

(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2021-158554  
(P2021-158554A)

(43) 公開日 令和3年10月7日(2021.10.7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04B 1/38 (2015.01)</b>	H04B 1/38	5J500
<b>H04B 1/00 (2006.01)</b>	H04B 1/00 260	5K011
<b>H03F 3/24 (2006.01)</b>	H03F 3/24	
<b>H03F 3/68 (2006.01)</b>	H03F 3/68	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2020-57626 (P2020-57626)  
(22) 出願日 令和2年3月27日 (2020.3.27)

(71) 出願人 000006231  
株式会社村田製作所  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
(74) 代理人 100189430  
弁理士 吉川 修一  
(74) 代理人 100190805  
弁理士 傍島 正朗  
(72) 発明者 山口 幸哉  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
株式会社村田製作所内  
Fターム(参考) 5J500 AA01 AA04 AA12 AA41 AA53  
AC33 AC51 AC86 AF16 AH29  
AH35 AH37 AH38 AK02 AK29  
AK44 AK49 AK66 AM10 AM22  
AQ04 AS14 AT01

最終頁に続く

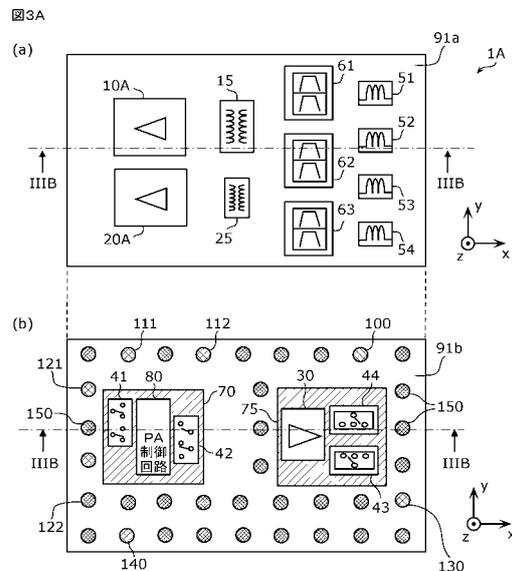
(54) 【発明の名称】 高周波モジュールおよび通信装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】マルチバンド化に対応した小型の高周波モジュールを提供する。

【解決手段】高周波モジュール1Aは、互いに対向する主面91aおよび91bを有するモジュール基板と、第1周波数帯域の送信信号を増幅する電力増幅器10Aと、第1周波数帯域と異なる第2周波数帯域の送信信号を増幅する電力増幅器20Aと、電力増幅器10Aの出力端子および電力増幅器20Aの出力端子に接続されたスイッチ42と、を備える。電力増幅器10Aおよび20Aは主面91aに配置されており、スイッチ42は主面91bに配置されている。

【選択図】 図3A



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

互いに対向する第 1 主面および第 2 主面を有するモジュール基板と、  
 第 1 周波数帯域の送信信号を増幅する第 1 電力増幅器と、  
 前記第 1 周波数帯域と異なる第 2 周波数帯域の送信信号を増幅する第 2 電力増幅器と、  
 前記第 1 電力増幅器の出力端子および前記第 2 電力増幅器の出力端子に接続された第 1  
 スイッチと、を備え、  
 前記第 1 電力増幅器および前記第 2 電力増幅器は、前記第 1 主面に配置されており、  
 前記第 1 スイッチは、前記第 2 主面に配置されている、  
 高周波モジュール。

10

## 【請求項 2】

さらに、第 1 送信フィルタおよび第 2 送信フィルタを備え、  
 前記第 1 スイッチは、少なくとも、前記第 1 電力増幅器と前記第 1 送信フィルタとの接  
 続、および、前記第 1 電力増幅器と前記第 2 送信フィルタとの接続を切り替える、  
 請求項 1 に記載の高周波モジュール。

## 【請求項 3】

さらに、前記第 2 主面に配置された複数の外部接続端子を備える、  
 請求項 1 または 2 に記載の高周波モジュール。

## 【請求項 4】

さらに、前記第 1 電力増幅器および前記第 2 電力増幅器の少なくとも一方のグランド電  
 極に接続され、前記第 1 主面から前記第 2 主面に到る放熱用ビア導体を備え、  
 前記放熱用ビア導体は、前記第 2 主面にて前記複数の外部接続端子のうちグランド電位  
 に設定された外部接続端子と接続されている、  
 請求項 3 に記載の高周波モジュール。

20

## 【請求項 5】

さらに、前記第 2 主面に配置された、受信信号を増幅する低雑音増幅器を備え、  
 前記モジュール基板を平面視した場合に、前記第 1 スイッチと前記低雑音増幅器との間  
 に、前記複数の外部接続端子のうちグランド電位に設定された外部接続端子が配置されて  
 いる、  
 請求項 3 または 4 に記載の高周波モジュール。

30

## 【請求項 6】

前記モジュール基板を平面視した場合、前記第 1 電力増幅器と前記第 1 スイッチとは少  
 なくとも一部重なり、かつ、前記第 2 電力増幅器と前記第 1 スイッチとは少なくとも一部  
 重なっている、  
 請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュール。

## 【請求項 7】

前記第 1 周波数帯域は、前記第 2 周波数帯域よりも低周波数側に位置し、  
 前記モジュール基板を平面視した場合、前記第 1 電力増幅器と前記第 1 スイッチとは少  
 なくとも一部重なり、かつ、前記第 2 電力増幅器と前記第 1 スイッチとは重なっていない  
 、  
 請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュール。

40

## 【請求項 8】

前記第 1 電力増幅器は、第 1 増幅素子および第 2 増幅素子を有し、  
 前記第 2 電力増幅器は、第 3 増幅素子および第 4 増幅素子を有し、  
 前記高周波モジュールは、さらに、  
 第 1 コイルおよび第 2 コイルを有する第 1 出力トランスと、  
 第 3 コイルおよび第 4 コイルを有する第 2 出力トランスと、を備え、  
 前記第 1 コイルの一端は前記第 1 増幅素子の出力端子に接続され、前記第 1 コイルの他  
 端は前記第 2 増幅素子の出力端子に接続され、前記第 2 コイルの一端は、前記第 1 電力増  
 幅器の出力端子に接続されており、

50

前記第 3 コイルの一端は前記第 3 増幅素子の出力端子に接続され、前記第 3 コイルの他端は前記第 4 増幅素子の出力端子に接続され、前記第 4 コイルの一端は、前記第 2 電力増幅器の出力端子に接続されており、

前記第 1 電力増幅器および前記第 1 出力トランスは、第 1 送信増幅回路を構成しており、

前記第 2 電力増幅器および前記第 2 出力トランスは、第 2 送信増幅回路を構成している、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の高周波モジュール。

【請求項 9】

前記第 1 出力トランスは前記第 2 出力トランスよりも大きく、

前記モジュール基板を平面視した場合、前記第 1 電力増幅器と前記第 1 スイッチとは少なくとも一部重なり、かつ、前記第 2 電力増幅器と前記第 1 スイッチとは重なっていない、

請求項 8 に記載の高周波モジュール。

【請求項 10】

前記モジュール基板を平面視した場合、前記第 1 電力増幅器および前記第 2 電力増幅器のそれぞれは、前記第 1 出力トランスおよび前記第 2 出力トランスと重ならない、

請求項 8 または 9 に記載の高周波モジュール。

【請求項 11】

前記第 1 出力トランスおよび前記第 2 出力トランスは、前記第 1 主面に配置され、

前記モジュール基板を平面視した場合に、前記第 1 出力トランスと重なる前記第 2 主面上の領域、および、前記第 2 出力トランスと重なる前記第 2 主面上の領域には、回路部品は配置されていない、

請求項 10 に記載の高周波モジュール。

【請求項 12】

前記第 1 出力トランスおよび前記第 2 出力トランスは、前記第 2 主面に配置され、

前記モジュール基板を平面視した場合に、前記第 1 出力トランスと重なる前記第 1 主面上の領域、および、前記第 2 出力トランスと重なる前記第 1 主面上の領域には、回路部品は配置されていない、

請求項 10 に記載の高周波モジュール。

【請求項 13】

前記第 1 出力トランスおよび前記第 2 出力トランスは、前記第 1 主面と前記第 2 主面との間の前記モジュール基板の内部に形成されており、

前記モジュール基板を平面視した場合に、前記第 1 出力トランスと重複する前記第 1 主面上の領域および前記第 2 主面上の領域、ならびに、前記第 2 出力トランスと重複する前記第 1 主面上の領域および前記第 2 主面上の領域には、回路部品は配置されていない、

請求項 9 に記載の高周波モジュール。

【請求項 14】

前記第 1 出力トランスおよび前記第 2 出力トランスは、前記第 1 主面と前記第 2 主面との間の前記モジュール基板の内部であって前記第 1 主面および前記第 2 主面の一方に近く形成されており、

前記モジュール基板を平面視した場合に、前記第 1 出力トランスと重複する前記第 1 主面および前記第 2 主面の前記一方の領域、ならびに、前記第 2 出力トランスと重複する前記第 1 主面および前記第 2 主面の前記一方の領域には、回路部品は配置されておらず、

前記モジュール基板を平面視した場合に、前記第 1 出力トランスと重複する前記第 1 主面および前記第 2 主面の他方の領域、ならびに、前記第 2 出力トランスと重複する前記第 1 主面および前記第 2 主面の他方の領域には、回路部品は配置されている、

請求項 10 に記載の高周波モジュール。

【請求項 15】

アンテナと、

10

20

30

40

50

前記アンテナで送受信される高周波信号を処理するRF信号処理回路と、  
前記アンテナと前記RF信号処理回路との間で前記高周波信号を伝送する請求項1～14のいずれか1項に記載の高周波モジュールと、を備える、  
通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波モジュールおよび通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話などの移動体通信機器には、高周波送信信号を増幅する電力増幅器が搭載される。特許文献1には、送信信号を伝送するPA回路（送信増幅回路）と、受信信号を伝送するLNA回路（受信増幅回路）とを備えるフロントエンド回路（RFモジュール）が開示されている。送信増幅回路には電力増幅器の増幅特性を制御するPA制御部が配置され、受信増幅回路には低雑音増幅器の増幅特性を制御するLNA制御部が配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2018-137522号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、電力増幅器は特定の周波数帯域（通信バンド）で増幅性能が最適化されるため、特許文献1に開示されたRFモジュールでは、各周波数帯域（通信バンド）に対応した電力増幅器が必要となる。つまり、マルチバンド化が進展するにつれ、電力増幅器が増加し、RFモジュールが大型化してしまうという問題が発生する。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、マルチバンド化に対応した小型の高周波モジュールおよび通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る高周波モジュールは、互いに対向する第1主面および第2主面を有するモジュール基板と、第1周波数帯域の送信信号を増幅する第1電力増幅器と、前記第1周波数帯域と異なる第2周波数帯域の送信信号を増幅する第2電力増幅器と、前記第1電力増幅器の出力端子および前記第2電力増幅器の出力端子に接続された第1スイッチと、を備え、前記第1電力増幅器および前記第2電力増幅器は、前記第1主面に配置されており、前記第1スイッチは、前記第2主面に配置されている。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、マルチバンド化に対応した小型の高周波モジュールおよび通信装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態に係る高周波モジュールおよび通信装置の回路構成図である。

【図2】送信増幅回路の回路構成図である。

【図3A】実施例1に係る高周波モジュールの平面構成概略図である。

【図3B】実施例1に係る高周波モジュールの断面構成概略図である。

【図4A】変形例1に係る出力トランスの断面構成概略図である。

【図4B】変形例2に係る出力トランスの断面構成概略図である。

10

20

30

40

50

【図4C】変形例3に係る出力トランスの断面構成概略図である。

【図5】変形例4に係る高周波モジュールの断面構成概略図である。

【図6】実施例2に係る高周波モジュールの平面構成概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置及び接続形態等は、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。以下の実施例及び変形例における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、図面に示される構成要素の大きさ又は大きさの比は、必ずしも厳密ではない。各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略又は簡略化する場合がある。

10

【0010】

また、以下において、平行及び垂直等の要素間の関係性を示す用語、及び、矩形状等の要素の形状を示す用語、並びに、数値範囲は、厳格な意味のみを表すのではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する。

【0011】

また、以下において、基板に実装されたA、B及びCにおいて、「基板（又は基板の主面）の平面視において、AとBとの間にCが配置されている」とは、基板の平面視においてA内の任意の点とB内の任意の点とを結ぶ複数の線分の少なくとも1つがCの領域を通ることを意味する。また、基板の平面視とは、基板および基板に実装された回路素子を基板の主面に平行な平面に正投影して見ることを意味する。

20

【0012】

また、以下において、「送信経路」とは、高周波送信信号が伝搬する配線、当該配線に直接接続された電極、および当該配線または当該電極に直接接続された端子等で構成された伝送線路であることを意味する。また、「受信経路」とは、高周波受信信号が伝搬する配線、当該配線に直接接続された電極、および当該配線または当該電極に直接接続された端子等で構成された伝送線路であることを意味する。また、「送受信経路」とは、高周波送信信号および高周波受信信号が伝搬する配線、当該配線に直接接続された電極、および当該配線または当該電極に直接接続された端子等で構成された伝送線路であることを意味する。

30

【0013】

（実施の形態）

[1. 高周波モジュール1および通信装置5の回路構成]

図1は、実施の形態に係る高周波モジュール1および通信装置5の回路構成図である。同図に示すように、通信装置5は、高周波モジュール1と、アンテナ2と、RF信号処理回路(RFIC)3と、ベースバンド信号処理回路(BBIC)4と、を備える。

【0014】

RFIC3は、アンテナ2で送受信される高周波信号を処理するRF信号処理回路である。具体的には、RFIC3は、高周波モジュール1の受信経路を介して入力された受信信号を、ダウンコンバートなどにより信号処理し、当該信号処理して生成された受信信号をBBIC4へ出力する。また、RFIC3は、BBIC4から入力された送信信号をアップコンバートなどにより信号処理し、当該信号処理して生成された送信信号を、高周波モジュール1の送信経路に出力する。

40

【0015】

BBIC4は、高周波モジュール1を伝送する高周波信号よりも低周波の中間周波数帯域を用いて信号処理する回路である。BBIC4で処理された信号は、例えば、画像表示のための画像信号として使用され、または、スピーカを介した通話のために音声信号として使用される。

50

## 【0016】

また、RFIC3は、使用される通信バンド（周波数帯域）に基づいて、高周波モジュール1が有するスイッチ41、42、43および44の接続を制御する制御部としての機能も有する。具体的には、RFIC3は、制御信号（図示せず）により高周波モジュール1が有するスイッチ41～44の接続を切り替える。具体的には、RFIC3は、スイッチ41～44を制御するためのデジタル制御信号をPA制御回路80に出力する。高周波モジュール1のPA制御回路80は、RFIC3から入力されたデジタル制御信号によって、スイッチ41～44にデジタル制御信号を出力することで、スイッチ41～44の接続および非接続を制御する。

## 【0017】

また、RFIC3は、高周波モジュール1が有する送信増幅回路10および20の利得、送信増幅回路10および20に供給される電源電圧Vccおよびバイアス電圧Vbiasを制御する制御部としての機能も有する。具体的には、RFIC3は、MIP IおよびGPIOなどのデジタル制御信号を高周波モジュール1の制御信号端子140に出力する。高周波モジュール1のPA制御回路80は、制御信号端子140を介して入力されたデジタル制御信号によって、送信増幅回路10および20に制御信号、電源電圧Vccまたはバイアス電圧Vbiasを出力することで、送信増幅回路10および20の利得を調整する。なお、送信増幅回路10および20の利得を制御するデジタル制御信号をRFIC3から受ける制御信号端子と、送信増幅回路10および20に供給される電源電圧Vccおよびバイアス電圧Vbiasを制御するデジタル制御信号をRFIC3から受ける制御信号端子とは、異なってもよい。また、制御部は、RFIC3の外部に設けられていてもよく、例えば、BBIC4に設けられていてもよい。

## 【0018】

アンテナ2は、高周波モジュール1のアンテナ接続端子100に接続され、高周波モジュール1から出力された高周波信号を放射し、また、外部からの高周波信号を受信して高周波モジュール1へ出力する。

## 【0019】

なお、本実施の形態に係る通信装置5において、アンテナ2およびBBIC4は、必須の構成要素ではない。

## 【0020】

次に、高周波モジュール1の詳細な構成について説明する。

## 【0021】

図1に示すように、高周波モジュール1は、アンテナ接続端子100と、送信増幅回路10および20と、低雑音増幅器30と、送信フィルタ61T、62Tおよび63Tと、受信フィルタ61R、62Rおよび63Rと、PA制御回路80と、整合回路51、52、53および54と、スイッチ41、42、43および44と、を備える。

## 【0022】

アンテナ接続端子100は、アンテナ2に接続されるアンテナ共通端子である。

## 【0023】

送信増幅回路10は、送信入力端子111および112から入力された通信バンドAおよび通信バンドBの送信信号を増幅する差動増幅型の増幅回路である。なお、高周波モジュール1は、送信増幅回路10の代わりに、通信バンドAの高周波信号を増幅する第1送信増幅回路と、通信バンドBの高周波信号を増幅する第1送信増幅回路とを備えてもよい。

## 【0024】

送信増幅回路20は、送信入力端子121および122から入力された通信バンドCの送信信号を増幅する差動増幅型の増幅回路である。

## 【0025】

PA制御回路80は、制御信号端子140を介して入力されたデジタル制御信号MIP IおよびGPIOなどによって、送信増幅回路10および20が有する増幅素子の利得

10

20

30

40

50

を調整する。PA制御回路80は、半導体IC(Integrated Circuit)で形成されていてもよい。半導体ICは、例えば、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)で構成されている。具体的には、SOI(Silicon On Insulator)プロセスにより形成されている。これにより、半導体ICを安価に製造することが可能となる。なお、半導体ICは、GaAs、SiGeおよびGaNの少なくともいずれかで構成されていてもよい。これにより、高品質な増幅性能および雑音性能を有する高周波信号を出力することが可能となる。

#### 【0026】

低雑音増幅器30は、通信バンドA、BおよびCの高周波信号を低雑音で増幅し、受信出力端子130へ出力する増幅器である。なお、高周波モジュール1は、複数の低雑音増幅器を備えていてもよい。例えば、高周波モジュール1は、通信バンドAおよびBの高周波信号を増幅する第1低雑音増幅器と、通信バンドCの高周波信号を増幅する第2低雑音増幅器とを備えてもよい。

10

#### 【0027】

なお、本実施の形態において、通信バンドAおよびBは、通信バンドCよりも低周波数側に位置しており、通信バンドAおよびBは、例えばミドルバンド群(1.45 - 2.2 GHz)に属する通信バンドであり、通信バンドCは、例えばハイバンド群(2.3 - 2.7 GHz)に属する通信バンドである。ただし、通信バンドAおよびBと通信バンドCとの周波数の高低関係は上記例に限られず、通信バンドAおよびBが、通信バンドCよりも高周波数側に位置していてもよい。なお、ミドルバンド群は、第1周波数帯域の一例であり、通信バンドCは、第1周波数帯域と異なる第2周波数帯域の一例である。

20

#### 【0028】

送信フィルタ61Tは、送信入力端子111および112とアンテナ接続端子100とを結ぶ送信経路ATに配置され、送信増幅回路10で増幅された送信信号のうち、通信バンドAの送信帯域の送信信号を通過させる。また、送信フィルタ62Tは、送信入力端子111および112とアンテナ接続端子100とを結ぶ送信経路BTに配置され、送信増幅回路10で増幅された送信信号のうち、通信バンドBの送信帯域の送信信号を通過させる。また、送信フィルタ63Tは、送信入力端子121および122とアンテナ接続端子100とを結ぶ送信経路CTに配置され、送信増幅回路20で増幅された送信信号のうち、通信バンドCの送信帯域の送信信号を通過させる。

30

#### 【0029】

受信フィルタ61Rは、受信出力端子130とアンテナ接続端子100とを結ぶ受信経路ARに配置され、アンテナ接続端子100から入力された受信信号のうち、通信バンドAの受信帯域の受信信号を通過させる。また、受信フィルタ62Rは、受信出力端子130とアンテナ接続端子100とを結ぶ受信経路BRに配置され、アンテナ接続端子100から入力された受信信号のうち、通信バンドBの受信帯域の受信信号を通過させる。また、受信フィルタ63Rは、受信出力端子130とアンテナ接続端子100とを結ぶ受信経路BRに配置され、アンテナ接続端子100から入力された受信信号のうち、通信バンドCの受信帯域の受信信号を通過させる。

40

#### 【0030】

送信フィルタ61Tおよび受信フィルタ61Rは、通信バンドAを通過帯域とするデュプレクサ61を構成している。デュプレクサ61は、通信バンドAの送信信号と受信信号とを、周波数分割複信(FDD: Frequency Division Duplex)方式で伝送する。また、送信フィルタ62Tおよび受信フィルタ62Rは、通信バンドBを通過帯域とするデュプレクサ62を構成している。デュプレクサ62は、通信バンドBの送信信号と受信信号とを、FDD方式で伝送する。また、送信フィルタ63Tおよび受信フィルタ63Rは、通信バンドCを通過帯域とするデュプレクサ63を構成している。デュプレクサ63は、通信バンドCの送信信号と受信信号とを、FDD方式で伝送する。

50

## 【0031】

なお、デュプレクサ61～63のそれぞれは、複数の送信フィルタのみで構成されたマルチプレクサ、複数の受信フィルタのみで構成されたマルチプレクサ、複数のデュプレクサで構成されたマルチプレクサであってもよい。また、送信フィルタ61Tおよび受信フィルタ61Rは、デュプレクサ61を構成していなくてもよく、時分割複信(TDD: Time Division Duplex)方式で伝送する1つのフィルタであってもよい。この場合には、上記1つのフィルタの前段および後段の少なくとも一方に、送信および受信を切り替えるスイッチが配置される。また、同様に、送信フィルタ62Tおよび受信フィルタ62Rは、デュプレクサ62を構成していなくてもよく、TDD方式で伝送する1つのフィルタであってもよい。また、同様に、送信フィルタ63Tおよび受信フィルタ63Rは、デュプレクサ63を構成していなくてもよく、TDD方式で伝送する1つのフィルタであってもよい。

10

## 【0032】

整合回路51は、スイッチ44とデュプレクサ61とを結ぶ経路に配置され、スイッチ44およびアンテナ2と、デュプレクサ61とのインピーダンス整合をとる。整合回路52は、スイッチ44とデュプレクサ62とを結ぶ経路に配置され、スイッチ44およびアンテナ2と、デュプレクサ62とのインピーダンス整合をとる。整合回路53は、スイッチ44とデュプレクサ63とを結ぶ経路に配置され、スイッチ44およびアンテナ2と、デュプレクサ63とのインピーダンス整合をとる。

## 【0033】

整合回路54は、低雑音増幅器30とスイッチ43とを結ぶ受信経路に配置され、低雑音増幅器30とスイッチ43およびデュプレクサ61～63とのインピーダンス整合をとる。

20

## 【0034】

スイッチ41は、共通端子41a、41b、選択端子41c、41d、41eおよび41fを有する。共通端子41aは、送信増幅回路10の入力端子115に接続されている。共通端子41bは、送信増幅回路20の入力端子125に接続されている。選択端子41cは送信入力端子111に接続され、選択端子41dは送信入力端子112に接続され、選択端子41eは送信入力端子121に接続され、選択端子41fは送信入力端子122に接続されている。スイッチ41は、送信増幅回路10および20の入力端子側に配置されたスイッチである。この接続構成において、スイッチ41は、送信増幅回路10と送信入力端子111との接続、および、送信増幅回路10と送信入力端子112との接続、を切り替え、また、送信増幅回路20と送信入力端子121との接続、および、送信増幅回路20と送信入力端子122との接続、を切り替える。スイッチ41は、例えば、DP4T(Double Pole 4 Throw)型のスイッチ回路で構成される。

30

## 【0035】

なお、スイッチ41は、共通端子41a、選択端子41cおよび41dを有するSPDT(Single Pole Double Throw)型のスイッチと、共通端子41b、選択端子41eおよび41fを有するSPDT型のスイッチとで構成されていてもよい。

40

## 【0036】

送信入力端子111からは、例えば、通信バンドAの送信信号が入力され、送信入力端子112からは、例えば、通信バンドBの送信信号が入力される。また、送信入力端子121および122からは、例えば、通信バンドCの送信信号が入力される。

## 【0037】

また、送信入力端子111からは、例えば、第4世代移動通信システム(4G)における通信バンドAまたはBの送信信号が入力され、送信入力端子112からは、例えば、第5世代移動通信システム(5G)における通信バンドAまたはBの送信信号が入力されてもよい。また、送信入力端子121からは、例えば、4Gにおける通信バンドCの送信信号が入力され、送信入力端子112からは、例えば、5Gにおける通信バンドCの送信信

50

号が入力されてもよい。

【0038】

なお、スイッチ41は、共通端子が送信入力端子111、112、121、および122のいずれかの送信入力端子（第1送信入力端子とする）に接続され、一方の選択端子が送信増幅回路10の入力端子115に接続され、他方の選択端子が送信増幅回路20の入力端子125に接続された、SPDT型のスイッチ回路であってもよい。

【0039】

この場合には、第1送信入力端子からは、例えば、通信バンドA、通信バンドB、および通信バンドCのいずれか1つの送信信号が選択的に入力され、スイッチ41は、入力された送信信号に応じて、第1送信入力端子と送信増幅回路10との接続、および、第1送信入力端子と送信増幅回路20との接続を切り替える。また、第1送信入力端子からは、例えば、4Gの送信信号と5Gの送信信号とが入力され、スイッチ41は、入力された送信信号に応じて、第1送信入力端子と送信増幅回路10との接続、および、第1送信入力端子と送信増幅回路20との接続を切り替えてもよい。

10

【0040】

また、スイッチ41は、2つの共通端子と2つの選択端子とを有するDPDT（Double Pole Double Throw）型のスイッチ回路で構成されていてもよい。この場合には、第1送信入力端子が一方の共通端子と接続され、第2送信入力端子が他方の共通端子と接続される。また、一方の選択端子が送信増幅回路10に接続され、他方の選択端子が送信増幅回路20に接続される。この接続構成において、スイッチ41は、一方の共通端子と一方の選択端子との接続および一方の共通端子と他方の選択端子との接続を切り替え、また、他方の共通端子と一方の選択端子との接続および他方の共通端子と他方の選択端子との接続を切り替える。

20

【0041】

この場合には、例えば、第1送信入力端子から通信バンドAまたはBの送信信号が入力され、第2送信入力端子から通信バンドCの送信信号が入力される。また、例えば、第1送信入力端子から4Gの送信信号が入力され、第2送信入力端子から5Gの送信信号が入力されてもよい。

【0042】

スイッチ42は、第1スイッチの一例であり、後述する出力トランス15を介して電力増幅器10Aの出力端子に接続されており、また、後述する出力トランス25を介して電力増幅器20Aの出力端子に接続されている。スイッチ42は、共通端子42a、42b、選択端子42c、42dおよび42eを有し、共通端子42aは送信増幅回路10の出力端子116に接続され、共通端子42bは送信増幅回路20の出力端子126に接続されている。選択端子42cは送信フィルタ61Tに接続され、選択端子42dは送信フィルタ62Tに接続され、選択端子42eは送信フィルタ63Tに接続されている。スイッチ42は、送信増幅回路10および20の出力端子側に配置されたスイッチである。この接続構成において、スイッチ42は、送信増幅回路10と送信フィルタ61Tとの接続、および、送信増幅回路10と送信フィルタ62Tとの接続、を切り替え、かつ、送信増幅回路20と送信フィルタ63Tとの接続および非接続を切り替える。スイッチ42は、例えば、DP3T（Double Pole 3 Throw）型のスイッチ回路で構成される。

30

40

【0043】

なお、スイッチ42は、共通端子42a、選択端子42cおよび42dを有するSPDT型のスイッチと、共通端子42bおよび選択端子42eを有するSPST（Single Pole Single Throw）型のスイッチとで構成されていてもよい。また、スイッチ42が有する共通端子および選択端子の数は、高周波モジュール1が有する送信経路の数に応じて、適宜設定される。

【0044】

スイッチ43は、共通端子43aおよび選択端子43b、43cおよび43dを有する

50

。共通端子43aは、整合回路54を介して低雑音増幅器30の入力端子に接続されている。選択端子43bは受信フィルタ61Rに接続され、選択端子43cは受信フィルタ62Rに接続され、選択端子43dは受信フィルタ63Rに接続されている。この接続構成において、スイッチ43は、低雑音増幅器30と受信フィルタ61Rとの接続および非接続を切り替え、低雑音増幅器30と受信フィルタ62Rとの接続および非接続を切り替え、ならびに、低雑音増幅器30と受信フィルタ63Rとの接続および非接続を切り替える。スイッチ43は、例えば、SP3T(Single Pole 4 Throw)型のスイッチ回路で構成される。

**【0045】**

スイッチ44は、アンテナスイッチの一例であり、アンテナ接続端子100に接続され、(1)アンテナ接続端子100と送信経路ATおよび受信経路ARとの接続、(2)アンテナ接続端子100と送信経路BTおよび受信経路BRとの接続、ならびに、(3)アンテナ接続端子100と送信経路CTおよび受信経路CRとの接続を切り替える。なお、スイッチ44は、上記(1)~(3)の少なくとも2つを同時に行うことが可能なマルチ接続型のスイッチ回路で構成される。

10

**【0046】**

なお、上記の送信フィルタ61T~63Tおよび61R~63Rは、例えば、SAW(Surface Acoustic Wave)を用いた弾性波フィルタ、BAW(Bulk Acoustic Wave)を用いた弾性波フィルタ、LC共振フィルタ、および誘電体フィルタのいずれかであってもよく、さらには、これらには限定されない。

20

**【0047】**

また、整合回路51~54は、本発明に係る高周波モジュールに必須の構成要素ではない。

**【0048】**

また、送信増幅回路10とスイッチ42との間、および、送信増幅回路20とスイッチ42との間に、整合回路が配置されていてもよい。また、アンテナ接続端子100とスイッチ44との間に、ダイプレクサおよびカプラなどが配置されてもよい。

**【0049】**

高周波モジュール1の構成において、送信増幅回路10、スイッチ42、送信フィルタ61T、整合回路51、およびスイッチ44は、アンテナ接続端子100に向けて通信バンドAの送信信号を伝送する第1送信回路を構成する。また、スイッチ44、整合回路51、受信フィルタ61R、スイッチ43、整合回路54、および低雑音増幅器30は、アンテナ2からアンテナ接続端子100を介して通信バンドAの受信信号を伝送する第1受信回路を構成する。

30

**【0050】**

また、送信増幅回路10、スイッチ42、送信フィルタ62T、整合回路52、およびスイッチ44は、アンテナ接続端子100に向けて通信バンドBの送信信号を伝送する第2送信回路を構成する。また、スイッチ44、整合回路52、受信フィルタ62R、スイッチ43、整合回路54、および低雑音増幅器30は、アンテナ2からアンテナ接続端子100を介して通信バンドBの受信信号を伝送する第2受信回路を構成する。

40

**【0051】**

また、送信増幅回路20、スイッチ42、送信フィルタ63T、整合回路53、およびスイッチ44は、アンテナ接続端子100に向けて通信バンドCの送信信号を伝送する第3送信回路を構成する。また、スイッチ44、整合回路53、受信フィルタ63R、スイッチ43、整合回路54、および低雑音増幅器30は、アンテナ2からアンテナ接続端子100を介して通信バンドCの受信信号を伝送する第3受信回路を構成する。

**【0052】**

上記回路構成によれば、高周波モジュール1は、通信バンドA、通信バンドB、および通信バンドCのいずれかの高周波信号を、送信、受信、および送受信の少なくともいずれかで実行することが可能である。さらに、高周波モジュール1は、通信バンドA、通信バ

50

ンドB、および通信バンドCの高周波信号を、同時送信、同時受信、および同時送受信の少なくともいずれかで実行することも可能である。

【0053】

なお、本発明に係る高周波モジュールでは、上記3つの送信回路および上記3つの受信回路がスイッチ44を介してアンテナ接続端子100に接続されていなくてもよく、上記3つの送信回路および上記3つの受信回路が、異なる端子を介してアンテナ2に接続されていてもよい。また、本発明に係る高周波モジュールは、PA制御回路80と、第1送信回路および第3送信回路と、を有していればよい。

【0054】

また、本発明に係る高周波モジュールにおいて、第1送信回路は、送信増幅回路10を有していればよい。また、第3送信回路は、送信増幅回路20を有していればよい。

10

【0055】

また、低雑音増幅器30とスイッチ41~44の少なくとも1つとは、1つの半導体ICに形成されていてもよい。半導体ICは、例えば、CMOSで構成されている。具体的には、SOIプロセスにより形成されている。これにより、半導体ICを安価に製造することが可能となる。なお、半導体ICは、GaAs、SiGeおよびGaNの少なくともいずれかで構成されていてもよい。これにより、高品質な増幅性能および雑音性能を有する高周波信号を出力することが可能となる。

【0056】

図2は、実施の形態に係る送信増幅回路10の回路構成図である。同図に示すように、送信増幅回路10は、入力端子115および出力端子116と、増幅素子12（第1増幅素子）および13（第2増幅素子）と、増幅素子11（前段増幅素子）と、段間トランス（変圧器）14と、キャパシタ16と、出力トランス（ balan: 非平衡 - 平衡変換素子）15と、を有している。増幅素子11~13と、段間トランス14と、キャパシタ16とは、電力増幅器10Aを構成している。電力増幅器10Aは、第1電力増幅器の一例である。

20

【0057】

段間トランス14は、一次側コイル14aと二次側コイル14bとで構成されている。

【0058】

増幅素子11の入力端子は入力端子115に接続され、増幅素子11の出力端子は段間トランス14の非平衡端子に接続されている。段間トランス14の一方の平衡端子は増幅素子12の入力端子に接続されており、段間トランス14の他方の平衡端子は増幅素子13の入力端子に接続されている。

30

【0059】

入力端子115から入力された高周波信号は、増幅素子11にバイアス電圧Vcc1が印加された状態で増幅素子11にて増幅される。増幅された高周波信号は、段間トランス14により非平衡 - 平衡変換される。このとき、段間トランス14の一方の平衡端子から非反転入力信号が出力され、段間トランス14の他方の平衡端子から反転入力信号が出力される。

【0060】

出力トランス15は、第1出力トランスの一例であり、一次側コイル（第1コイル）15aと二次側コイル（第2コイル）15bとで構成されている。一次側コイル15aの一端は増幅素子12の出力端子に接続されており、一次側コイル15aの他端は増幅素子13の出力端子に接続されている。また、一次側コイル15aの midpoint にはバイアス電圧Vcc2が供給される。二次側コイル15bの一端は出力端子116に接続され、二次側コイル15bの他端はグランドに接続されている。言い換えると、出力トランス15は、増幅素子12の出力端子および増幅素子13の出力端子と、出力端子116との間に接続されている。

40

【0061】

キャパシタ16は、増幅素子12の出力端子と増幅素子13の出力端子との間に接続さ

50

れている。

#### 【0062】

増幅素子12にて増幅された非反転入力信号と、増幅素子13にて増幅された反転入力信号とは、逆位相を維持したまま、出力トランス15およびキャパシタ16にてインピーダンス変換される。つまり、出力端子116における電力増幅器10Aの出力インピーダンスは、出力トランス15およびキャパシタ16により、図1に示された、スイッチ42、送信フィルタ61Tおよび62Tの入力インピーダンスとインピーダンス整合される。なお、出力端子116と二次側コイル15bとを結ぶ経路とグランドとの間に接続された容量素子も、上記インピーダンス整合に寄与している。なお、上記容量素子は、出力端子116と二次側コイル15bとを結ぶ経路に直列配置されていてもよいし、また、上記容量素子はなくてもよい。

10

#### 【0063】

ここで、増幅素子11~13、段間トランス14、およびキャパシタ16は、電力増幅器10Aを形成している。特に、増幅素子11~13および段間トランス14は、1チップ化、または、同一基板上に実装など、一体形成される場合が多い。これに対して、出力トランス15は、高出力の送信信号に対応して高いQ値を必要とするため、増幅素子11~13および段間トランス14などとは、一体形成されない。つまり、送信増幅回路10を構成する回路部品のうち、出力トランス15を除く回路部品が、電力増幅器10Aを構成している。

20

#### 【0064】

なお、増幅素子11およびキャパシタ16は、電力増幅器10Aに含まれなくてもよい。

#### 【0065】

送信増幅回路10の回路構成によれば、増幅素子12および13が反転位相にて動作する。このとき、増幅素子12および13の基本波での電流が反転位相、つまり逆方向に流れるため、増幅素子12および13から略等距離に配置されたグランド配線および電源配線へは基本波の電流は流れなくなる。このため、上記配線への不要な電流の流れこみが無視できるので、従来の送信増幅回路に見られる電力利得(パワーゲイン)の低下を抑制することが可能となる。また、増幅素子12および13で増幅された非反転信号と反転信号とが合成されるので、両信号に同様に重畳されたノイズ成分を相殺でき、例えば高調波成分などの不要波を低減できる。

30

#### 【0066】

なお、増幅素子11は送信増幅回路10に必須の構成要素ではない。また、非平衡入力信号を、非反転入力信号および反転入力信号に変換する手段は、段間トランス14に限られない。また、キャパシタ16は、インピーダンス整合において必須の構成要素ではない。

#### 【0067】

また、図示していないが、送信増幅回路20は、図2に示された送信増幅回路10と同様の回路構成を有している。つまり、送信増幅回路20は、入力端子125および出力端子126と、増幅素子22(第3増幅素子)および23(第4増幅素子)と、増幅素子21(前段増幅素子)と、段間トランス(変圧器)24と、キャパシタ26と、出力トランス( balan: 非平衡-平衡変換素子)25と、を有している。増幅素子21~23と、段間トランス24と、キャパシタ26とは、電力増幅器20Aを構成している。電力増幅器20Aは、第2電力増幅器の一例である。

40

#### 【0068】

段間トランス24は、一次側コイル24aと二次側コイル24bとで構成されている。

#### 【0069】

増幅素子21の入力端子は入力端子125に接続され、増幅素子21の出力端子は段間トランス24の非平衡端子に接続されている。段間トランス24の一方の平衡端子は増幅素子22の入力端子に接続されており、段間トランス24の他方の平衡端子は増幅素子2

50

3の入力端子に接続されている。

【0070】

出力トランス25は、第2出力トランスの一例であり、一次側コイル(第3コイル)25aと二次側コイル(第4コイル)25bとで構成されている。一次側コイル25aの一端は増幅素子22の出力端子に接続されており、一次側コイル25aの他端は増幅素子23の出力端子に接続されている。また、一次側コイル25aの midpointにはバイアス電圧Vcc2が供給される。二次側コイル25bの一端は出力端子126に接続され、二次側コイル25bの他端はグランドに接続されている。言い換えると、出力トランス25は、増幅素子22の出力端子および増幅素子23の出力端子と、出力端子126との間に接続されている。

10

【0071】

キャパシタ26は、増幅素子22の出力端子と増幅素子23の出力端子との間に接続されている。

【0072】

ここで、増幅素子21~23、段間トランス24、およびキャパシタ26は、電力増幅器20Aを形成している。特に、増幅素子21~23および段間トランス14は、1チップ化、または、同一基板上に実装など、一体形成される場合が多い。これに対して、出力トランス25は、増幅素子21~23および段間トランス24などとは、一体形成されない。

【0073】

なお、増幅素子21およびキャパシタ26は、電力増幅器20Aに含まなくてもよい。

20

【0074】

送信増幅回路20の回路構成によれば、従来の送信増幅回路に見られる電力利得(パワーゲイン)の低下を抑制することが可能となる。また、増幅素子22および23で増幅された非反転信号と反転信号とが合成されるので、両信号に同様に重畳されたノイズ成分を相殺でき、例えば高調波成分などの不要波を低減できる。

【0075】

なお、増幅素子21は送信増幅回路20に必須の構成要素ではない。また、非平衡入力信号を、非反転入力信号および反転入力信号に変換する手段は、段間トランス24に限られない。また、キャパシタ26は、インピーダンス整合において必須の構成要素ではない。

30

【0076】

また、増幅素子11~13、21~23および低雑音増幅器30は、例えば、Si系のCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)またはGaAsを材料とした、電界効果型トランジスタ(FET)またはヘテロバイポーラトランジスタ(HBT)などで構成されている。

【0077】

なお、送信増幅回路10は、差動増幅型の電力増幅器10Aで構成されず、非平衡信号を入力信号とし、非平衡信号を出力信号とする、いわゆるシングルエンド型の増幅素子で構成された増幅器であってもよい。また、送信増幅回路20は、差動増幅型の電力増幅器20Aで構成されず、非平衡信号を入力信号とし、非平衡信号を出力信号とする、いわゆるシングルエンド型の増幅素子で構成された増幅器であってもよい。

40

【0078】

ここで、高周波モジュール1において、送信増幅回路10は通信バンドAおよびBの送信信号を増幅し、送信増幅回路20は通信バンドCの送信信号を増幅する。つまり、送信増幅回路10および20は、特定の周波数帯域(通信バンド)で増幅性能が最適化されるため、高周波モジュール1には、各周波数帯域(通信バンド)に対応した複数の送信増幅回路が必要となる。また、高周波モジュール1のマルチバンド化が進展するにつれ、送信増幅回路の配置数が増加し、高周波モジュール1が大型化してしまうという問題が発生す

50

る。また、小型化すべく高密度実装すると、送信増幅回路から出力された高出力の送信信号が、高周波モジュール1を構成する回路部品に干渉し、高周波モジュール1から出力される高周波信号の信号品質が劣化するという問題が発生する。

【0079】

これに対して、以下では、高周波モジュール1から出力される高周波信号の品質劣化を抑制された小型の高周波モジュール1の構成について説明する。

【0080】

[2. 実施例1に係る高周波モジュール1Aの回路素子配置構成]

図3Aは、実施例1に係る高周波モジュール1Aの平面構成概略図である。また、図3Bは、実施例1に係る高周波モジュール1Aの断面構成概略図であり、具体的には、図3AのIII B - III B線における断面図である。なお、図3Aの(a)には、モジュール基板91の互いに対向する主面91aおよび91bのうち、主面91aをz軸正方向側から見た場合の回路素子の配置図が示されている。一方、図3Aの(b)には、主面91bをz軸正方向側から見た場合の回路素子の配置を透視した図が示されている。

10

【0081】

実施例1に係る高周波モジュール1Aは、実施の形態に係る高周波モジュール1を構成する各回路素子の配置構成を具体的に示したものである。

【0082】

図3Aおよび図3Bに示すように、本実施例に係る高周波モジュール1Aは、図1に示された回路構成に加えて、さらに、モジュール基板91と、樹脂部材92および93と、外部接続端子150と、を有している。

20

【0083】

モジュール基板91は、互いに対向する主面91a(第1主面)および主面91b(第2主面)を有し、上記送信回路および上記受信回路を実装する基板である。モジュール基板91としては、例えば、複数の誘電体層の積層構造を有する低温同時焼成セラミックス(Low Temperature Co-fired Ceramics: LTCC)基板、高温同時焼成セラミックス(High Temperature Co-fired Ceramics: HTCC)基板、部品内蔵基板、再配線層(Redistribution Layer: RDL)を有する基板、または、プリント基板等が用いられる。

30

【0084】

樹脂部材92は、モジュール基板91の主面91aに配置され、上記送信回路の一部、上記受信回路の一部、およびモジュール基板91の主面91aを覆っており、上記送信回路および上記受信回路を構成する回路素子の機械強度および耐湿性などの信頼性を確保する機能を有している。樹脂部材93は、モジュール基板91の主面91bに配置され、上記送信回路の一部、上記受信回路の一部、およびモジュール基板91の主面91bを覆っており、上記送信回路および上記受信回路を構成する回路素子の機械強度および耐湿性などの信頼性を確保する機能を有している。なお、樹脂部材92および93は、本発明に係る高周波モジュールに必須の構成要素ではない。

【0085】

図3Aおよび図3Bに示すように、本実施例に係る高周波モジュール1Aでは、電力増幅器10Aおよび20A、出力トランス15および25、デュプレクサ61、62および63、ならびに整合回路51、52、53および54は、モジュール基板91の主面91a(第1主面)に配置されている。一方、PA制御回路80、低雑音増幅器30、スイッチ41、42、43および44は、モジュール基板91の主面91b(第2主面)に配置されている。

40

【0086】

なお、図3Aには図示していないが、図1に示された送信経路AT、BTおよびCT、ならびに、受信経路AR、BRおよびCRを構成する配線は、モジュール基板91の内部、主面91aおよび91bに形成されている。また、上記配線は、両端が主面91a、9

50

1 b および高周波モジュール 1 A を構成する回路素子のいずれかに接合されたボンディングワイヤであってもよく、また、高周波モジュール 1 A を構成する回路素子の表面に形成された端子、電極または配線であってもよい。

【0087】

すなわち、本実施例では、電力増幅器 10 A および 20 A は、主面 9 1 a (第 1 主面) に配置されている。一方、スイッチ 4 2 は、主面 9 1 b (第 2 主面) に実装されている。また、電力増幅器 10 A は、通信バンド A および B を含む第 1 周波数帯域の送信信号を増幅する第 1 電力増幅器の一例であり、電力増幅器 20 A は、通信バンド C を含む第 2 周波数帯域の送信信号を増幅する第 2 電力増幅器の一例である。本実施例では、第 1 周波数帯域 (通信バンド A および B) は、第 2 周波数帯域 (通信バンド A および B) よりも低周波側 10

【0088】

本実施例に係る高周波モジュール 1 A の上記構成によれば、電力増幅器 10 A および 20 A と、電力増幅器 10 A および 20 A の出力信号が通過するスイッチ 4 2 とが両面実装されるので、高周波モジュール 1 A を小型化できる。また、非接続の共通端子と選択端子との間でオフ容量を有するスイッチ 4 2 と、電力増幅器 10 A および 20 A とが、モジュール基板 9 1 を挟んで配置される。これにより、電力増幅器 10 A および 20 A から出力される送信信号が、上記オフ容量を介して、非接続の送信経路または受信経路に漏洩することを抑制できる。よって、電力増幅器 10 A および 20 A から出力される高周波信号の 20

【0089】

さらに、電力増幅器 10 A は、少なくとも増幅素子 1 1 ~ 1 3 および段間トランス 1 4 を有し、電力増幅器 20 A は、少なくとも増幅素子 2 1 ~ 2 3 および段間トランス 2 4 を有し、回路素子数が多くなり実装面積が大きくなるため、高周波モジュール 1 A が大型化する傾向にある。送信増幅回路 10 および 20 が差動増幅型の増幅回路である場合には、電力増幅器 10 A および 20 A とスイッチ 4 2 とをモジュール基板 9 1 に振り分ける構成は、高周波モジュール 1 A の小型化への寄与が大きい。

【0090】

また、本実施例に係る高周波モジュール 1 A において、モジュール基板 9 1 を平面視した場合、電力増幅器 10 A とスイッチ 4 2 とは少なくとも一部重なり、かつ、電力増幅器 20 A とスイッチ 4 2 とは少なくとも一部重なっていることが望ましい。 30

【0091】

これによれば、電力増幅器 10 A とスイッチ 4 2 とを結ぶ送信信号配線、および、電力増幅器 20 A とスイッチ 4 2 とを結ぶ送信信号配線を短くできるので、送信信号の伝送損失を低減できる。

【0092】

なお、出力トランス 1 5、2 5、デュプレクサ 6 1 ~ 6 3、および整合回路 5 1 ~ 5 4 は、主面 9 1 a (第 1 主面) に実装されているが、主面 9 1 b (第 2 主面) に実装されていてもよい。また、低雑音増幅器 3 0、PA 制御回路 8 0、スイッチ 4 1、4 3 および 4 4 は、主面 9 1 b (第 2 主面) に実装されているが、主面 9 1 a (第 1 主面) に実装されていてもよい。 40

【0093】

なお、モジュール基板 9 1 は、複数の誘電体層が積層された多層構造を有し、当該複数の誘電体層の少なくとも 1 つには、グランド電極パターンが形成されていることが望ましい。これにより、モジュール基板 9 1 の電磁界遮蔽機能が向上する。

【0094】

また、本実施例に係る高周波モジュール 1 A では、モジュール基板 9 1 の主面 9 1 b (第 2 主面) 側に、複数の外部接続端子 1 5 0 が配置されている。高周波モジュール 1 A は、高周波モジュール 1 A の z 軸負方向側に配置される外部基板と、複数の外部接続端子 1 50 40

10

20

30

40

50

50を經由して、電気信号のやりとりを行う。図3Aの(b)に示すように、複数の外部接続端子には、アンテナ接続端子100、送信入力端子111、112、121および122、受信出力端子130、ならびに制御信号端子140が含まれる。また、複数の外部接続端子150のいくつかは、外部基板のグランド電位に設定される。主面91aおよび91bのうち、外部基板と対向する主面91bには、低背化が困難な電力増幅器10Aおよび20Aが配置されず、低背化が容易な低雑音増幅器30、PA制御回路80、およびスイッチ41~44が配置されているので、高周波モジュール1A全体を低背化することが可能となる。

【0095】

また、本実施例に係る高周波モジュール1Aでは、電力増幅器10Aおよび20Aが主面91aに配置され、低雑音増幅器30が主面91bに配置されている。これによれば、送信信号を増幅する電力増幅器10Aおよび20Aと、受信信号を増幅する低雑音増幅器30とが両面に振り分けて配置されるので、送受信間のアイソレーションを向上できる。

10

【0096】

また、図3Aおよび図3Bに示すように、モジュール基板91を平面視した場合に、主面91b(第2主面)に配置された低雑音増幅器30とスイッチ42との間に、グランド電位に設定された外部接続端子150が配置されている。

【0097】

これによれば、受信回路の受信感度に大きく影響する低雑音増幅器30と、高出力の送信信号が通過するスイッチ42との間に、グランド電極として適用される外部接続端子150が複数配置されるので、送信信号およびその高調波などによる受信感度の劣化を抑制できる。

20

【0098】

また、電力増幅器10Aおよび20Aは、高周波モジュール1Aが有する回路部品のなかで発熱量が大きい部品である。高周波モジュール1Aの放熱性を向上させるには、電力増幅器10Aおよび20Aの発熱を、小さな熱抵抗を有する放熱経路で外部基板に放熱することが重要である。仮に、電力増幅器10Aおよび20Aを主面91bに実装した場合、電力増幅器10Aおよび20Aに接続される電極配線は主面91b上に配置される。このため、放熱経路としては、主面91b上の(xy平面方向に沿う)平面配線パターンのみを經由した放熱経路を含むこととなる。上記平面配線パターンは、金属薄膜で形成されるため熱抵抗が大きい。このため、電力増幅器10Aおよび20Aを主面91b上に配置した場合には、放熱性が低下してしまう。

30

【0099】

これに対して、本実施例に係る高周波モジュール1Aは、図3Bに示すように、主面91aにて電力増幅器10Aのグランド電極に接続され、主面91aから主面91bに到る放熱用ビア導体95Vをさらに備える。また、放熱用ビア導体95Vは、主面91bにて複数の外部接続端子150のうちグランド電位に設定された外部接続端子150と接続されている。

【0100】

これによれば、電力増幅器10Aを主面91aに実装した場合、放熱用ビア導体95Vを介して、電力増幅器10Aと外部接続端子150とを接続できる。よって、電力増幅器10Aの放熱経路として、モジュール基板91内の配線のうち熱抵抗の大きいxy平面方向に沿う平面配線パターンのみを經由した放熱経路を排除できる。よって、電力増幅器10Aからの外部基板への放熱性が向上した小型の高周波モジュール1Aを提供することが可能となる。

40

【0101】

なお、図3Bでは、電力増幅器10A、放熱用ビア導体95V、および外部接続端子150が接続されている構成を例示したが、高周波モジュール1Aは、電力増幅器20A、放熱用ビア導体95V、および外部接続端子150が接続された構成を有していてもよい。これにより、電力増幅器20Aからの外部基板への放熱性が向上した小型の高周波モジ

50

ジュール 1 A を提供することが可能となる。

【0102】

また、本実施例に係る高周波モジュール 1 A では、出力トランス 1 5 および 2 5 は、主面 9 1 a に配置されているが、出力トランス 1 5 および 2 5 は、主面 9 1 b に配置されてもよく、また、モジュール基板 9 1 に内蔵されていてもよい。出力トランス 1 5 および 2 5 が、モジュール基板 9 1 に内蔵されている場合には、出力トランス 1 5 および 2 5 を構成するインダクタは、例えば、モジュール基板 9 1 の導電パターンで形成された平面コイルである。このような、出力トランス 1 5 および 2 5 の配置構成において、モジュール基板 9 1 を平面視した場合、電力増幅器 1 0 A および 2 0 A のそれぞれは、出力トランス 1 5 および 2 5 と重ならないことが望ましい。

10

【0103】

出力トランス 1 5 および 2 5 は、高出力の送信信号に対応して高い Q 値を必要とするため、電力増幅器 1 0 A および 2 0 A が近接することで出力トランス 1 5 および 2 5 により形成される磁界が変化しないことが望ましい。上記領域に電力増幅器 1 0 A および 2 0 A が成されていないことにより、出力トランス 1 5 および 2 5 を構成するインダクタの高 Q 値を維持できる。

【0104】

また、本実施例に係る高周波モジュール 1 A では、図 3 A および図 3 B に示すように、出力トランス 1 5 および 2 5 は主面 9 1 a に配置され、モジュール基板 9 1 を平面視した場合に、出力トランス 1 5 と重なる主面 9 1 b 上の領域、および、出力トランス 2 5 と重なる主面 9 1 b 上の領域には、回路部品は配置されていないことが望ましい。出力トランス 1 5 および 2 5 は、例えば、複数のインダクタが内蔵されたチップ状の表面実装素子である。さらには、出力トランス 1 5 および 2 5 は、例えば、インダクタなどの受動素子が Si 基板の内部または表面に集積実装された集積型受動素子 (IPD: Integrated Passive Device) であってもよい。出力トランス 1 5 および 2 5 が IPD である場合には、高周波モジュール 1 A の小型化を促進できる。

20

【0105】

出力トランス 1 5 および 2 5 は、高出力の送信信号に対応して高い Q 値を必要とするため、他の回路部品が近接することで出力トランス 1 5 および 2 5 により形成される磁界が変化しないことが望ましい。上記領域に回路部品が形成されていないことにより、出力トランス 1 5 および 2 5 を構成するインダクタの高 Q 値を維持できる。

30

【0106】

さらに、モジュール基板 9 1 を平面視した場合、モジュール基板 9 1 における領域であって出力トランス 1 5 および 2 5 の形成領域と重なる領域には、グランド電極層は形成されていないことが望ましい。これによれば、出力トランス 1 5 および 2 5 とグランド電極との距離を大きく確保することが可能となるため、出力トランス 1 5 および 2 5 を構成するインダクタの高 Q 値を維持できる。

【0107】

なお、出力トランス 1 5 および 2 5 の形成領域は、以下のように定義される。なお、以下では、出力トランス 1 5 の形成領域について示すが、出力トランス 2 5 の形成領域についても出力トランス 1 5 の形成領域と同様に定義されるため、出力トランス 2 5 の形成領域の定義については省略する。

40

【0108】

出力トランス 1 5 の形成領域とは、モジュール基板 9 1 を平面視した場合、一次側コイル 1 5 a の形成領域と二次側コイル 1 5 b の形成領域とを包含する最小領域である。

【0109】

ここで、二次側コイル 1 5 b は、一次側コイル 1 5 a に沿って設けられ、一次側コイル 1 5 a との第 1 距離が略一定の区間に配置された配線導体と定義される。このとき、上記区間の両側に位置する配線導体は、一次側コイル 1 5 a との距離が第 1 距離よりも大きい第 2 距離であり、二次側コイル 1 5 b の一端および他端は、配線導体の一次側コイル 1 5

50

aまでの距離が第1距離から第2距離へ変化する地点である。また、一次側コイル15aは、二次側コイル15bに沿って設けられ、二次側コイル15bとの第1距離が略一定の区間に配置された配線導体と定義される。このとき、上記区間の両側に位置する配線導体は、二次側コイル15bとの距離が第1距離よりも大きい第2距離であり、一次側コイル15aの一端および他端は、配線導体の二次側コイル15bまでの距離が第1距離から第2距離へ変化する地点である。

【0110】

あるいは、二次側コイル15bは、一次側コイル15aに沿って設けられ、線幅が略一定の第1幅を有する第1区間に配置された配線導体と定義される。また、一次側コイル15aは、二次側コイル15bに沿って設けられ、線幅が略一定の第1幅を有する第1区間に配置された配線導体と定義される。

10

【0111】

あるいは、二次側コイル15bは、一次側コイル15aに沿って設けられ、膜厚が略一定の第1膜厚を有する第1区間に配置された配線導体と定義される。また、一次側コイル15aは、二次側コイル15bに沿って設けられ、膜厚が略一定の第1膜厚を有する第1区間に配置された配線導体と定義される。

【0112】

あるいは、二次側コイル15bは、一次側コイル15aに沿って設けられ、一次側コイル15aとの結合度が略一定の第1結合度を有する第1区間に配置された配線導体と定義される。また、一次側コイル15aは、二次側コイル15bに沿って設けられ、二次側コイル15bとの結合度が略一定の第1結合度を有する第1区間に配置された配線導体と定義される。

20

【0113】

図4Aは、変形例1に係る高周波モジュール1Dにおける出力トランス15の配置を示す断面構成概略図である。同図には、変形例1に係る高周波モジュール1Dの断面構成のうち、出力トランス15の配置が記載されている。なお、高周波モジュール1Dが備える出力トランス15および25以外の回路部品の配置構成は、実施例1に係る高周波モジュール1Aと同じである。高周波モジュール1Dにおいて、出力トランス15および25は、主面91bに配置されている。この場合には、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15および25の形成領域と重なる主面91aの領域には回路部品は配置されていないことが望ましい。

30

【0114】

この構成によれば、主面91aの上記領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25のインダクタのQ値が低下することを抑制できる。

【0115】

図4Bは、変形例2に係る高周波モジュール1Eにおける出力トランス15の配置を示す断面構成概略図である。同図には、変形例2に係る高周波モジュール1Eの断面構成のうち、出力トランス15の配置が記載されている。なお、高周波モジュール1Eが備える出力トランス15および25以外の回路部品の配置構成は、実施例1に係る高周波モジュール1Aと同じである。高周波モジュール1Eにおいて、出力トランス15および25は、主面91aと主面91bとの間のモジュール基板91の内部であって主面91aに近く形成されている。この場合には、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15および25の形成領域と重複する主面91aの領域には回路部品は配置されておらず、出力トランス15および25の形成領域と重複する主面91bの領域には回路部品（図示せず）は配置されていてもよい。

40

【0116】

この場合であっても、出力トランス15および25により近接する主面91aの上記領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25のインダクタのQ値が低下することを抑制できる。

【0117】

50

図4Cは、変形例3に係る高周波モジュール1Fにおける出力トランス15の配置を示す断面構成概略図である。同図には、変形例3に係る高周波モジュール1Fの断面構成のうち、出力トランス15の配置が記載されている。なお、高周波モジュール1Fが備える出力トランス15および25以外の回路部品の配置構成は、実施例1に係る高周波モジュール1Aと同じである。高周波モジュール1Fにおいて、出力トランス15および25は、主面91aと主面91bとの間のモジュール基板91の内部であって主面91bに近く形成されている。この場合には、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15および25の形成領域と重複する主面91bの領域には回路部品は配置されておらず、出力トランス15および25の形成領域と重複する主面91aの領域には回路部品(図示せず)は配置されていてもよい。

10

**【0118】**

この場合であっても、出力トランス15および25により近接する主面91bの上記領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25のインダクタのQ値が低下することを抑制できる。

**【0119】**

なお、図4Bに示された高周波モジュール1E、および、図4Cに示された高周波モジュール1Fにおいて、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15および25と重なる主面91a上の領域および主面91b上の領域の双方には、回路部品は配置されていないことが、より望ましい。

20

**【0120】**

これによれば、出力トランス15および25のインダクタのQ値が低下することを、より一層抑制できる。

**【0121】**

また、本実施例に係る高周波モジュール1Aでは、電力増幅器10Aおよび20Aが主面91aに配置され、スイッチ42が主面91bに配置されたが、電力増幅器10Aおよび20Aが主面91bに配置され、スイッチ42が主面91aに配置されてもよい。これによっても、電力増幅器10Aおよび20Aとスイッチ42とが両面実装されるので、高周波モジュール1Aを小型化できる。また、非接続の共通端子と選択端子との間でオフ容量を有するスイッチ42と、電力増幅器10Aおよび20Aとが、モジュール基板91を挟んで配置される。これにより、電力増幅器10Aおよび20Aから出力される送信信号が、上記オフ容量を介して、非接続の送信経路または受信経路に漏洩することを抑制できる。よって、電力増幅器10Aおよび20Aから出力される高周波信号の信号品質の劣化を抑制できる。

30

**【0122】**

また、本実施例に係る高周波モジュール1Aでは、電力増幅器10Aおよび20Aは、主面91a(第1主面)に配置されている。一方、PA制御回路80は、主面91b(第2主面)に実装されている。

**【0123】**

上記構成によれば、電力増幅器10Aおよび20Aと、電力増幅器10Aおよび20Aを制御するPA制御回路80とが両面実装されるので、高周波モジュール1Aを小型化できる。また、デジタル制御信号を入出力するPA制御回路80と、電力増幅器10Aおよび20Aとが、モジュール基板91を挟んで配置されるので、電力増幅器10Aおよび20Aがデジタルノイズを受けることを抑制できる。よって、電力増幅器10Aおよび20Aから出力される高周波信号の信号品質の劣化を抑制できる。

40

**【0124】**

また、本実施例に係る高周波モジュール1Aでは、PA制御回路80、スイッチ41および42は、1つの半導体IC70に含まれており、半導体IC70は、主面91bに配置されている。これにより、送信増幅回路10および20に接続されるPA制御回路80、スイッチ41および42が近接するので、高周波モジュール1Aを小型化できる。また、PA制御回路80とスイッチ41を結ぶ制御配線、および、PA制御回路80とスイッ

50

チ 4 2 を結ぶ制御配線を短くできるので、当該制御配線からのノイズの発生を抑制できる。

【 0 1 2 5 】

なお、半導体 I C 7 0 は、スイッチ 4 1 および 4 2 の少なくとも一方を含まなくてもよい。

【 0 1 2 6 】

また、本実施例に係る高周波モジュール 1 A では、低雑音増幅器 3 0、スイッチ 4 3 および 4 4 は、1つの半導体 I C 7 5 に含まれており、半導体 I C 7 5 は、主面 9 1 b に配置されている。これにより、受信経路に配置される低雑音増幅器 3 0、スイッチ 4 3 および 4 4 が近接するので、高周波モジュール 1 A を小型化できる。

10

【 0 1 2 7 】

なお、半導体 I C 7 5 は、スイッチ 4 3 および 4 4 の少なくとも一方を含まなくてもよい。

【 0 1 2 8 】

なお、外部接続端子 1 5 0 は、図 3 A および図 3 B に示すように、樹脂部材 9 3 を z 軸方向に貫通する柱状電極であってもよいし、また、図 5 に示された、変形例 4 に係る高周波モジュール 1 B のように、外部接続端子 1 5 0 は、主面 9 1 b 上に形成されたパンプ電極 1 6 0 であってもよい。この場合には、主面 9 1 b 側の樹脂部材 9 3 はなくてもよい。

【 0 1 2 9 】

また、実施例 1 に係る高周波モジュール 1 A および変形例 1 ~ 3 に係る高周波モジュール 1 D ~ 1 F において、外部接続端子 1 5 0 は、主面 9 1 a に配置されていてもよい。また、変形例 4 に係る高周波モジュール 1 B において、パンプ電極 1 6 0 は、主面 9 1 a に配置されていてもよい。

20

【 0 1 3 0 】

[ 3 . 実施例 2 に係る高周波モジュール 1 C の回路素子配置構成 ]

図 6 は、実施例 2 に係る高周波モジュール 1 C の平面構成概略図である。なお、図 6 の ( a ) には、モジュール基板 9 1 の互いに対向する主面 9 1 a および 9 1 b のうち、主面 9 1 a を z 軸正方向側から見た場合の回路素子の配置図が示されている。一方、図 6 の ( b ) には、主面 9 1 b を z 軸正方向側から見た場合の回路素子の配置を透視した図が示されている。

30

【 0 1 3 1 】

実施例 2 に係る高周波モジュール 1 C は、実施の形態に係る高周波モジュール 1 を構成する各回路素子の配置構成を具体的に示したものである。

【 0 1 3 2 】

本実施例に係る高周波モジュール 1 C は、実施例 1 に係る高周波モジュール 1 A と比較して、半導体 I C 7 0 の配置構成のみが異なる。以下、本実施例に係る高周波モジュール 1 C について、実施例 1 に係る高周波モジュール 1 A と同じ点は説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

【 0 1 3 3 】

図 6 に示すように、本実施例に係る高周波モジュール 1 C では、電力増幅器 1 0 A および 2 0 A、出力トランス 1 5 および 2 5、デュプレクサ 6 1、6 2 および 6 3、ならびに整合回路 5 1、5 2、5 3 および 5 4 は、モジュール基板 9 1 の主面 9 1 a (第 1 主面) に配置されている。一方、P A 制御回路 8 0、低雑音増幅器 3 0、スイッチ 4 1、4 2、4 3 および 4 4 は、モジュール基板 9 1 の主面 9 1 b (第 2 主面) に配置されている。

40

【 0 1 3 4 】

すなわち、本実施例では、電力増幅器 1 0 A および 2 0 A は、主面 9 1 a (第 1 主面) に配置されている。一方、スイッチ 4 2 は、主面 9 1 b (第 2 主面) に実装されている。

【 0 1 3 5 】

また、電力増幅器 1 0 A は、通信バンド A および B を含む第 1 周波数帯域の送信信号を増幅する第 1 電力増幅器の一例であり、電力増幅器 2 0 A は、通信バンド C を含む第 2 周

50

波数帯域の送信信号を増幅する第2電力増幅器の一例である。本実施例では、第1周波数帯域（通信バンドAおよびB）は、第2周波数帯域（通信バンドAおよびB）よりも低周波数側に位置している。

【0136】

また、本実施例に係る高周波モジュール1Cにおいて、モジュール基板91を平面視した場合、電力増幅器10Aとスイッチ42とは少なくとも一部重なり、かつ、電力増幅器20Aとスイッチ42とは重なっていない。

【0137】

電力増幅器10Aおよび20Aのうち、より高周波の送信信号を増幅する電力増幅器20Aのほうが、消費電力が大きい。よって、電力増幅器20Aと重なる主面91bの領域には、放熱用ビア導体95Vなどの放熱部材が配置されることが望ましい。一方、電力増幅器10Aおよび20Aとスイッチ42とを結ぶ信号配線における送信信号の伝送損失を低減するという観点から、当該信号配線はより短いことが望ましい。

10

【0138】

上記構成によれば、電力増幅器10Aとスイッチ42とが少なくとも一部重なることで上記信号配線を短くでき、また、電力増幅器20Aとスイッチ42とが重ならないことで電力増幅器20Aの放熱性を向上させつつスイッチ42が電力増幅器20Aからの放熱によるダメージを受けることを回避できる。

【0139】

また、本実施例に係る高周波モジュール1Cにおいて、図6に示すように、出力トランス15は出力トランス25よりも大きい。なお、出力トランス15は出力トランス25よりも大きい、とは、出力トランス15の体積が、出力トランス25の体積よりも大きいことを指す。出力トランス15および25の上記体積の大小関係において、電力増幅器10Aとスイッチ42とは少なくとも一部重なり、かつ、電力増幅器20Aとスイッチ42とは重なっていない。

20

【0140】

電力増幅器10Aおよび20Aのうち、より高周波の送信信号を出力する出力トランス25のほうが、体積が小さい。上記構成によれば、電力増幅器10Aとスイッチ42とが少なくとも一部重なることで上記信号配線を短くでき、また、電力増幅器20Aとスイッチ42とが重ならないことで電力増幅器20Aの放熱性を向上させつつスイッチ42が電力増幅器20Aからの放熱によるダメージを受けることを回避できる。

30

【0141】

[4. 効果など]

以上、本実施の形態に係る高周波モジュール1は、互いに対向する主面91aおよび91bを有するモジュール基板91と、第1周波数帯域の送信信号を増幅する電力増幅器10Aと、第1周波数帯域と異なる第2周波数帯域の送信信号を増幅する電力増幅器20Aと、電力増幅器10Aの出力端子および電力増幅器20Aの出力端子に接続されたスイッチ42と、を備え、電力増幅器10Aおよび20Aは主面91aに配置されており、スイッチ42は主面91bに配置されている。

【0142】

これによれば、電力増幅器10Aおよび20Aと、電力増幅器10Aおよび20Aの出力信号が通過するスイッチ42とが両面実装されるので、高周波モジュール1Aを小型化できる。また、非接続の共通端子と選択端子との間でオフ容量を有するスイッチ42と、電力増幅器10Aおよび20Aとが、モジュール基板91を挟んで配置される。これにより、電力増幅器10Aおよび20Aから出力される送信信号が、上記オフ容量を介して、非接続の送信経路または受信経路に漏洩することを抑制できる。よって、電力増幅器10Aおよび20Aから出力される高周波信号の信号品質の劣化を抑制できる。

40

【0143】

また、高周波モジュール1は、さらに、送信フィルタ61Tおよび62Tを備え、スイッチ42は、少なくとも、電力増幅器10Aと送信フィルタ61Tとの接続、および、電

50

力増幅器 10 A と送信フィルタ 62 T との接続を切り替える。

【0144】

また、高周波モジュール 1 は、さらに、主面 91 b に配置された複数の外部接続端子 150 を備えてもよい。

【0145】

これにより、主面 91 a および 91 b のうち、外部基板と対向する主面 91 b には、低背化が困難な電力増幅器 10 A および 20 A が配置されず、低背化が容易なスイッチ 42 が配置されているので、高周波モジュール 1 全体を低背化することが可能となる。

【0146】

また、高周波モジュール 1 は、さらに、電力増幅器 10 A および 20 A の少なくとも一方のグランド電極に接続され、主面 91 a から主面 91 b に到る放熱用ビア導体 95 V を備え、放熱用ビア導体 95 V は、主面 91 b にて複数の外部接続端子 150 のうちグランド電位に設定された外部接続端子と接続されていてもよい。

10

【0147】

これによれば、電力増幅器 10 A を主面 91 a に実装した場合、放熱用ビア導体 95 V を介して、電力増幅器 10 A と外部接続端子 150 とを接続できる。よって、電力増幅器 10 A の放熱経路として、モジュール基板 91 内の配線のうち熱抵抗の大きい x y 平面方向に沿う平面配線パターンのみを経由した放熱経路を排除できる。よって、電力増幅器 10 A からの外部基板への放熱性が向上した小型の高周波モジュール 1 を提供することが可能となる。

20

【0148】

また、高周波モジュール 1 は、さらに、主面 91 b に配置された、受信信号を増幅する低雑音増幅器 30 を備え、モジュール基板 91 を平面視した場合に、スイッチ 42 と低雑音増幅器 30 との間に、複数の外部接続端子 150 のうちグランド電位に設定された外部接続端子が配置されていてもよい。

【0149】

これによれば、受信回路の受信感度に大きく影響する低雑音増幅器 30 と、高出力の送信信号が通過するスイッチ 42 との間に、グランド電極として適用される外部接続端子 150 が複数配置されるので、送信信号およびその高調波などによる受信感度の劣化を抑制できる。

30

【0150】

また、高周波モジュール 1 A において、モジュール基板 91 を平面視した場合、電力増幅器 10 A とスイッチ 42 とは少なくとも一部重なり、かつ、電力増幅器 20 A とスイッチ 42 とは少なくとも一部重なっていてもよい。

【0151】

これによれば、電力増幅器 10 A とスイッチ 42 とを結ぶ送信信号配線、および、電力増幅器 20 A とスイッチ 42 とを結ぶ送信信号配線を短くできるので、送信信号の伝送損失を低減できる。

【0152】

また、高周波モジュール 1 C において、第 1 周波数帯域は第 2 周波数帯域よりも低周波数側に位置し、モジュール基板 91 を平面視した場合、電力増幅器 10 A とスイッチ 42 とは少なくとも一部重なり、かつ、電力増幅器 20 A とスイッチ 42 とは重なっていてもよい。

40

【0153】

電力増幅器 10 A および 20 A のうち、より高周波の送信信号を増幅する電力増幅器 20 A のほうが、消費電力が大きい。よって、電力増幅器 20 A と重なる主面 91 b の領域には、放熱用ビア導体 95 V などの放熱部材が配置されることが望ましい。上記構成によれば、電力増幅器 10 A とスイッチ 42 とが少なくとも一部重なることで上記信号配線を短くでき、また、電力増幅器 20 A とスイッチ 42 とが重ならないことで電力増幅器 20 A の放熱性を向上させつつスイッチ 42 が電力増幅器 20 A からの放熱によるダメージを

50

受けることを回避できる。

【0154】

また、高周波モジュール1において、電力増幅器10Aは増幅素子12および13を有し、電力増幅器20Aは増幅素子22および23を有し、高周波モジュール1は、さらに、一次側コイル15aおよび二次側コイル15bを有する出力トランス15と、一次側コイル25aおよび二次側コイル25bを有する出力トランス25と、を備え、一次側コイル15aの一端は増幅素子12の出力端子に接続され、一次側コイル15aの他端は増幅素子13の出力端子に接続され、二次側コイル15bの一端は、電力増幅器10Aの出力端子に接続されており、一次側コイル25aの一端は増幅素子22の出力端子に接続され、一次側コイル25aの他端は増幅素子23の出力端子に接続され、二次側コイル25bの一端は、電力増幅器20Aの出力端子に接続されており、電力増幅器10Aおよび出力トランス15は送信増幅回路10を構成しており、電力増幅器20Aおよび出力トランス25は送信増幅回路20を構成していてもよい。

10

【0155】

これによれば、増幅素子12および13が反転位相にて動作するので送信増幅回路10の電力利得（パワーゲイン）の低下を抑制することが可能となる。また、増幅素子22および23が反転位相にて動作するので送信増幅回路20の電力利得の低下を抑制することが可能となる。また、増幅素子12および13で増幅された非反転信号と反転信号とが合成され、増幅素子22および23で増幅された非反転信号と反転信号とが合成されるので、高周波モジュール1における高調波成分などの不要波を低減できる。

20

【0156】

また、高周波モジュール1Bにおいて、出力トランス15は出力トランス25よりも大きく、モジュール基板91を平面視した場合、電力増幅器10Aとスイッチ42とは少なくとも一部重なり、かつ、電力増幅器20Aとスイッチ42とは重なっていてもよい。

【0157】

電力増幅器10Aおよび20Aのうち、より高周波の送信信号を出力する出力トランス25のほうが、体積が小さい。上記構成によれば、電力増幅器10Aとスイッチ42とが少なくとも一部重なることで上記信号配線を短くでき、また、電力増幅器20Aとスイッチ42とが重ならないことで電力増幅器20Aの放熱性を向上させつつスイッチ42が電力増幅器20Aからの放熱によるダメージを受けることを回避できる。

30

【0158】

また、高周波モジュール1において、モジュール基板91を平面視した場合、電力増幅器10Aおよび20Aのそれぞれは、出力トランス15および25と重ならなくてもよい。

【0159】

出力トランス15および25は、高出力の送信信号に対応して高いQ値を必要とするため、電力増幅器10Aおよび20Aが近接することで出力トランス15および25により形成される磁界が変化しないことが望ましい。上記構成によれば、上記領域に電力増幅器10Aおよび20Aが成されていないことにより、出力トランス15および25を構成するインダクタの高Q値を維持できる。

40

【0160】

また、高周波モジュール1において、出力トランス15および25は主面91aに配置され、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15と重なる主面91b上の領域、および、出力トランス25と重なる主面91b上の領域には、回路部品は配置されていなくてもよい。

【0161】

これによれば、主面91bの上記領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25を構成するインダクタの高Q値を維持できる。

【0162】

50

また、高周波モジュール1において、出力トランス15および25は主面91bに配置され、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15と重なる主面91a上の領域、および、出力トランス25と重なる主面91a上の領域には、回路部品は配置されていなくてもよい。

【0163】

これによれば、主面91aの上記領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25を構成するインダクタの高Q値を維持できる。

【0164】

また、高周波モジュール1において、出力トランス15および25は主面91aと主面91bとの間のモジュール基板91の内部に形成されており、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15と重複する主面91a上の領域および主面91b上の領域、ならびに、出力トランス25と重複する主面91a上の領域および主面91b上の領域には、回路部品は配置されていなくてもよい。

10

【0165】

これによれば、主面91aおよび主面91bの上記領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25を構成するインダクタの高Q値を維持できる。

【0166】

また、高周波モジュール1において、出力トランス15および25は、主面91aと主面91bとの間のモジュール基板91の内部であって主面91aおよび主面91bの一方に近く形成されており、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15と重複する主面91aおよび主面91bの一方の領域、ならびに、出力トランス25と重複する主面91aおよび主面91bの一方の領域には、回路部品は配置されておらず、モジュール基板91を平面視した場合に、出力トランス15と重複する主面91aおよび主面91bの他方の領域、ならびに、出力トランス25と重複する主面91aおよび主面91bの他方の領域には、回路部品は配置されていてもよい。

20

【0167】

この場合であっても、出力トランス15および25により近接する主面91aおよび主面91bの一方の領域に回路部品が配置されていないので、出力トランス15および25のインダクタの高Q値を維持できる。

【0168】

また、通信装置5は、アンテナ2と、アンテナ2で送受信される高周波信号を処理するRFIC3と、アンテナ2とRFIC3との間で高周波信号を伝送する高周波モジュール1と、を備える。

30

【0169】

これにより、マルチバンド化に対応した小型の通信装置5を提供することが可能となる。

【0170】

(その他の実施の形態など)

以上、本発明の実施の形態に係る高周波モジュールおよび通信装置について、実施の形態、実施例および変形例を挙げて説明したが、本発明に係る高周波モジュールおよび通信装置は、上記実施の形態、実施例および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態、実施例および変形例における任意の構成要素を組み合わせる別の実施の形態や、上記実施の形態、実施例および変形例に対して本発明の主旨を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例や、上記高周波モジュールおよび通信装置を内蔵した各種機器も本発明に含まれる。

40

【0171】

例えば、上記実施の形態、実施例および変形例に係る高周波モジュールおよび通信装置において、図面に開示された各回路素子および信号経路を接続する経路の間に、別の回路素子および配線などが挿入されていてもよい。

【産業上の利用可能性】

50

## 【 0 1 7 2 】

本発明は、マルチバンド対応のフロントエンド部に配置される高周波モジュールとして、携帯電話などの通信機器に広く利用できる。

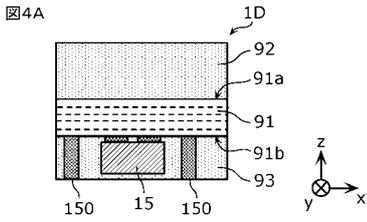
## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 7 3 】

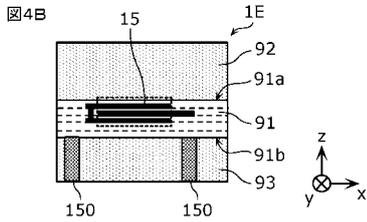
1、1 A、1 B、1 C、1 D、1 E、1 F	高周波モジュール	
2	アンテナ	
3	R F 信号処理回路 ( R F I C )	
4	ベースバンド信号処理回路 ( B B I C )	
5	通信装置	10
1 0、2 0	送信増幅回路	
1 0 A、2 0 A	電力増幅器	
1 1、1 2、1 3、2 1、2 2、2 3	増幅素子	
1 4、2 4	段間トランス	
1 4 a、1 5 a、2 4 a、2 5 a	一次側コイル	
1 4 b、1 5 b、2 4 b、2 5 b	二次側コイル	
1 5、2 5	出力トランス	
1 6、2 6	キャパシタ	
3 0	低雑音増幅器	
4 1、4 2、4 3、4 4	スイッチ	20
4 1 a、4 1 b、4 2 a、4 2 b、4 3 a	共通端子	
4 1 c、4 1 d、4 1 e、4 1 f、4 2 c、4 2 d、4 2 e、4 3 b、4 3 c、4 3 d	選択端子	
5 1、5 2、5 3、5 4	整合回路	
6 1、6 2、6 3	デュプレクサ	
6 1 R、6 2 R、6 3 R	受信フィルタ	
6 1 T、6 2 T、6 3 T	送信フィルタ	
7 0、7 5	半導体 I C	
8 0	P A 制御回路	
9 1	モジュール基板	30
9 1 a、9 1 b	主面	
9 2、9 3	樹脂部材	
9 5 V	放熱用ビア導体	
1 0 0	アンテナ接続端子	
1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2	送信入力端子	
1 1 5、1 2 5	入力端子	
1 1 6、1 2 6	出力端子	
1 3 0	受信出力端子	
1 4 0	制御信号端子	
1 5 0	外部接続端子	40
1 6 0	パンプ電極	



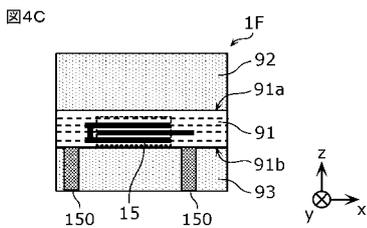
【 図 4 A 】



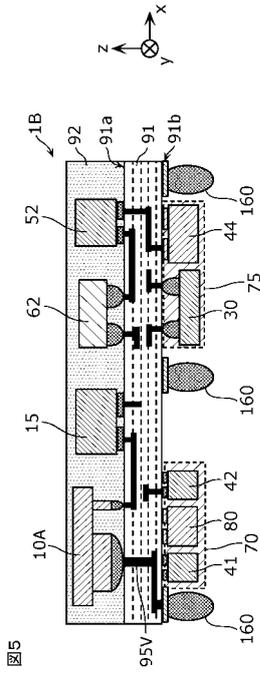
【 図 4 B 】



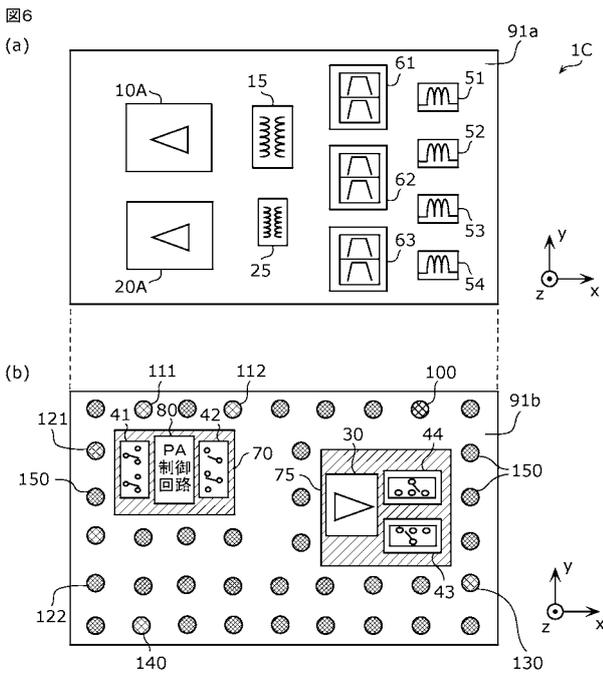
【 図 4 C 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K011 AA06 BA04 DA02 DA12 DA27 JA01 KA18