweist.
- 19    Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 6  
20        bis 18, bei dem der Kombinierer (450) einen ersten Differenzverstärker (944) zur additiven Überlagerung der Inphasen-Komponente des ersten Pfads (110) und der Inphasen-Komponente des zweiten Pfads (120) und einen  
25        zweiten Differenzverstärker (948) zur additiven Überlagerung der Quadraturphasen-Komponente des ersten Pfads (110) und der Quadraturphasen-Komponente des  
30        zweiten Pfads (120) umfasst, wobei eine Verbindung zwischen einem Ausgang des ersten Pfads (110) oder des zweiten Pfads (120) und einem Eingang eines Differenzverstärkers (944, 948) des Kombinierers (450) einen  
      einstellbaren Widerstand (942) aufweist.
20.    Satellitennavigationsempfänger mit einem Mehrfrequenzband-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19.
- 35    21.    Verfahren (800) zum Empfangen von Signalen mit einem Mehrfrequenzband-Empfänger mit folgenden Schritten:

Verarbeiten (810) eines ersten Frequenzbands (102) und eines zweiten Frequenzbands (104) in einem ersten Pfad (110);

5 Verarbeiten (820) eines dritten Frequenzbands (106) in einem zweiten Pfad (120), wobei das erste Frequenzband (102) und das zweite Frequenzband (104) einen kleineren Abstand aufweisen als das erste Frequenzband (102) und das dritte Frequenzband (106) und einen kleineren  
10 Abstand aufweisen als das zweite Frequenzband (104) und das dritte Frequenzband (106);

Bereitstellen (830) eines Lokaloszillatorsignals (132) durch eine Oszillatorstufe (130), wobei das Lokaloszillatorsignal (132) eine Frequenz aufweist, die zwischen der Mittenfrequenz des ersten Frequenzbands (102) und der Mittenfrequenz des zweiten Frequenzbands (104) liegt, wobei das Lokaloszillatorsignal (132) einen Mischer (112) in dem ersten Pfad (110) und einen  
15 Mischer (122) in dem zweiten Pfad (120) versorgt; und  
20

Verarbeiten (840) von Ausgangssignalen des ersten Pfads (110) und von Ausgangssignalen des zweiten Pfads (120), um ein Empfangssignal (142) zu erhalten.

25

22. Computerprogramm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 21, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder Mikrocontroller abläuft.

30

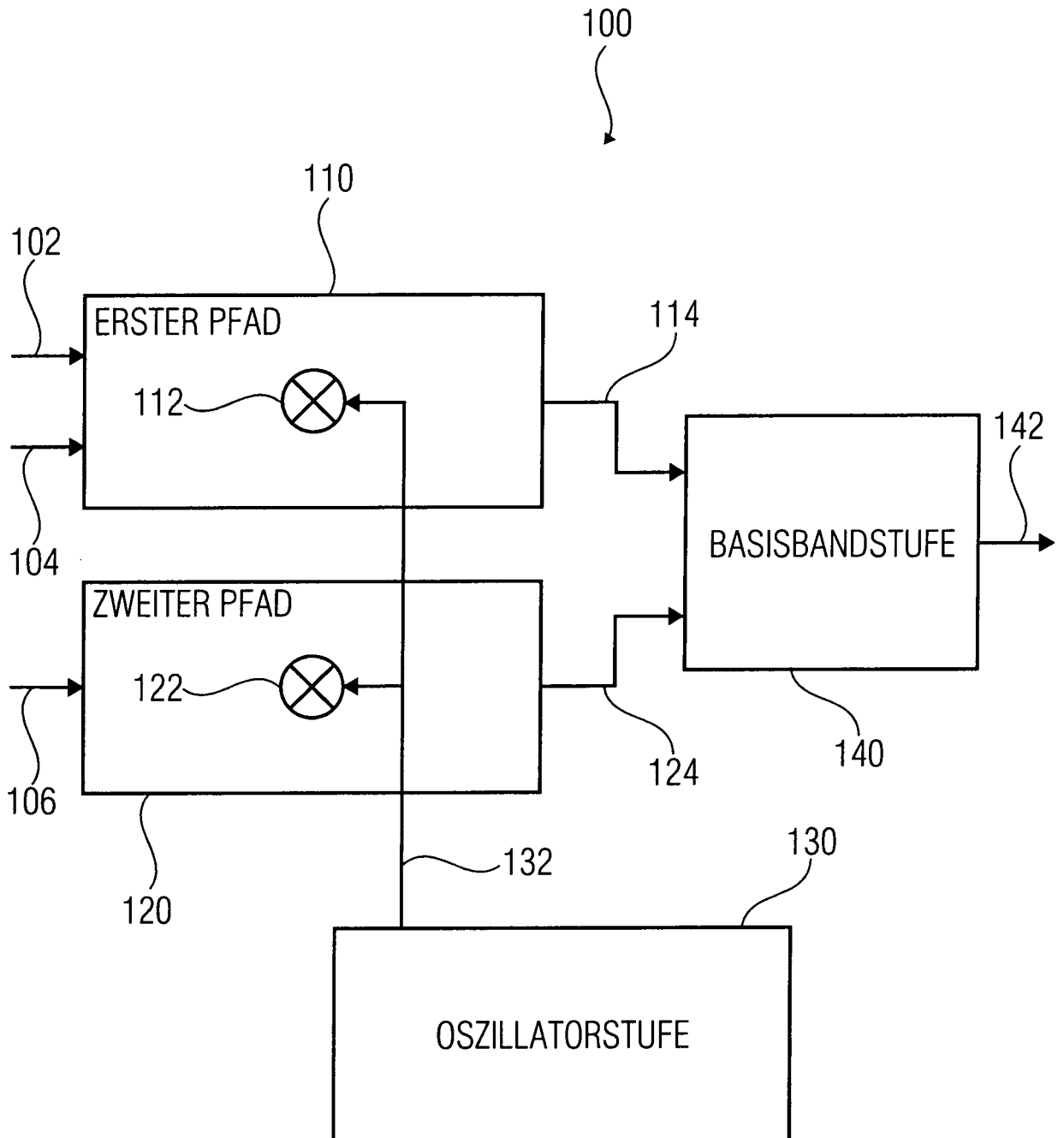


FIG 1

200  
↙

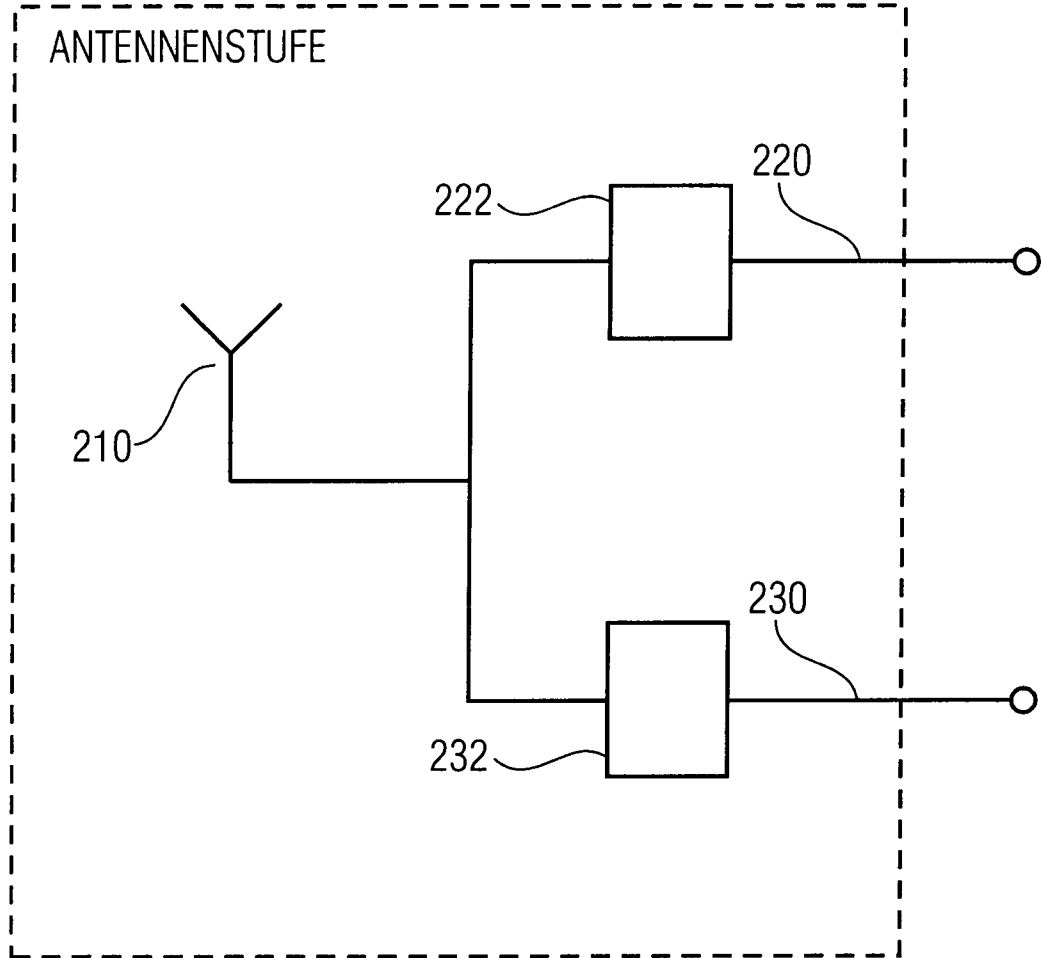


FIG 2

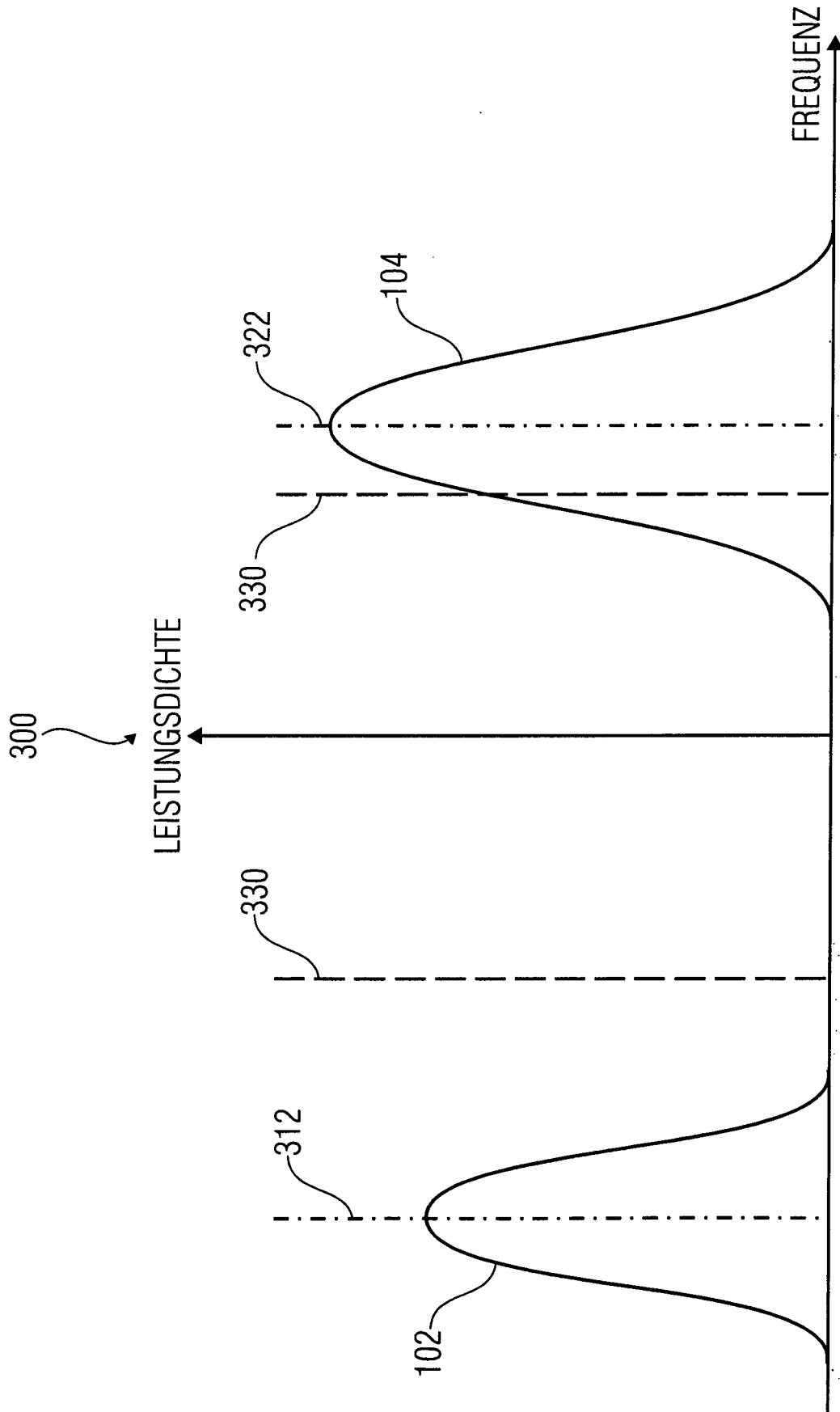


FIG 3

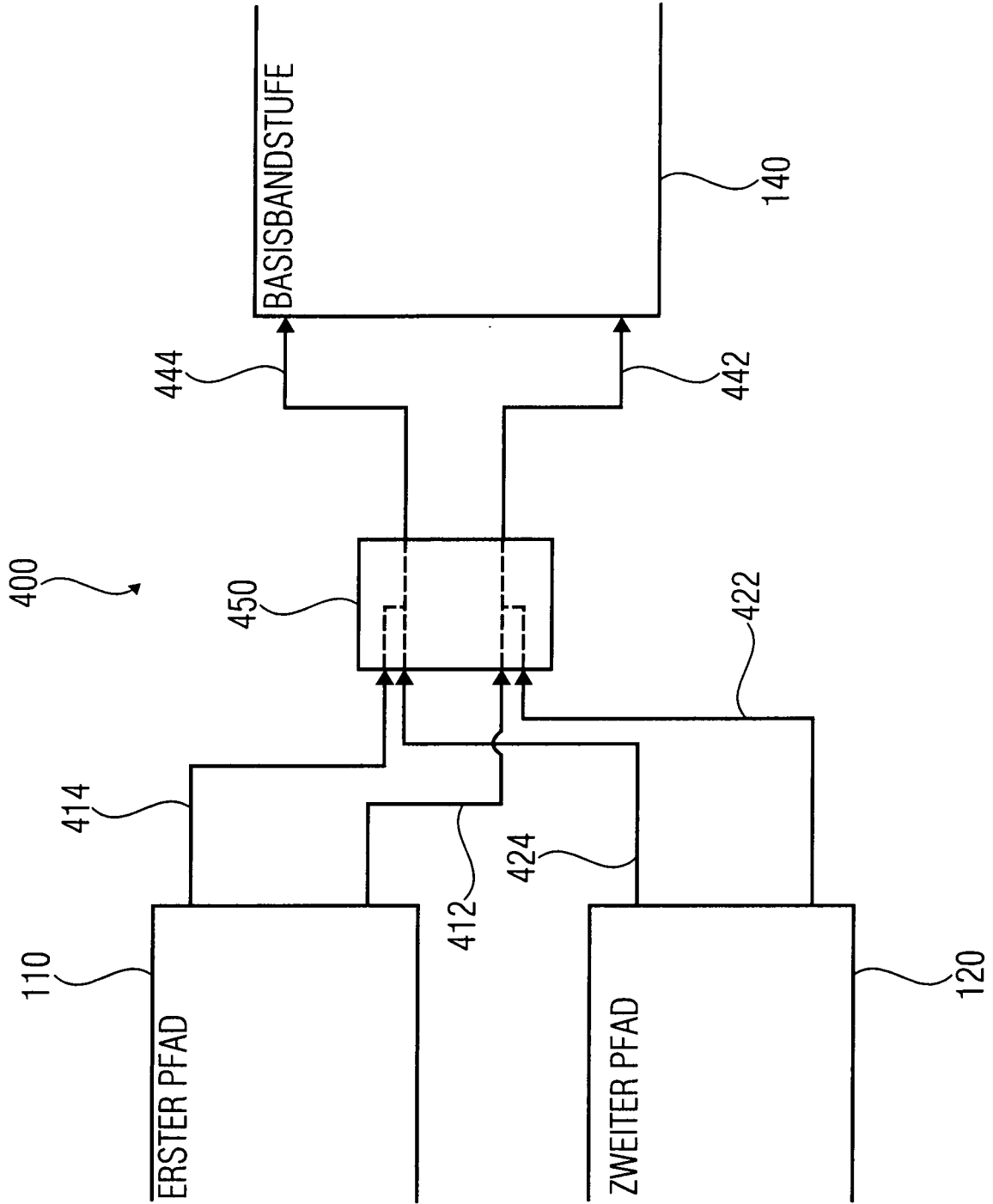


FIG 4

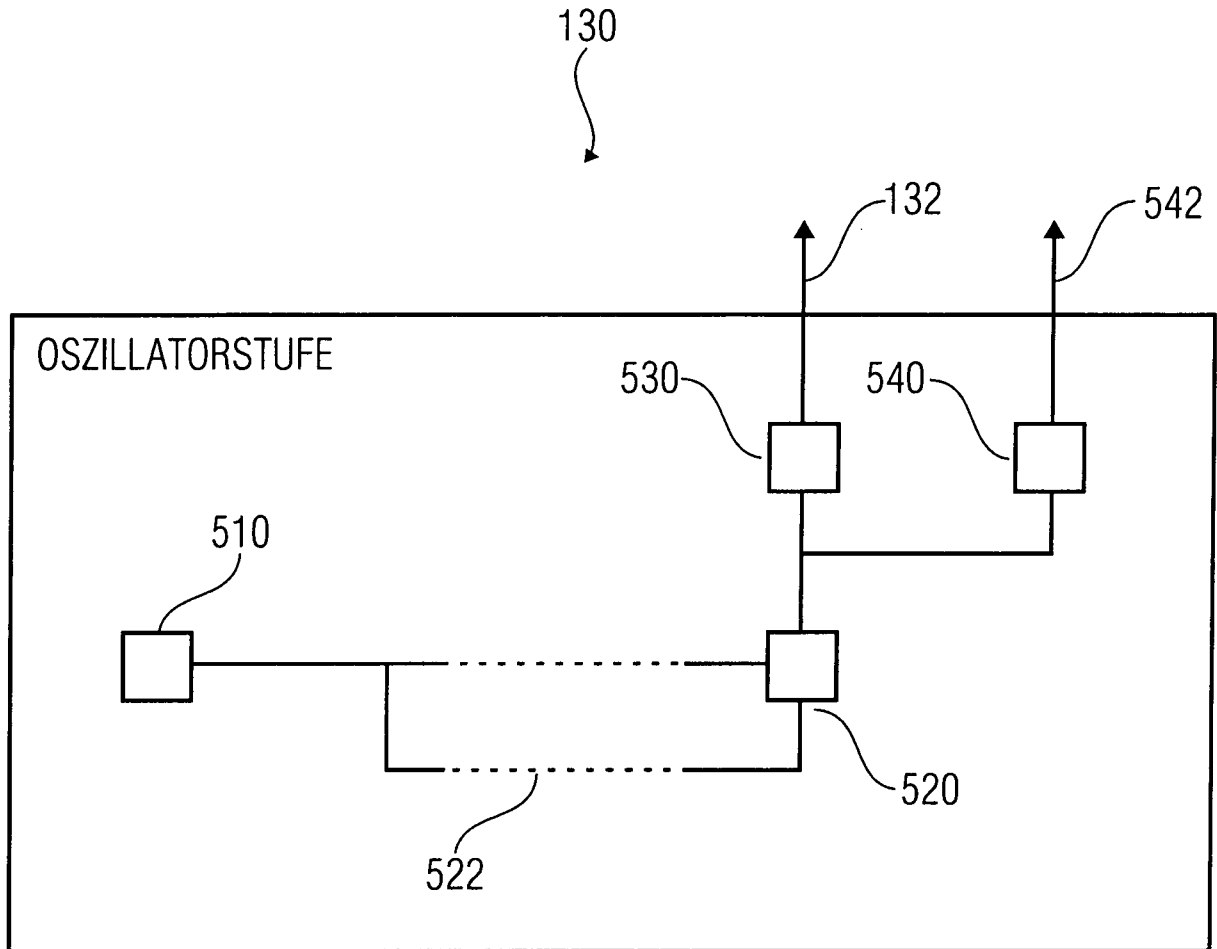


FIG 5

FIG 6	
FIG 6A	FIG 6B

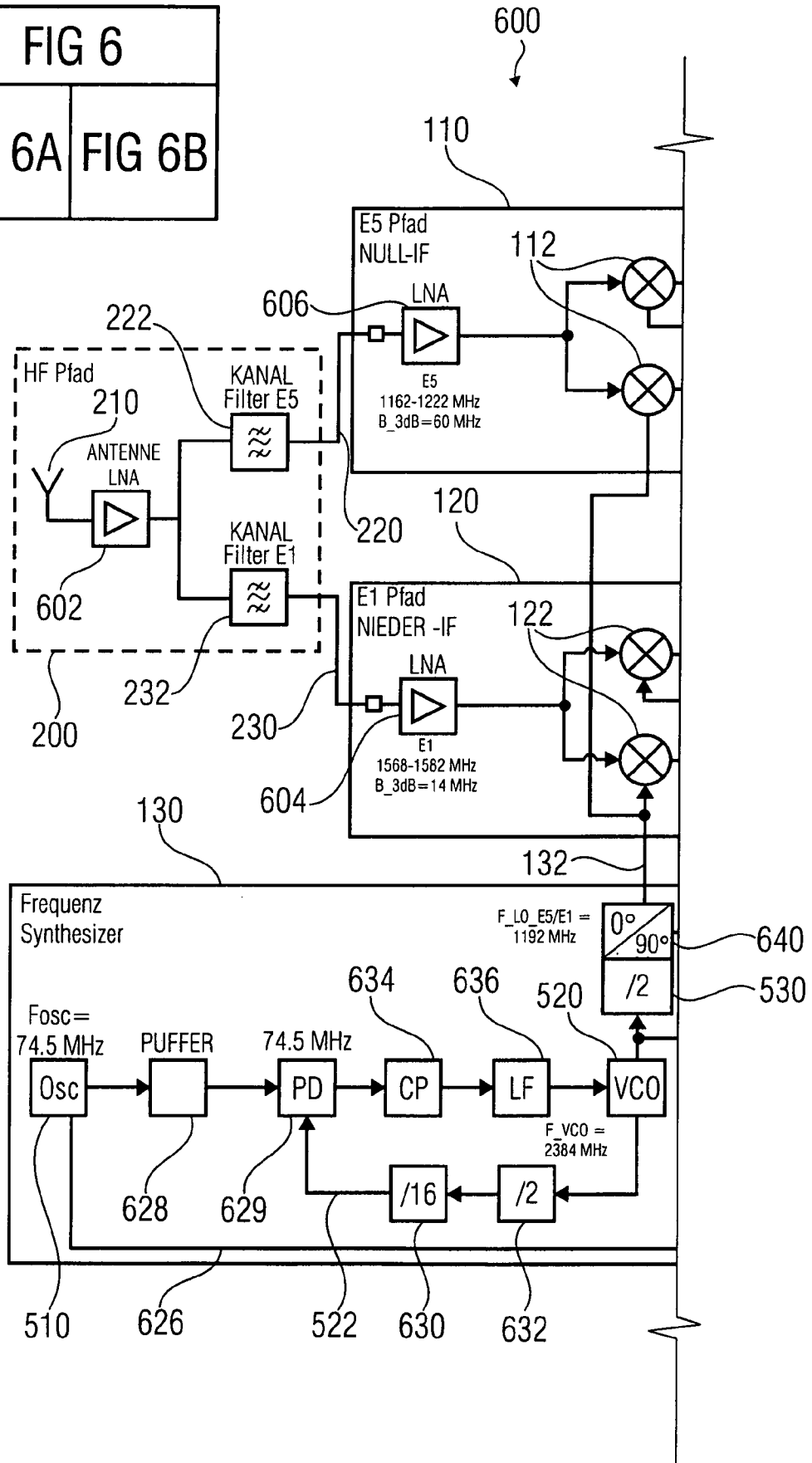


FIG 6A

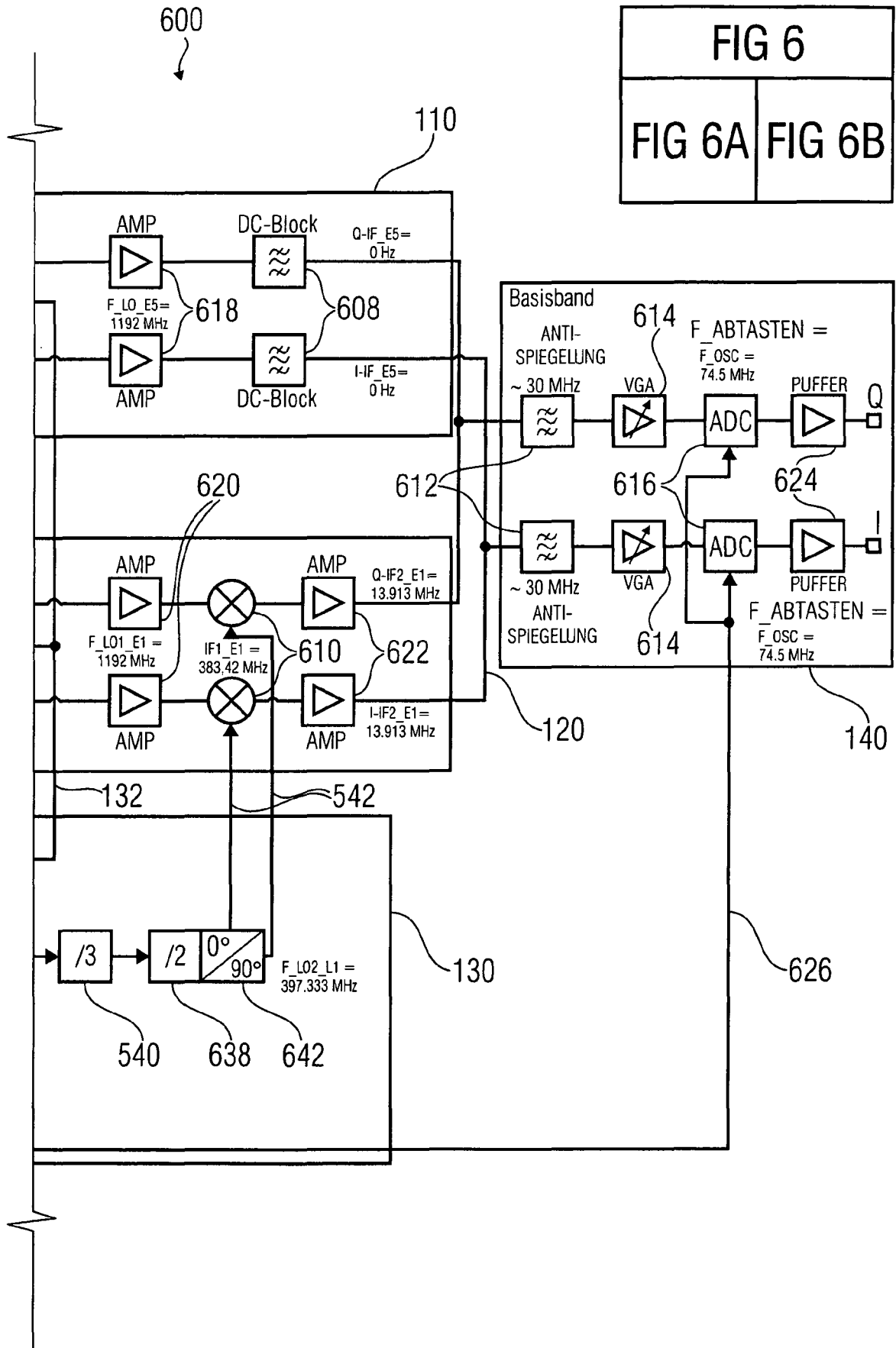


FIG 6  
FIG 6A FIG 6B

FIG 6B

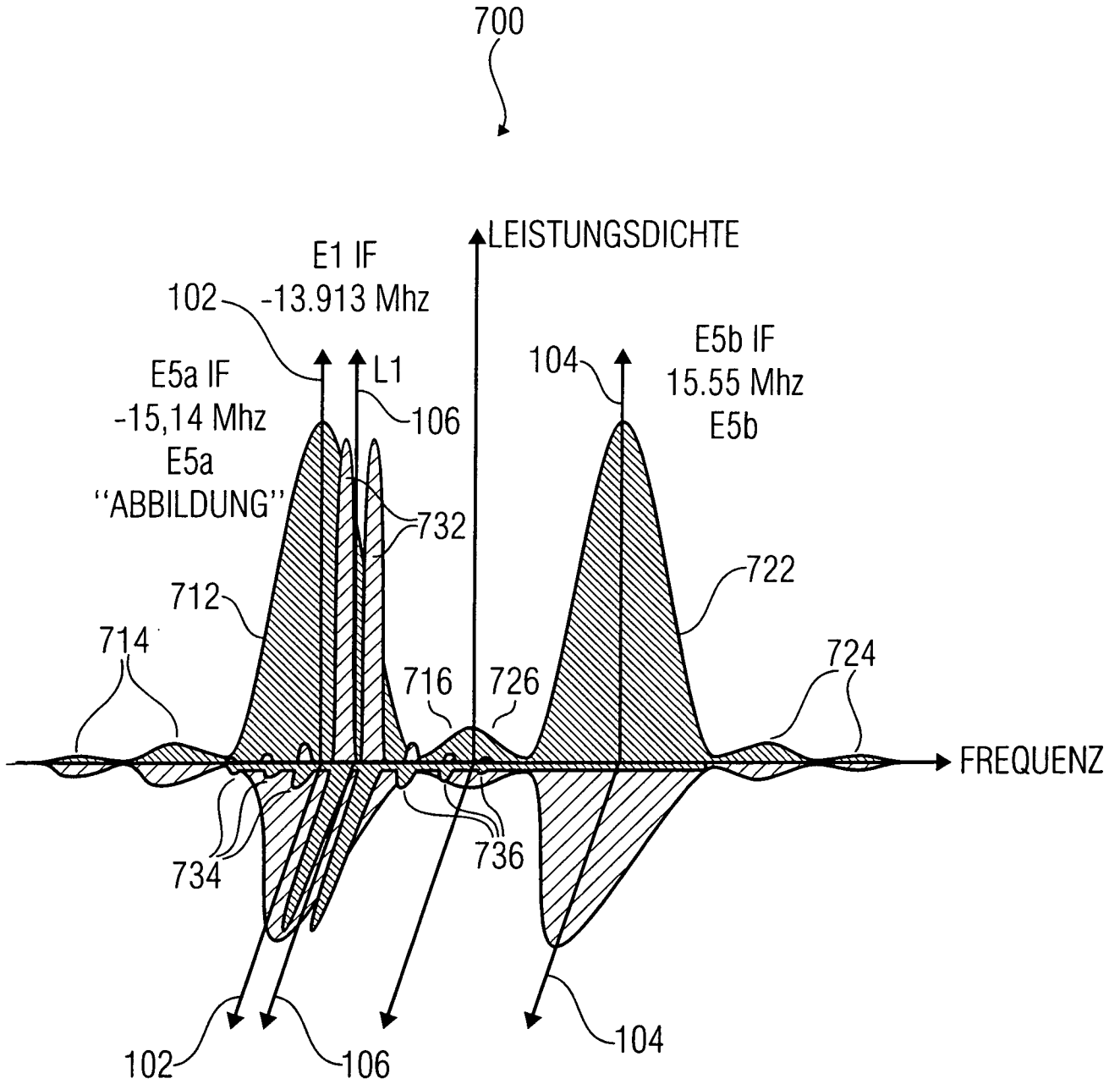


FIG 7

9/10

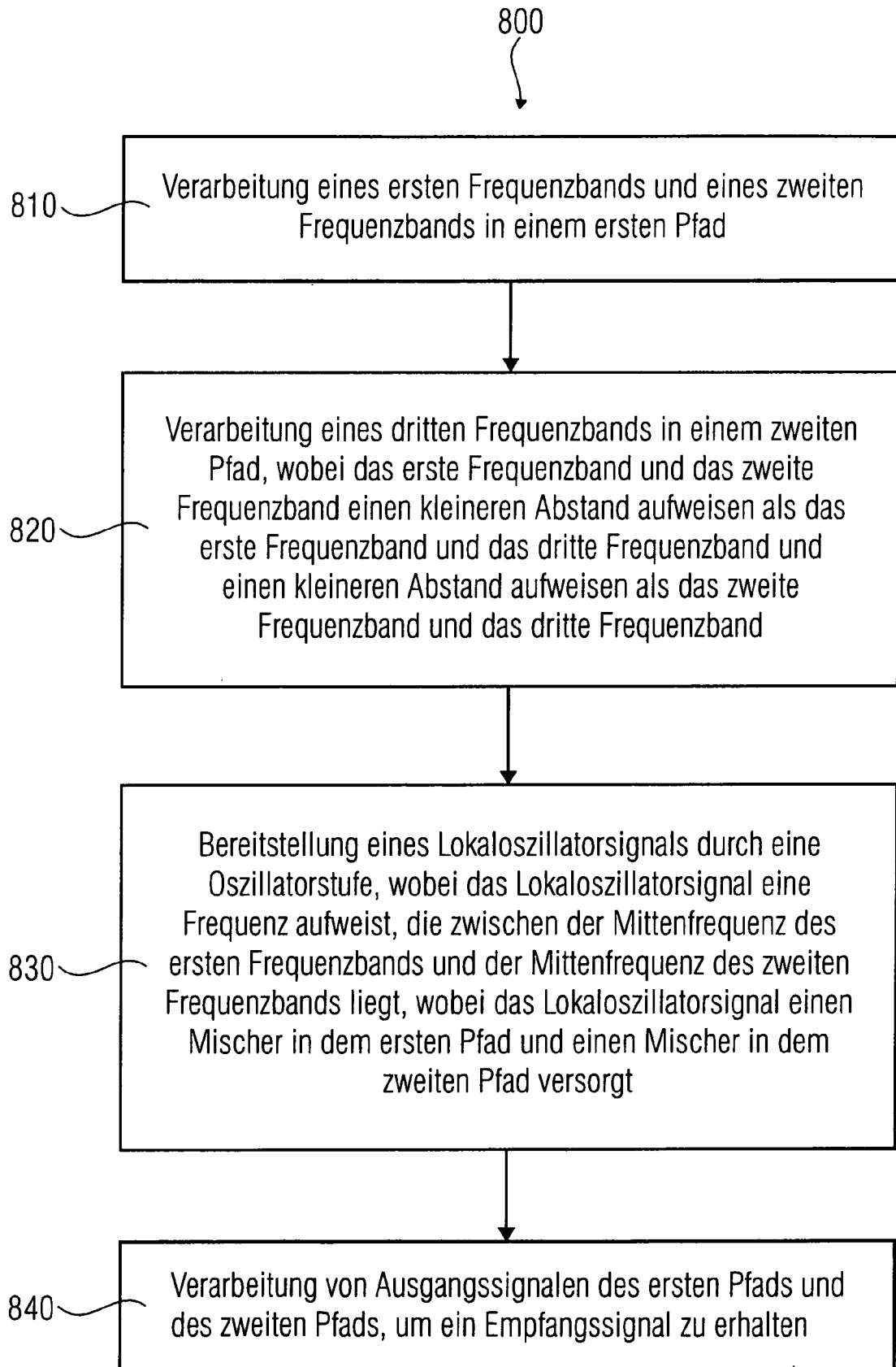


FIG 8

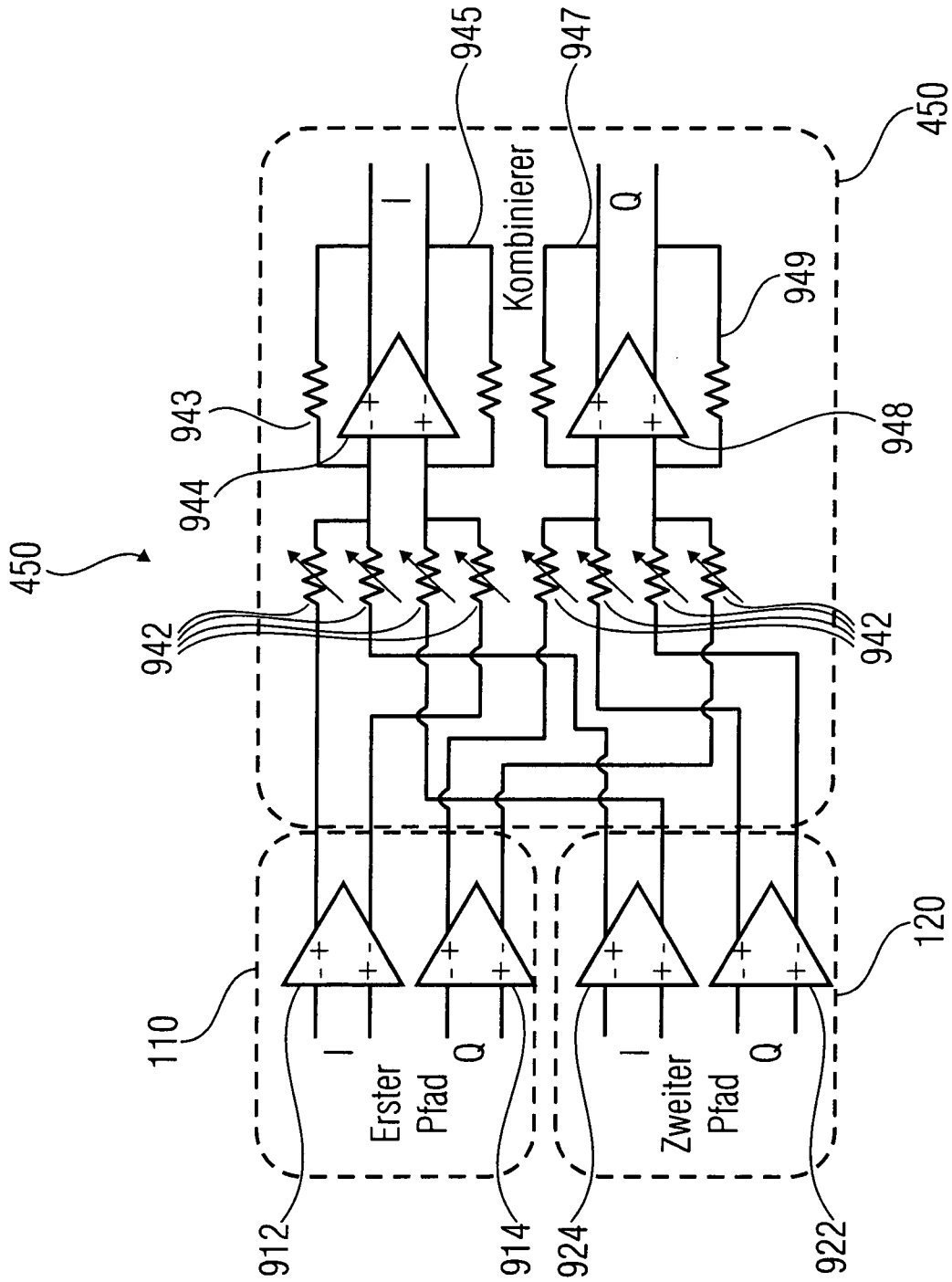


FIG 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/003874

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01S1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PIZZARULLI A ET AL: "Reconfigurable and simultaneous dual band Galileo/GPS front-end receiver in 0.13µ 1/4 m RFCMOS" 5 May 2008 (2008-05-05), POSITION, LOCATION AND NAVIGATION SYMPOSIUM, 2008 IEEE/ION, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, PAGE(S) 846 - 850 , XP031288932 ISBN: 978-1-4244-1536-6 cited in the application abstract figures 2,3 columns 1-6  <div style="text-align: center;">----- -/--</div>	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <span style="margin-left: 100px;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</span>		
* 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	
10 September 2009	30/09/2009	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Es Bri, Oriol	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/003874

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 2007/096980 A1 (GRADINCIC ZLATAN [US] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) cited in the application abstract figures 2,3 paragraphs [0017] - [0026]	1-22
A	L. MARRADI ET AL.: "The Galileo Ground Segment Reference Receiver Development: Architecture and Critical Design Issues" ION GPS/GNSS 2003, 12 September 2003 (2003-09-12), pages 1929-1940, XP002545256 Portland, U.S.A. abstract columns 3,4,9-11; figures 4,5	1-22
A	D. AKOS ET AL.: "A Prototyping Platform for Multi-Frequency GNSS Receivers" ION GPS/GNSS 2003, 12 September 2003 (2003-09-12), pages 117-128, XP002545261 Portland, U.S.A. abstract columns 4-7; figures 1-6,13	1-22
A	US 2007/159385 A1 (LAWRENCE DAVID G [US]) 12 July 2007 (2007-07-12) abstract paragraphs [0012] - [0020]; figures 1,2 paragraphs [0028] - [0048]	1,21

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/003874

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2007096980	A1	03-05-2007	EP 1783512 A1	09-05-2007
			JP 2007159106 A	21-06-2007
-----				
US 2007159385	A1	12-07-2007	NONE	
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2009/003874

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. G01S1/00

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G01S

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	<p>PIZZARULLI A ET AL: "Reconfigurable and simultaneous dual band Galileo/GPS front-end receiver in 0.13Î 1/4 m RFCMOS" 5. Mai 2008 (2008-05-05), POSITION, LOCATION AND NAVIGATION SYMPOSIUM, 2008 IEEE/ION, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, PAGE(S) 846 - 850 , XPO31288932 ISBN: 978-1-4244-1536-6 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 2,3 Spalten 1-6</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-22

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

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</li> <li>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</li> <li>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>*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)</li> <li>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*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</li> <li>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</li> <li>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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</li> <li>*&amp;* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</li> </ul> |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. September 2009	30/09/2009

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2009/003874

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/096980 A1 (GRADINCIC ZLATAN [US] ET AL) 3. Mai 2007 (2007-05-03) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 2,3 Absätze [0017] - [0026] -----	1-22
A	L. MARRADI ET AL.: "The Galileo Ground Segment Reference Receiver Development: Architecture and Critical Design Issues" ION GPS/GNSS 2003, 12. September 2003 (2003-09-12), Seiten 1929-1940, XP002545256 Portland, U.S.A. Zusammenfassung Spalten 3,4,9-11; Abbildungen 4,5 -----	1-22
A	D. AKOS ET AL.: "A Prototyping Platform for Multi-Frequency GNSS Receivers" ION GPS/GNSS 2003, 12. September 2003 (2003-09-12), Seiten 117-128, XP002545261 Portland, U.S.A. Zusammenfassung Spalten 4-7; Abbildungen 1-6,13 -----	1-22
A	US 2007/159385 A1 (LAWRENCE DAVID G [US]) 12. Juli 2007 (2007-07-12) Zusammenfassung Absätze [0012] - [0020]; Abbildungen 1,2 Absätze [0028] - [0048] -----	1,21

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/003874

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007096980 A1	03-05-2007	EP 1783512 A1 JP 2007159106 A	09-05-2007 21-06-2007
US 2007159385 A1	12-07-2007	KEINE	