



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 59 338 A1** 2004.07.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 59 338.8**
 (22) Anmeldetag: **18.12.2002**
 (43) Offenlegungstag: **22.07.2004**

(51) Int Cl.7: **H03F 3/195**
H04B 1/02, H04Q 7/32

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(72) Erfinder:
Bakalski, Winfried, 86316 Friedberg, DE;
Simbürger, Werner, Dr., 85540 Haar, DE; Knapp,
Herbert, Dr., 80798 München, DE; Wohlmuth,
Hans-Dieter, Dr., 81735 München, DE

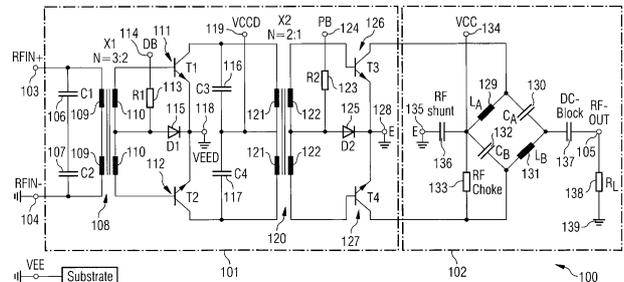
(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung und Mobilfunk-Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung und eine Mobilfunk-Vorrichtung. Die monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung enthält einen Verstärker-Schaltkreis zum Generieren eines gegenüber einem an einem Eingang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung bereitstellbaren Eingangssignals verstärkten, an einem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung bereitstellbaren Ausgangssignals. Ferner weist die Verstärkerschaltkreis-Anordnung einen mit dem Verstärker-Schaltkreis und mit dem Ausgang gekoppelten LC-Balun-Ausgabeschaltkreis auf, als Anpassungsnetzwerk zum Einstellen eines vorgebbaren, an dem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung anliegenden Ausgangswiderstands (Fig. 1).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung und eine Mobilfunk-Vorrichtung.

Stand der Technik

[0002] In den letzten Jahren hat sich der Mobilfunk und haben sich drahtlose LAN-Systeme ("local area network") zu wichtigen technologischen und wirtschaftlichen Gebieten entwickelt. Der Trend geht in diesen Bereichen hin zu Low-Power Anwendungen mit geringen Versorgungsspannungen bei drahtlosen Einrichtungen und zu einem möglichst energiesparenden Betrieb beim Übertragen und Verarbeiten von Signalen. Somit besteht auch ein Bedarf an energiesparenden Leistungsverstärkern, insbesondere für die Hochfrequenztechnik.

[0003] In [1] ist eine Übersicht über Radiofrequenz-Leistungsverstärker für den Mobilfunk gegeben.

[0004] In einem Leistungsverstärker für die Hochfrequenztechnik wird häufig an einem Eingang ein Eingangssignal eingekoppelt und aufgrund der Funktionalität des Verstärkerschaltkreises wird die Leistung des Signals bis hin zu einem Ausgangssignal an einem Ausgang des Verstärkerschaltkreises erhöht. Ein solcher Leistungsverstärker ist häufig mit einem externen sogenannten Balun-Schaltkreis (balanced/unbalanced) gekoppelt, der zwischen Verstärker-Schaltkreis und einen Signalweiterverarbeitungs-Schaltkreis geschaltet sein kann. Ein Balun-Schaltkreis dient der impedanz- und symmetriemäßigen Anpassung von unterschiedlichen Übertragungsmedien bzw. Signalverarbeitungsinstanzen aufeinander. Ein Balun-Schaltkreis ist gemäß dem Stand der Technik in der Regel als externes Anpassnetzwerk realisiert, mit dem eine externe Anpassung von Leistungsverstärkern vorgenommen werden kann.

[0005] In [2] ist ein Balun-Schaltkreis für die Hochfrequenztechnik in einem Frequenzbereich zwischen 2.1 und 3.6 GHz offenbart. Der aus [2] bekannte Balun-Schaltkreis hat eine Dimension von $75 \times 49 \text{ mm}^2$.

[0006] Aus [3] ist ein in einem Chip integrierter Leistungsverstärker-Schaltkreis bekannt, der mit einem auf einer Leiterplatte ausgebildeten externen Balun-Schaltkreis verschaltet wird. Der aus [3] bekannte Leistungsverstärker weist eine Chipdimension von $1.5 \times 0.95 \text{ mm}^2$ auf. Der von dem Leistungsverstärker extern vorgesehene Balun-Schaltkreis weist eine Dimension von $36 \times 29 \text{ mm}^2$ auf.

[0007] In [4] ist ein in einem Chip monolithisch integrierter Leistungsverstärker offenbart, welcher gemeinsam mit einem externen Balun-Schaltkreis einer Dimension von $36 \times 29 \text{ mm}^2$ auf einer gemeinsamen Test-Leiterplatte verschaltet ist.

[0008] [5] offenbart einen monolithisch integrierten Transformator insbesondere zur Hochfrequenzan-

wendung zum Beispiel in GSM-Mobilfunk-Einrichtungen.

[0009] Aus [6],[7] ist ein in einem Chip integrierter Leistungsverstärker bekannt, bei dem ein passives Ausgabe-Anpassnetzwerk unter Verwendung eines Transformators realisiert ist.

[0010] In [8] ist beschrieben, welchen Beitrag ein Bond-Draht zu einer Induktivität eines Schaltkreises liefert.

[0011] Viele aus dem Stand der Technik bekannte Verstärkerschaltkreise weisen den Nachteil auf, dass sie ein externes Anpassnetzwerk enthalten, mit dem eine für die Bedürfnisse im Mobilfunkbereich ausreichende Verstärkung nicht in allen Fällen erreichbar ist. Außerdem sind während des Signaltransports über Leiterbahnen zwischen Verstärker-Schaltkreis und Anpassungsnetzwerk die Signale einer starken ohmschen Dämpfung und anderen störenden Einflüssen unterworfen, was insbesondere die Verarbeitung schwacher Signale erschwert. Dies ist insbesondere bei Batteriebetriebenen, drahtlosen bzw. Low-Power-Anwendungen nachteilhaft. Ferner ist die Frequenz-Bandbreite von aus dem Stand der Technik bekannten Verstärkerschaltkreisen in vielen Fällen nicht ausreichend groß.

Aufgabenstellung

[0012] Der Erfindung liegt insbesondere das Problem zugrunde, eine in einem breiten Frequenzband betreibbare, ausreichend leistungsstarke Verstärkerschaltkreis-Anordnung und Mobilfunk-Vorrichtung bereitzustellen.

[0013] Das Problem wird durch eine monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung und durch eine Mobilfunk-Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

[0014] Die monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung enthält einen Verstärkerschaltkreis zum Generieren eines gegenüber einem an einem Eingang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung bereitstellbaren Eingabesignals verstärkten, an dem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung bereitstellbaren Ausgabesignals. Ferner weist die monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung eine mit dem Verstärkerschaltkreis und mit dem Ausgang gekoppelten LC-Balun-Ausgabeschaltkreis als Anpassungsnetzwerk zum Einstellen eines vorgebbaren, an dem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung anliegenden Ausgangswiderstands auf.

[0015] Die erfindungsgemäße Mobilfunk-Vorrichtung weist eine Verstärkerschaltkreis-Anordnung mit den oben genannten Merkmalen auf.

[0016] Anschaulich ist erfindungsgemäß ein vollintegrierter Leistungsverstärker, insbesondere für Hochfrequenzanwendungen, geschaffen, der einen On-Chip integrierten LC-Balun aufweist.

[0017] Eine Grundidee der Erfindung ist darin zu sehen, für eine Verstärkerschaltkreis-Anordnung einen

Verstärkerschaltkreis und einen LC-Balun-Ausgabeschaltkreis zu verwenden und diese beiden Teilschaltkreise in einem gemeinsamen Substrat monolithisch zu integrieren. Dadurch wird eine miniaturisierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung erhalten, bei der kurze Signaltransportwege ermöglicht sind und somit eine unerwünschte Signaldämpfung und ein unerwünschtes Signalrauschen sicher vermieden sind. Ferner ist die erfindungsgemäße Verstärkerschaltkreis-Anordnung in einem breiten Frequenzband mit annähernd konstanter Ausgabeleistung betreibbar.

[0018] Erfindungsgemäß ist somit eine kostengünstige Verstärkerschaltkreis-Anordnung unter Vermeidung externer Komponenten geschaffen.

[0019] Die erfindungsgemäß realisierte Integration von Verstärkerschaltkreis und LC-Balun-Ausgabeschaltkreis in einem einzigen Chip hat den zusätzlichen Vorteil, dass die Signaltransportwege zwischen Verstärkerschaltkreis und LC-Balun-Ausgabeschaltkreis klein gehalten sind, so dass die Signale nur über einen kurzen Transportweg hinweg einer Signaldämpfung unterworfen sind. Dies ist insbesondere für Low-Power Anwendungen und für Anwendungen mit Signalen geringer Amplitude günstig.

[0020] Ein anderer wichtiger Vorteil der erfindungsgemäßen Verstärkerschaltkreis-Anordnung ist die monolithisch integrierte Realisierung eines Balun-Ausgabeschaltkreises als besonders kompakter LC-Balun-Ausgabeschaltkreis mit der Funktionalität eines Ausgabe-Anpassungsnetzwerks.

[0021] Bei der monolithischen Integration von Induktivitäten, wie sie in dem LC-Balun-Ausgabeschaltkreis enthalten sind, stellt sich häufig das Problem, dass eine Induktivität für eine ausreichend hohe zu verarbeitende Stromdichte eine ausreichend hohe Leiterbahndicke aufweisen muss. Bei einer Integration und somit Miniaturisierung von Spulen in einen integrierten Schaltkreis ist auch die Leiterbahndicke gering. Dünne Leiterbahnen begrenzen die Güte der Signalverarbeitung und die verarbeitbare Leistung. Bei einem LC-Balun-Ausgabeschaltkreis, wie dem in [3] offenbarten, ist es möglich, zwei oder mehr parallele Stromsignalpfade vorzusehen, so dass vorteilhafterweise ein zu verarbeitender Strom auf die in den unterschiedlichen Pfaden enthaltenen Induktivitäten aufgeteilt sein kann. Unter Verwendung eines monolithisch integrierten LC-Balun-Ausgabeschaltkreises ist daher die gesamte verarbeitbare Stromdichte mittels Verwendens mehrerer parallel geschalteter Induktivitäten ausreichend groß. Anschaulich kann das Verwenden von n parallel geschalteten Induktivitäten eine störungsfrei verarbeitbare Stromstärke gegenüber der Verwendung eines Balun-Schaltkreises ohne Induktivitäten um einen Faktor n erhöht werden.

[0022] Ferner bewirkt die Fortentwicklung in der Hochfrequenztechnik, insbesondere die Tendenz zur Verwendung immer höherer Frequenzen, dass die erforderlichen Werte von integrierten Induktivitäten sukzessive abnehmen, somit weniger Windungen er-

forderlich sind, und eine Integration in der Zukunft immer besser möglich wird.

[0023] Anschaulich ausgedrückt ist bei der monolithisch integrierten Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung ein Anpassungsnetzwerk zusammen mit einer Verstärkerschaltung zu einer vollintegrierten Lösung verschmolzen.

[0024] Ein weiterer Vorteil bei der monolithisch integrierten Verstärkerschaltkreis-Anordnung ist darin zu sehen, dass diese aufgrund ihrer geringen Dimension, die vorzugsweise geringer als die Wellenlänge eines zu verarbeitenden Signals im GHz-Bereich ist, breitbandig für Signale unterschiedlicher Frequenzen verwendbar ist, ohne dass bei konstanter Eingabeleistung signifikante Schwankungen bei der Ausgabeleistung auftreten. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei der erfindungsgemäßen Verstärkerschaltkreis-Anordnung für Frequenzen zwischen 4.8GHz und 6GHz keine nennenswerte Schwankung der Ausgabeleistung auftritt.

[0025] Die Verwendung eines LC-Balun-Ausgabeschaltkreises stellt eine besonders kompakte Realisierung eines Baluns dar, die sich somit für eine Miniaturisierung im Rahmen einer Integration einer Verstärkerschaltkreis-Anordnung besonders gut eignet. Die Realisierung der für den LC-Balun erforderlichen Induktivität kann unter Verwendung einer planar integrierten Spule erfolgen.

[0026] Erfindungsgemäß ist eine On-Chip realisierte Anpassung der Ausgangslast ermöglicht.

[0027] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0028] Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung kann in ein Halbleiter-Substrat monolithisch integriert sein, vorzugsweise in ein Silizium-Substrat (zum Beispiel ein Silizium-Wafer oder ein Silizium-Chip).

[0029] Der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis kann eine Parallelschaltung aus einer Reihenschaltung einer ersten Induktivität und einer ersten Kapazität und aus einer Reihenschaltung einer zweiten Kapazität und einer zweiten Induktivität aufweisen.

[0030] Der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis kann ferner eine Gleichstromblockier-Kapazität zum Vermeiden einer Gleichstromkomponente an dem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung aufweisen, welche Gleichstromblockier-Kapazität zwischen der Parallelschaltung der Induktivitäten/Kapazitäten des LC-Balun-Ausgabeschaltkreises und dem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung angeordnet sein kann. Anders ausgedrückt kann die Gleichstromblockier-Kapazität (DC-Block-Kapazität) zwischen der Parallelschaltung und dem Ausgang eine Gleichstromkomponente eines Signals unterdrücken.

[0031] Der Wert der Kapazität der Gleichstromblockier-Kapazität kann derart eingestellt sein, dass die Gleichstromblockier-Kapazität gemeinsam mit mindestens einer parasitären Impedanz des LC-Balun-Ausgabeschaltkreises eine reelle Ausgangsimpedanz bildet. Zumindest ein Teil der parasitären Impedanz kann von mindestens einem Anschluss-Pad

und/oder einer Leiterbahn der Verstärkerschaltkreis-Anordnung gebildet sein.

[0032] Anders ausgedrückt kann eine Reihenschaltung aus einem Bond-Pad (bzw. einer Leiterbahn oder Ähnliches) und der Gleichstromblockier-Kapazität verwendet werden, um mittels Dimensionierens der Gleichstromblockier-Kapazität eine im Wesentlichen rein reelle, d.h. von Imaginär-Komponenten freie, Last zu erhalten. Anschaulich können Imaginär-Impedanz-Komponenten von Bond-Pads etc. mittels der Imaginär-Impedanz der Gleichstromblockier-Kapazität zumindest teilweise, vorzugsweise größtenteils, weiter vorzugsweise vollständig kompensiert werden.

[0033] Um die Verstärkerschaltkreis-Anordnung extern zu kontaktieren, kann ein Anschluss-Pad (oder mehrere Anschluss-Pads) verwendet werden. Ein solches Anschluss-Pad weist einen ohmschen Widerstand, eine Induktivität (typischerweise ungefähr 1nH/mm, vergleiche [8]) und eine Kapazität (anschaulich kann ein Pad eine Kondensatorplatte aufgefasst werden) auf, so dass eine Lastimpedanz einen komplexen bzw. imaginären Wert aufweisen kann, welche ohmsche, kapazitive und induktive Impedanzkomponenten der Anschluss-Pads enthält. Mittels Einstellens der Kapazität der Gleichstromblockier-Kapazität kann nunmehr die Induktivität auf einen reellen Wert, frei von einer Imaginär-Komponente, gebracht werden. Gemäß diesem Kriterium kann der Wert der Gleichstromblockier-Kapazität eingestellt werden.

[0034] Die Werte der ersten und der zweiten Kapazität und der ersten und zweiten Induktivität des LC-Baluns können basierend auf dem Wert des Ausgangswiderstands eingestellt sein.

[0035] Ist der Wert der Gleichstromblockier-Kapazität zum Kompensieren von Imaginär-Komponenten der Lastimpedanz gewählt, so kann eine Lastimpedanz mit einem reellen Wert erhalten werden. Basierend auf der Lastimpedanz bzw. dem Ausgangswiderstand können dann unter Berücksichtigung der Frequenz (beispielsweise 5GHz) eines zu verarbeitenden Hochfrequenzsignals die Werte der Induktivitäten und der Kapazitäten des LC-Baluns gewählt werden. Vorzugsweise weisen die beiden Induktivitäten denselben Wert auf, und weisen die beiden Kapazitäten denselben Wert auf.

[0036] Ferner kann zwischen dem Eingang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung und der Parallelschaltung (von LC-Zweigen des LC-Baluns) eine Drosselinduktivität (RF Choke) vorgesehen sein.

[0037] Ein erster Anschluss der Drosselinduktivität kann mit einem ersten Anschluss der ersten Induktivität und mit einem ersten Anschluss der zweiten Induktivität gekoppelt sein, und ein zweiter Anschluss der Drosselinduktivität kann mit einem ersten Anschluss der zweiten Induktivität und mit einem zweiten Anschluss der zweiten Kapazität gekoppelt sein.

[0038] Alternativ kann ein erster Anschluss der Drosselinduktivität mit einem ersten Anschluss der

zweiten Induktivität und mit einem ersten Anschluss der zweiten Kapazität gekoppelt sein, und es kann ein zweiter Anschluss der Drosselinduktivität auf ein elektrisches Referenzpotential, beispielsweise auf ein Versorgungspotential, gebracht werden. Bei der zuletzt genannten Verschaltung der Drosselinduktivität ist vorteilhaft, dass bei dem zugehörigen Layout der Verstärkerschaltkreis-Anordnung Überkreuzungen von Leiterbahnen besonders gut vermieden sind.

[0039] Der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis kann derart verschaltet sein, dass mindestens zwei separate Stromflusspfade (vorzugsweise zueinander elektrisch parallele Stromflusspfade) für ein Signal zwischen Eingang und Ausgang gebildet sind, wobei vorzugsweise in jedem der Stromflusspfade eine Induktivität angeordnet ist. Somit kann sich ein zu verarbeitender Strom auf mehrere Zweige aufteilen, wodurch auch bei hohen Ströme eine störungsfreie Signalverarbeitung sichergestellt ist.

[0040] Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung kann als Hochfrequenz-Leistungsverstärker eingerichtet sein, die vorzugsweise in dem Frequenzbereich zwischen 4.8GHz und 6GHz eingesetzt werden kann. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Verstärkerschaltkreis-Anordnung bei einer Frequenz von 5.8GHz betrieben.

[0041] Somit ist die Verstärkerschaltkreis-Anordnung vorzugsweise eingerichtet für den Betrieb in einem Frequenzband zwischen 4.8GHz und 6GHz.

[0042] Vorzugsweise ist die Verstärkerschaltkreis-Anordnung in mindestens zwei Dimensionen (vorzugsweise zwei Dimensionen, welche zu der Dicke des Substrats, in welche die Verstärkerschaltkreis-Anordnung integriert ist, orthogonal sind) kleiner als die Wellenlänge eines zu verstärkenden Eingabesignals.

[0043] In diesem Fall ist sichergestellt, dass eine besonders hohe Bandbreite, das heißt ein besonders großer Bereich von bei konstanter Eingabeleistung mit annähernd der gleichen Ausgabeleistung verarbeitbaren Eingabesignalen, verarbeitet werden kann.

[0044] Es ist anzumerken, dass die erfindungsgemäße monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung für eine differenzielle Signalverarbeitung, das heißt im Gegentaktbetrieb, geeignet ist. Ferner ist die Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung Technologieunabhängig und kann beispielsweise in CMOS-Technologie bzw. in Si-BiCMOS-Technologie implementiert sein.

[0045] Vorzugsweise werden bei der Bestimmung der Werte der Kapazitäten und Induktivitäten des LC-Balun-Ausgabeschaltkreises, d.h. bei der Planung eines Layouts, die Bond-Drähte und Ähnliches in die Berechnung miteinbezogen, um sicher zu vermeiden, dass die Funktionalität des Anpassnetzwerkes aufgrund der parasitären ohmschen Widerstände, Induktivitäten und Kapazitäten der Bond-Drähte und Zuleitungen nicht unerwünscht verschoben werden. Anders ausgedrückt werden die freien Parameter des LC-Balun-Ausgabeschaltkreises mittels Si-

mulation der parasitären Größen in gewünschter Weise dimensioniert.

[0046] Erfindungsgemäß ist ein vollständig integrierter Radiofrequenz- bzw. Mikrowellenfrequenz-Leistungsverstärker insbesondere für den Frequenzbereich zwischen 4.8GHz und 6GHz geschaffen. Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung kann in 38GHz- f_T , 0.25 μm -Si-BiCMOS Technologie realisiert sein.

[0047] Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung kann als zweistufiger Push-Pull-Leistungsverstärker unter Verwendung von zwei On-Chip implementierten Transformatoren als Eingabe-Balun und als Zwischen-Anpassungsnetzwerk realisiert sein. Der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis kann unter Verwendung planar integrierter Induktivitäten, wie sie beispielsweise in [6] beschrieben sind, realisiert sein. Infolge der Verwendung des On-Chip implementierten Ausgabenetzwerks sind externe Elemente entbehrlich, so dass die Signalwege kurz gehalten sind und die Signaldämpfung minimiert sind. Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung kann beispielsweise mit einer Versorgungsspannung von 1.2Volt, 1.5Volt oder 2Volt betrieben werden.

[0048] Somit ist erfindungsgemäß ein vollständig integrierter Verstärkerschaltkreis bereitgestellt, der insbesondere für das Frequenzband von 4.8GHz bis 6GHz eine annähernd gleichbleibende Ausgabeleistung liefert. Mittels Verwendens eines monolithisch integrierten LC-Balun-Ausgabeschaltkreises können Verluste bei der Signalübertragung kleingehalten werden. Vorzugsweise enthält der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis eine integrierte Drosselspule (RF Choke) und eine Gleichstromblockier-Kapazität (DC-Block-Kapazität) zum Bereitstellen eines 50 Ω Ausgangs, wie er in der Hochfrequenztechnik häufig angestrebt wird.

[0049] Somit sind Chip-externe Komponenten als Anpassungsnetzwerk erfindungsgemäß entbehrlich. Es bestehen keine Beschränkungen hinsichtlich des externen Gleichstrompotentials an den Eingabean schlüssen des Schaltkreises, und es ist kein externer Gleichstromblockier-Kondensator erforderlich. Das Eingangssignal kann an dem Eingang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung "balanced" oder "unbalanced" zugeführt werden.

[0050] Ein wichtiges Anwendungsgebiet der Erfindung ist insbesondere die Hochfrequenztechnik bzw. der Mobilfunk. Die erfindungsgemäße Verstärkerschaltkreis-Anordnung kann insbesondere als drahtloser LAN-Verstärker ("Local Area Network"), d.h. in einem lokalen Netzwerk, genauer in einem räumlich begrenzten lokalen Datennetz, eingesetzt werden. Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung kann auch als DECT-Verstärker ("Digital Enhanced Cordless Telecommunications technology") oder als BluetoothTM-Verstärker eingesetzt werden.

[0051] Bei dem Generieren eines Layouts der Verstärkerschaltkreis-Anordnung der Erfindung können ohmsche Widerstände zum Beispiel von Leiterbah-

nen, parasitäre Induktivitäten und/oder parasitäre Kapazitäten berücksichtigt werden, um die Werte L, C des LC-Baluns zu bestimmen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Arbeitspunkt der Verstärkerschaltkreis-Anordnung aufgrund parasitärer Impedanzen nicht unerwünscht verschoben wird.

Ausführungsbeispiel

[0052] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Weiteren näher erläutert. Es zeigen:

[0053] **Fig. 1** den Schaltplan einer Verstärkerschaltkreis-Anordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0054] **Fig. 2** eine Draufsicht einer monolithisch integrierten Verstärkerschaltkreis-Anordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0055] **Fig. 3** eine Draufsicht einer Leiterplatte, auf welcher die in **Fig. 2** gezeigte Verstärkerschaltkreis-Anordnung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung enthalten ist, samt externer Kontaktierung,

[0056] **Fig. 4** eine Layoutansicht einer monolithisch integrierten Verstärkerschaltkreis-Anordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0057] **Fig. 5** ein Diagramm, das für ein Eingangssignal fester Eingabeleistung die Abhängigkeit einer Ausgabeleistung von einer variablen Frequenz zeigt, [0058] **Fig. 6** ein Schaltbild, das einen LC-Balun-Ausgabeschaltkreis einer Verstärkerschaltkreis-Anordnung gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

[0059] Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0060] Im Weiteren wird bezugnehmend auf **Fig. 1** eine monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

[0061] Die Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** enthält einen Verstärkerschaltkreis **101** zum Generieren eines gegenüber einem an einem ersten Eingang **103** bzw. einem zweiten Eingang **104** bereitstellbaren Eingangssignals RFin+, RFin- verstärkten, an einem Ausgang **105** der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** bereitstellbaren Ausgangssignals RF-out. Ferner enthält die Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** einen mit dem Verstärkerschaltkreis **101** und mit dem Ausgang **105** gekoppelten LC-Balun-Ausgabeschaltkreis **102** als Anpassungsnetzwerk zum Einstellen eines vorgebbaren, an dem Ausgang **105** der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** anliegenden Ausgangswiderstands.

[0062] Der erste Eingang **103** ist mit einem ersten Anschluss eines ersten Eingabe-Kondensators **106** gekoppelt, dessen zweiter Anschluss mit einem ersten Anschluss eines zweiten Eingabe-Kondensators **107** gekoppelt ist. Der zweite Anschluss des zweiten Eingabe-Kondensators **107** ist mit dem zweiten Ein-

gang **104** gekoppelt. Der erste Anschluss des ersten Eingabe-Kondensators **106** und der zweite Anschluss des zweiten Eingabe-Kondensators **107** sind mit einem ersten bzw. einem zweiten Anschluss einer Primärspule **109** eines ersten Transformators **108** gekoppelt. Ein erster Anschluss einer Sekundärspule **110** des ersten Transformators **108** ist mit dem Basisanschluss eines ersten Bipolartransistors **111** gekoppelt. Der erste Transformator **108** weist ein Windungszahlverhältnis zwischen Primär- und Sekundärspule **109, 110** von 3:2 auf. Ein zweiter Anschluss der Sekundärspule **110** ist mit einem Basisanschluss eines zweiten Bipolartransistors **112** gekoppelt. Ein Mittelabgriff der Sekundärspule **110** ist mit einem ersten Anschluss eines ersten ohmschen Widerstands **113** gekoppelt, dessen zweiter Anschluss auf ein erstes Referenzpotential **114** gebracht ist. Ferner ist der Mittelabgriff der Sekundärspule **110** mit einem ersten Anschluss einer ersten Diode **115** gekoppelt. Der zweite Anschluss der ersten Diode **115** ist mit einem Emitteranschluss des ersten Bipolartransistors **111** und mit einem Emitteranschluss des zweiten Bipolartransistors **112** gekoppelt. Der Kollektoranschluss des ersten Bipolartransistors **111** ist mit einem ersten Anschluss eines ersten Hilfs-Kondensators **116** gekoppelt, dessen zweiter Anschluss mit einem ersten Anschluss eines zweiten Hilfs-Kondensators **117** gekoppelt ist. Der zweite Anschluss des zweiten Hilfs-Kondensators **117** ist mit dem Kollektoranschluss des zweiten Bipolartransistors **112** gekoppelt. Der zweite Anschluss der ersten Diode **115** befindet sich auf einem zweiten elektrischen Referenzpotential **118**. Der zweite Anschluss des ersten Hilfs-Kondensators **116** und der erste Anschluss des zweiten Hilfs-Kondensators **117** sind auf einem dritten elektrischen Referenzpotential **119**. Der zweite Anschluss des ersten Hilfs-Kondensators **116** und der erste Anschluss des zweiten Hilfs-Kondensators **117** sind ferner mit einem Mittelabgriff einer Primärspule **121** eines zweiten Transformators **120** gekoppelt. Der zweite Transformator **120** weist ein Windungszahlverhältnis zwischen der Primärspule **121** und der Sekundärspule **122** von 2:1 auf. Ein Mittelabgriff der Sekundärspule **122** ist mit einem ersten Anschluss eines zweiten ohmschen Widerstands **123** gekoppelt, dessen zweiter Anschluss auf ein viertes elektrisches Referenzpotential **124** gebracht ist. Der erste Anschluss des zweiten ohmschen Widerstands **123** ist mit einem ersten Anschluss einer zweiten Diode **125** gekoppelt. Ein erster Anschluss der Sekundärwindung **122** ist mit einem Basisanschluss eines dritten Bipolartransistors **126** gekoppelt. Ein zweiter Anschluss der Sekundärspule **122** ist mit einem Basisanschluss eines vierten Bipolartransistors **127** gekoppelt. Ein zweiter Anschluss der zweiten Diode **125** ist mit einem Emitteranschluss des dritten Bipolartransistors **126** und mit einem Emitteranschluss des vierten Bipolartransistors **127** gekoppelt. Ferner ist der zweite Anschluss der Diode **125** auf ein fünftes elektrisches Referenzpotential **128** gebracht. Mittels

der Kollektoranschlüsse der dritten und vierten Bipolartransistoren **126, 127** ist der Verstärkerschaltkreis **101** mit dem LC-Balun-Ausgabeschaltkreis **102** gekoppelt.

[0063] Ein wesentlicher Teil des LC-Balun-Schaltkreises **102** ist gebildet aus einer ersten Balun-Induktivität **129**, einer ersten Balun-Kapazität **130**, einer zweiten Balun-Induktivität **131** und einer zweiten Balun-Kapazität **132**. Der Kollektoranschluss des dritten Bipolartransistors **126** ist mit einem ersten Anschluss der ersten Balun-Induktivität **129** und mit einem ersten Anschluss der ersten Balun-Kapazität **130** gekoppelt. Der zweite Anschluss der ersten Balun-Induktivität **129** ist mit einem ersten Anschluss der zweiten Balun-Kapazität **132** gekoppelt, deren zweiter Anschluss mit einem ersten Anschluss der zweiten Balun-Induktivität **131** gekoppelt ist. Ein zweiter Anschluss der zweiten Balun-Induktivität **131** ist mit einem zweiten Anschluss der ersten Balun-Kapazität **130** gekoppelt. Zwischen dem zweiten Anschluss der zweiten Balun-Kapazität **132** und dem ersten Anschluss der zweiten Balun-Induktivität **131** einerseits und dem ersten Anschluss der zweiten Balun-Induktivität **132** andererseits ist eine Drosselinduktivität **133** verschaltet. Ferner sind der zweite Anschluss der zweiten Balun-Kapazität **132** und der erste Anschluss der zweiten Balun-Induktivität **131** mit dem Kollektoranschluss des vierten Bipolartransistors **127** gekoppelt. Der erste Anschluss der zweiten Balun-Kapazität **132** und ein erster Anschluss eines dritten Hilfs-Kondensators **136** sind auf einem sechsten elektrischen Referenzpotential **134**. Der zweite Anschluss des dritten Hilfs-Kondensators **136** ist auf einem siebten elektrischen Referenzpotential **135**. Ferner ist zwischen den zweiten Anschlüssen der ersten Balun-Kapazität **130** und der zweiten Balun-Induktivität **131** einerseits und dem Ausgang **105** andererseits eine Gleichstromblockier-Kapazität **137** geschaltet. Zwischen dem Ausgang **105** und einem achten elektrischen Referenzpotential **139** ist ein Lastwiderstand **138** geschaltet.

[0064] Die Referenzpotentiale in **Fig. 1** sind mittels Bond-Pads zuführbar, welche den Chip mit der Verstärkerschaltkreis-Anordnung mit externen Versorgungseinrichtungen koppelt.

[0065] Die wichtigsten Komponenten der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** sind der erste Transformator **108** als Eingabe-Balun-Schaltkreis, eine Treiberstufe aus den ersten und zweiten Bipolartransistoren **111, 112**, der zweite Transformator **120** als Zwischen-Anpassnetzwerk und die Ausgabestufe aus den dritten und vierten Bipolartransistoren **126, 127**. Die Vorspannungen der Treiberstufe aus den ersten und zweiten Bipolartransistoren **111, 112** und der Ausgangsstufe aus den dritten und vierten Bipolartransistoren **126, 127** werden mittels der als Stromspiegel dienenden ersten und zweiten Dioden **115, 125** eingestellt.

[0066] Die effektive Emitterfläche der ersten und zweiten Bipolartransistoren **111, 112** ist $40\mu\text{m}^2$ bzw.

für die dritten und vierten Bipolartransistoren **126**, **127** $100\mu\text{m}^2$. Die Größe des ersten Transformators ist $165 \times 165\mu\text{m}^2$. Die Primärwindung **109** enthält drei Windungen. Die Sekundärspule **110** enthält zwei Windungen. Der gesamte Kopplungskoeffizient bei 5.8GHz ist $k=0.7$.

[0067] Die Transformatoren **108**, **120** können ausgebildet sein, wie in [6] beschrieben, d.h. als planare integrierte Induktivitäten, wobei die Spulenachse senkrecht zu dem Substrat orientiert ist, in welchem die Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** integriert ist.

[0068] Die wichtigsten Komponenten des LC-Balun-Ausgabeschaltkreises **102** sind die ersten und zweiten Balun-Induktivitäten **129**, **131** und die ersten und zweiten Balun-Kapazitäten **130**, **132**. Der erste ohmsche Widerstand **113** ist die "balanced" Eingabeimpedanz der Brücke. Der Lasttransistor **138** weist gemäß dem beschriebenen Ausführungsbeispiel einen Wert von 50Ω auf.

[0069] Die Werte L_A , L_B der Balun-Induktivitäten **129**, **131** und der Balun-Kapazitäten C_A , C_B **130**, **132** werden gemäß den folgenden Gleichungen bestimmt:

$$L_A = L_B = Z_1/\omega_1 \quad (1)$$

$$C_A = C_B = 1/(\omega_1 Z_1) \quad (2)$$

wobei:

$$Z_1 = \sqrt{R_1 R_L} \quad (3)$$

Z_1 ist die charakteristische Impedanz der Brücke. $\omega_1 = 2\pi f_1$ ist die Betriebsfrequenz.

[0070] An denjenigen Stellen der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100**, an denen die ersten bis achten Referenzpotentiale angelegt sind, sind Bond-Drähte bzw. Bond-Pads, d.h. flächige Anschlusselemente zum Kontaktieren an externe Elektronik, in der Implementierung bereitgestellt. Die Verwendung solcher Bond-Drähte führt zu einer Lastimpedanz, die einen Imaginär-Wert, d.h. nicht rein reellen Wert aufweist, da einem Bond-Draht oder Bond-Pad eine parasitäre ohmsche, kapazitive und induktive Impedanz zugeordnet ist. Erfindungsgemäß wird die Reihenschaltung aus Bond-Drähten und der Gleichstromblockier-Kapazität **137** dazu verwendet, eine Last mit einem reellen Wert zu erhalten. Mit anderen Worten wird der Wert der Gleichstromblockier-Kapazität **137** (zum Beispiel unter Verwendung eines Simulations-Werkzeugs) derart bestimmt, dass die effektive Last eine reelle Größe wird. In Kenntnis des reellen Werts dieser Last können aus (1), (2) die Werte der Kapazitäten und Induktivitäten L_A , L_B , C_A , C_B berechnet werden.

[0071] Zusätzlich können Impedanzen von

Bond-Drähten für die Zuführung der Versorgungsspannungen bzw. von Zuleitungen zwischen den Komponenten der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** berücksichtigt werden.

[0072] Die Induktivitäten **129**, **131** können wiederum planare Induktivitäten sein (d.h. im Wesentlichen eben auf der Substratoberfläche gebildet sein), gemäß dem beschriebenen Ausführungsbeispiel mit einer Größe von $150 \times 135\mu\text{m}^2$. Induktivitäten **129**, **131** weisen jeweils zwischen 2.7 und 3 Windungen, vorzugsweise 2.75 Windungen auf. Die Breite der Leiterbahnen der Induktivitäten **129**, **131** sind zum Beispiel $15\mu\text{m}$. L_A und L_B können zum Beispiel einen Wert von 1nH aufweisen.

[0073] Die Kapazitäten **130**, **132** und **137** sind vorzugsweise als MIM-Kapazitäten (Metall-Isolator-Metall-Kapazitäten) ausgeführt. C_A und C_B können zum Beispiel einen Wert von 0.5pF aufweisen. In **Fig. 2** ist eine Draufsicht **200** eines Silizium-Chips **201** gezeigt, in dem die in **Fig. 1** gezeigte Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** monolithisch integriert ist. Entsprechende Bezeichnungen der Anschlüsse in **Fig. 1** sind auch in **Fig. 2** gezeigt. Die Größe des Silizium-Chips **201** aus **Fig. 2** ist $0.9 \times 1\text{mm}^2$. An den Rändern des in **Fig. 2** gezeigten Silizium-Chips **201**, in dem die in **Fig. 1** gezeigten Komponenten monolithisch integriert sind, sind eine Vielzahl von externen Bond-Anschlüssen **202** gezeigt, zum Zuführen der elektrischen Referenzpotentiale bzw. zum Bereitstellen von Eingabesignal und Ausgabesignal der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100**.

[0074] Die zum Ausbilden des Chips aus **Fig. 2** verwendete Technologie ist gemäß dem beschriebenen Ausführungsbeispiel eine $0.25\mu\text{m}$ Bi-CMOS Technologie.

[0075] In **Fig. 3** ist eine Draufsicht einer Leiterplatte **300** gezeigt, auf welcher der Silizium-Chip **201** aus **Fig. 2** aufgebracht ist. Ferner sind in **Fig. 3** einige Komponenten zur externen Kontaktierung, das heißt zum Koppeln der Bond-Anschlüsse **202** aus **Fig. 2** mit externen Komponenten gezeigt. Insbesondere ist ein globaler Eingang **301** zum Bereitstellen eines Eingabesignals und ein globaler Ausgang **302** zum Bereitstellen eines Ausgabesignals gezeigt.

[0076] Die Leiterplatte **300** hat ein dielektrisches Substrat mit $\epsilon_r=3.38$ und einer Dielektrikumsdicke von 0.51mm . Metallisierungsschichten sind in **Fig. 3** aus $18\mu\text{m}$ Kupfer mit einer Nickel-Diffusionsbarriere und $5\mu\text{m}$ Gold an der Oberseite zum Bonden gebildet. Der Silizium-Chip **201** ist auf die Leiterplatte **300** gebondet.

[0077] Im Weiteren wird bezugnehmend auf **Fig. 4** eine Layout Draufsicht **400** der monolithisch in einem Silizium-Chip **401** integrierten Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** aus **Fig. 1** beschrieben. Die Bezugszeichen in **Fig. 4** entsprechen den jeweiligen Bezugszeichen in dem Schaltbild aus **Fig. 1**.

[0078] Eine Verstärkerschaltkreis-Anordnung, die auf dem Layout **400** von **Fig. 4** basiert, kann mit einer Betriebsfrequenz zwischen 5GHz und 6GHz und mit

einer Versorgungsspannung von 2 Volt betrieben werden. Es ist eine Kleinsignalverstärkung (Small-Signal Gain) von 22.5 dB und eine maximale Ausgangsleistung von 20.2 dBm erreichbar.

[0079] Im Weiteren wird bezugnehmend auf **Fig. 5** ein Diagramm **500** beschrieben, anhand von welchem die Breitband-Funktionalität der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** erklärt werden kann.

[0080] Entlang einer Abszisse **501** ist die Frequenz eines Eingangssignals in MHz aufgetragen, entlang einer Ordinate **502** ist eine Ausgabeleistung P_{OUT} in dBm eines Ausgangssignals der Verstärkerschaltkreis-Anordnung **100** aufgetragen. Ein Kurvenverlauf **503** zeigt für eine konstante Eingabeleistung von 10 dBm und eine Versorgungsspannung V_{CC} von 2 Volt den frequenzabhängigen Verlauf der Ausgabeleistung. Die Ausgabeleistung ist annähernd konstant, so dass über eine große Bandbreite von 4800 MHz bis 6000 MHz eine gleichbleibende Ausgabeleistung erhalten wird, was für Breitbandanwendungen äußerst vorteilhaft ist.

[0081] Im Weiteren wird bezugnehmend auf **Fig. 6** ein LC-Balun-Ausgabeschaltkreis **600** gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

[0082] Der LC-Balun Ausgabeschaltkreis **600** unterscheidet sich im Wesentlichen hinsichtlich zweier Gesichtspunkte von dem in **Fig. 1** gezeigten LC Balun-Ausgabeschaltkreis **102**.

[0083] Der erste Gesichtspunkt betrifft die Verschaltung der Drosselinduktivität **133** (Choke Coil). Gemäß **Fig. 6** ist die Drosselinduktivität **133** mit einem ersten Anschluss der zweiten Balun-Induktivität **131** mit einem ersten Anschluss der zweiten Balun-Kapazität **132** gekoppelt. Im Unterschied zu **Fig. 1** ist jedoch gemäß **Fig. 6** ein zweiter Anschluss der Drosselinduktivität **133** auf das sechste elektrische Referenzpotential **134** gebracht.

[0084] Ferner sind in **Fig. 6** für eine Mehrzahl von Anschlüssen ("Pads") **601** Ersatzschaltbilder gezeigt, welche jeweils berücksichtigen, dass jedes Pad **601** eine kapazitive Komponente und eine ohmsche Komponente zur Impedanz beiträgt (C_{SUB} , R_{SUB}). Ferner sind parasitäre Induktivitäten von Bond-Drähten ("Bondwire") **602** bzw. Leiterbahnen **603** gezeigt. Für die Spulen **133**, **129**, **131** sind ebenfalls Ersatzschaltbilder gezeigt, welche ohmsche, kapazitive und induktive Impedanzkomponenten enthalten (vgl. **Fig. 6**). Bei der Dimensionierung der erfindungsgemäßen Verstärkerschaltkreis-Anordnung werden diese parasitären Komponenten von Pads **601** und Bond-Drähten erfindungsgemäß berücksichtigt, um eine gewünschte Funktionalität der Verstärkerschaltkreis-Anordnung zu erreichen bzw. um einen gewünschten Arbeitspunkt einzustellen. Mittels geschickter Wahl der Freiheitsgrade des Systems (insbesondere mittels Wählens des Werts der Kapazität der Gleichstromblockier-Kapazität **137** bzw. der Werte L_A , L_B , C_A , C_B) kann eine gewünschte Funktionalität eingestellt werden.

[0085] Insbesondere sind in **Fig. 6** Leiterbahnen **603** zwischen den Kollektoranschlüssen der dritten und vierten Bipolartransistoren **126**, **127** einerseits und den Balun-Kapazitäten **130**, **132** bzw. den Balun-Induktivitäten **129**, **131** andererseits gezeigt. In dem erfindungsgemäß der Verstärkerschaltkreis und der LC Balun-Ausgabeschaltkreis auf einem gemeinsamen Chip und somit auf engem Raum implementiert sind, sind solche Leiterbahnen **603** kurz gehalten, die entsprechenden parasitären Induktivitäten klein gehalten und die nutzbare Ausgangsleistung groß gehalten.

[0086] Es ist anzumerken, dass die parasitären kapazitiven und ohmschen Impedanzen der Anschluss pads typischerweise Werte von $C_{SUB}=90$ fF bzw. $R_{SUB}=250$ Ω aufweisen. Die Ausgangsleistung an einem Ausgang **105** des Schaltkreises beträgt typischerweise 0.1 W. Allerdings ist anzumerken, dass eine Ausgangsleistung von 0.5 W und mehr möglich ist. Die ebenfalls in **Fig. 6** gezeigte MIM-Kapazität (Metall-Isolator-Metall) liegt in der Größenordnung einiger pF, beispielsweise 10 pF.

[0087] In diesem Dokument sind folgende Veröffentlichungen zitiert:

- [1] Baltus, P, van Bezooijen, A (2001) "Design Considerations for RF Power Amplifiers demonstrated through a GSM/EDGE Power Amplifier Module", AACD2001, Noordwijk, S.1-20, MSM-50 [06.11]
- [2] Raicu, D (1998) "Design of planar, single-layer microwave baluns", 1998 IEEE MTT International Microwave Symposium
- [3] Bakalski, W, Simbürger, W, Kehler, D, Wohlmuth, HD, Rest, M, Scholtz, AL (2002) "A monolithic 2.45 GHz, 0.56 W Power Amplifier with 45% PAE at 2.4V in Standard 25 GHz F_T SI-BIPOLAR", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, IV.803-IV.806
- [4] Bakalski, W, Simbürger, W, Knapp, H, Wohlmuth, HD, Scholz, AL (2002) "Lumped and Distributed Latticetype LC-Baluns", Proceedings of IEEE International Microwave Symposium 2002 (IMS 2002), Seattle, S. 209-211
- [5] DE 199 44 741 A1
- [6] Aoki, I, Kee, SD, Rutledge, D, Hajimiri, A (2001) "A 2.4-GHz, 2.2-W, 2-V Fully-Integrated CMOS Circular-Geometry Active-Transformer Power Amplifier", IEEE Custom Integrated Circuits Conference, San Diego
- [7] Aoki, I, Dee, SD, Rutledge, DB, Hajimiri, A (2002) "Fully Integrated CMOS Power Amplifier Design Using the Distributed Active-Transformer Architecture" IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol.37, Nr.3, S.371-383
- [8] Lee, TH "The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press, Kapitel 2.4.2 "Bondwire Inductors"

Bezugszeichenliste

100	Verstärkerschaltkreis-Anordnung
101	Verstärker-Schaltkreis
102	LC-Balun-Ausgabeschaltkreis
103	erster Eingang
104	zweiter Eingang
105	Ausgang
106	erster Eingabe-Kondensator
107	zweiter Eingabe-Kondensator
108	erster Transformator
109	Primärspule
110	Sekundärspule
111	erster Bipolartransistor
112	zweiter Bipolartransistor
113	erster ohmscher Widerstand
114	erstes elektrisches Referenzpotential
115	erste Diode
116	erster Hilfs-Kondensator
117	zweiter Hilfs-Kondensator
118	zweites elektrisches Referenzpotential
119	drittes elektrisches Referenzpotential
120	zweiter Transformator
121	Primärspule
122	Sekundärspule
123	zweiter ohmscher Widerstand
124	viertes elektrisches Referenzpotential
125	zweite Diode
126	dritter Bipolartransistor
127	vierter Bipolartransistor
128	fünftes elektrisches Referenzpotential
129	erste Balun-Induktivität
130	erste Balun-Kapazität
131	zweite Balun-Induktivität
132	zweite Balun-Kapazität
133	Drosselinduktivität
134	sechstes elektrisches Referenzpotential
135	siebtes elektrisches Referenzpotential
136	dritter Hilfs-Kondensator
137	Gleichstromblockier-Kapazität
138	Lastwiderstand
139	achtes elektrisches Referenzpotential
200	Draufsicht
201	Silizium-Chip
202	Bond-Anschlüsse
300	Leiterplatte
301	globaler Eingang
302	globaler Ausgang
400	Layout-Draufsicht
401	Silizium-Chip
500	Diagramm
501	Abszisse
502	Ordinate
503	Kurvenverlauf
600	LC-Balun-Ausgabeschaltkreis
601	Pads
602	Bond-Drähte
603	Leiterbahnen

Patentansprüche

1. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung
 – mit einem Verstärker-Schaltkreis zum Generieren eines gegenüber einem an einem Eingang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung bereitstellbaren Eingabesignals verstärkten, an einem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung bereitstellbaren Ausgabesignals;
 – mit einem mit dem Verstärker-Schaltkreis und mit dem Ausgang gekoppelten LC-Balun-Ausgabeschaltkreis als Anpassungsnetzwerk zum Einstellen eines vorgebbaren, an dem Ausgang der Verstärkerschaltkreis-Anordnung anliegenden Ausgangswiderstands.

2. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 1, bei welcher der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis eine Parallelschaltung aus einer Reihenschaltung einer ersten Induktivität und einer ersten Kapazität und aus einer Reihenschaltung einer zweiten Kapazität und einer zweiten Induktivität aufweist.

3. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 2, bei welcher der LC-Balun-Ausgabeschaltkreis eine Gleichstromblockier-Kapazität zum Vermeiden einer Gleichstromkomponente an dem Ausgang aufweist, welche Gleichstromblockier-Kapazität zwischen der Parallelschaltung und dem Ausgang angeordnet ist.

4. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 3, bei welcher der Wert der Kapazität der Gleichstromblockier-Kapazität derart eingestellt ist, dass die Gleichstromblockier-Kapazität gemeinsam mit mindestens einer parasitären Impedanz des LC-Balun-Ausgabeschaltkreises einen im Wesentlichen reellen Ausgangswiderstand bildet.

5. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 4, bei dem zumindest ein Teil der parasitären Impedanz von mindestens einem Anschluss-Pad und/oder mindestens einer Leiterbahn der Verstärkerschaltkreis-Anordnung gebildet ist.

6. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, bei der die Werte der ersten und der zweiten Kapazität und der ersten und der zweiten Induktivität basierend auf dem Wert des Ausgangswiderstands eingestellt sind.

7. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, mit einer Drosselinduktivität zwischen dem Eingang und der Parallelschaltung.

8. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 7, bei der ein erster Anschluss der Drosselinduktivität mit einem ersten Anschluss der ersten Induktivität und mit einem ersten Anschluss der zweiten Kapazität gekoppelt ist, und bei dem ein zweiter Anschluss der Drosselinduktivität mit einem ersten Anschluss der zweiten Induktivität und mit einem zweiten Anschluss der zweiten Kapazität gekoppelt ist.

9. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach Anspruch 7, bei der ein erster Anschluss der Drosselinduktivität mit einem ersten Anschluss der zweiten Induktivität und mit einem ersten Anschluss der zweiten Kapazität gekoppelt ist, und bei dem ein zweiter Anschluss der Drosselinduktivität auf ein elektrisches Referenzpotential bringbar ist.

10. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, eingerichtet als Hochfrequenz-Leistungsverstärker.

11. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, eingerichtet für den Betrieb in einem Frequenzband zwischen 4.8GHz und 6GHz.

12. Monolithisch integrierte Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, deren Ausdehnung in mindestens zwei Dimensionen jeweils kleiner als die Wellenlänge eines zu verstärkenden Eingabesignals ist.

13. Mobilfunk-Vorrichtung mit einer monolithisch integrierten Verstärkerschaltkreis-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

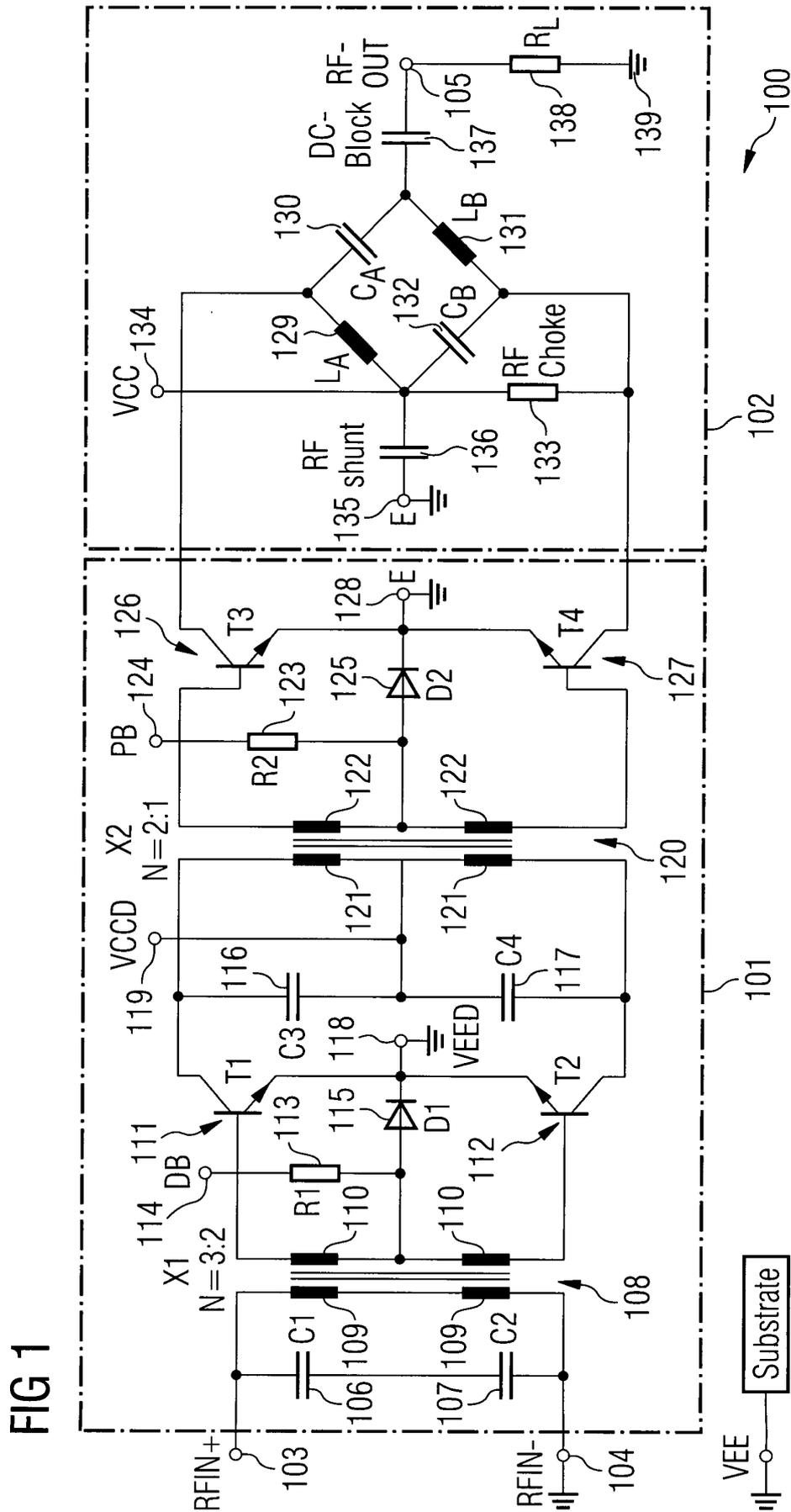


FIG 2

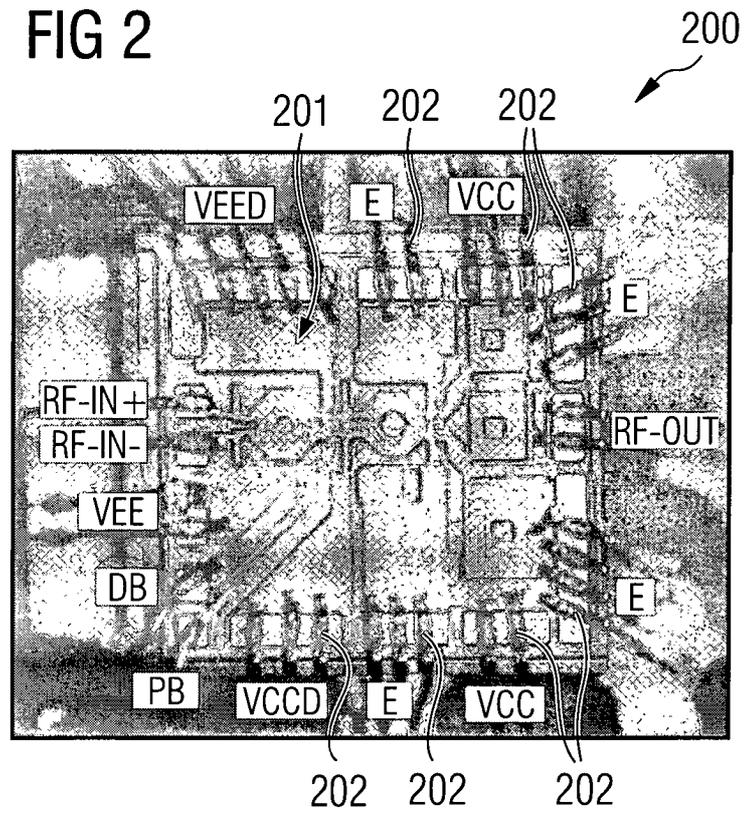


FIG 3

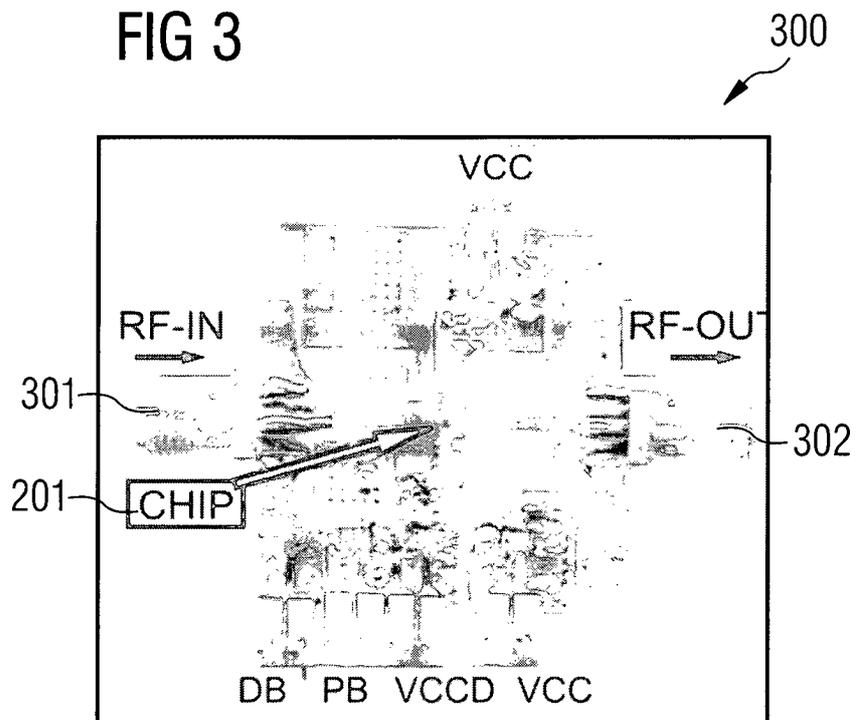


FIG 4

