



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 486 T2** 2005.11.17

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 111 773 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 486.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP99/03455**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 973 947.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/001564**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.06.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.01.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.11.2005**

(51) Int Cl.7: **H03D 7/14**

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80336
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**SUEMATSU, Noriharu, Tokyo 100-8310, JP; ONO,
Masayoshi, Tokyo 100-8310, JP; TAKAGI, Tadashi,
Tokyo 100-8310, JP**

(54) Bezeichnung: **HALBLEITERSCHALTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleiterschaltung. Insbesondere bezieht sie sich auf eine Frequenzmultiplikationsvorrichtung, die mit Transistoren zum Multiplizieren der Frequenzen von Signalen einer Hochfrequenz wie eines UHF-Signals, eines Mikrowellensignals bzw. eines Millimeterwellensignals, jeweils mit festen ganzzahligen Werten versehen ist, und sie bezieht sich auch auf eine harmonische Mischvorrichtung, die mit Transistoren zum Mischen dieser Hochfrequenzsignale versehen ist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] [Fig. 6](#) ist ein Schaltungsdiagramm einer Halbleiterschaltung, die eine harmonische Mischvorrichtung nach dem Stand der Technik bildet, wie sie beispielsweise in IEEE Journal of Solid-State Circuit Band 33, Nr. 12, Dezember 1998, Seite 2241, offenbart ist. In der Figur bezeichnet die Bezugszahl **1** einen Leistungszuführungsanschluss, die Zahl **2a** bezeichnet einen Hochfrequenzsignal-Eingangsanschluss (d.h. HF-Eingangsanschluss), die Zahl **3a** bezeichnet einen lokalen Oszillations-Eingangsanschluss (d.h. LO-Eingangsanschluss), die Zahlen **4a** und **4b** bezeichnen Ausgangsanschlüsse, die Zahlen **11** und **12** bezeichnen Transistoren, die Zahl **31** bezeichnet eine Konstantstromquelle und die Zahlen **51** und **52** bezeichnen Widerstände.

[0003] Die Arbeitsweise der Halbleiterschaltung nach dem Stand der Technik wird erläutert. Eine Gleichspannung V_{cc} wird an den Leistungszuführungsanschluss **1** der Halbleiterschaltung angelegt. Ein Hochfrequenzsignal (d.h. HF-Signal), das von dem HF-Eingangsanschluss **2a** eingegeben wird, wird an die Basiselektrode des Transistors **11** angelegt und durch den Transistor **11** verstärkt. Andererseits wird ein lokales Oszillationssignal (d.h. LO-Signal), das an dem LO-Eingangsanschluss **3a** angelegt wird, zu der Basiselektrode des Transistors **12** eingegeben und durch den Transistor **12** verstärkt.

[0004] Die Konstantstromquelle **31** ist den Emittierelektroden der Transistoren **11** und **12** verbunden. Somit fließt ein elektrischer Strom, dessen Phase entgegengesetzt zu und dessen Amplitude gleich denjenigen eines durch den Transistor **11** fließenden elektrischen Stroms sind, durch den Transistor **12**. Daher wird in dem Transistor **11** das HF-Signal mit positiver Phase mit dem LO-Signal mit negativer Phase gemischt und diese werden verstärkt, und in dem Transistor **12** wird das HF-Signal mit negativer Phase mit dem LO-Signal mit positiver Phase gemischt und diese werden verstärkt.

[0005] Als eine Folge werden das HF-Signal mit positiver Phase, das LO-Signal mit negativer Phase und Mischwellen des HF-Signals und des LO-Signals als ein Kollektorausgangssignal des Transistors **11** mittels des mit dem Leistungszuführungsanschluss **1** verbundenen Ausgangsanschlusses **4a** über den Widerstand **51** ausgegeben. Weiterhin werden das HF-Signal mit negativer Phase, das LO-Signal mit positiver Phase und Mischwellen des HF-Signals und des LO-Signals als ein Kollektorausgangssignal des Transistors **12** mittels des mit dem Leistungszuführungsanschluss **1** verbundenen Ausgangsanschlusses **4b** über den Widerstand **52** ausgegeben.

[0006] Das Ausgangssignal der Halbleiterschaltung ist definiert als ein Differenzsignal, das zwischen den Ausgangsanschlüssen **4a** und **4b** erscheint. Somit hat jede $(2n-1)$ -te (n ist eine ganze Zahl von 1 oder mehr) Harmonische mit einer Frequenz, die das $(2n-1)$ -fache von der des HF-Signals oder des LO-Signals ist, eine Spannung, die das Zweifache von der des HF-Signals oder des LO-Signals ist, während jede $(2n)$ -te Harmonische, deren Frequenz das $2n$ -fache von der des HF-Signals oder des LO-Signals ist, unterdrückt wird und daher nicht ausgegeben wird.

[0007] Wenn jede Mischwelle des HF-Signals und des LO-Signals nicht betrachtet wird, können höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung dieser Signale zwischen den Ausgangsanschlüssen **4a** und **4b** erscheinen. Die Halbleiterschaltung arbeitet somit als eine Frequenzmultiplikationsvorrichtung zum Erzeugen höherer Harmonischer ungeradzahligter Ordnung.

[0008] Für die Mischung des HF-Signals und des LO-Signals wird jede höhere Harmonische geradzahligter Ordnung der Mischung, die ein Ausgangssignal einer gewöhnlichen Grundharmonischen-Mischvorrichtung ist (z.B. eine Mischwelle von $f_{HF}-f_{LO}$, wobei f_{HF} die Frequenz des HF-Signals ist und f_{LO} die Frequenz des LO-Signals ist) unterdrückt und nur höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung der Mischung (z.B. eine Mischwelle von $f_{HF}-2f_{LO}$) erscheinen zwischen den Ausgangsanschlüssen **4a** und **4b**. Die Halbleiterschaltung nach dem Stand der Technik kann somit als eine Mischvorrichtung für Harmonische arbeiten, um höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung zu erzeugen.

[0009] Wenn die Konstantstromquelle **31** ideal arbeitet, erscheinen weder höhere Harmonische geradzahligter Ordnung des HF-Signals und des LO-Signals noch höhere Harmonische geradzahligter Ordnung der Mischung von diesen zwischen den Ausgangsanschlüssen **4a** und **4b**. Wenn jedoch die Leistungszuführungsspannung V_{cc} durch die die Halbleiterschaltung arbeitet, nur etwa 3 Volt beträgt, kann die Konstantstromquelle **31** nicht als ein ideales Ele-

ment hergestellt werden, da die Leistungszuführungsspannung niedrig ist. Daher wird die Konstantstromquelle **31** häufig durch einen Widerstand von beispielsweise hundertern von Ohm ersetzt.

[0010] Wenn die Konstantstromquelle **31** nicht ordnungsgemäß funktioniert, kann kein Signal mit negativer Phase in jedem der Transistoren **11** und **12** ausreichend erzeugt werden. Daher besteht ein Problem bei der Halbleiterschaltung nach dem Stand der Technik dahingehend, dass ein Ungleichgewicht zwischen Komponenten von entweder dem LO-Signal oder dem HF-Signal an dem Ausgangsanschluss **4a** und solchen an dem anderen Ausgangsanschluss **4b** bewirkt wird, und daher fällt der Signalpegel von jeder höheren Harmonischen ungerader Ordnung, und die Unterdrückung von entweder jeder höheren Harmonischen gerader Ordnung oder jedem Mischwellensignal wird schwierig und daher erscheinen einige Signalkomponenten höherer harmonischer geradzahlig Ordnung zwischen den Ausgangsanschlüssen **4a** und **4b**.

[0011] Um zu ermöglichen, dass die Halbleiterschaltung mit einer niedrigeren Spannung arbeitet, ist ein Verfahren zum Kombinieren des HF-Signals mit positiver Phase mit dem LO-Signal negativer Phase, Anlegen der zusammengesetzten Welle an den HF-Eingangsanschluss, Kombinieren des HF-Signals negativer Phase mit dem LO-Signal positiver Phase und Anlegen der zusammengesetzten Welle an dem LO-Eingangsanschluss **3a** ohne die Konstantstromquelle vorgesehen. In diesem Fall kann die Halbleiterschaltung mit einer niedrigeren Spannung arbeiten, da sie die Konstantstromquelle nicht enthält. Da jedoch die Eingangssignalanschlüsse des LO-Signals und des HF-Signals nicht getrennt sind, besteht ein Notwendigkeit, Schaltungen jeweils zum Kombinieren des HF-Signals mit der LO-Signalle vorzusehen, während sie um eine konstante Phase außer Phase gebracht werden. Es ist schwierig, die Schaltungen derart als Niedrigverlustkomponenten, die in der Halbleiterschaltung enthalten sind, zu implementieren, und es ist daher erforderlich, die Schaltungen als externe Schaltungen anders als in der Halbleiterschaltung enthaltene Komponenten zu implementieren.

[0012] Die vorstehende Beschreibung ist auf den Fall gerichtet, in welchem die Halbleiterschaltung als ein Abwärtswandler arbeitet. Wenn der HF-Eingangsanschluss durch einen ZF-Eingangsanschluss ersetzt wird, kann die vorstehende Halbleiterschaltung als ein Auswärtswandler arbeiten und ein HF-Signal ausgeben. In diesem Fall kann das ausgegebene HF-Signal eine Harmonische ungeradzahlig Ordnung der Mischung eines ZF-Signals und eines LO-Signals sein (z.B. eine Harmonische von $f_{ZF}+2f_{LO}$, wobei f_{ZF} die Frequenz des ZF-Signals ist).

[0013] Wie aus der vorstehenden Erläuterung ersichtlich ist, kann die Halbleiterschaltung nach dem Stand der Technik, bei der die Eingangsanschlüsse für das HF-Signal und das LO-Signals getrennt vorgesehen sind, jede Harmonische geradzahlig Ordnung, die zwischen Ausgangsanschlüssen zu erzeugen ist, unterdrücken durch Verwendung der Konstantstromquelle, die mit den Emittierelektroden der Transistoren verbunden sind, die das HF-Signal bzw. das LO-Signal annehmen, und sie kann eine Mischung von höheren Harmonischen ungeradzahlig Ordnung durchführen. Daher besteht ein Problem bei der Halbleiterschaltung nach dem Stand der Technik dahingehend, dass es schwierig ist, dass die Konstantstromquelle ideal arbeitet, wenn die an die Halbleiterschaltung angelegte Gleichspannung V_{CC} nur 3 Volt oder weniger beträgt. Ein anderes Problem besteht darin, dass, wenn die Charakteristiken der Konstantstromquelle nicht ideal sind, entweder jede höhere Harmonische geradzahlig Ordnung oder jedes Mischwellensignal, insbesondere jede höhere Harmonische geradzahlig Ordnung des lokalen Oszillationssignals mit einem großen Leistungspegel leicht zwischen den Ausgangsanschlüssen erscheint. Andere Mischvorrichtungen nach dem Stand der Technik sind beispielsweise in EP 760 554 A oder in US 5 715 532 A offenbart.

Offenbarung der Erfindung

[0014] Die vorliegende Erfindung wird vorgeschlagen, um die vorgenannten Probleme zu lösen, und es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Halbleiterschaltung vorzusehen, die in der Lage ist, die Frequenz einer höheren Harmonischen zu multiplizieren oder höhere Harmonische zu mischen, selbst wenn die Halbleiterschaltung mit einer niedrigen Spannung arbeitet. Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Halbleiterschaltung vorzusehen, die kaum höhere Harmonische geradzahlig Ordnung eines lokalen Oszillationssignals erzeugen kann, selbst wenn die Halbleiterschaltung mit einer niedrigen Spannung arbeitet.

[0015] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung nach Anspruch 1 weist eine Halbleiterschaltung auf: ein Transistorpaar bestehend aus einem Transistor mit einer Basiselektrode, an die ein erstes Signal angelegt wird, und einen anderen Transistor mit einer Basiselektrode, an die ein Signal angelegt wird, dessen Phase entgegengesetzt zu der des ersten Signals ist, wobei die Emittierelektroden der Transistoren miteinander verbunden sind und die Kollektorelektroden der Transistoren miteinander verbunden sind, einen weiteren Transistor, der zwischen einen gemeinsamen Emittierer des Transistorpaares und einen ersten Spannungspegel geschaltet ist und eine Basiselektrode hat, an die ein zweites Signal angelegt wird, wobei eine Ausgangslast zwischen einen gemeinsamen Kollektor des Transistorpaares

und einen zweiten festen Spannungspegel geschaltet ist, und eine Ausgangsschaltung zum Liefern eines dritten Signals von dem gemeinsamen Kollektor des Transistorpaares.

[0016] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung nach dem unabhängigen Anspruch 4 kann die Halbleiterschaltung zwei Halbleiterschaltungen gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung enthalten. In diesem Fall wird das zweite Signal mit positiver Phase an eine der beiden Halbleiterschaltungen angelegt, während das zweite Signal mit negativer Phase an die andere von diesen angelegt wird. Die erstgenannte Halbleiterschaltung gibt das dritte Signal mit positiver Phase aus, während die zweitgenannte Halbleiterschaltung das dritte Signal mit negativer Phase ausgibt.

[0017] Die vorgenannten Transistoren können FETen gemäß dem unabhängigen Anspruch 5 sein. In diesem Fall entsprechen die Basiselektrode, Emittierelektrode und Kollektorelektrode jedes Transistors einer Gateelektrode, einer Sourceelektrode und einer Drainelektrode eines entsprechenden FET. Der Emittierer oder die Sourceelektrode des Transistors, der das zweite Signal annimmt, ist direkt mit dem ersten festen Spannungspegel verbunden, oder alternativ mit dem ersten festen Spannungspegel mittels eines anderen Schaltungselements verbunden.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0018] **Fig. 1** ist ein Schaltungsdiagramm, das ein Beispiel der Halbleiterschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, die bipolare Flächentransistoren als Transistoren verwendet (Ausführungsbeispiel 1).

[0019] **Fig. 2** ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiterschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, die FETen als Transistoren verwendet.

[0020] **Fig. 3** ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiterschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, die eine Schaltung verwendet, in der ein Widerstand und ein Kondensator parallel als eine Ausgangslast geschaltet sind (Ausführungsbeispiel 2).

[0021] **Fig. 4** ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiterschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, die eine Induktivität als eine Ausgangslast verwendet (Ausführungsbeispiel 3).

[0022] **Fig. 5** ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiterschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, die zwei Transistorpaare verwendet (Ausführungsbeispiel 4).

[0023] **Fig. 6** ist ein Schaltungsdiagramm, das eine Mischschaltung für Harmonische nach dem Stand der Technik zeigt.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung

Ausführungsbeispiel 1

[0024] **Fig. 1** ist ein Schaltungsdiagramm, das ein Beispiel einer Halbleiter-Mischschaltung nach der vorliegenden Erfindung zeigt. In der Figur bezeichnet die Bezugszahl **1** einen Leistungszuführungsanschluss, die Zahl **2a** bezeichnet einen Hochfrequenzsignal-Eingangsanschluss (HF-Eingangsanschluss), die Zahl **3a** bezeichnet einen lokalen Oszillations-Eingangsanschluss (LO-Eingangsanschluss), die Zahl **4a** bezeichnet einen Ausgangsanschluss, die Zahlen **11** bis **13** bezeichnen Transistoren und die Zahl **51** bezeichnet einen Widerstand.

[0025] Die Transistoren **11** und **12** bilden ein Transistorpaar mit einem gemeinsamen Emitter N1 enthaltend die Emittierelektroden der miteinander verbundenen Transistoren und einem gemeinsamen Kollektor N2 enthaltend die Kollektorelektroden der miteinander verbundenen Transistoren. Der gemeinsame Emitter N1 ist mit der Kollektorelektrode des anderen Transistors **13** verbunden, dessen Emittierelektrode geerdet ist, und der gemeinsame Kollektor N2 ist mit dem Ausgangsanschluss **4a** verbunden und auch mit dem Leistungszuführungsanschluss **1** mittels des als eine Ausgangslast vorgesehenen Widerstands **51** verbunden. Daher wird eine an dem Leistungszuführungsanschluss **1** angelegte Gleichspannung (Vcc) mittels des Widerstands **51** zu jedem der Transistoren **11** bis **13** geliefert. Weiterhin ist der HF-Eingangsanschluss **2a** mit der Basiselektrode des Transistors **13** verbunden, und die LO-Eingangsanschlüsse **3a** und **3b** sind mit den Basiselektroden der Transistoren **11** und **12** verbunden.

[0026] Es wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der Halbleiterschaltung nach diesem Ausführungsbeispiel gegeben. Ein an den HF-Eingangsanschluss **2a** angelegtes HF-Signal wird zu der Basiselektrode des Transistors **13** eingegeben und wird durch den Transistor **13** verstärkt. Weiterhin wird ein an dem LO-Eingangsanschluss **3a** angelegtes LO-Signal mit positiver Phase zu der Basiselektrode des Transistors **11** eingegeben und durch den Transistor **11** verstärkt und das an den LO-Eingangsanschluss **3b** angelegte LO-Signal mit negativer Phase wird zu der Basiselektrode des Transistors **12** eingegeben und durch den Transistor **12** verstärkt. Der andere Transistor **13**, der das HF-Signal verstärkt, ist mit den Emittierelektroden der Transistoren **11** und **12** verbunden. Daher erscheinen Mischwellen des LO-Signals mit positiver Phase und des HF-Signals mit positiver Phase und höhere Harmonische des LO-Signals mit positiver Phase an der Kollektorelektrode

des Transistors **11**. Weiterhin erscheinen Mischwellen des LO-Signals mit negativer Phase und des HF-Signals mit negativer Phase und höhere Harmonische des LO-Signals mit negativer Phase an der Kollektorelektrode des Transistors **12**.

[0027] Jedes Paar von Mischwellen (z.B. ein Paar von Mischwellen mit einer Frequenz $f_{\text{HF}}-f_{\text{LO}}$), das jeweils von den Transistoren **11** und **12** erzeugt wird mit einer Mischung von fundamentalen Harmonischen enthält Mischwellen, die um 180° außer Phase miteinander an dem Ausgangsanschluss **4a** sind. Daher sind derartige Paare von Mischwellen gegeneinander ausgeglichen und werden somit nicht über den Ausgangsanschluss **4a** ausgegeben. Weiterhin wird keine höhere Harmonische geradzahligter Ordnung des LO-Signals (dessen Frequenz gleich $2nf_{\text{LO}}$, wenn n eine ganze Zahl gleich 1 oder mehr ist) ausgegeben, und keine Mischwelle einer höheren Harmonischen ungeradzahligter Ordnung des LO-Signals und einer höheren Harmonischen des HF-Signals (deren Frequenz gleich $(2n-1)f_{\text{LO}} \pm mf_{\text{HF}}$ ist, wobei m eine ganze Zahl gleich 1 oder mehr ist) wird ausgegeben, da jedes Paar von höheren Harmonischen geradzahligter Ordnung des LO-Signals, das von den Transistoren **11** und **12** erzeugt ist, höhere Harmonische geradzahligter Ordnung hat, die um 180° außer Phase miteinander sind, und jedes Paar von Mischwellen einer höheren Harmonischen ungeradzahligter Ordnung des LO-Signals und einer höheren Harmonischen des HF-Signals, das von den Transistoren **11** und **12** erzeugt wurde, Mischwellen hat, die um 180° außer Phase miteinander sind. Als eine Folge werden nur höhere Harmonische von Frequenzen mf_{HF} des HF-Signals, höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung von Frequenzen $(2n-1)f_{\text{LO}}$ des LO-Signals, und Mischwellen von Frequenzen $(2nf_{\text{LO}} \pm mf_{\text{HF}})$ einer höheren Harmonischen geradzahligter Ordnung des LO-Signals und einer höheren Harmonischen des HF-Signals, die von den Transistoren **11** und **12** erzeugt sind, über den Ausgangsanschluss ausgegeben. Die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel arbeitet somit als eine Mischvorrichtung für Harmonische.

[0028] Die Halbleiter-Mischschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann mit einer relativ niedrigen Spannungsleistungszuführung von 3 Volt oder weniger arbeiten, da die Halbleiter-Mischschaltung keine Konstantstromquelle benötigt.

[0029] Weiterhin ist es möglich, obgleich die Emittierelektrode des Transistors **13** geerdet ist, um den dynamischen Bereich des HF-Signals zu erweitern, entweder einen Widerstand oder eine Induktivität zwischen den Emittierelektrode des Transistors **13** und Erdpotential einzufügen.

[0030] Die Halbleiterschaltung benötigt zwei Signale mit positiver Phase und mit negativer Phase für

das LO-Signal. Wenn nur eines von diesen zu der Halbleiterschaltung gegeben wird, muss nur eine Symmetrieerschaltung mit der früheren Stufe der Halbleiter-Mischschaltung verbunden werden. Beispielsweise können die beiden Signale mit positiver Phase und mit negativer Phase erzeugt werden durch Verwendung einer derartigen Schaltung als ein Differenzverstärker oder eine Schaltung, die ein Transistorpaar verwendet, besteht aus einem Transistor mit gemeinsamer Basis und entweder einem Transistor mit gemeinsamem Emitter oder einem Transistor mit gemeinsamem Kollektor. Da hier ist gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Halbleiter-Mischschaltung vorgesehen, die mit einer relativ niedrigen Spannung von etwa 2–3 Volt arbeiten kann.

[0031] Die vorstehende Beschreibung ist auf den Fall gerichtet, in welchem die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als ein Abwärtswandler arbeitet. Wenn der HF-Eingangsanschluss durch einen ZF-Eingangsanschluss ersetzt wird, kann die vorgenannte Halbleiterschaltung als ein Aufwärtswandler arbeiten und ein HF-Signal ausgeben. In diesem Fall kann das ausgegebene HF-Signal eine Mischwelle einer höheren Harmonischen geradzahligter Ordnung eines LO-Signals und einer höheren Harmonischen eines ZF-Signals (dessen Frequenz gleich $2nf_{\text{LO}} \pm mf_{\text{ZF}}$ ist) sein.

[0032] Wenn die Halbleiterschaltung entweder als ein Aufwärtswandler oder ein Abwärtswandler verwendet wird, muss das an den LO-Eingangsanschlüssen **3a** und **3b** eingegebene LO-Signal der folgenden gegebenen Bedingung genügen: $f_{\text{HF}}=2nf_{\text{LO}}$.

[0033] Obgleich die vorstehende Beschreibung auf den Fall gerichtet ist, in welchem die Halbleiterschaltung als eine Mischschaltung arbeitet, kann die Halbleiterschaltung so ausgebildet sein, dass sie als eine Frequenzmultiplikationsvorrichtung arbeitet. Wenn beispielsweise ein Signal mit positiver Phase an dem Eingangsanschluss **3a** eingegeben wird und das Signal mit negativer Phase an dem anderen Eingangsanschluss **3b** eingegeben wird, wird eine höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung des Eingangssignals über den Ausgangsanschluss **4a** ausgegeben. Zu dieser Zeit wird ein Gleichspannungssignal an dem Eingangsanschluss **2a** eingegeben. Als eine Alternative ist es möglich, ein anderes Signal als Gleichspannungssignal an den Eingangsanschluss **2a** anzulegen, indem eine Schaltung vorgesehen wird, die eine Impedanzanpassung nur bei einer gewünschten Multiplikationswelle durchführt, die von dem Eingangssignal an den Ausgang der Halbleiterschaltung erzeugt wurde.

[0034] Die vorstehende Beschreibung der Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist auf den Fall gerichtet, in welchem bipolare

Flächentransistoren als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden. Als eine Alternative können FETen als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden. [Fig. 2](#) ist ein Schaltungsdiagramm, das eine Variante der Halbleiterschaltung zeigt, die gebildet ist durch Verwendung von FETen als die Transistoren in [Fig. 1](#). In diesem Fall werden die Kollektorelektrode, die Emittierelektrode und die Basiselektrode jedes bipolaren Flächentransistors durch eine Drainelektrode, eine Sourceelektrode und eine Gateelektrode eines entsprechenden FET in der obigen Beschreibung der Arbeitsweise der Halbleiterschaltung ersetzt, und dieselben Vorteile werden erhalten. Die als die Transistoren **11** bis **13** verwendeten FETen können GaAs-FETen oder MOS-FETen sein.

Ausführungsbeispiel 2

[0035] [Fig. 3](#) ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiter-Mischschaltung nach der vorliegenden Erfindung zeigt. In der Figur bezeichnet die Bezugszahl **61** einen Kondensator. Verglichen mit der in [Fig. 1](#) gezeigten Halbleiter-Mischschaltung nach dem vorgenannten Ausführungsbeispiel 1 unterscheidet sich die Halbleiter-Mischschaltung nach dem Ausführungsbeispiel 2 von der Halbleiter-Mischschaltung nach dem Ausführungsbeispiel 1 dadurch, dass der Kondensator **61** parallel zu einem Widerstand **51** geschaltet ist. Dieselben Komponenten wie die in [Fig. 1](#) gezeigten sind mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet und daher wird die Beschreibung solcher Komponenten nachfolgend weggelassen.

[0036] Wenn die die Halbleiter-Mischschaltung als ein Abwärtswandler arbeitet, wenn angenommen wird, dass der Kondensator **61** für die Frequenzen eines HF-Signals und eines LO-Signals kurzgeschlossen ist und eine Impedanz in der Größenordnung des Widerstandswertes des Widerstands **51** für die Frequenz eines ZF-Signals hat, werden das HF-Signal, das LO-Signal und jede höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung des LO-Signals durch den Kondensator **61** unterdrückt und werden daher nicht über einen Ausgangsanschluss ausgegeben. Daher bietet die Halbleiter-Mischschaltung den Vorteil, dass sie unerwünschte Komponenten an dem Ausgangsanschluss **4a** unterdrücken kann, und sie kann daher die Struktur eines Unterdrückungsfilters für Störungen, das extern mit der Halbleiter-Mischschaltung verbunden ist, vereinfachen. Weiterhin kann, da die Halbleiter-Mischschaltung die Störkomponenten innerhalb der Mischschaltung unterdrücken kann, sie den Wirkungsgrad der Umwandlung der Eingangssignale in eine gewünschte Welle verbessern.

[0037] Die vorstehende Beschreibung der Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist auf den Fall gerichtet, in welchem bipolare Flächentransistoren als die Transistoren **11** bis **13**

verwendet werden. Als eine Alternative können FETen als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden, wie vorstehend bei dem Ausführungsbeispiel 1 erwähnt ist. Zusätzlich kann die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als eine Frequenzmultiplikationsvorrichtung arbeiten, wie die des Ausführungsbeispiels 1.

Ausführungsbeispiel 3

[0038] [Fig. 4](#) ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiter-Mischschaltung nach der vorliegenden Erfindung zeigt. In der Figur bezeichnet die Bezugszahl **5a** einen ZF-Eingangsanschluss, und die Zahl **71** bezeichnet eine Induktivität. Verglichen mit der in [Fig. 1](#) gezeigten Halbleiter-Mischschaltung nach dem vorgenannten Ausführungsbeispiel 1 unterscheidet sich die Halbleiter-Mischschaltung nach dem Ausführungsbeispiel 3 von der Halbleiter-Mischschaltung nach dem Ausführungsbeispiel 1 dadurch, dass der HF-Eingangsanschluss **2a** durch den ZF-Eingangsanschluss **5a** ersetzt ist und der Widerstand **51** durch die Induktivität **71** ersetzt ist. Die Induktivität **71** kann durch eine spiralförmige Spule oder dergleichen implementiert sein, die auf dem Halbleitersubstrat gebildet ist. Dieselben Komponenten wie die in [Fig. 1](#) gezeigten sind durch dieselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und daher wird die Beschreibung solcher Komponenten nachfolgend weggelassen.

[0039] Wenn die Halbleiter-Mischschaltung als ein Abwärtswandler arbeitet, wenn angenommen wird, dass die Induktivität **71** für die Frequenzen eines ZF-Signals und eines LO-Signals kurzgeschlossen ist und eine Impedanz in der Größenordnung des Widerstandswertes des Widerstands **51**, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist, für die Frequenz (z.B. $f_{ZF} + 2f_{LO}$) eines HF-Signals hat, werden das ZF-Signal und das LO-Signal durch die Induktivität **71** unterdrückt und werden daher nicht über einen Ausgangsanschluss ausgegeben. Daher bietet die Halbleiter-Mischschaltung den Vorteil, dass sie Störkomponenten an dem Ausgangsanschluss **4a** unterdrücken kann, und sie kann daher die Struktur eines Störunterdrückungsfilters, das extern mit der Halbleiter-Mischschaltung verbunden ist, vereinfachen. Da weiterhin die Halbleiter-Mischschaltung die Störkomponenten innerhalb der Mischschaltung unterdrücken kann, kann sie den Wirkungsgrad der Umwandlung der Eingangssignale in eine gewünschte Welle verbessern. Zusätzlich ist es möglich, da der durch den Widerstand **51** bewirkte Spannungsabfall durch Verwendung der Induktivität anstelle des Widerstand eliminiert wird, dass die Halbleiterschaltung mit einer niedrigeren Spannung arbeitet im Vergleich zu denjenigen nach den Ausführungsbeispielen 1 und 2.

[0040] Die vorstehende Beschreibung der Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungs-

beispiel ist auf den Fall gerichtet, bei dem bipolare Flächentransistoren als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden. Als eine Alternative können FETen als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden, wie vorstehend bei dem Ausführungsbeispiel 1 erwähnt ist. Die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann so ausgebildet sein, dass sie als eine Frequenzmultiplikationsvorrichtung arbeitet, wie die nach dem Ausführungsbeispiel 1.

Ausführungsbeispiel 4

[0041] [Fig. 4](#) ist ein Schaltungsdiagramm, das ein anderes Beispiel der Halbleiter-Mischschaltung nach der vorliegenden Erfindung zeigt. In der Figur bezeichnet die Bezugszahl **2b** einen HF-Eingangsanschluss zum Annehmen eines HF-Signals mit negativer Phase, **4b** bezeichnet einen Ausgangsanschluss, der mit einem Ausgangsanschluss **4a** ein Paar bildet, um ein Differenzsignal auszugeben. Die Zahlen **14** bis **16** bezeichnen Transistoren und die Zahl **52** bezeichnet einen Widerstand. Dieselben Komponenten wie die in [Fig. 1](#) gezeigten sind durch dieselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und daher wird die Beschreibung dieser Komponenten nachfolgend weggelassen.

[0042] Die Halbleiter-Mischschaltung nach diesem Ausführungsbeispiel hat zwei parallele Halbleiter-Mischschaltungen nach [Fig. 1](#). Die erste Halbleiter-Mischschaltung ist aus einem ersten Transistorpaar, das aus Transistoren **11** und **12** besteht, einem Transistor **13** und einem Widerstand **51** gebildet. In derselben Weise ist die zweite Halbleiter-Mischschaltung aus einem zweiten Transistorpaar, das aus den Transistoren **14** und **15** besteht, dem Transistor **16** und dem Widerstand **52** gebildet.

[0043] Ein Signal mit einer Phase, die entgegengesetzt zu der eines an einem LO-Eingangsanschluss **3a** angelegten LO-Signals ist, wird an einem LO-Eingangsanschluss **3b** eingegeben. Weiterhin wird ein Signal mit einer Phase, die entgegengesetzt zu der eines an einem HF-Eingangsanschluss **2a** angelegten HF-Signals ist, an dem HF-Eingangsanschluss **2b** eingegeben. Ein Ausgangssignal wird als ein Differenzsignal geliefert, das zwischen dem Ausgangsanschluss **4a** der ersten Halbleiter-Mischschaltung und dem Ausgangsanschluss **4b** der zweiten Halbleiter-Mischschaltung erscheint.

[0044] Verglichen mit der Halbleiter-Mischschaltung nach dem Ausführungsbeispiel 1 kann die Halbleiter-Mischschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, die eine derartige Struktur vom Ausgleichstyp hat, jede höhere Harmonische ungeradzahligter Ordnung des HF-Signals und jede Mischwelle einer höheren Harmonischen geradzahligter Ordnung des LO-Signals und einer höheren Harmoni-

schen geradzahligter Ordnung des HF-Signals unterdrücken, die zu den Ausgangsanschlüssen geliefert werden. Daher kann die Halbleiter-Mischschaltung leicht eine Mischwelle einer zweiten Harmonischen des LO-Signals und einer ersten Harmonischen des HF-Signals ausgeben, die das allgemeinste Ausgangssignal einer Mischvorrichtung für allgemeine Harmonische ist. Die Halbleiter-Mischschaltung bietet somit den Vorteil dahingehend, dass, da sie viele Störkomponenten unterdrücken kann, sie daher die Struktur eines Störunterdrückungsfilters, das mit den Ausgangsanschlüssen der Halbleiter-Mischschaltung verbunden ist, vereinfachen kann.

[0045] Die vorgenannte Beschreibung ist auf den Fall gerichtet, bei dem die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als ein Abwärtswandler arbeitet. Wenn die HF-Eingangsanschlüsse durch ZF-Eingangsanschlüsse ersetzt sind, kann die vorgenannte Halbleiterschaltung als ein Aufwärtswandler arbeiten und ein HF-Signal ausgeben. In diesem Fall kann das ausgegebene HF-Signal eine Mischwelle einer Harmonischen geradzahligter Ordnung des LO-Signals und eines ZF-Signals sein.

[0046] Die vorstehende Beschreibung der Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist auf den Fall gerichtet, bei dem bipolare Flächentransistoren als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden. Als eine Alternative können FETen als die Transistoren **11** bis **13** verwendet werden, wie vorstehend bei dem Ausführungsbeispiel 1 erwähnt ist. In diesem Fall werden die Kollektorelektrode, die Emittierelektrode und die Basiselektrode jedes bipolaren Flächentransistors ersetzt durch eine Drainelektrode, eine Sourceelektrode und eine Gateelektrode eines entsprechenden FET bei der obigen Beschreibung der Arbeitsweise der Halbleiterschaltung und dieselben Vorteile werden erhalten. Weiterhin kann die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel so ausgebildet werden, dass sie als eine Frequenzmultiplikationsvorrichtung arbeitet, so wie die des Ausführungsbeispiels 1.

[0047] Weiterhin kann, obgleich die vorstehende Beschreibung auf den Fall gerichtet ist, bei dem zwei Halbleiter-Mischschaltungen nach [Fig. 1](#) parallel zueinander geschaltet sind und daher eine Halbleiterschaltung vom Ausgleichstyp bilden, die Halbleiterschaltung nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel alternativ aus zwei Halbleiter-Mischschaltungen nach [Fig. 2](#) oder [Fig. 3](#) gebildet sein, die parallel zueinander geschaltet sind. Diese Variante bietet dieselben Vorteile.

Patentansprüche

1. Halbleiter-Mischschaltung, welche aufweist:
ein Transistorpaar bestehend aus einem ersten Tran-

sistor (**11**) mit einer Basiselektrode (**3a**), an die ein erstes Signal angelegt ist, und einem zweiten Transistor (**12**) mit einer Basiselektrode (**3b**), an die ein Signal angelegt ist, dessen Phase entgegengesetzt zu der des ersten Signals ist, wobei Emittierelektroden des ersten und des zweiten Transistors miteinander verbunden sind und Kollektorelektroden des ersten und des zweiten Transistors miteinander verbunden sind;

einen dritten Transistor (**13**) mit einer Basiselektrode (**2a**), an die ein zweites Signal angelegt ist, einer Emittierelektrode, die mit einem ersten festen Spannungspegel verbunden ist, und einer Kollektorelektrode, die mit einem gemeinsamen Emitter des Transistorpaares verbunden ist; und

eine Ausgangsschaltung (**4a**) zum Verbinden eines gemeinsamen Kollektors (N1) des Transistorpaares mit einem zweiten festen Spannungspegel mittels einer Ausgangslast (**51**) und zum Liefern eines dritten Signals von dem gemeinsamen Kollektor des Transistorpaares.

2. Halbleiter-Mischschaltung nach Anspruch 1, bei der die Ausgangslast aus einem Widerstand (**51**) und einem Kondensator (**61**) in Parallelschaltung besteht.

3. Halbleiter-Mischschaltung nach Anspruch 1, bei der die Ausgangslast aus einer Induktivität (**71**) besteht.

4. Halbleiter-Mischschaltung, welche aufweist: ein erstes Transistorpaar, bestehend aus einem ersten Transistor (**11**) mit einer Basiselektrode (**3a**), an die ein erstes Signal angelegt ist, und einem zweiten Transistor (**12**) mit einer Basiselektrode (**3b**), an die ein Signal angelegt ist, dessen Phase zu der des ersten Signals entgegengesetzt ist, wobei Emittierelektroden des ersten und des zweiten Transistors miteinander verbunden sind und Kollektorelektroden des ersten und des zweiten Transistors miteinander verbunden sind;

einen dritten Transistor (**13**) mit einer Basiselektrode (**2a**), an die ein zweites Signal angelegt ist, einer Emittierelektrode, die mit einem ersten festen Spannungspegel verbunden ist, und einer Kollektorelektrode, die mit einem gemeinsamen Emitter des ersten Transistorpaares verbunden ist;

eine erste Ausgangsschaltung (**4a**) zum Verbinden eines gemeinsamen Kollektors (N1) des ersten Transistorpaares mit einem zweiten festen Spannungspegel mittels einer Ausgangslast (**51**) und zum Liefern eines dritten Signals von dem gemeinsamen Kollektor des ersten Transistorpaares;

ein zweites Transistorpaar besteht aus einem vierten Transistor (**14**) mit einer Basiselektrode, an die das erste Signal angelegt ist, und einem fünften Transistor (**15**) mit einer Basiselektrode, an die das Signal angelegt ist, dessen Phase zu der des ersten Signals entgegengesetzt ist, wobei Emittierelektroden des

vierten und des fünften Transistors miteinander verbunden sind und Kollektorelektroden des vierten und des fünften Transistors miteinander verbunden sind; einen sechsten Transistor (**16**) mit einer Basiselektrode (**2b**), an die das zweite Signal angelegt ist, einer Emittierelektrode, die mit dem ersten festen Spannungspegel verbunden ist, und einer Kollektorelektrode, die mit einem gemeinsamen Emitter des zweiten Transistorpaares verbunden ist; und

eine zweite Ausgangsschaltung (**4b**) zum Verbinden eines gemeinsamen Kollektors (N1) des zweiten Transistorpaares mit dem zweiten festen Spannungspegel mittels einer Ausgangslast (**52**) und zum Liefern eines Signals, dessen Phase zu der des dritten Signals entgegengesetzt ist, von dem gemeinsamen Kollektor des zweiten Transistorpaares.

5. Halbleiter-Mischschaltung, welche aufweist: ein Transistorpaar bestehend aus einem ersten FET (**11f**) mit einer Gateelektrode (**3a**), an die ein erstes Signal angelegt ist, und einem zweiten FET (**12f**) mit einer Gateelektrode (**3b**), an die ein Signal angelegt ist, dessen Phase zu der des ersten Signals entgegengesetzt ist, wobei Sourceelektroden des ersten und des zweiten FET miteinander verbunden sind und Drainelektroden des ersten und des zweiten FET miteinander verbunden sind;

einen dritten Transistor (**13f**) mit einer Gateelektrode (**2a**), an die ein zweites Signal angelegt ist, einer Sourceelektrode, die mit einem ersten festen Spannungspegel verbunden ist, und einer Drainelektrode, die mit einer gemeinsamen Source des Transistorpaares verbunden ist; und

eine Ausgangsschaltung (**4a**) zum Verbinden einer gemeinsamen Drain (N2) des Transistorpaares mit einem zweiten festen Spannungspegel mittels einer Ausgangslast (**51**) und zum Liefern eines dritten Signals von der gemeinsamen Drain des Transistorpaares.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG.1

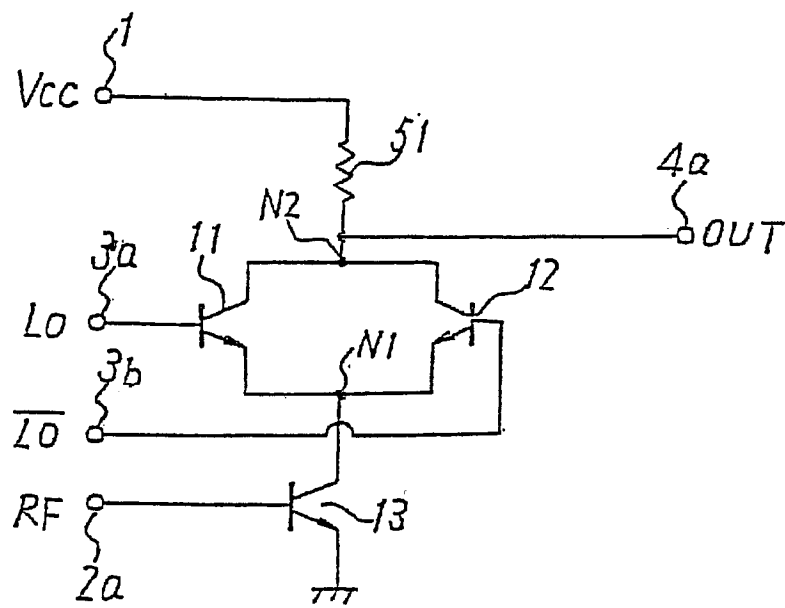


FIG.2

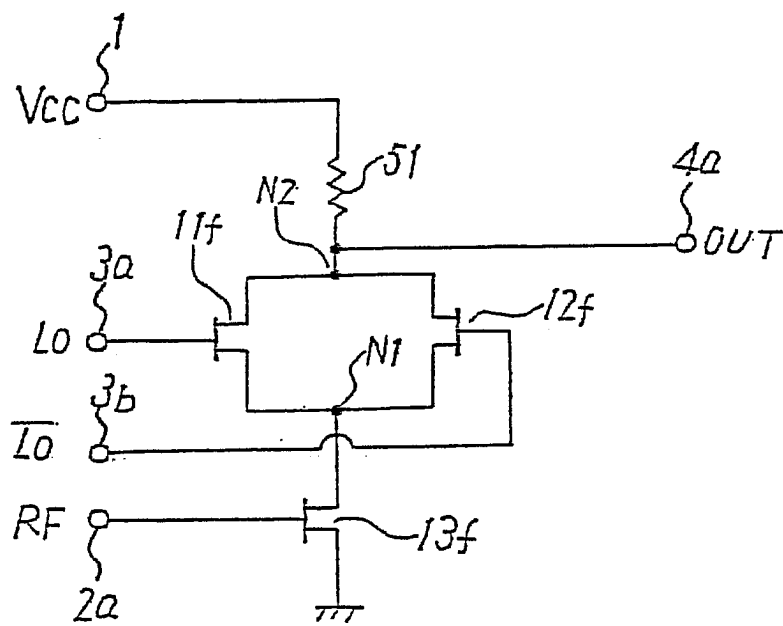


FIG.3

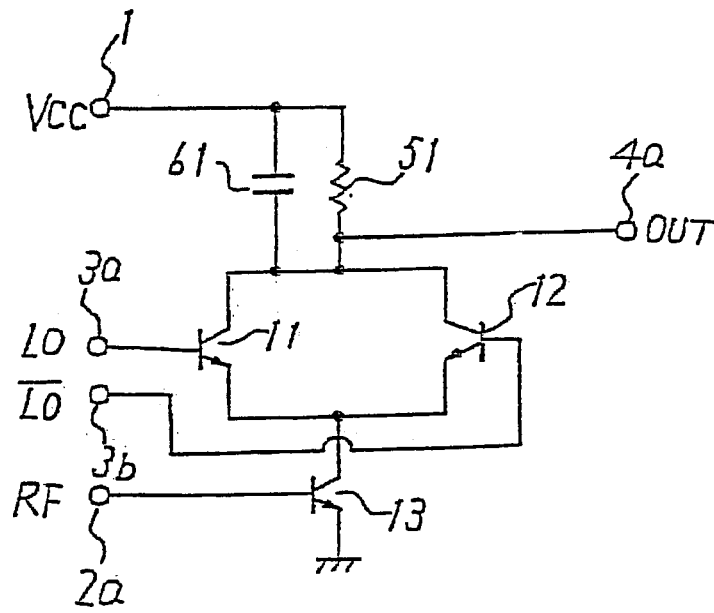


FIG.4

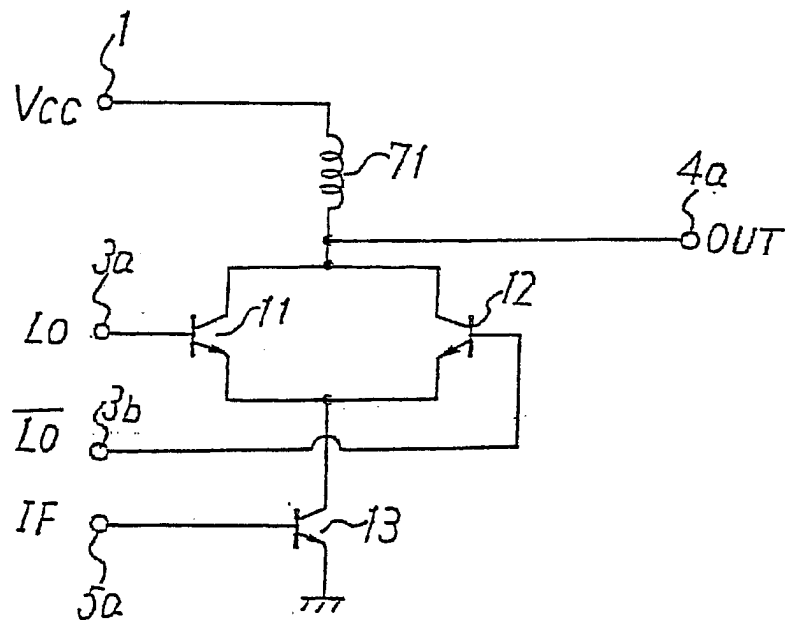


FIG.5

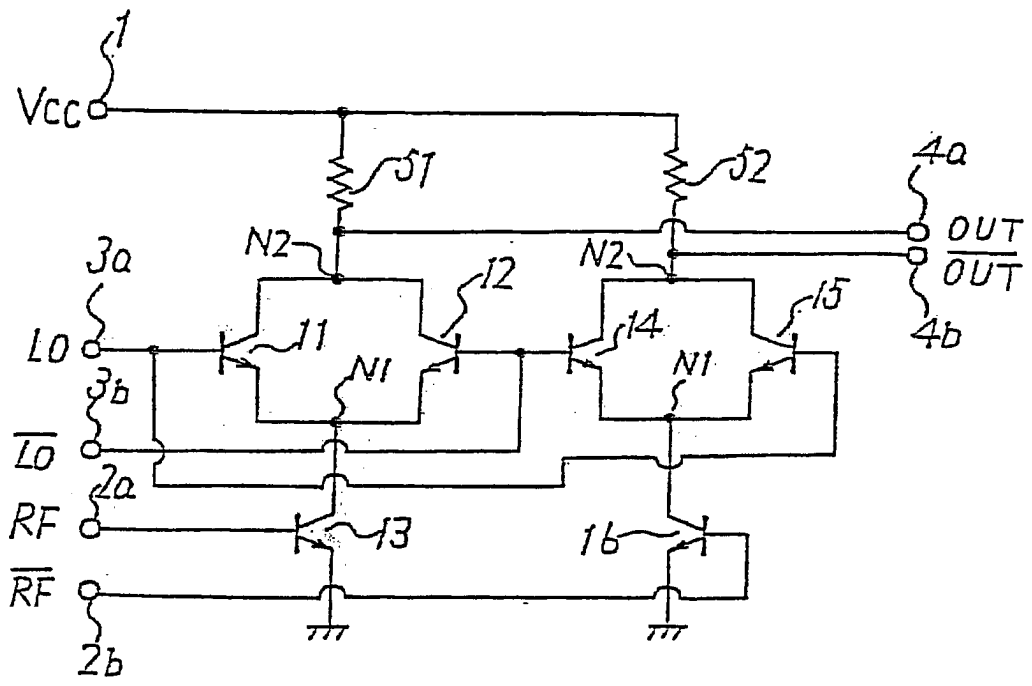


FIG.6

