



(10) **DE 10 2009 012 170 B4** 2013.01.31

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 012 170.6**
 (22) Anmeldetag: **06.03.2009**
 (43) Offenlegungstag: **01.10.2009**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **31.01.2013**

(51) Int Cl.: **H03F 1/56 (2006.01)**

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

(30) Unionspriorität:
12/050,509 **18.03.2008** **US**

(73) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 85579, Neubiberg, DE

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler & Partner, 82049, Pullach, DE

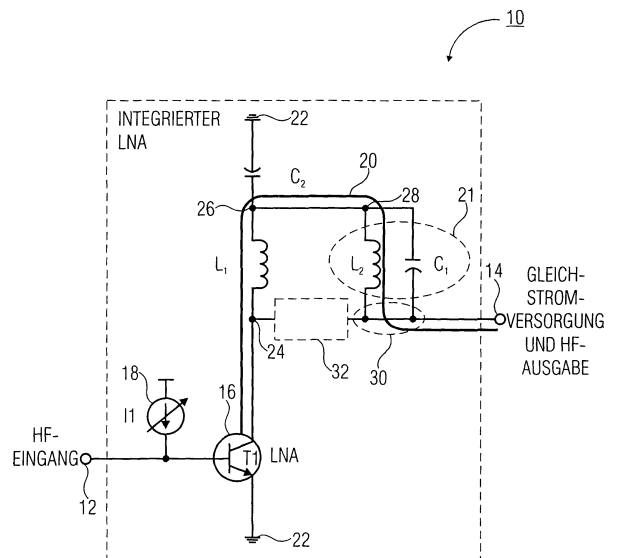
(72) Erfinder:
Lin, Chih-I, 82008, Unterhaching, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 10 2004 011 719 A1
DE 968 184 B
US 6 384 688 B1

(54) Bezeichnung: **Integrierte Verstärkerschaltung und Verfahren zum Bereitstellen einer Gleichstromversorgung**

(57) **Hauptanspruch:** Eine integrierte Verstärkerschaltung, die folgende Merkmale aufweist:
 einen Eingang;
 einen Ausgang;
 einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, wobei der Transistoreingangsanschluss mit dem Eingang gekoppelt ist, und einem Transistorausgangsanschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss mit dem Ausgang über einen Gleichstromweg gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung, die in Resonanz versetzt werden kann, aufweist; die ein zweites induktives Element und ein kapazitives Element aufweist, wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang gekoppelt sind;
 wobei der Gleichstromweg einen HF-Masseknoten aufweist, der zwischen dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung angeordnet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung beziehen sich auf Verstärkerschaltungen. Einige Ausführungsbeispiele beziehen sich auf eine integrierte Verstärkerschaltung für eine Kombination einer DC(Gleichstrom)-Versorgung und eines HF-(Hochfrequenz-)Signals an einem Ausgang des Verstärkers.

Hintergrund

[0002] Mobile Anschlüsse bringen abgesehen von einer Telefonfunktionalität immer mehr unterschiedliche drahtlose Anwendungen unter, wie z. B. WLAN (Wireless Local Access Network; drahtloses lokales Zugriffsnetz), GPS (Global Positioning System; globales Positionierungssystem), Bluetooth und möglicherweise mobiles Fernsehen. Rauscharme Verstärker (LNAs; low noise amplifiers) werden häufig für jede dieser Anwendungen verwendet, um das Systemempfindlichkeitsverhalten zu verbessern.

[0003] Aufgrund einer steigenden Anzahl von Antennen ist es eine große Herausforderung für Systementwickler, Antennen in mobilen Anschlüssen so zu platzieren, um die mobilen Anschlüsse klein zu behalten und gleichzeitig ein Nebensprechen zwischen den unterschiedlichen Anwendungen zu vermeiden. Um dieses Nebensprechen oder Koppeln zwischen den verschiedenen Anwendungen zu reduzieren, kann ein LNA direkt hinter einer entsprechenden Antenne platziert sein, um eine sogenannte aktive Antenne zu erhalten, derart, dass die Auswirkung der Umgebung und die Verschlechterung des Verhaltens aufgrund eines PCB-(Printed Circuit Board; gedruckte Schaltungsplatte)-Leitungsverlusts beseitigt werden kann. Diese Art von Topologie kann z. B. häufig in Notebooks und Klapp-Telefonen angetroffen werden, in denen die Antenne und der LNA hinter einer LCD (Liquid Crystal Display; Flüssigkristallanzeige) platziert sind.

[0004] Üblicherweise weist ein LNA nicht nur Eingangs- und Ausgangs-Anschlüsse für HF-Signalleitungen auf, sondern ferner zwei oder sogar drei zusätzliche Anschlüsse für Gleichstrom-Leistungsversorgung und Ein/Aus-Steuerleitungen, die mit einer Empfänger-IC (IC = integrated circuit; integrierte Schaltung) an der Haupt-PCB verbunden sind.

[0005] Die DE 968 184 beschreibt Transistorverstärker mit Übertragerkopplung. In Transistorverstärkern mit zwei Transistoren ist ein Kollektorkreis des ersten Transistors über einen Anpassungsübertrager mit einem Emitterkreis eines in Basisschaltung liegenden zweiten Transistors gekoppelt.

[0006] Die US 6,384,688 B2 beschreibt ein Hochfrequenzleistungsverstärkermodul für einen Zweiband-mobilkommunikationsapparat. Das Radiofrequenzleistungsverstärkermodul umfasst einen Treiberstufenverstärker mit Verstärkungs-Spitzen bei Frequenzen f_1 und f_2 mit einer Anpassschaltung und einer Radiofrequenzleistungsausgangsschaltung. Die Ausgangsschaltung umfasst eine Übertragungsleitung, die mit einem Drainanschluss des Ausgangstransistors verbunden ist. Die Ausgangsschaltung umfasst ferner eine parallele Resonanzschaltung, die in Serie zu der Übertragungsleitung geschaltet ist, um bei Harmonischen der Frequenz f_2 zu resonieren. Die Ausgangsschaltung umfasst ferner eine Serienresonanzschaltung, die zwischen einem Ende der Resonanzschaltung und Masse angeordnet ist und bei Harmonischen der Frequenz f_2 resoniert. Die Ausgangsschaltung umfasst ferner eine Ausgangsanpassschaltung, die in Serie zu dem anderen Ende der Parallelresonanzschaltung gekoppelt ist.

[0007] Die DE 10 2004 011 719 A1 beschreibt eine Halbleitervorrichtung mit symmetrischer Schaltung zur Verwendung in einem Hochfrequenzband. Ein Halbleiterchip zum Verstärken ist zwischen eingangsseitigen und ausgangsseitigen Anpassschaltungen angeschlossen. Jede der Anpassschaltungen beinhaltet symmetrische Schaltungen, welche eine um 180° unterschiedliche Phase aufweisende Signale empfangen, die aus einem Empfangssignal geteilt werden. Die symmetrischen Schaltungen sind mit einem virtuellen Massepunkt verbunden, welcher als ein Massepunkt verwendet wird, der bezüglich HF-Charakteristika in einer integrierten passiven Vorrichtung empfindlich ist.

[0008] Aufgabe ist es, eine verbesserte integrierte Verstärkerschaltung und ein Verfahren zum Bereitstellen einer Gleichstromversorgung zu schaffen.

[0009] Diese Aufgaben werden mit den Merkmalen der Ansprüche 1, 11 13, 15, 19, 20 und 21 gelöst.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung liefern eine integrierte Verstärkerschaltung, die einen Eingang, einen Ausgang, einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, wobei der Transistoreingangsanschluss mit dem Eingang der integrierten Verstärkerschaltung gekoppelt ist, und einem Transistorausgangsanschluss aufweist, wobei der Transistorausgangsanschluss mit dem Ausgang der integrierten Verstärkerschaltung mit Hilfe eines Gleichstromwegs gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung aufweist, wobei die parallele Resonanzschaltung ein zweites induktives Element und ein kapazitives Element aufweist, wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung

tung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang der integrierten Verstärkerschaltung geschaltet sind.

[0011] Weitere Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung liefern ein Verfahren zum Bereitstellen einer Gleichstromversorgung an einem Ausgang einer integrierten Verstärkerschaltung, wobei das Verfahren das Koppeln eines Transistorausgangsanschlusses eines Transistors mit dem Ausgang mit Hilfe eines Gleichstromwegs aufweist, wobei der Gleichstromweg bereitgestellt wird durch Anordnen eines ersten induktiven Elements und einer parallelen Resonanzschaltung, die ein zweites induktives Element und ein erstes kapazitives Element aufweist, in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung werden detailliert Bezug nehmend auf die folgenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0013] [Fig. 1](#) ein schematisches Schaltungsdiagramm einer integrierten Verstärkerschaltung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0014] [Fig. 2](#) ein schematisches Schaltungsdiagramm einer integrierten Verstärkerschaltung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0015] [Fig. 3](#) ein schematisches Schaltungsdiagramm einer integrierten Verstärkerschaltung gemäß einem wiederum weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0016] [Fig. 4](#) das Verhalten der Ausgangsanpassung für die Verstärkerschaltungen gemäß [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigt.

Detaillierte Beschreibung der darstellenden Ausführungsbeispiele

[0017] Bezug nehmend auf die nachfolgende Beschreibung sollte darauf hingewiesen werden, dass dieselben funktionalen Elemente oder funktionale Elemente mit derselben Wirkung bei verschiedenen Ausführungsbeispielen dieselben Bezugszeichen aufweisen. Somit sind Beschreibungen dieser funktionalen Elemente bei den verschiedenen Ausführungsbeispielen, die nachfolgend beschrieben werden, gegeneinander austauschbar.

[0018] [Fig. 1](#) zeigt ein schematisches Schaltungsdiagramm einer integrierten Verstärkerschaltung **10** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0019] Die integrierte Verstärkerschaltung **10** weist einen Eingangsanschluss **12** für HF-Eingangssignale einer vorbestimmten Frequenz f_{RF} oder einen Frequenzbereich $f_{RF} \pm \Delta f$ auf und einen Ausgangsanschluss **14** für ein HF-Ausgangssignal, das eine verstärkte Version des HF-Eingangssignals ist, das in den integrierten Verstärker **10** über den HF-Eingang **12** eingegeben wird. Der HF-Eingang **12** ist mit einem Transistoreingangsanschluss eines Transistors **16** gekoppelt, der ein Bipolar- oder Feldeffekt-Transistor (FET) gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung sein kann. Ein Transistorausgangsanschluss des Transistors **16** ist mit dem HF-Ausgang **14** der integrierten Verstärkerschaltung **10** mit Hilfe eines Gleichstromwegs **20** gekoppelt, wobei der Gleichstromweg **20** ein erstes induktives Element L_1 und eine parallele Resonanzschaltung **21** aufweist, die ein zweites induktives Element L_2 und ein kapazitives Element C_1 aufweist, wobei das erste induktive Element L_1 und die parallele Resonanzschaltung **21** in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang **14** geschaltet sind.

[0020] Wie Fachleuten auf dem Gebiet bekannt ist, kann der Transistor **16** in unterschiedlichen Verstärkertopologien verwendet werden. Für Bipolartransistoren sind die unterschiedlichen Topologien gemeinsamer Emitter, gemeinsame Basis und gemeinsamer Kollektor. Für FETs sind die unterschiedlichen Topologien gemeinsame Source, gemeinsames Gate und gemeinsamer Drain.

[0021] Für die Gemeinsamer-Emitter- oder -Source-Konfiguration entspricht der Transistoreingangsanschluss dem Steueranschluss des Transistors **16**, d. h. Basis- oder Gate-Anschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss dem Senkenanschluss des Transistors **16** entspricht, d. h. dem Kollektor- oder Drain-Anschluss. Der Emitter oder die Source können in diesem Fall mit einem Referenzpotential **22** gekoppelt sein, das ein Massepotential sein kann, wie in [Fig. 1](#) gezeigt.

[0022] Für die Gemeinsame-Basis- oder -Gate-Konfiguration entspricht der Transistoreingangsanschluss dem Sourceanschluss des Transistors **16**, d. h. Emitter- oder Source-Anschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss dem Senkenanschluss des Transistors **16** entspricht, d. h. dem Kollektor- oder Drain-Anschluss. Die Basis oder das Gate können in diesem Fall mit dem Referenzpotential **22** gekoppelt sein.

[0023] Für die Konfiguration von gemeinsamem Kollektor oder Drain entspricht der Transistoreingangsanschluss dem Steueranschluss des Transistors **16**, d. h. Basis- oder Gate-Anschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss dem Source-Anschluss des Transistors **16** entspricht, d. h. dem Emitter- oder Source-Anschluss. Der Kollektor oder Drain kann in

diesem Fall mit dem Referenzpotential **22** gekoppelt sein.

[0024] [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Konfiguration mit gemeinsamem Emitter, wobei das HF-Eingangssignal von dem Eingang **12** der integrierten Verstärkerschaltung **10** einen Vorspannungsstrom I_1 modulieren kann, der zu dem Basisanschluss des Bipolartransistors **16** durch eine Stromquelle **18** geliefert wird. In dem Fall eines FET bei einer Konfiguration mit gemeinsamer Source könnte das HF-Eingangssignal aus dem Eingang **12** der integrierten Verstärkerschaltung **10** eine Vorspannung modulieren, die zu dem Gate-Anschluss des FET durch eine Spannungsquelle geliefert wird.

[0025] Obwohl Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung Bezug nehmend auf eine Konfiguration mit gemeinsamem Emitter/Source des Transistors **16** nachfolgend beschrieben werden, sollte darauf hingewiesen werden, dass dies nur exemplarisch ist und dass Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung nicht auf Verstärker in der Konfiguration mit gemeinsamem Emitter/Source beschränkt sind.

[0026] Das erste induktive Element L_1 , das als eine Ausgangsanpassungskomponente dienen kann, weist einen ersten Anschluss **24** auf, der mit dem Ausgangs- oder Senken-Anschluss des Transistors **16** verbunden ist, und einen zweiten Anschluss **26**, der mit einem ersten Anschluss **28** der parallelen Resonanzschaltung **21** verbunden ist. Ein zweiter Anschluss **30** der parallelen Resonanzschaltung **21** entspricht bei Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung dem Ausgangsanschluss **14**.

[0027] Einige Ausführungsbeispiele weisen ein zweites kapazitives Element C_2 auf, das zwischen den zweiten Anschluss **26** des ersten induktiven Elements L_1 und das Referenz- oder Masse-Potential **22** verbunden oder geschaltet ist. Der Kapazitätswert des zweiten kapazitiven Elements C_2 ist derart dimensioniert, dass der Anschluss **26** als sogenannte HF- oder RF-Masse für HF-Signale der vordefinierten Frequenz f_{RF} oder des Frequenzbereichs $f_{RF} \pm \Delta f$ des integrierten Verstärkers **10** funktioniert. HF-Masse bedeutet, dass der Signalweg von dem Knoten **26** zur Masse **22** eine relativ kleine Impedanz für HF-Signale der spezifizierten Frequenz f_{RF} ergibt (z. B. eine Impedanz kleiner als 5 Ohm). In dem Fall, dass die integrierte Verstärkerschaltung **10** für HF-Signale in dem GHz(Gigahertz)-Frequenzbereich betrieben werden soll, kann ein angemessener Kapazitätswert des zweiten kapazitiven Elements C_2 im Bereich von einigen 100 pF (Picofarad) ausgewählt werden. Zum Beispiel kann die Beziehung $10 \text{ pF} \leq C_2 \leq 1000 \text{ pF}$ zutreffen. Bei einigen Ausführungsbeispielen können sogar größere Kapazitätswerte verwendet werden.

[0028] Der gepunktete Kasten **32** zwischen dem ersten Anschluss **24** des ersten induktiven Elements L_1 oder dem Senkenanschluss und dem Ausgangsanschluss **14** stellt einen Platzhalter für die Anschlüsse **24** und **14** dar, die als eine Leerlaufschaltung betrieben werden, oder einen Platzhalter für optionale weitere reaktive Ausgangsanpassungskomponenten, die zwischen den ersten Anschluss **24** des ersten induktiven Elements L_1 (oder dem Senkenanschluss des Transistors **16**) und den Ausgang **14** geschaltet sind, wie nachfolgend beschrieben wird.

[0029] Da das Integrieren einer herkömmlichen HF-Drossel mit hohem Induktivitätswert an den Ausgang **14** in einen LNA unmöglich oder zu teuer ist, liefern Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung ein Konzept, um eine solche HF-Drossel mit hoher Induktivität durch das erste induktive Element L_1 und die parallele Resonanzschaltung **21** zu ersetzen, um eine HF-Drossel und Gleichstromversorgungsfunktionalität für den LNA **10** zu ermöglichen, ohne dessen HF-Verhalten zu verschlechtern. Drosselspulen sind Induktivitäten, die Wechselstromfrequenzströme (AC; alternating current; Wechselstrom) von bestimmten Bereichen einer Hochfrequenzschaltung isolieren. Drosseln hängen von der Eigenschaft der Selbstinduktivität für ihre Operation ab. Sie werden verwendet, um Wechselstrom zu blockieren, während Gleichstrom läuft.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt ein Schaltungsdiagramm für eine integrierte Verstärkerschaltung **40** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0031] Bei der Verstärkerschaltung **40**, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist der gepunktete Platzhalterkasten **32** durch ein drittes kapazitives Element C_3 ersetzt, das zwischen den Senkenanschluss **24** des Transistors **16** und den Ausgangsanschluss **14** geschaltet ist. Das dritte kapazitive Element C_3 funktioniert dadurch als eine Ausgangsanpassungskomponente. Somit sind in [Fig. 2](#) das erste induktive Element L_1 und das dritte kapazitive Element C_3 Anpassungskomponenten für den LNA-Entwurf. Ferner liefert das dritte kapazitive Element C_3 bei einigen Ausführungsbeispielen einen Haupt-HF-Weg zwischen dem Transistorausgangsanschluss und dem Ausgang **14**.

[0032] Die zusätzliche integrierte, chipinterne, parallele Resonanzschaltung **21**, die das zweite induktive Element L_2 und das erste kapazitive Element C_1 aufweist, hat die folgenden Funktionen:

Es ist weitgehend bekannt, dass eine parallele LC-Schaltung bei einer gegebenen Frequenz F_{RF} in Resonanz versetzt werden kann. Bei dieser gegebenen Resonanzfrequenz f_{RF} sind die Reaktiv-Zweig-Ströme durch das zweite induktive Element L_2 und das erste kapazitive Element C_1 gleich und entgegengesetzt. Somit heben sie einander auf, um einen Mini-

malstrom in der Hauptleitung zu ergeben, d. h. der Leitung von Knoten **26** zu Knoten **28**. Da der Gesamtstrom von Knoten **26** zu Knoten **28** in dem Fall der Resonanz minimal ist, ist die Gesamtimpedanz der parallelen LC-Schaltung **21** maximal. Unter idealen Umständen kann die Resonanzfrequenz f_{RF} der Resonanzschaltung **21** berechnet werden gemäß

$$f_{RF} = 1/2\pi\sqrt{L_1C_2} .$$

Für Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung entspricht die Resonanzfrequenz f_{RF} der Resonanzschaltung **21** der Betriebsfrequenz des LNA **10**, **40**. Anders ausgedrückt unterscheidet sich bei einigen Ausführungsbeispielen die Resonanzfrequenz der parallelen Resonanzschaltung nicht um mehr als 10% von einer Betriebsfrequenz des Verstärkers.

[0033] Durch ihre Resonanz bei der Resonanzfrequenz f_{RF} ermöglicht die parallele Resonanzschaltung **21** eine HF-Drosselfunktion an dem Ausgang der integrierten, rauscharmen Verstärkerschaltung **40**. Anders ausgedrückt ermöglicht sie, dass ein Gleichstromsignal, wie z. B. eine Versorgungsspannung oder ein Versorgungsstrom, von dem Ausgangsanschluss **14** zu/mit dem Ausgangsanschluss oder Senkenanschluss **24** des Transistors **16** über den Signalweg verbunden oder geleitet wird, der das erste induktive Element L_1 und das zweite induktive Element L_2 aufweist. Gleichzeitig, wenn sie in Resonanz ist, liefert die parallele Resonanzschaltung **21** eine hohe Impedanz für HF-Signale mit der gegebenen Resonanzfrequenz f_{RF} . Das heißt, HF-Signale, die durch den Transistor **16** verstärkt werden, erreichen den Ausgang **14** hauptsächlich über das dritte kapazitive Element C_3 . Bei einigen Ausführungsbeispielen ist die parallele Resonanzschaltung **21** derart konfiguriert, dass eine Impedanz der parallelen Resonanzschaltung **21** bei einer Betriebsfrequenz f_{RF} des integrierten Verstärkers zumindest 5 mal höher ist als eine Impedanz des dritten kapazitiven Elements C_3 . Ferner bietet die parallele Resonanzschaltung **21** zusätzliche reaktive Abstimmeelemente (L_2, C_1) zur Ausgangsanpassung, was besonders nützlich ist für eine Schmalbandanpassung.

[0034] Aufgrund der Resonanz der parallelen LC-Schaltung **21** kann die integrierte, rauscharme Verstärkerschaltung, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, geeignet sein für Schmalbandanwendungen. Es ist für Fachleute auf dem Gebiet offensichtlich, dass die Nennwerte der induktiven und kapazitiven Elemente der integrierten Verstärkerschaltung **40** von der Frequenz f_{RF} oder dem Frequenzbereich $f_{RF} + \Delta f$ der HF-Signale abhängen, die verstärkt werden sollen. Für HF-Signale in dem GHz-Bereich sind die Nennwerte des ersten und zweiten induktiven Elements L_1, L_2 in dem Bereich von ungefähr 0,1 nH bis ungefähr 1000 nH (nH = Nano-Henry), und die Nennwerte des ersten kapazitiven Elements und des dritten kapazitiven Ele-

ments C_1, C_3 sind in dem Bereich von 0,1 pF bis 1000 pF. Aufgrund der begrenzten Werte der reaktiven Elemente der integrierten Verstärkerschaltung **40** ist es möglich, die ganze Verstärkerschaltung **40** auf ein gemeinsames Halbleitersubstrat zu integrieren.

[0035] Ein anderes Konzept einer integrierten Verstärkerschaltung für eine Kombination einer Gleichstromversorgung und einer HF-Signalleitung an dem Ausgang **14** des Verstärkers ist in [Fig. 3](#) gezeigt.

[0036] Hier sind der Ausgangsanschluss oder Senkenanschluss **24** des Transistors **16** und der Ausgangsanschluss **14** nicht mit Hilfe eines kapazitiven Elements verbunden, wie bei dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 2](#). Stattdessen sind das erste induktive Element L_1 und das zweite induktive Element L_2 in oder auf dem Halbleitersubstrat derart integriert, um einen Transformator T1 zu bilden. Die Gleichstromversorgungsverbindung von dem Ausgangs- oder Senken-Anschluss **24** des Transistors **16** zu dem Ausgang **14** ist durch den Knoten **26** (gemeinsame HF-Masse) des Transformators T1 realisiert, wobei das erste induktive Element L_1 und das zweite induktive Element L_2 miteinander verbunden sind. Wiederum ist der Gleichstromweg von dem Ausgangs- oder Senken-Anschluss **24** des Transistors **16** zu dem Ausgang **14** durch das erste und zweite induktive Element L_1, L_2 realisiert, wie in [Fig. 3](#) hervorgehoben ist. Ein verstärktes HF-Signal, das an dem ersten induktive Element L_1 vorhanden ist (z. B. eine Spannung) wird zu dem Ausgang **14** des integrierten Verstärkers mit Hilfe des Transformators T1 übertragen. Gleichzeitig kann ein Gleichstromversorgungssignal aus dem Ausgang **14** an den Senkenanschluss **24** des Transistors **16** über das erste und zweite induktive Element L_1, L_2 angelegt werden.

[0037] Bei diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung können der Transformator T1 und das erste kapazitive Element C_1 zur Ausgangsanpassung verwendet werden. Aufgrund von Breitbandcharakteristika des Transformators ist die Verstärkerschaltung **50** zum Beispiel für Breitbandanwendungen anwendbar. Das Ausführungsbeispiel, das in [Fig. 3](#) gezeigt ist, kann üblicherweise unter Verwendung eines kleineren Chipbereichsverbrauchs im Vergleich zu dem Ausführungsbeispiel integriert werden, das in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

[0038] [Fig. 4](#) zeigt beispielhaft zwei Ausgangsanpassungsverhaltenskurven **62, 64** der integrierten Verstärkerschaltungen gemäß [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#), angewendet bei GPS-(Global Positioning System)-Anwendungen unter Verwendung einer Frequenz von $f_{RF} = 1575,42$ MHz.

[0039] Kurve **62** stellt den Reflexionskoeffizienten S_{22} über der Frequenz an dem Ausgang **14** für die integrierte Verstärkerschaltung gemäß [Fig. 2](#) dar, wo-

bei der Ausgangsanschluss **14** die Gleichstromversorgung und den HF-Ausgang für die integrierte Verstärkerschaltung **40** kombiniert. Die Kurve **64** stellt den Reflexionskoeffizienten s_{22} über der Frequenz für die integrierte Verstärkerschaltung gemäß **Fig. 3** dar, bei der der Ausgangsanschluss **14** die Gleichstromversorgung und den HF-Ausgang für die integrierte Verstärkerschaltung **50** kombiniert. Wie ersichtlich ist, können beide integrierten Verstärkerschaltungen an ihren Ausgängen gut angepasst sein.

[0040] Unter Verwendung von Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung sind keine zusätzlichen, externen Komponenten für die Kombination der Gleichstromversorgung und der HF-Signalleitung an dem Ausgang **14** eines integrierten Verstärkers erforderlich. Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung können daher die Stifzahl reduzieren, die für einen LNA erforderlich ist, und einen Bereich, der für eine PCB erforderlich ist. Ferner können sie die Anwendungen für aktive Antennen oder für Kompaktmodule vereinfachen.

[0041] Zusammenfassend liefern Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung eine chipinterne Integration der Gleichstromversorgungsleitung und der HF-Signalleitung an den Ausgang eines Verstärkers durch Koppeln eines Transistorausgangsanschlusses eines Transistors mit dem Ausgang mit Hilfe eines Gleichstromwegs, wobei der Gleichstromweg bereitgestellt ist durch Anordnen eines ersten induktiven Elements und einer parallelen Resonanzschaltung, die ein zweites induktives Element und ein erstes kapazitives Element aufweist, in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang. Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung können den Schaltungsentwurf vereinfachen und externe Komponenten und den Raum, der für den Verstärker erforderlich ist, reduzieren.

[0042] Während diese Erfindung im Hinblick auf verschiedene Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, gibt es Änderungen, Permutationen und Entsprechungen, die in den Schutzbereich dieser Erfindung fallen. Es sollte ferner darauf hingewiesen werden, dass es viele alternative Möglichkeiten zum Implementieren der integrierten Verstärkerschaltungen gemäß Ausführungsbeispielen gemäß der vorliegenden Erfindung gibt. Es ist daher vorgesehen, dass die nachfolgenden, angehängten Ansprüche derart interpretiert werden, dass sie solche Änderungen, Permutationen und Entsprechungen umfassen, die in das wahre Wesen und den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Eine integrierte Verstärkerschaltung, die folgende Merkmale aufweist:
einen Eingang;

einen Ausgang;
einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, wobei der Transistoreingangsanschluss mit dem Eingang gekoppelt ist, und einem Transistorausgangsanschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss mit dem Ausgang über einen Gleichstromweg gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung, die in Resonanz versetzt werden kann, aufweist; die ein zweites induktives Element und ein kapazitives Element aufweist, wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang gekoppelt sind;
wobei der Gleichstromweg einen HF-Masseknoten aufweist, der zwischen dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung angeordnet ist.

2. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der das erste induktive Element einen ersten Anschluss aufweist, der mit dem Transistorausgangsanschluss des Transistors gekoppelt ist, und einen zweiten Anschluss, der mit einem ersten Anschluss der parallelen Resonanzschaltung gekoppelt ist, wobei der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements mit einem Referenzpotential über ein zweites kapazitives Element mit einem Kapazitätswert gekoppelt ist, derart, dass der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements als eine HF-Masse für HE-Signale einer vordefinierten Frequenz funktioniert.

3. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der ein drittes kapazitives Element zwischen den Transistorausgangsanschluss des Transistors und den Ausgang gekoppelt ist.

4. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der der Transistoreingangsanschluss ein Steueranschluss des Transistors ist, und bei der der Transistorausgangsanschluss ein Senkenanschluss des Transistors ist.

5. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 4, bei der ein Source-Anschluss des Transistors mit einem Referenzpotential verbunden ist.

6. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der der Eingang konfiguriert ist, um mit einem HE-Eingangssignal gekoppelt zu sein, und bei der der Ausgang konfiguriert ist, um mit einem Gleichstromversorgungssignal für die integrierte Verstärkerschaltung gekoppelt zu sein und um eine verstärkte Version des HF-Eingangssignals auszugeben.

7. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der das erste und zweite induktive Element angeordnet sind, um einen Transformator zu bilden.

8. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der der Transistor, das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung auf einem gemeinsamen Halbleitersubstrat integriert sind.

9. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der die parallele Resonanzschaltung derart konfiguriert ist, dass eine Resonanzfrequenz der parallelen Resonanzschaltung sich von einer Betriebsfrequenz der integrierten Verstärkerschaltung um nicht mehr als 10% unterscheidet.

10. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 1, bei der die parallele Resonanzschaltung konfiguriert ist, um ein Hochfrequenzsignal einer Betriebsfrequenz der integrierten Verstärkerschaltung zu blockieren.

11. Eine integrierte Verstärkerschaltung, die folgende Merkmale aufweist:

einen Eingang;

einen Ausgang;

einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, der mit dem Eingang gekoppelt ist, und einem Transistorausgangsanschluss, der mit dem Ausgang über einen Gleichstromweg gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung, die in Resonanz versetzt werden kann, aufweist, die ein zweites induktives Element und ein kapazitives Element aufweist, wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang gekoppelt sind, wobei der Gleichstromweg ferner einen HF-Masseknoten aufweist, der zwischen dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung angeordnet ist, und wobei das erste und das zweite induktive Element angeordnet sind, um einen Transformator zu bilden.

12. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 11, bei der das erste induktive Element einen ersten Anschluss aufweist, der mit dem Transistorausgangsanschluss des Transistors gekoppelt ist, und einen zweiten Anschluss, der mit einem ersten Anschluss der parallelen Resonanzschaltung gekoppelt ist, wobei der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements mit einem Referenzpotential über ein zweites kapazitives Element mit einem Kapazitätswert gekoppelt ist, derart, dass der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements als der HF-Masseknoten für HF-Signale einer vordefinierten Frequenz funktioniert.

13. Eine integrierte Verstärkerschaltung, die folgende Merkmale aufweist:

einen Eingang;

einen Ausgang;

einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, der mit dem Eingang gekoppelt ist, und ei-

nem Transistorausgangsanschluss, der mit dem Ausgang über einen Gleichstromweg gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung aufweist, die ein zweites induktives Element und ein erstes kapazitives Element aufweist, wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang gekoppelt sind, wobei der Gleichstromweg ferner einen HF-Masseknoten aufweist, der zwischen dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung angeordnet ist, und wobei ein zweites kapazitives Element zwischen den Transistorausgangsanschluss des Transistors und den Ausgang parallel zu dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung gekoppelt ist, wobei die parallele Resonanzschaltung derart konfiguriert ist, dass eine Impedanz der parallelen Resonanzschaltung bei einer Betriebsfrequenz zumindest 5 Mal höher ist als eine Impedanz des zweiten kapazitiven Elements.

14. Die integrierte Verstärkerschaltung gemäß Anspruch 13, bei der das erste induktive Element einen ersten Anschluss aufweist, der mit dem Transistorausgangsanschluss des Transistors gekoppelt ist, und einen zweiten Anschluss, der mit einem ersten Anschluss der parallelen Resonanzschaltung gekoppelt ist, wobei der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements mit einem Referenzpotential über ein drittes kapazitives Element mit einem Kapazitätswert derart gekoppelt ist, dass der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements als der HF-Masseknoten für HF-Signale einer vordefinierten Frequenz funktioniert.

15. Ein Verfahren zum Bereitstellen einer Gleichstromversorgung an einem Ausgang einer integrierten Verstärkerschaltung, wobei das Verfahren folgenden Schritt aufweist:

Koppeln eines Transistorausgangsanschlusses eines Transistors mit dem Ausgang mit Hilfe eines Gleichstromwegs, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung, die in Resonanz versetzt werden kann, in Reihe zwischen dem Transistorausgangsanschluss und dem Ausgang aufweist, wobei die parallele Resonanzschaltung ein zweites induktives Element und ein erstes kapazitives Element aufweist; und wobei ein HF-Masseknoten in dem Gleichstromweg zwischen dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung angeordnet ist.

16. Das Verfahren gemäß Anspruch 15, bei dem ein Transistoreingangsanschluss des Transistors mit einem Eingang der integrierten Verstärkerschaltung gekoppelt ist.

17. Das Verfahren gemäß Anspruch 15, bei dem ein erster Anschluss des ersten induktiven Elements

mit dem Transistorausgangsanschluss des Transistors gekoppelt ist und ein zweiter Anschluss des ersten induktiven Elements mit einem ersten Anschluss der parallelen Resonanzschaltung verbunden ist, und wobei der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements mit einem Referenzpotential über ein zweites kapazitives Element mit einem Kapazitätswert gekoppelt ist, derart, dass der zweite Anschluss des ersten induktiven Elements als eine HE-Masse für HF-Signale einer vordefinierten Frequenz funktioniert.

18. Das Verfahren gemäß Anspruch 15, bei dem ein drittes kapazitives Element zwischen den Transistorausgangsanschluss des Transistors und den Ausgang gekoppelt ist, parallel zu dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung.

19. Eine integrierte Verstärkerschaltung, die folgende Merkmale aufweist:

einen Eingang;

einen Ausgang;

einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, wobei der Transistoreingangsanschluss mit dem Eingang gekoppelt ist, und einem Transistorausgangsanschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss mit dem Ausgang über einen Gleichstromweg gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung aufweist, die ein zweites induktives Element und ein kapazitives Element aufweist, wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang gekoppelt sind; wobei ein drittes kapazitives Element zwischen den Transistorausgangsanschluss des Transistors und den Ausgang gekoppelt ist.

20. Ein Verfahren zum Bereitstellen einer Gleichstromversorgung an einem Ausgang einer integrierte Verstärkerschaltung, wobei das Verfahren folgenden Schritt aufweist:

Koppeln eines Transistorausgangsanschlusses eines Transistors mit dem Ausgang mit Hilfe eines Gleichstromwegs, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen dem Transistorausgangsanschluss und dem Ausgang aufweist, wobei die parallele Resonanzschaltung ein zweites induktives Element und ein erstes kapazitives Element aufweist;

wobei ein drittes kapazitives Element zwischen den Transistorausgangsanschluss des Transistors und den Ausgang gekoppelt ist, parallel zu dem ersten induktiven Element und der parallelen Resonanzschaltung.

21. Eine integrierte Verstärkerschaltung, die folgende Merkmale aufweist:

einen Eingang;

einen Ausgang;

einen Transistor mit einem Transistoreingangsanschluss, wobei der Transistoreingangsanschluss mit dem Eingang gekoppelt ist, und einem Transistorausgangsanschluss, wobei der Transistorausgangsanschluss mit dem Ausgang über einen Gleichstromweg gekoppelt ist, wobei der Gleichstromweg ein erstes induktives Element und eine parallele Resonanzschaltung aufweist, die ein zweites induktives Element und ein kapazitives Element aufweist, und die in Resonanz versetzt werden kann wobei das erste induktive Element und die parallele Resonanzschaltung in Reihe zwischen den Transistorausgangsanschluss und den Ausgang gekoppelt sind; wobei die parallele Resonanzschaltung konfiguriert ist, um ein Hochfrequenzsignal einer Betriebsfrequenz der integrierten Verstärkerschaltung zu blockieren.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

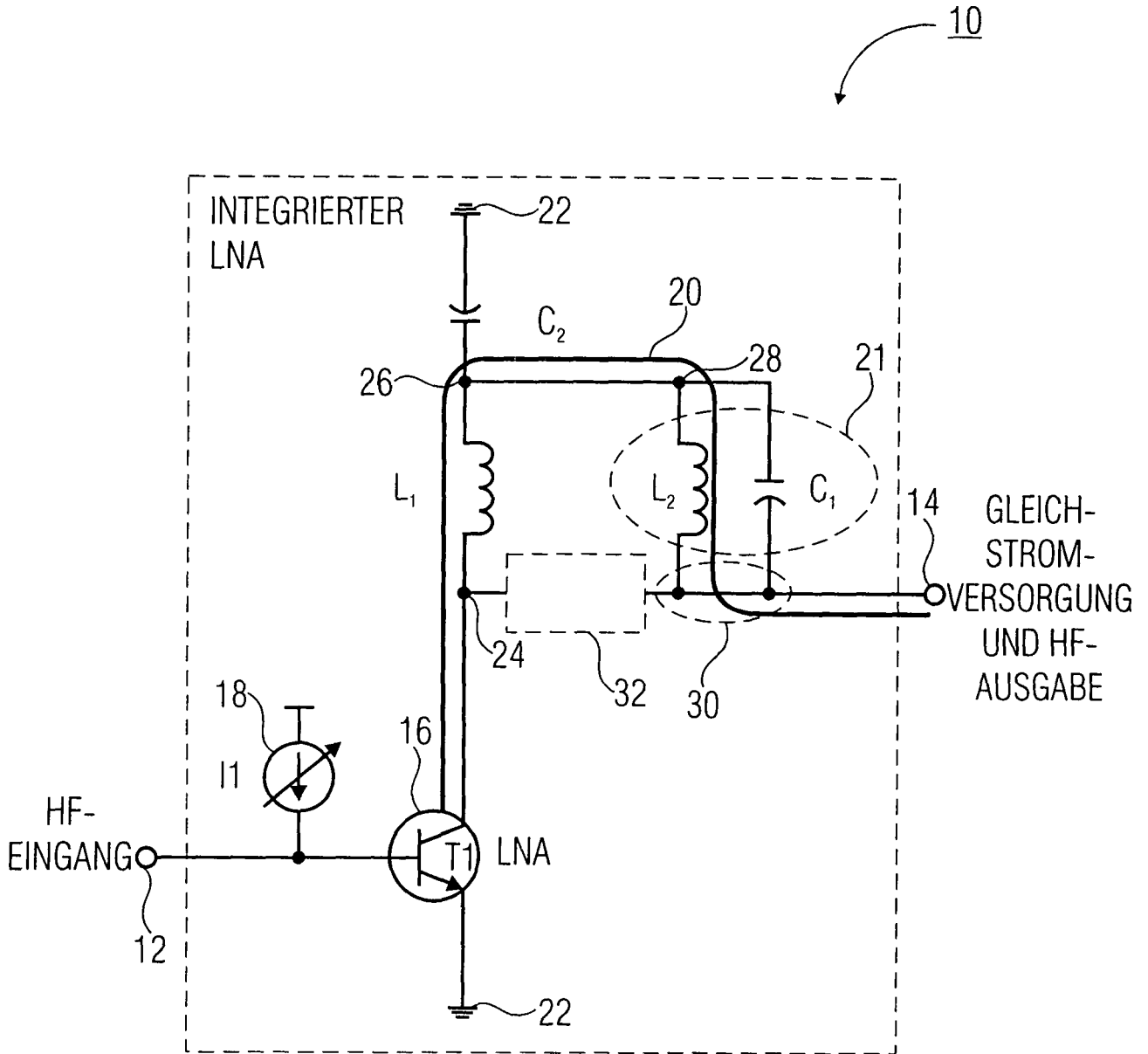


FIG 1

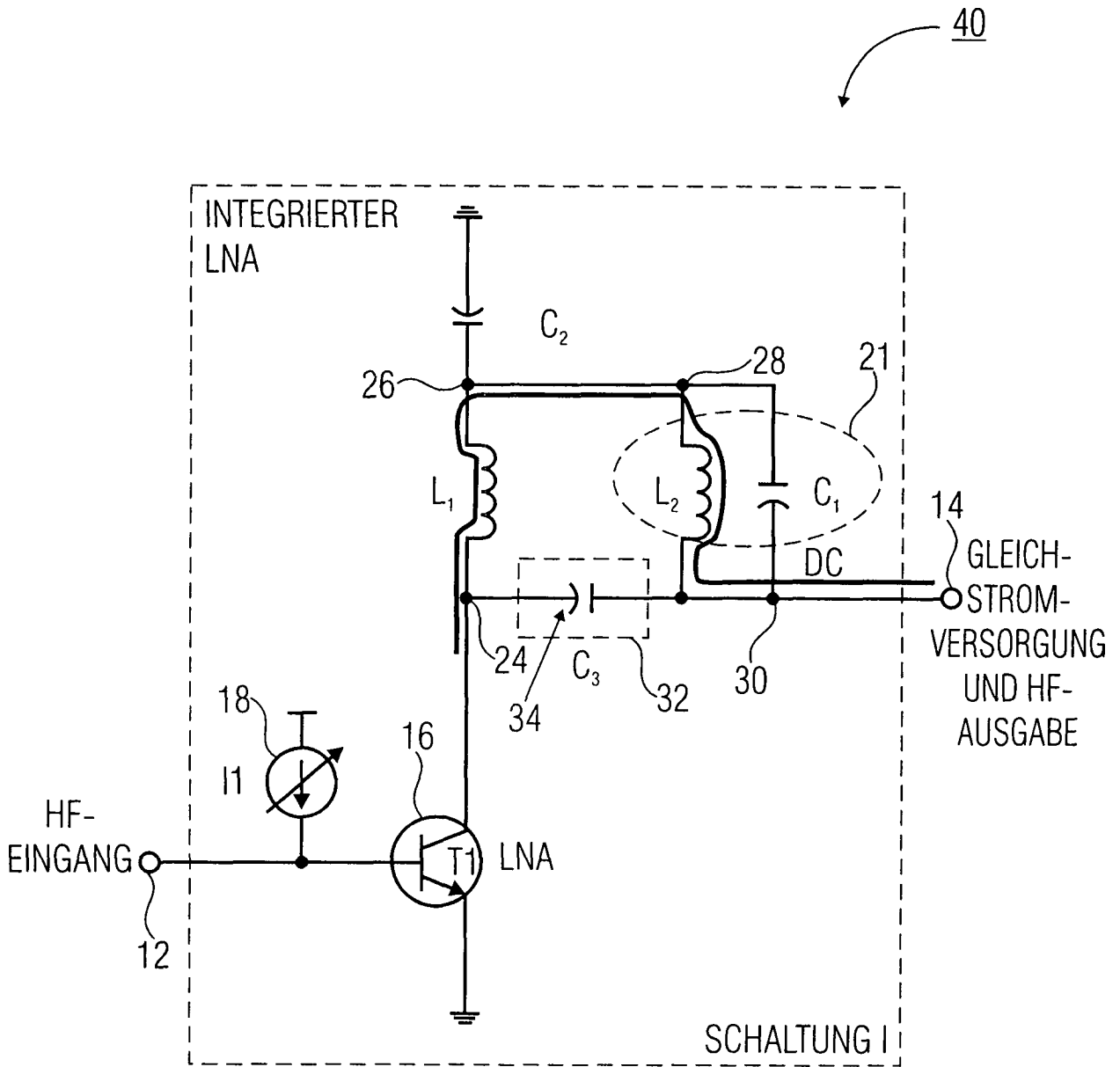


FIG 2

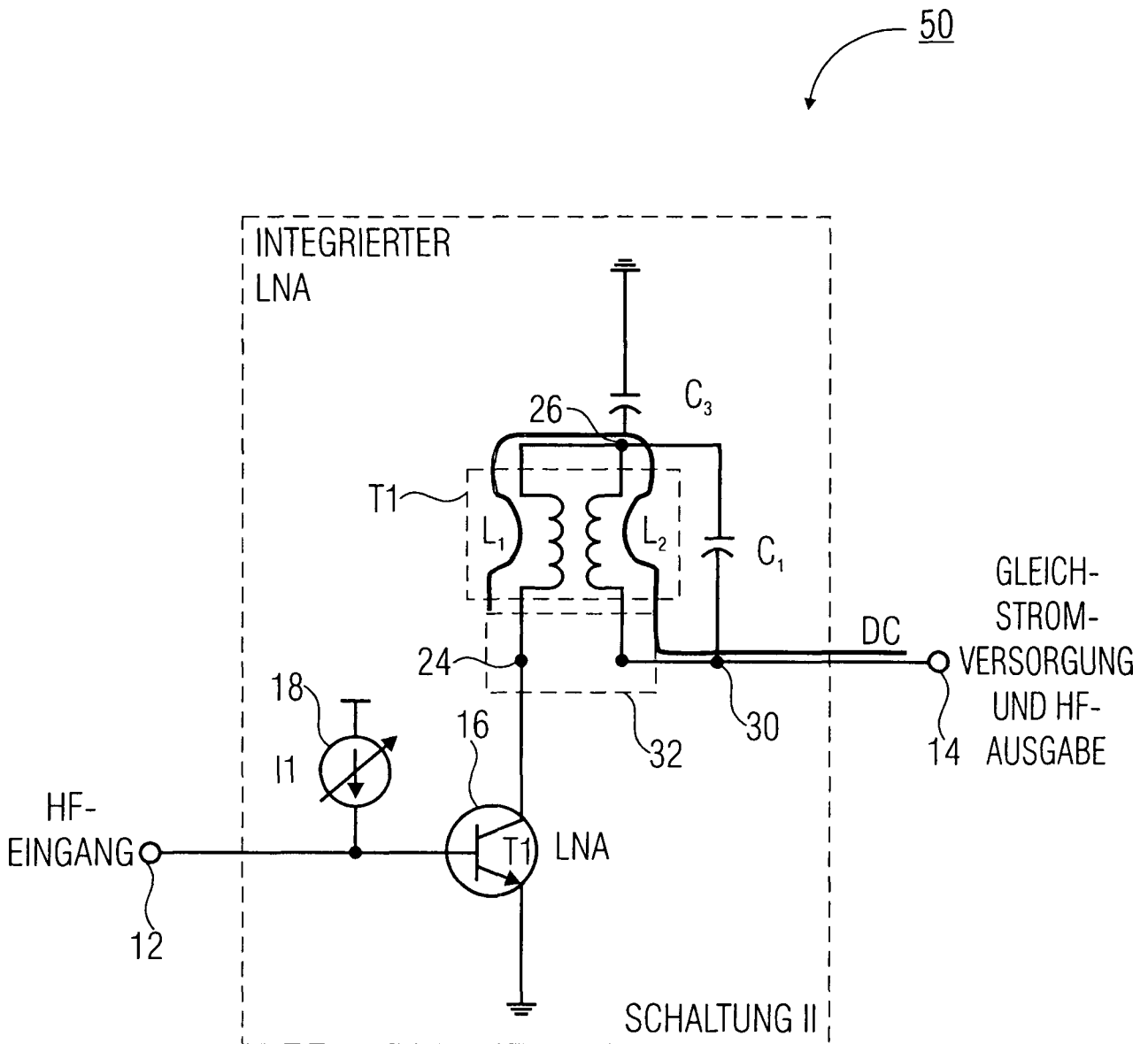


FIG 3

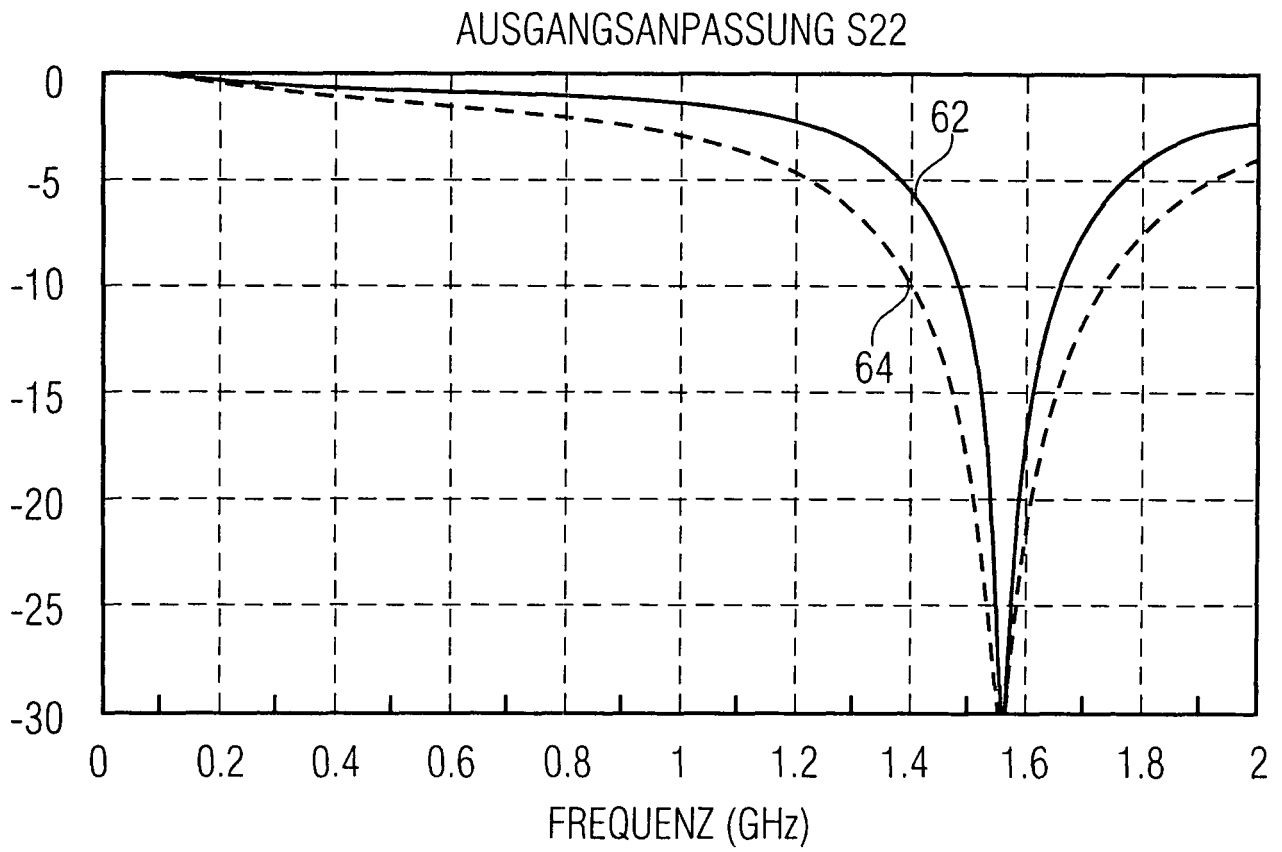


FIG 4