

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-164482  
(P2009-164482A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1F 17/00 (2006.01)	HO1F 17/00 D	5E070
HO1P 1/203 (2006.01)	HO1P 1/203	5J006
HO1F 27/00 (2006.01)	HO1F 15/00 D	5K062
HO1F 17/04 (2006.01)	HO1F 17/00 G	
HO1F 30/00 (2006.01)	HO1F 17/04 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-2560 (P2008-2560)  
(22) 出願日 平成20年1月9日(2008.1.9)

(71) 出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都港区港南1丁目7番1号  
(74) 代理人 100122884  
弁理士 角田 芳末  
(74) 代理人 100133824  
弁理士 伊藤 仁恭  
(72) 発明者 武藤 輝  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
Fターム(参考) 5E070 AA16 AB03  
5J006 HB05 HB13 HB16 HB22 JA01  
LA05 NA07 NA08 NB08 NB10  
5K062 AA06 AB10 AC01 AD03 AE02  
AF05 BB03 BB12 BC06

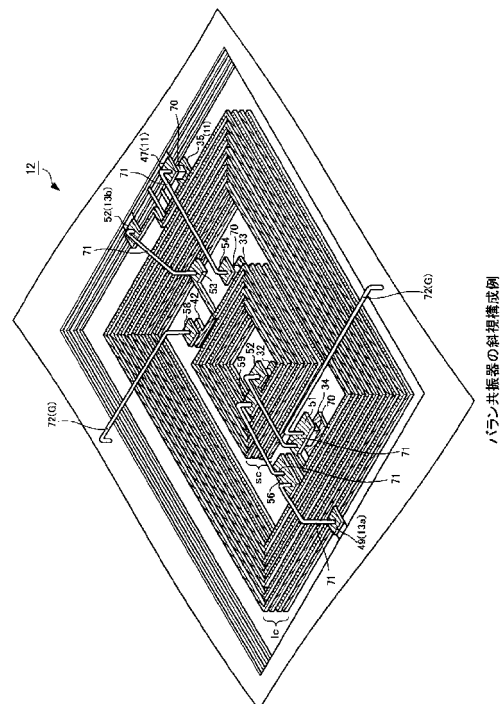
(54) 【発明の名称】 バラン共振器、半導体装置および受信装置

(57) 【要約】

【課題】 1つのバラン共振器で広帯域の入力信号に対応したバラン共振器を提供する。

【解決手段】 平面状に形成された大コイルの中に、大コイルと同一平面になるように小コイルを形成して第1のコイルを形成、同様に第2～第3のコイルを形成し積層する。各コイルの一方の端子を平衡端子、不平衡端子に接続し、他方の端子を接地することによってバラン共振器を構成する。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第 1 大コイルと、

一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第 1 大コイルと同一平面内かつ前記第 1 大コイルの内周側に形成された渦状の第 1 小コイルと、

を有する第 1 の層と、

一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、平面状かつ渦状に形成された第 2 大コイルと、

一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、前記第 2 大コイルと同一平面内かつ前記第 2 大コイルの内周側に形成された渦状の第 2 小コイルと、

を有する第 2 の層と、

一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第 3 大コイルと、

一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第 3 大コイルと同一平面内かつ前記第 3 大コイルの内周側に形成された渦状の第 3 小コイルと、

を有する第 3 の層と、

が積層されてなることを特徴とするバラン共振器。

10

## 【請求項 2】

前記渦状は、方形渦巻形状である

ことを特徴とする請求項 1 に記載のバラン共振器。

20

## 【請求項 3】

一端が接地されるとともに他端が開放され、平面状かつ渦状に形成された第 4 大コイルと、

一端が接地されるとともに他端が開放され、前記第 4 大コイルと同一平面内かつ前記第 4 大コイルの内周側に形成された渦状の第 4 小コイルと、

を有する第 4 の層、をさらに備え、

前記第 4 の層が、前記第 1 の層、前記第 2 の層および前記第 3 の層に対して積層されてなる

ことを特徴とする請求項 2 に記載のバラン共振器。

30

## 【請求項 4】

透磁率の高い板材を、前記第 1 の層、前記第 2 の層および前記第 3 の層に対してさらに積層してなる

ことを特徴とする請求項 3 に記載のバラン共振器。

## 【請求項 5】

一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第 1 大コイルと、

一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第 1 大コイルと同一平面内かつ前記第 1 大コイルの内周側に形成された渦状の第 1 小コイルと、

を有する第 1 の層と、

一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、平面状かつ渦状に形成された第 2 大コイルと、

一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、前記第 2 大コイルと同一平面内かつ前記第 2 大コイルの内周側に形成された渦状の第 2 小コイルと、

を有する第 2 の層と、

一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第 3 大コイルと、

一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第 3 大コイルと同一平面内かつ前記第 3 大コイルの内周側に形成された渦状の第 3 小コイルと、

を有する第 3 の層と、

40

50

が積層されてなるバラン共振器と、  
前記バラン共振器の平衡端子間に可変容量素子が接続され、可変容量素子の両端に差動増幅器の入力端が接続されている  
ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】

一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第 1 大コイルと、

一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第 1 大コイルと同一平面内かつ前記第 1 大コイルの内周側に形成された渦状の第 1 小コイルと、

を有する第 1 の層と、

一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、平面状かつ渦状に形成された第 2 大コイルと、

一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、前記第 2 大コイルと同一平面内かつ前記第 2 大コイルの内周側に形成された渦状の第 2 小コイルと、

を有する第 2 の層と、

一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第 3 大コイルと、

一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第 3 大コイルと同一平面内かつ前記第 3 大コイルの内周側に形成された渦状の第 3 小コイルと、

を有する第 3 の層と、

が積層されてなるバラン共振器と、

前記バラン共振器の平衡端子間に可変容量素子が接続され、可変容量素子の両端に差動増幅器の入力端が接続されている半導体装置と

を含むことを特徴とする受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、平衡と不平衡の状態にある電気信号を変換するために使用されるバラン共振器およびこれを用いた半導体装置、並びに受信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えばテレビジョン放送で用いられるような、VHF帯(30~300MHz)からUHF帯(300~3000MHz)の広帯域の無線信号を受信するために低雑音増幅回路、いわゆるLNA(Low Noise Amplifier)回路が用いられる。LNA回路の一例として、図18に示すような回路が用いられている。図18に示したLNA回路は、いわゆるバラン共振器を用いて実現されている。バラン共振器は、電気信号の平衡-不平衡の状態を変換するバラン(Balun)に、所望帯域の周波数を選択する機能を持たせたものである。バランは、平衡-不平衡変換器と呼ばれている。

【0003】

図18に示したLNA回路では、広帯域の周波数に対応するために、周波数帯域を3つに分割し、周波数帯域ごとに回路を独立に構成している。第1の回路の周波数帯域は550~900MHz、第2の回路の周波数帯域は180~550MHz、第3の回路の周波数帯域は46~180MHzである。これら第1の回路~第3の回路は、アンテナ201に対して並列に接続されている。図18において、波線で囲んだ部分すなわちバラン共振器とインダクタは外付け部品であり、それ以外はIC内部に実装される。

【0004】

まず第1の回路について構成を説明する。図18に示したように、アンテナ201に、例えば電界効果トランジスタ(FET:Field-Effect Transistor)からなるトランジスタ202aのソース(共通端子)が接続している。このトランジスタ202aはスイッチとして機能し、当該回路にアンテナ201からの電気信号を入力するときにはゲート(入力端

10

20

30

40

50

子)に適切な電圧をかけてオン状態にする。トランジスタ202aのドレイン(出力端子)にはバラン共振器203aの不均衡端子が接続される。第2の回路および第3の回路も同様に、トランジスタ202bおよび202cがそれぞれ設けられている。

【0005】

バラン共振器203aの2つの平衡端子にはインダクタ204a1、可変容量素子205aおよび抵抗素子206aが並列に接続されている。さらに、インダクタ204a1の一端と可変容量素子205aの一端との間にはインダクタ204a2が、またインダクタ204a1の他端と可変容量素子205aの他端との間には、インダクタ204a3がそれぞれ直列に接続されている。なお、バラン共振器203aの出力に対して、インダクタ204a2, 204a3を直列に接続することにより、バラン共振器203aの出力とアンテナ201からRF(Radio Frequency)入力との整合が図られている。

10

【0006】

これらのインダクタ204a1~204a3、可変容量素子205a、並びに抵抗素子206aによって、所望の周波数帯域の電気信号を通すフィルタ221aが構成される。フィルタ221aの出力側にはさらに差動増幅器207aが接続されている。差動増幅器207aの出力側には可変容量素子208aとインダクタ209aが並列に接続されており、フィルタ222aを構成している。

【0007】

差動増幅器207aの入力側と出力側にそれぞれフィルタ221a、222aが接続されているのは、1つのフィルタでは十分に取り除けない不要な電気信号を2つのフィルタを使用することで除去するためである。

20

【0008】

この第1の回路において、これらインダクタ204a1~204a3、209aと可変容量素子205a、208aの値を調節することによって、所望の周波数帯域(550~900MHz)に対応するLNA回路を構成することができる。

【0009】

第2の回路も第1の回路と同じ構成であり、バラン共振器203bの出力側に、インダクタ204b1~204b3、可変容量素子205b、並びに抵抗素子206bによって、所望の周波数帯域の電気信号を通すフィルタ221bが構成されている。フィルタ221bの出力側にはさらに差動増幅器207bが接続されている。差動増幅器207bの出力側には可変容量素子208bとインダクタ209bが並列に接続されており、フィルタ222bを構成している。

30

【0010】

この第2の回路において、これらのインダクタ204b1~204b3、209bと可変容量素子205b、208bの値を調節することによって、所望の周波数帯域(180~550MHz)のLNA回路を構成することができる。

【0011】

第3の回路も第1の回路および第2の回路とほぼ同じ構成である。第3の回路は、バラン共振器203cの出力側に、インダクタ204c1~204c3、可変容量素子205c、並びに抵抗素子206cによって、所望の周波数帯域の電気信号を通すフィルタ221cが構成されている。フィルタ221cの出力側にはさらに差動増幅器207cが接続されている。差動増幅器207cの出力側には可変容量素子208cとインダクタ209cが並列に接続されており、フィルタ222cを構成している。

40

【0012】

さらに、第3の回路については第1の回路または第2の回路の構成に加えて、フィルタ222cの出力側に可変容量素子210c1, 210c2, 210c3とインダクタ211により構成されるフィルタ223cが接続されている。このように多数のフィルタを設けることによって、例えば帯域幅が8MHzのように、当該LNA回路の周波数帯域(46~180MHz)に対して、非常に狭い帯域幅の電気信号を取り出すことができる。

【0013】

50

この第3の回路において、これらのインダクタ204c1~204c3、209c、211cと可変容量素子205c、208c、210c1~210c3の値を調節することによって、所望の周波数帯域(46~180MHz)のLNA回路を構成することができる。

【0014】

図19は、図18に示した従来のLNA回路を実装したモジュールの構成を示した図である。

【0015】

従来のLNA回路においては、図18に示すように、破線で囲まれたバラン共振器203a~203cとインダクタ204a1~204a3、204b1~204b3、204c1~204c3、209a~209c、211cは外付け部品が使用される。よって、図19に示すように、1つのマザー基板300に、例えばLNA回路を実装するIC(Integrated Circuit)301が1つ設置され、その周辺に3つのバラン共振器203a~203cと、そのバラン共振器203a~203cの設置位置に対応してインダクタ204a1~204a3、204b1~204b3、204c1~204c3、209a~209c、211cが設置される。

10

【0016】

また、従来2本の線路に位置ずれなどが起きても、信号特性が大きく劣化しないマイクロ波結合線路が開示されている(例えば、特許文献1を参照)。

【特許文献1】特開2004-32199号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

従来のLNA回路の構成では、図18、19を参照して説明したように、バラン共振器やインダクタを、必要とする周波数帯域ごとにそれぞれ設置する必要があった。そのため複数のバラン共振器を設置するための大きな基板が必要であり、実装面積が大きくなるという問題があった。そのために、マザー基板や該マザー基板を用いたモジュール等を、チューナ装置例えばテレビジョン受像機の筐体内に設置する場合、レイアウトが制約され、小型化が困難であるという問題があった。

【0018】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、1つのバラン共振器で広帯域の入力信号に対応できるようにすることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記課題を解決するために、本発明のバラン装置は、一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第1大コイルと、一端が平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第1大コイルと同一平面内かつ前記第1大コイルの内周側に形成された渦状の第1小コイルとを有する第1の層と、一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、平面状かつ渦状に形成された第2大コイルと、一端が接地されるとともに他端が平衡端子に接続され、前記第2大コイルと同一平面内かつ前記第2大コイルの内周側に形成された渦状の第2小コイルとを有する第2の層と、一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、平面状かつ渦状に形成された第3大コイルと、一端が不平衡端子に接続されるとともに他端が接地され、前記第3大コイルと同一平面内かつ前記第3大コイルの内周側に形成された渦状の第3小コイルとを有する第3の層と、が積層されてなることを特徴とする。

40

【0020】

各層の大コイルと小コイルはそれぞれ共振周波数が異なっており、大コイルは小コイルより低い周波数で共振する。受信信号の周波数が広帯域であっても、大コイルと小コイルそれぞれの共振周波数を含む周波数帯域であれば、平衡-不平衡変換を行うことができる。

50

## 【発明の効果】

## 【0021】

本発明により、1つの共振器で広帯域の信号に対応できる共振器を構成するとともに、該共振器を用いて広帯域の信号に対応できる低雑音増幅回路の小型化を実現することができる。これにより、従来は部品点数が多く、コストが高くなり、また小型化が困難であった半導体装置やモジュール等の小型化と低コスト化が可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0022】

以下、本発明の実施の形態の例について、添付図面を参照しながら説明する。

## 【0023】

以下に述べる実施の形態は、本発明を実施するための好適な形態の具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されている。ただし、本発明は、以下の実施の形態の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの実施の形態に限られるものではない。したがって、例えば、以下の説明で挙げる使用材料とその使用量、処理時間、処理順序および各パラメータの数値的条件等は好適例に過ぎず、説明に用いた各図における寸法、形状および配置関係等も一例を示す概略的なものである。

## 【0024】

## [第1の実施の形態例]

以下に、本発明の第1の実施の形態について、図1～図11を参照して説明する。この第1の実施の形態については、本発明の balan 共振器をテレビジョン受像機のような受信装置（チューナ回路）に適用した場合を想定して説明する。

## 【0025】

図1は、テレビジョン受像機等の、高度に集積化されたチューナ回路の構成例を示したブロック図である。

## 【0026】

図1に示すチューナ回路は、放送波を受信するアンテナ1、所望の放送波を選択するRFIC2、選択した放送波から原信号を取り出す復調ICなどから構成される。

## 【0027】

RFIC2は、LNA回路（低雑音増幅回路）3、バンドパスフィルタ（以下、単に「フィルタ」という）4、ミキサ5、VCO(voltage controlled oscillator)等の発信器6、増幅回路7を備える。RFIC2では、アンテナ1が受信した不平衡状態の受信信号をLNA回路3が平衡状態の受信信号に変換するとともに増幅し、フィルタ4へ出力する。フィルタ4は所定帯域の受信信号を選択的に通過させ、ミキサ5へ出力する。ミキサ5は、入力された受信信号と発信器6からの局部発信信号を混合して、所定の中間周波数信号（IF信号）に変換し、増幅回路7へ出力する。増幅回路7は、IF信号を増幅して復調ICへ出力する。そして、復調ICでは、RFIC2から入力された受信信号を復調してベースバンド信号を生成し、このベースバンド信号から映像データや音声データ等を得る。

## 【0028】

LNA回路3において、アンテナ1が受信した不平衡状態の受信信号を平衡状態に変換するのに、balan 共振器が用いられる。LNA回路3で使用されているbalan 共振器について説明する。

## 【0029】

図2は、LNA回路3の内部構成の例を示すブロック図である。

## 【0030】

図2に示すように、LNA回路3は、balan 共振器12と、フィルタ14と、増幅回路15と、から構成されている。balan 共振器12は、入力側の一端が不平衡端子11および他端が接地、また出力側の一端が平衡端子13aおよび他端が平衡端子13bに接続している。アンテナ1はbalan 共振器12の不平衡端子11に接続しており、フィルタ14の入力側はbalan 共振器12の平衡端子13a, 13bと接続している。フィルタ14は

10

20

30

40

50

、バラン共振器 1 2 から入力された平衡信号の所定帯域を通過させる。そして、増幅回路 1 5 は、所定帯域の平衡信号を増幅し、フィルタ 4 へ出力する。

【 0 0 3 1 】

放送波を受信するときは、アンテナ 1 からバラン共振器 1 2 の不平衡端子 1 1 に受信信号が入力され、平衡端子 1 3 a , 1 3 b から受信信号が出力される。本実施の形態のバラン共振器 1 2 は、受信処理に使用しているが、他方、バラン共振器 1 2 を携帯電話機などに適用して送信処理を行う場合には、送信信号をバラン共振器 1 2 の平衡端子 1 3 a、1 3 b に入力し、不平衡端子 1 1 からアンテナ 1 へ出力する。このようにバラン共振器 1 2 は入力 - 出力が可逆となる装置である。よって、平衡端子と不平衡端子のどちらを入力側、出力側とするかは、信号が伝送される方向によって任意に決めることができる。

10

【 0 0 3 2 】

バラン共振器 1 2 はこのように、不平衡信号と平衡信号を変換する素子である。ここで、平衡信号および不平衡信号について説明する。

【 0 0 3 3 】

平衡信号とは、2本の信号伝送線のうち、1本の線には元の信号、他方の線には位相が反転した逆位相の信号が流れている信号である。平衡信号は、伝送線がノイズの影響を受けたとき、受信側で逆位相の信号を再度逆位相にし（つまり元の信号と同じ位相になる）、元の信号と加算することで、逆位相となったノイズ成分が打ち消されるので、耐ノイズ性の高い伝送に適している。

20

【 0 0 3 4 】

不平衡信号とは、図 2 に示したようにアンテナ 1 のような 1 本の信号伝送線を用いて送受信される信号であり、接地が信号の基準電位となる。以後、平衡信号と不平衡信号の変換を「平衡 - 不平衡変換」と称する。

【 0 0 3 5 】

このような平衡 - 不平衡変換を行うには、例えばトランスのように電磁誘導を用いることが一般的である。以下に詳細に説明する本実施の形態のバラン共振器 1 2 においても、電磁誘導を用いて平衡 - 不平衡変換を行っており、これはコイル（巻線）を用いた共振器を構成することで実現する。このバラン共振器 1 2 の積層構造について次に説明する。

【 0 0 3 6 】

図 3 は、図 2 に示したバラン共振器 1 2 を構成するコイルの積層状態の概念を示す断面模式図である。

30

【 0 0 3 7 】

本実施の形態におけるバラン共振器 1 2 は、4つのコイルから構成され、これらのコイルが、いわゆるインターディジタル形状に交互に積層されている。以後、4つの層を下から順に、第 1 層、第 2 層、第 3 層、第 4 層と称する。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示すバラン共振器 1 2 において、第 1 層のコイル L 1 の一端が平衡端子 1 3 a に接続されるとともに他端が接地される。また、第 2 層のコイル L 2 の一端が接地されるとともに他端が平衡端子 1 3 b に接続される。また、第 3 層のコイル L 3 の一端が不平衡端子 1 1 に接続されるとともに他端が接地される。また第 4 層のコイル L 4 は積層されたコイル間の電磁的な結合を高めるためのコイルであり、以後「結合コイル」と称する。

40

【 0 0 3 9 】

このようにインターディジタル形状にコイルを配置することによって、各コイルが電磁的に結合して平衡 - 不平衡変換を行うバラン共振器を構成することができる。

【 0 0 4 0 】

ところで、コイルを多段化することによって、各コイル間の結合係数が大きくなり、広帯域化が図られることが知られているが、現実に多段化できる段数は限られているので、低い周波数（例えば V H F 帯）に対応することは困難である。そこで、さらなる広帯域化を図るため、図 3 に示した各層のコイル L 1 ~ L 4 を、長さの異なる 2 つのコイルから構成し、それぞれをインターディジタル形状に積層する。

50

## 【 0 0 4 1 】

図 4 は、各層のコイル  $L_1 \sim L_4$  を長さの異なる 2 つのコイルから構成した、バラン共振器 1 2 のコイルの積層状態の概念を示す断面模式図である。

## 【 0 0 4 2 】

図 4 に示すバラン共振器 1 2 では、長さの長いコイルからなるインターデジタル形状のバラン共振器と、長さの短いコイルからなるインターデジタル形状のバラン共振器が並列に接続されている。

## 【 0 0 4 3 】

例えば図 4 の第 1 層についてみると、第 1 層のコイル  $L_1$  は、大小 2 つのコイル  $L_{12}$  ,  $L_{11}$  から構成されている。以後、大きいコイル  $L_{12}$  を「大コイル」、小さいコイル  $L_{11}$  を「小コイル」と称し、他層のコイルについても準用する。第 1 層の大コイル  $L_{21}$  と小コイル  $L_{11}$  の一端は平衡端子 1 3 a に接続され、他端は接地される。

## 【 0 0 4 4 】

また、第 2 層のコイル  $L_2$  は、大コイル  $L_{22}$  と小コイル  $L_{21}$  から構成され、大コイル  $L_{21}$  と小コイル  $L_{11}$  の一端は接地され、他端は平衡端子 1 3 b に接続される。

## 【 0 0 4 5 】

また、第 3 層のコイル  $L_3$  は、大コイル  $L_{32}$  と小コイル  $L_{31}$  から構成され、大コイル  $L_{32}$  と小コイル  $L_{31}$  の一端は不平衡端子 1 1 に接続され、他端は接地される。

## 【 0 0 4 6 】

そして、第 4 層のコイル  $L_4$  は、大コイル  $L_{42}$  と小コイル  $L_{41}$  から構成され、一端は接地され、他端は開放されている。なお、各層の大コイルを総称するときには「 $l_c$ 」と表し、小さいコイルを総称するときには「 $s_c$ 」と表す。

## 【 0 0 4 7 】

各層の大コイルと小コイルはそれぞれ共振周波数が異なっており、大コイルは小コイルより低い周波数で共振する。したがって小コイルで共振しない低い周波数を大コイルで共振することによって、平衡端子と不平衡端子間で共振を発生させることができる。このため、受信信号の周波数が広帯域であっても、大コイルと小コイルそれぞれの共振周波数を含む周波数帯域であれば、バラン共振器 1 2 により平衡 - 不平衡変換を行うことができるようになる。

## 【 0 0 4 8 】

なお、図 4 の例では、小コイル  $s_c$  の上に大コイル  $l_c$  が位置しているように示されているが、これは大コイル  $l_c$  と小コイル  $s_c$  の電氣的な接続状態を明瞭に区別できるように概念的に描いたためであり、実際の配置とは異なっている。これらの実際の配置については、図 5 , 図 6 ( a ) ~ ( d ) を参照して説明する。

## 【 0 0 4 9 】

また、図 4 に示すバラン共振器の最上部に位置する第 4 層の大コイル  $L_{42}$  と小コイル  $L_{41}$  は、平衡端子 1 3 a , 1 3 b および不平衡端子 1 1 のいずれにも接続されていないが、これは各層のコイルの結合係数を高くするための結合コイルとして作用させる目的からである。各層のコイルを積層する順序は図示した例に限定されることはなく、例えば最上部の第 4 層に位置している結合コイルは、最下部に配置してもよい。

## 【 0 0 5 0 】

図 5 は、バラン共振器 1 2 の各層のコイルの具体的な配置を示した斜視図である。

## 【 0 0 5 1 】

これら各層のコイルはある平面内において巻線をスパイラル状（渦状）に巻回して形成した構造になっており、大コイル  $l_c$  の内周側に、大コイル  $l_c$  と同一平面内かつ巻回中心を同一にする小コイル  $s_c$  が配置される。

## 【 0 0 5 2 】

また各層のコイルを平衡端子 1 3 a , 1 3 b または不平衡端子 1 1 に接続する接続用配線 7 1、およびグランド（接地）に接続するための接地用配線 7 2 は最上層、つまり第 4 層に形成される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 3 】

図 4 に示した例では、結合コイル ( L 4 2 , L 4 1 ) は最上層の第 4 層に形成されている。しかし、接地したり、平衡端子 1 3 a , 1 3 b または不平衡端子 1 1 に接続したりするための上記配線は最上層の第 4 層に形成されるため、結合コイルは最下層に位置している方がバラン共振器 1 2 の構造が複雑にならず好適である。したがって、図 4 に示すバラン共振器では、最上層に結合コイル ( L 4 2 , L 4 1 ) を配置していたが、図 5 に示すバラン共振器においては、結合コイル ( L 4 2 , L 4 1 ) を最下層の第 1 層に配置し、その他の層を図 4 の場合と全く逆にして下から第 2 層 ( L 3 2 , L 3 1 )、第 3 層 ( L 2 2 , L 2 1 )、第 4 層 ( L 1 2 , L 1 1 ) の順番で積層するものとする。

## 【 0 0 5 4 】

図 6 は、図 5 に示したバラン共振器の各層のコイルの上面図であり、( a ) は第 1 層、( b ) は第 2 層、( c ) は第 3 層、( d ) は第 4 層を示している。

## 【 0 0 5 5 】

以下、最下層の第 1 層から順に説明する。なお、図 6 に示されているように、接地端子もしくは該設置端子と接続する箇所にはその旨がわかるよう符号と併せて「 \_ ( G ) 」と表記する。同様に平衡端子 1 1、不平衡端子 1 3 a , 1 3 b に接続する端子には「 \_ ( 1 1 ) 」、「 \_ ( 1 3 a ) 」、「 \_ ( 1 3 b ) 」と表記する。

## 【 0 0 5 6 】

最下層の第 1 層は、結合コイルが形成される層であり、巻線が平面状にかつ渦状に形成された大コイル L 4 2 と、その大コイル L 4 2 と同一平面内にかつその内周側に形成された小コイル L 4 1 を有する。大コイル L 4 2 の一方の端部 2 2 は接地端子と接続もしくは外部の接地端子と繋がっており、その端部 2 2 から巻回半径を小さくしていきながら内周側に巻回していき、他方の端部 2 4 を開放している。また小コイル 4 1 の一方の端部 2 1 は、接地のための小コイル L 4 1 の接地端子 ( G ) と接続しており、小コイル L 4 1 の内周側の端部 2 3 は開放されている。以下、第 2 層、第 3 層、第 4 層についても、それぞれの大コイルおよび小コイルの構造は第 1 層のものと同様であるので、それらのコイルの構造についての詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 5 7 】

本実施の形態の第 1 層の大コイル 4 2 および小コイル 4 1 は、図 6 ( a ) に示すように、方形渦巻形状に形成されているが、円環状に形成されていてもよい。この場合、両者ともにコイルの巻回中心を一致させることが品質上好ましい。同様に、第 2 層 ~ 第 4 層についても、大コイルおよび小コイルを方形渦巻形状または円環状に形成されてもよい。

## 【 0 0 5 8 】

第 2 層は、不平衡接続用のコイルが形成される層であり、大コイル L 3 2 と、大コイル 3 2 の内周側に小コイル 3 1 が形成される。第 2 層の大コイル 3 2 の外周側の一端は、不平衡端子に接続する不平衡端子 3 5 ( 1 1 ) に接続しており、内周側の他端は接地のための接地端子 3 4 ( G ) に接続している。また、第 2 層の小コイル L 3 1 の外周側の一端は、不平衡端子に接続する不平衡端子 3 3 ( 1 1 ) に接続しており、内周側の他端は接地のための接地端子 3 2 ( G ) と接続している。

## 【 0 0 5 9 】

また第 2 層の小コイル L 3 1 の外周側で、第 1 層の小コイル L 4 1 の接地端子 2 1 ( G ) と対応する位置に、この接地端子 2 1 ( G ) と接続するピア 7 0 を形成するためのピアホール 3 1 が形成されている。

## 【 0 0 6 0 】

第 3 層は、平衡接続用のコイルが形成される層であり、第 3 層の大コイル 2 2 の内周側に小コイル L 2 1 が形成される。第 3 層の大コイル L 2 2 の外周側の一端は接地のために第 3 層の外部へ延長された末端 4 4 ( G ) が形成されており、内周側に位置する他端は平衡端子と接続する平衡端子 4 3 ( 1 3 b ) と接続している。また、第 3 層の小コイル L 2 1 の外周側の一端は接地のための接地端子 4 2 ( G ) と接続しており、内周側の他端は平衡端子と接続する平衡端子 4 1 ( 1 3 a ) に接続する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 1 】

第 3 層の大コイル L 2 2 の外周側であり、且つ末端 4 4 ( G ) に隣接して、第 2 層の大コイル L 3 2 の不平衡端子 3 5 ( 1 1 ) のピアを形成するためのピアホール 4 7 が形成されている。また、第 3 層の小コイル L 2 1 の外周側であり接地端子 4 2 ( G ) に隣接して、第 2 層の小コイル L 3 1 の不平衡端子 3 3 ( 1 1 ) に対応する位置にピアホール 4 5 が形成されている。

## 【 0 0 6 2 】

また第 3 層の大コイル L 2 2 の内周側であり、且つ平衡端子 4 3 ( 1 3 b ) 側には第 2 層の大コイル L 3 2 の接地端子 3 4 ( G ) のピアを形成するためのピアホール 4 6 が形成されている。また第 3 層の小コイル L 2 1 の内周側には第 2 層の小コイル L 3 1 の接地端子 3 2 ( G ) のピアを形成するためのピアホール 4 8 が形成されている。

10

## 【 0 0 6 3 】

最上層の第 4 層は、平衡入力用のコイルが形成される層である。第 4 層の大コイル L 1 1 の内周側に小コイル L 1 2 が形成される。第 4 層の大コイル L 1 2 の外周側の一端は平衡端子と接続する平衡端子 6 0 ( 1 3 b ) に接続しており、内周側の他端は接地のための接地端子 4 3 ( G ) に接続している。第 4 層の小コイル L 1 1 の外周側の一端は、平衡端子と接続する平衡端子 5 3 ( 1 3 b ) に接続しており、内周側の他端は接地端子 5 2 ( G ) に接続している。

## 【 0 0 6 4 】

第 4 層の大コイル L 1 2 の平衡端子 6 0 ( 1 3 b ) 側には、第 2 層の大コイル L 3 2 と第 2 層の小コイル L 3 1 を接続するための、接続端子 5 5 が形成されている。第 4 層の小コイル L 1 1 の平衡端子 5 3 ( 1 3 b ) 側には、第 2 層の大コイル L 3 2 と第 2 層の小コイル L 3 1 を接続するための、接続端子 5 4 が形成されている。さらに第 2 層の接続端子 5 5 と第 2 層の接続端子 5 4 は、第 2 層用の接続用配線 7 1 により互いに接続されている。この接続用配線 7 1 は例えば絶縁膜等を介して第 4 層の大コイル L 1 2 と接触しないように形成される。

20

## 【 0 0 6 5 】

さらに、第 4 層の平衡端子 6 0 ( 1 3 b ) と、第 4 層の平衡端子 5 3 ( 1 3 b ) を互いに接続するために第 4 層用の接続用配線 7 1 が形成されている。第 4 層の小コイル L 1 1 の外周側で、第 4 層の平衡端子 5 3 ( 1 3 b ) 側に第 3 層の接地端子 4 2 ( G ) と第 1 層の接地端子 2 1 ( G ) を接地するための中継用端子 5 8 が形成されている。中継用端子 5 8 は接地用配線 7 2 によって、第 4 層の大コイル L 1 2 の外周側で接地される。接地用配線 7 2 は、中継用端子 5 8 から第 4 層の大コイル L 1 2 の外周側の接地 ( 図示しない ) に、例えば絶縁膜等を介して第 4 層の大コイル L 1 2 を横切る方向に延長して形成される。

30

## 【 0 0 6 6 】

第 4 層の小コイル L 1 1 の接地端子 5 2 ( G ) に隣接して、第 3 層の小コイル L 2 1 の平衡端子 4 1 ( 1 3 a ) と接続する中継用不平衡端子 5 9 が形成されている。さらに第 4 層の大コイル L 1 2 の内周側に第 3 層の大コイル L 2 2 の平衡端子 4 3 ( 1 3 b ) と接続する中継用平衡端子 5 6 が形成されている。

## 【 0 0 6 7 】

第 4 層の大コイル L 1 2 の外周側には平衡端子 1 3 a ( 図示しない ) と接続する平衡接続用端子 5 7 が形成されており、中継用平衡端子 5 6 と接続用配線 7 1 によって接続されている。接続用配線 7 1 は例えば絶縁膜等を介して、第 4 層の小コイル L 1 1 を横切るように形成されている。

40

## 【 0 0 6 8 】

このように積層構造に形成されたバラン共振器 1 2 は、例えば樹脂 ( 図 4 には示されていない ) などに埋め込んで構成することができる。

## 【 0 0 6 9 】

次に、図 7 を参照して、バラン共振器 1 2 の断面構造について説明する。

## 【 0 0 7 0 】

50

図7は、図5および図6に示したバラン共振器12の概略断面図である。第1～第4の各層の厚さはそれぞれ、例えば約20 $\mu\text{m}$ であり、各層間の距離は例えば約20 $\mu\text{m}$ である。また第1層の下部と第4層の上部は大気開放と同様の状態である。つまり誘電率、透磁率が大気と同等である。また各層間には絶縁性を有する材料を使用して薄膜を形成することができる。絶縁性を有する材料として、ポリイミド、BCB (Benzocyclobutene) 等を用いることができる。

【0071】

次に、本実施の形態に係るバラン共振器を有するLNA回路について説明する。

【0072】

図8は、本実施の形態のバラン共振器12を用いて構成した、3つの周波数帯域に対応したLNA回路である。3つの周波数帯域は550～900MHz、180～550MHz、46～180MHzであり、以下、それぞれ適宜「第1の回路」、「第2の回路」、「第3の回路」と称する。しかし、これらは各回路を識別するために称しているものであり、どの回路を「第1」、「第2」、「第3」と称するかは任意でよい。第1の回路、第2の回路および第3の回路は、それぞれフィルタ14および差動増幅器15の要素を備え、それぞれ並列に接続されている。

10

【0073】

第1の回路、第2の回路、第3の回路は、いずれも同一の回路かつバラン共振器12に対して並列に接続されている。ここでは、代表して第1の回路について説明し、他の第2の回路、第3の回路については説明を割愛する。

20

【0074】

図8に示すように、バラン共振器12の平衡端子13a、13bには、2つの電界効果トランジスタ80A1と80A2のゲートが互いに接続されたスイッチングトランジスタ80Aが接続している。また、スイッチングトランジスタ80Aに並列に可変容量素子81Aと抵抗素子82Aが接続している。抵抗素子82Aの両端は差動増幅器84Aの入力端に接続している。

【0075】

可変容量素子81Aは、例えば複数の可変容量素子が並列に接続し、それぞれの可変容量素子の容量を自由に変化させることによって、任意の容量を形成することができる装置(キャパシタバンク81)を構成するものである。したがって、例えば第3の回路の周波数帯域、すなわち46～180MHzでは、可変容量素子81Aとバラン共振器12がLC共振回路を構成しフィルタとして機能する。

30

【0076】

また、広帯域化のために、46～180MHz帯を除く高周波帯域のLNA回路の外部にインダクタを接続する。図9に示したように、低域側のLNA回路以外に、バラン共振器12とスイッチングトランジスタ80Aまたは80Bとの間に並列にインダクタ83A、83Bを接続する。

【0077】

図9に示すLNA回路は、図8で示したLNA回路に加えて、第1の回路～第3の回路において、それぞれ差動増幅器84A～84Cの出力側にキャパシタバンクによる出力側可変容量素子85A～85Cと、出力側インダクタ86A～86Cが並列に接続してフィルタ4aを構成した回路である。つまり差動増幅器84A～84Cの入力側、出力側にそれぞれフィルタ14、4aを有している構成である。これは、入力側のフィルタでは不要な信号成分を十分除去できないため、出力側にもフィルタを設けて不要な信号を除去するためである。

40

【0078】

さらに、第3の回路については第1の回路または第2の回路の構成に加えて、フィルタ4aの出力側に可変容量素子87c1、87c2、87c3とインダクタ88cにより構成されるフィルタ4bが接続されている。このように多数のフィルタを設けることによって、例えば帯域幅が8MHzのように、当該LNA回路の周波数帯域(46～180MHz

50

z) に対して、非常に狭い帯域幅の電気信号を取り出すことができる。

【0079】

次に、バラン共振器12にキャパシタバンクを接続し、キャパシタバンクの容量を約0 pF ~ 300 pFの範囲で変化させた場合の信号特性について説明する。信号特性の測定に際し、バラン共振器12の各層のコイルを形成する線の幅と、線の間隔つまり配線幅/配線間(line/space)は20 μm / 20 μm、各層の間の厚さは15 μm、非誘電率は3.0、誘電正接は0.03を想定した。また、ボンディングワイヤの直径は30 μmを想定した。

【0080】

図10に、周波数と挿入損失の関係を表した信号特性を示す。グラフの横軸は入力信号の周波数であり、縦軸は挿入損失である。キャパシタバンクの容量が0 pFに近い領域のグラフを見ると、約0.4 GHz以下では挿入損失が小さくなっているが、それ以上の領域では挿入損失が最も大きい。

10

【0081】

また、容量が0.5 pFでは、約0.34 GHz付近に挿入損失が最大となるピークを有しており、0.77 GHz付近で極小値を有している。図示されているように、容量が大きくなるにしたがって、ピークの周波数は低くなり、極小値付近の挿入損失は小さくなる。また周波数が0.9 GHzから1 GHzの範囲で極大値を有しており、0.95 GHz付近から小さくなる。

【0082】

このように、周波数0.0 GHz ~ 1.0 GHzの範囲において、バラン共振器12に接続するキャパシタバンクの容量が大きくなるにしたがって、約0.4 GHz以上の周波数では挿入損失が小さくなる。また約0.4 GHz以下では挿入損失が最大となる周波数が低くなるとともに、挿入損失も小さくなる。

20

【0083】

つまりキャパシタバンクによって可変容量素子81の容量を調節することにより、低い周波数ではバラン共振器3が、互いに逆位相の信号に対して共振する差動インダクタとして働く。よって、単純なLC共振回路となりLCフィルタとして動作する。一方、高い周波数では容量を追加することにより、ピークとなる周波数を低域側にシフトすることができる。このような動作によって広帯域に対応した低雑音増幅回路を実現することができる。

30

【0084】

このように本実施の形態例のバラン共振器12は、キャパシタバンクの容量を変化させることによって、1つのバラン共振器12で複数の周波数帯域に対応させることができる。これによってマザー基板の小型化を実現することができる。

【0085】

図11は、本実施の形態例のバラン共振器をマザー基板に設置した状態を示した上面図である。

図示したように、マザー基板100にRFIC2が設置され、RFIC2の左側にバラン共振器12が設置されている。また、RFIC2、バラン共振器12に隣接してインダクタ83が設置されている。インダクタは、インダクタンスを有する素子であればよく、例えばコイルを使用することができる。図18に示した従来例と比較すると、図11に示す例ではバラン共振器12が1つであるためマザー基板100が小型化されていることがわかる。

40

【0086】

次に、本実施の形態に係るバラン共振器12をマザー基板100に実装した半導体装置(モジュール)の構造について説明する。

【0087】

図12は、バラン共振器3とRFIC2を、マザー基板100の主面に設置した半導体装置の概略断面図である。

50

## 【 0 0 8 8 】

マザー基板 1 0 0 は、一例として通常使用される、いわゆるプリント配線基板を使用することができる。マザー基板 1 0 0 のプリント配線（図示しない）と、バラン共振器 3 の端子との接続は、図 1 2 に示したように通常のボンディングワイヤ 1 0 1 によって行うことができる。このボンディングワイヤ 1 0 1 は、図 5 および図 6 に示されている接続用配線 7 1、接地用配線 7 2 とは異なるものである。

## 【 0 0 8 9 】

なお、マザー基板 1 0 0 にバラン共振器 1 2 および R F I C 2 が実装された半導体装置の形態は、図 1 2 に示した例に限定されるものではない。以下に、バラン共振器 1 2 と R F I C 2 を含む半導体装置の変形例を説明する。

10

## 【 0 0 9 0 】

（第 1 の変形例）

図 1 3 を参照して、図 1 2 に示したバラン共振器 1 2 を含む半導体装置の第 1 の変形例を説明する。

## 【 0 0 9 1 】

図 1 3 は、バラン共振器 1 2 および R F I C 2 がマザー基板 1 0 0 に埋め込まれた状態を示した概略断面図である。

## 【 0 0 9 2 】

この例では、バラン共振器 1 2 と R F I C 2 がマザー基板 1 0 0 に埋め込まれているので、バラン共振器 1 2 とマザー基板 1 0 0 のプリント配線との接続は、図 1 2 と同様にボンディングワイヤ 1 0 1 で行われる。この例では、バラン共振器 1 2 と R F I C 2 がマザー基板 1 0 0 に埋め込まれているので、マザー基板 1 0 0 を含めた全体の厚さを薄くすることができる。なお、R F I C 2 は必ずしも埋め込まなくてもよい。

20

## 【 0 0 9 3 】

（第 2 の変形例）

図 1 4 は、図 1 2 に示したバラン共振器 1 2 を含む半導体装置の第 2 の変形例を示す概略断面図である。

## 【 0 0 9 4 】

第 2 の変形例では、バラン共振器 1 2 とマザー基板 1 0 0 のプリント配線（図示しない）との接続には、接続部材 1 1 0 を用いる。接続部材 1 1 0 は絶縁性を有する板状の部材（以後、「絶縁部材」1 0 2 と称する）の中に、導電性を有する導電部材 1 0 3 が形成されてなる。この導電部材 1 0 3 は、図 1 4 に示されているように絶縁部材 1 0 2 を貫通するように構成されており、接続部材 1 1 0 の上面と下面の間、すなわちバラン共振器 1 2 とマザー基板 1 0 0 の間を電氣的に接続することができる。導電部材 1 0 3 は、いわゆる銅ポスト（Cu Post）、バンプポスト（Bump Post）等を使用することができる。

30

## 【 0 0 9 5 】

導電部材 1 0 3 は、図 5 に示されているバラン共振器 1 2 のコイルの各端子に対応する位置に形成される。例えば、図 5 において、第 3 層の小コイル L 2 1 の接地端子 4 2 と第 4 層の接地用配線 7 2 と接続する接地端子 5 8 に対応する位置に、導電部材 1 0 3 が位置するように形成される。その他、各層間の対応する位置にそれぞれ導電部材 1 0 3 が位置するように形成される。

40

## 【 0 0 9 6 】

図 1 4 では、接続部材 1 1 0 はバラン共振器 1 2 の厚みとほぼ同じ程度に示されているが、これは半導体装置の第 2 の変形例を説明するために概略的に示されているからである。接続部材 1 1 0 は薄膜状に形成することもでき、これは必要に応じて任意に形成してもよい。またバラン共振器 1 2 の最下層のコイルとマザー基板 1 0 0 のプリント配線との距離は、電氣的に作用しない距離として、例えば 8 0  $\mu\text{m}$  ~ 1 5 0  $\mu\text{m}$  であることが好ましい。このようにバラン共振器 1 2 とマザー基板 1 0 0 との電氣的な接続に、接続部材 1 1 0 を用いると、ボンディングワイヤ 1 1 0 を使用しなくてすむため製造工程から、ワイヤボンディングの工程を省くことができる。

50

## 【 0 0 9 7 】

(第3の変形例)

次に、パラン共振器12を含む半導体装置の第3の変形例を説明する。

## 【 0 0 9 8 】

図15は、図12に示す半導体装置の第3の変形例を示す概略断面図である。図15に示す半導体装置は、パラン共振器12とマザー基板100との間に接続部材110を用い、さらに結合板Fが設置されている。この結合板とは、大気に比べて透磁率の高い材料によって構成された板状の部材である。図示したように、結合板Fをパラン共振器12の上部に設置する。さらに、パラン共振器12の下部に結合板Fを配置する場合は、マザー基板100に結合板Fを埋め込むように配置する。

10

## 【 0 0 9 9 】

結合板Fを設置することによって、パラン共振器12の各層(第1層~第2層)間のコイルの結合係数を高くすることができ、平衡-不平衡の変換効率を高めることができる。結合係数は、例えば結合板Fを透磁率400の材料で形成したとすると、結合板Fを用いない場合に比べて約4倍となる。しかし、これは結合板Fの材料、または透磁率を変えることによって、結合係数は自由に変化させることができる。

## 【 0 1 0 0 】

(第4の変形例)

次に、第1の実施の形態の第4の変形例として、上記第3の変形例の他の形態を説明する。

20

## 【 0 1 0 1 】

図16は、第4の変形例に係るパラン共振器の構造を示し、(a)は上面図、(b)はA-A'線で切断した断面図である。第4の変形例によると、大コイル1cおよび小コイルs cの接続用配線71、接地用配線72を、最上層(第4層)に形成することができる。なお、この第4の変形例において、上述した第1の実施の形態と構成が同じ部分については説明を省略する。

## 【 0 1 0 2 】

図16(a)に示されているように、大気の透磁率に比べて、透磁率の高い材料で形成された板状の部材111, 112を、大コイル1c、小コイルs cを部分的に覆うように設置する。透磁率の高い材料としては例えばフェライトを使用することができる。以後、説明の便宜上、透磁率の高い材料で形成された板状の部材を「結合板」と称する。この結合板111, 112は50 $\mu$ m~100 $\mu$ mの厚さを想定している。結合板111, 112の厚さは、各層のコイルの結合係数を高くすることができれば、任意の厚さでよい。

30

## 【 0 1 0 3 】

また結合板111, 112はパラン共振器12の物理的な強度を強くする補強板としての機能を有する。結合板111, 112の厚さが大きいほど強度は強くなる。しかしながら、結合板111, 112の厚さは、必要な強度が得られればよい。

## 【 0 1 0 4 】

図16(a)に示されているように、2枚の結合板111, 112が間隙113を有するように離間して設置されている。これは、この間隙113から接続用配線71、接地用配線72を大コイル1cの外周側に向けて形成するためである。また図16(b)に示されているように、結合板111, 112は大コイル1c、小コイルs cの上部、下部に配置されており、これによって各層(第1層~第4層)のコイルの結合係数を高くすることができる。それぞれの結合板を「上部結合板111」、「下部結合板112」と称することにする。

40

## 【 0 1 0 5 】

また図16(a)、(b)では結合板111, 112の縁部は、間隙113が小コイルs cの内周側の縁部114と一致するように構成されているが、これに限定されるものではない。第4の変形例では、各層のコイルの結合係数を高くするために、結合板111, 112を設置することが特徴であるので、結合板の配置は任意に設定できる。

50

## 【0106】

この間隙113から、接続用配線71、接地用配線72(図16(a),(b)には示されていない)を外部に延長することができる。また結合板111,112は大コイルlc、小コイルscとともに樹脂115で覆うことによって大コイルlc、小コイルscと結合板Fとを固定することができる。

## 【0107】

しかし、結合板111,112の配置はこれに限定されることはなく、例えば大コイルlc、小コイルscを樹脂115Aで覆い、樹脂115Aの表面に結合板111,112を例えば接着剤等で接着する構造でもより。

## 【0108】

(第5の変形例)

次に、図17を参照して、結合板の他の配置の例を説明する。図17(a)は第5の変形例に係る balan 共振器の上面図であり、(b)はB-B'線で切断した断面図である。図17(a),(b)に示されているように結合板121,122は、中央部に貫通口123を有した環状形状であり、大コイルlcを覆っているが、小コイルscは覆っていない。また結合板121,122の厚さは上述した第4の変形例と同じなので説明は省略する。

## 【0109】

この貫通口123から、接続用配線71、接地用配線72を外部に延長させることができる。図13(b)に示されているように、結合板は上部結合板121と下部結合板122により構成されている。このような構成でも各層の大コイルlcの結合係数を高くすることができる。

## 【0110】

第5の変形例において、貫通口123から、接続用配線71、接地用配線72(図12(a),(b)には示されていない)を外部に延長することができる。また結合板121,122は大コイルlc、小コイルscとともに樹脂124で覆うことによって大コイルlc、小コイルscと結合板121,122とを固定することができる。

## 【0111】

なお、本実施の形態の例において、3つの低雑音増幅回路で周波数帯域を3つに分割するように構成されているがこれに限定されることはなく、周波数帯域を例えば2つ、4つ、5つなどの任意の数に分割することができる。

## 【0112】

また、上述した実施の形態では、コイルをある平面内においてスパイラル形状に形成するようにしたが、ミアンダ形状としてもよい。ミアンダ形状とは、矩形折り、つづら折り、波形をはじめとする、線状体を屈曲させながら一定の面積中に一定以上の密度をもって、配置するものと定義する。実用的には、矩形折り、つづら折り形状が好ましい。

## 【0113】

また、上述した実施の形態においては、balan 共振器をチューナ回路、または、当該チューナ回路を備えたテレビジョン受像機に使用した例について説明したが、無線受信機等にも使用できる。また、受信だけでなく、無線送信機や携帯電話機の送受信機能に使用するなど、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の変形、変更が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0114】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るチューナ回路の内部構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係るチューナ回路に用いられるLNA回路の内部構成を示すブロック図である。

【図3】一般的なbalan 共振器を構成するコイルの積層状態の概念を示した断面模式図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係るbalan 共振器を構成するコイルの積層状態の概

10

20

30

40

50

念を示した断面模式図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器の構造を示した斜視図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器の各層のコイルの上面図であり、( a ) は第 1 層、( b ) は第 2 層、( c ) は第 3 層、( d ) は第 4 層を示したものである。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器の層構成を示す概略断面図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器を使用した L N A 回路を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器を使用した L N A 回路 ( 2 ) を示す図である。

【図 1 0】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器における、周波数と挿入損失の関係を示すグラフである。

【図 1 1】本発明の第 1 の実施の形態に係るバラン共振器が配置された基板の上面図である。

【図 1 2】本発明の第 2 の実施の形態に係るバラン共振器を実装した基板の断面図である。

【図 1 3】本発明の第 2 の実施の形態例の第 1 の変形例を示す断面図である。

【図 1 4】本発明の第 2 の実施の形態例の第 2 の変形例を示す断面図である。

【図 1 5】本発明の第 2 の実施の形態例の第 3 の変形例を示す断面図である。

【図 1 6】本発明の第 3 の実施の形態に係るバラン共振器の構造を示し、( a ) は上面図、( b ) は A - A ' 線で切断した断面図である。

【図 1 7】本発明の第 3 の実施の形態に係るバラン共振器の変形例を示し、( a ) は上面図、( b ) は B - B ' 線で切断した断面図である。

【図 1 8】従来のバラン共振器を用いた L N A 回路を示す図である。

【図 1 9】従来のバラン共振器を実装した基板の断面図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 5 】

3 ... L N A 回路、4 ... フィルタ、1 1 ... 不平衡端子、1 2 ... バラン共振器、1 3 a , 1 3 b ... 平衡端子、1 4 ... フィルタ、1 5 ... 増幅回路、8 1 ... キャパシタバンク、8 0 A , 8 0 B , 8 0 C ... スイッチングトランジスタ、L 1 1 ... 第 4 層小コイル、L 1 2 ... 第 4 層大コイル、L 2 1 ... 第 3 層小コイル、L 2 2 ... 第 3 層大コイル、L 3 1 ... 第 2 層小コイル、L 3 2 ... 第 2 層大コイル、L 4 1 ... 第 1 層小コイル、L 4 2 ... 第 1 層大コイル

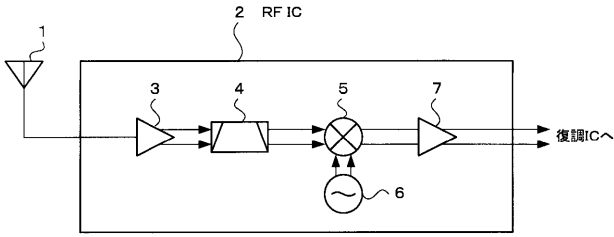
10

20

30

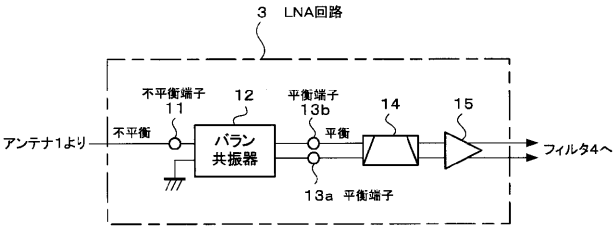


【図1】



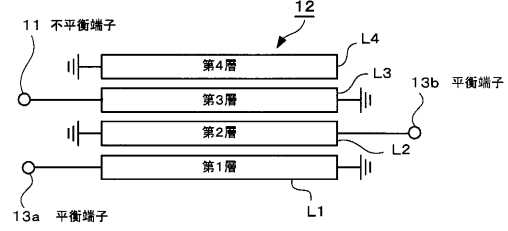
チューナー回路例

【図2】



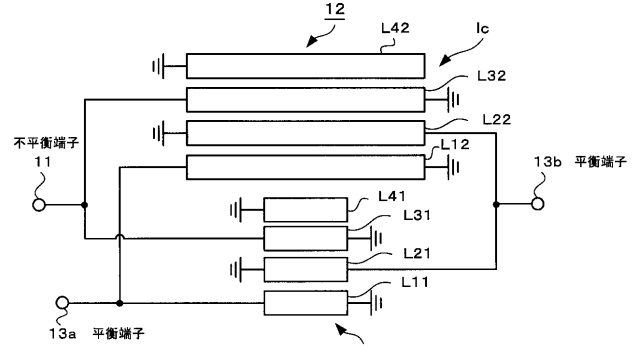
LNA回路例

【図3】



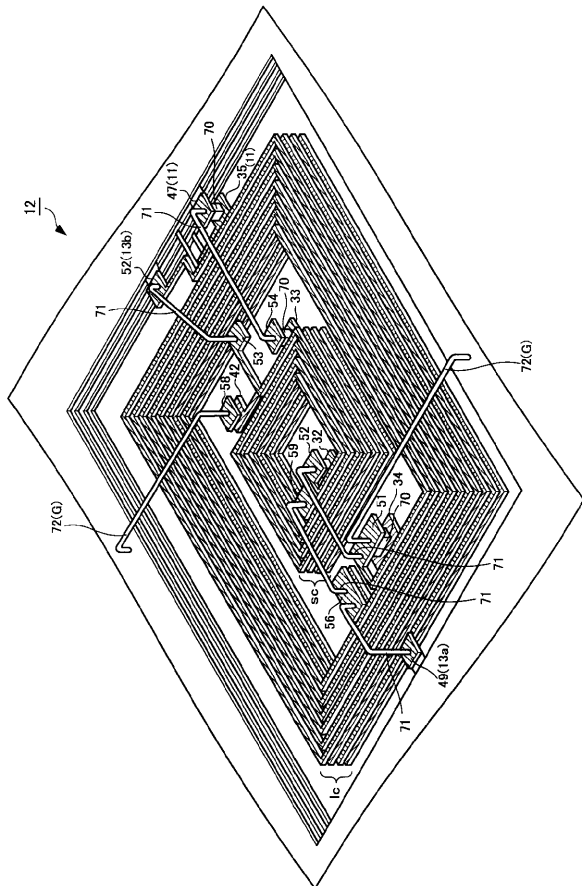
バラン共振器の構成例(1)

【図4】



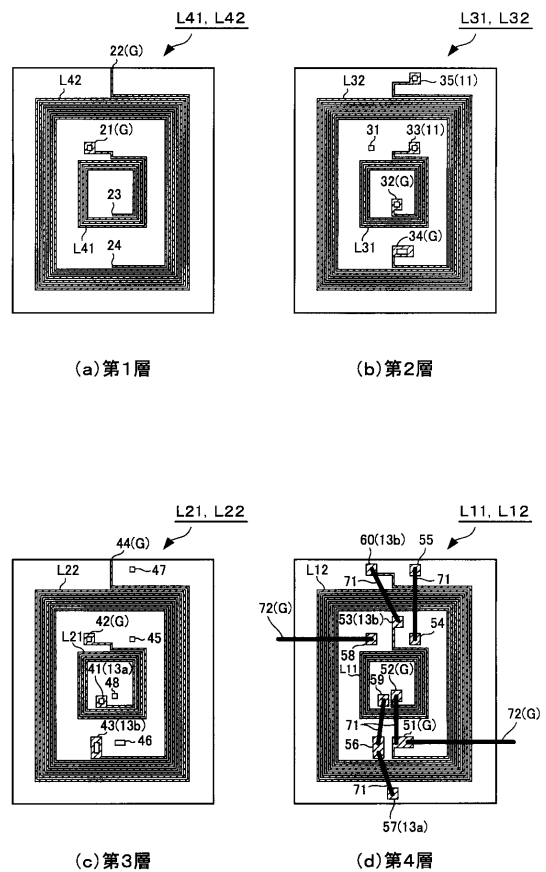
バラン共振器の構成例(2)

【図5】



バラン共振器の斜視構成例

【図6】



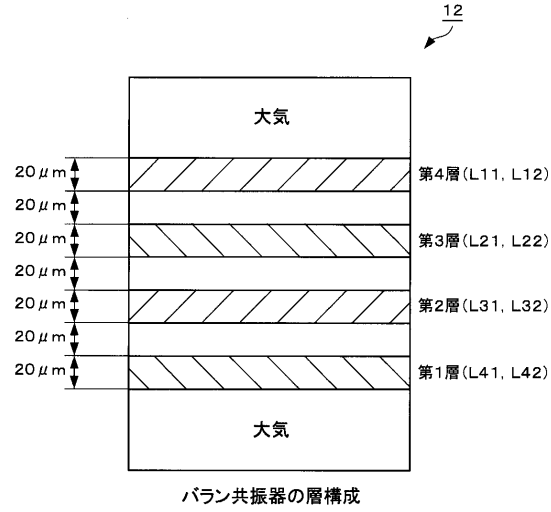
(a) 第1層

(b) 第2層

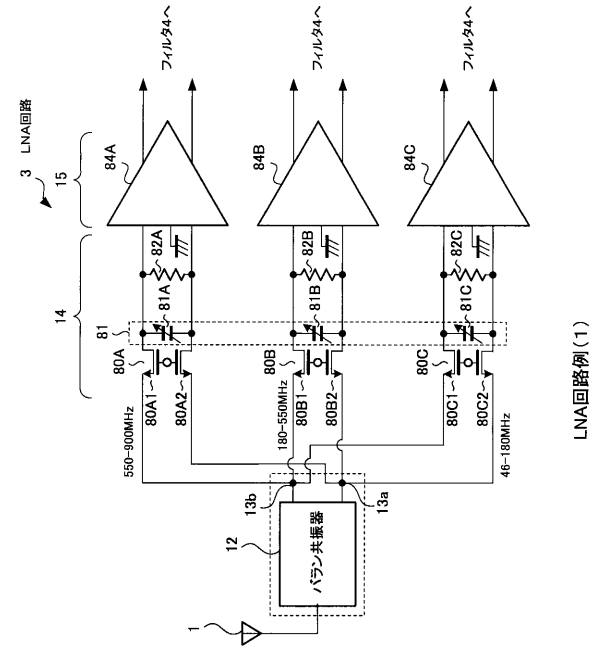
(c) 第3層

(d) 第4層

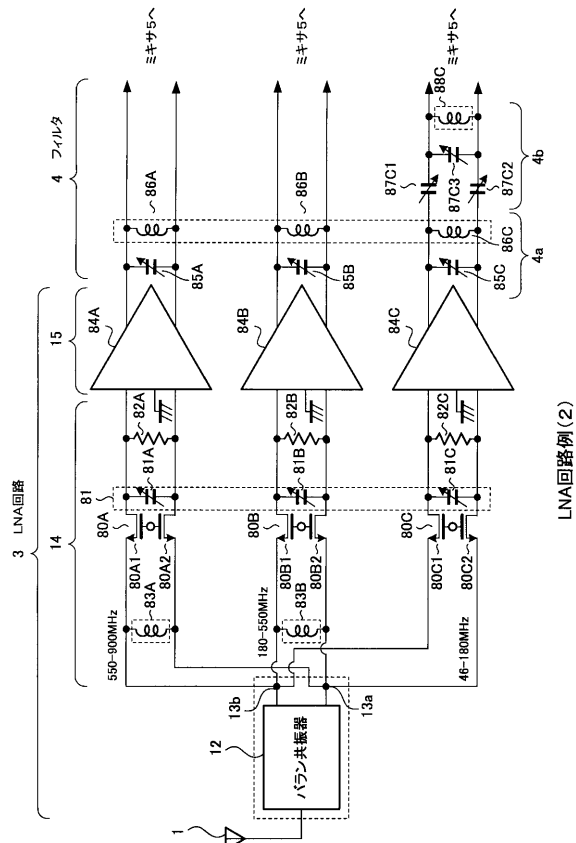
【図 7】



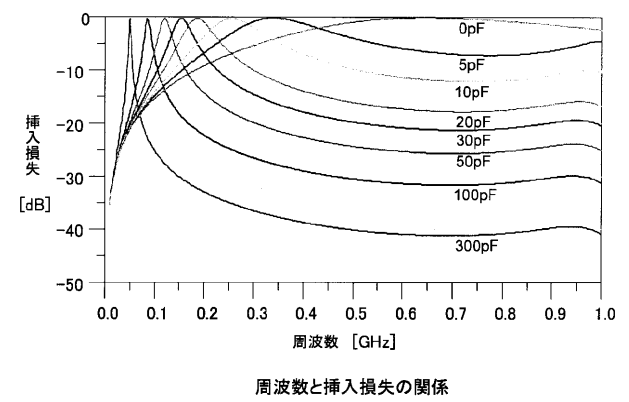
【図 8】



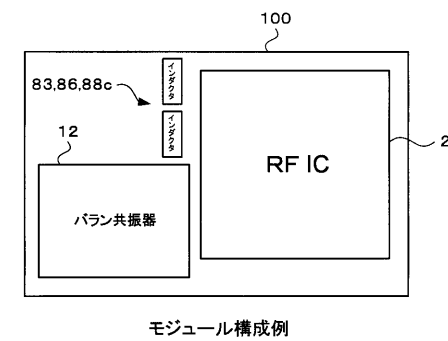
【図 9】



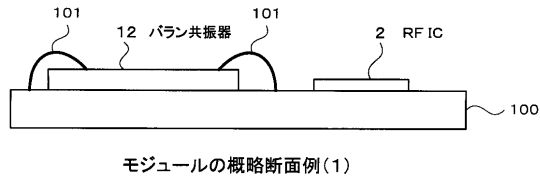
【図 10】



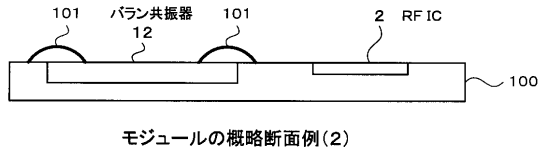
【図 11】



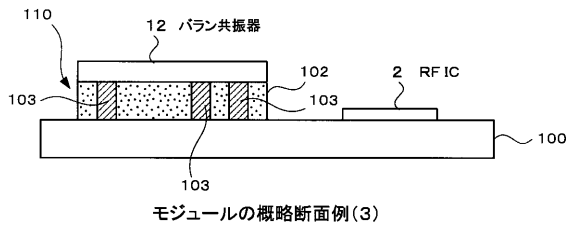
【図12】



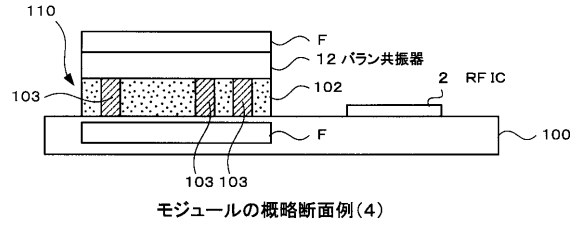
【図13】



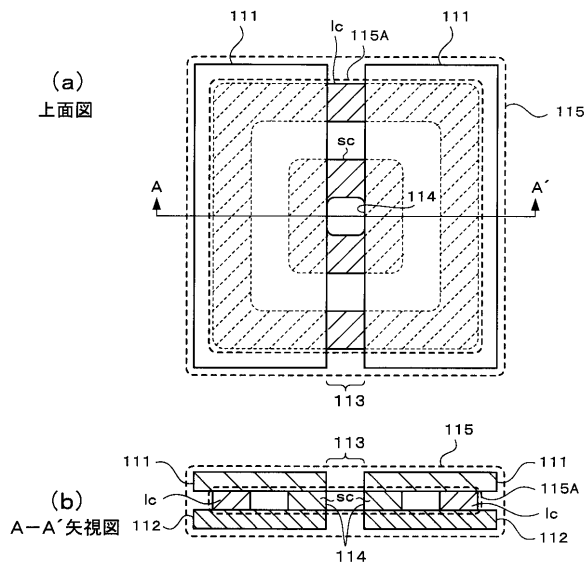
【図14】



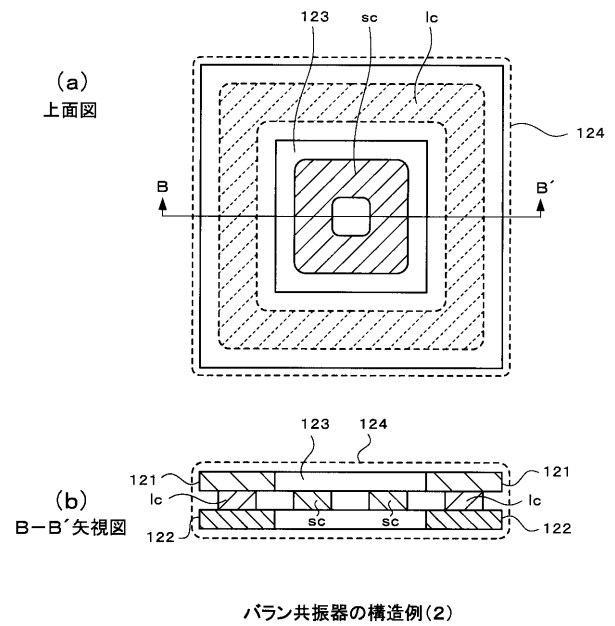
【図15】



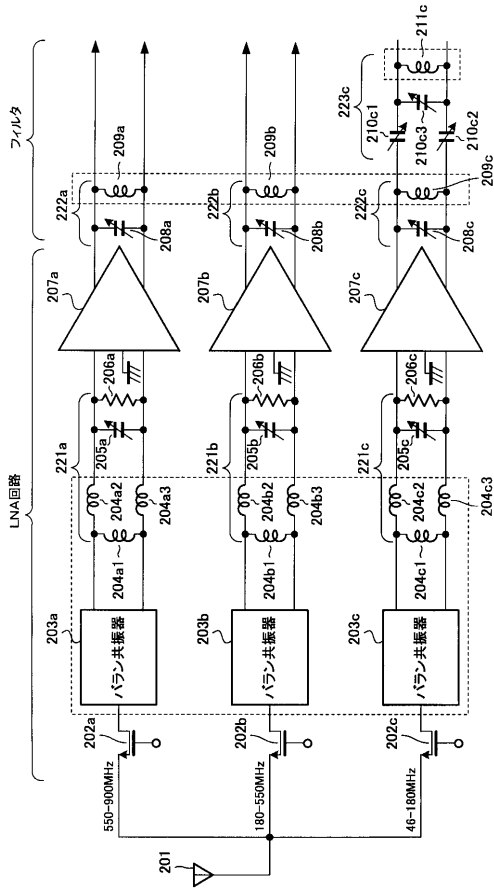
【図16】



【図17】

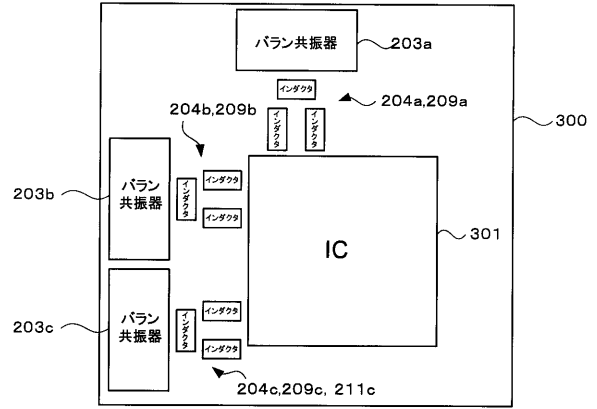


【図18】



従来のLNA回路

【図19】



従来のモジュール構成

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
<b>H 0 4 B</b>	<b>1/18</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 F	15/14		
H 0 1 P	5/10	(2006.01)	H 0 4 B	1/18	A	
			H 0 1 P	5/10	C	