

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4774791号
(P4774791)

(45) 発行日 平成23年9月14日 (2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月8日 (2011.7.8)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 B 1/04 (2006.01)	H O 4 B 1/04 E
H O 4 W 52/04 (2009.01)	H O 4 Q 7/00 4 3 0

請求項の数 16 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2005-109468 (P2005-109468)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成17年4月6日 (2005.4.6)		日立金属株式会社
(65) 公開番号	特開2006-295282 (P2006-295282A)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(43) 公開日	平成18年10月26日 (2006.10.26)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成20年3月27日 (2008.3.27)		ポレール特許業務法人
前置審査		(72) 発明者	武田 栄里子
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	栗山 哲
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	井戸 立身
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信信号を増幅する複数の電力増幅器を具備して成り、

上記複数の電力増幅器は、相互に最大出力電力が異なる少なくとも2個の電力増幅器を含む、3個以上の電力増幅器であり、

M I M O (Multiple Input Multiple Output) 通信方式で用いられる電力増幅器の数が S I S O (Single Input Single Output) 通信方式で用いられる電力増幅器の数よりも大きく、

上記高周波モジュールは更に、複数のアンテナと上記複数の電力増幅器とを1対1に対応させて電氣的に接続するための複数の端子を具備してなり、

上記複数の電力増幅器は上記複数の端子とそれぞれ電氣的に接続され、

上記高周波モジュールは更に、平面図が4辺を有する矩形形状となるような基板を具備してなり、

上記複数の端子は共に上記基板の裏面の上記4辺のうちの1辺に沿って配置され、上記複数の電力増幅器は配線を交差させることなく上記複数の端子とそれぞれ電氣的に接続されており、上記高周波回路装置がM I M O通信方式で動作する場合、1つの送信信号に対して上記複数の電力増幅器のうちの少なくとも2つの電力増幅器が用いられ、該M I M O通信方式で動作する電力増幅器は、上記複数の端子のうち端子間の平均距離が最大となるように選択された少なくとも2つの端子にそれぞれ電氣的に接続されている

10

20

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 2】

請求項 1 において、

上記複数の端子のうち上記基板の上記 1 辺の両端に最も近い 2 つの端子にそれぞれ電氣的に接続された上記 2 つの電力増幅器以外の電力増幅器のうちの少なくとも 1 つは、上記 2 つの電力増幅器よりも前記最大出力電力が大きい

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 3】

請求項 1 において、

上記高周波モジュールが M I M O 通信方式で動作する場合に用いられる前記電力増幅器の任意の 2 つの電力増幅器の前記最大出力電力が互いにほぼ等しく、

上記高周波モジュールは、周波数帯域が異なる 2 つの M I M O 通信方式の少なくともいずれかで動作するように構成されている

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 において、

上記高周波モジュールは、少なくとも、送受信信号に作用するフィルタ、送受切替用のスイッチ、上記複数のアンテナ、上記複数の増幅器の入出力側に接続した入力整合回路及び出力整合回路、送受信経路に挿入したバランのいずれかを含んで構成されている

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 5】

周波数帯域の少なくとも一部が等しい送信信号を増幅する複数の電力増幅器を具備してなり、

上記複数の電力増幅器は、相互に最大出力電力が異なる少なくとも 2 個の電力増幅器を含む、3 個以上の電力増幅器であり、

上記高周波モジュールは更に、平面図が 4 辺を有する矩形形状となるような基板を具備してなり、

複数のアンテナと上記複数の電力増幅器とを 1 対 1 に対応させて電氣的に接続するための複数の端子を具備してなり、

上記複数の電力増幅器は上記複数の端子とそれぞれ電氣的に接続され、

上記複数の端子は共に上記基板の裏面の上記 4 辺のうちの 1 辺に沿って配置され、上記複数の電力増幅器は配線を交差させることなく上記複数の端子とそれぞれ電氣的に接続されており、

上記高周波回路装置が M I M O 通信方式で動作する場合、1 つの送信信号に対して上記複数の電力増幅器のうちの少なくとも 2 つの電力増幅器が用いられ、該 M I M O 通信方式で動作する電力増幅器は、互いに最大出力電力がほぼ等しい

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 6】

請求項 5 において、

上記高周波モジュールは相互に最大出力電力が異なる 2 種類の電力増幅器を具備してなり、上記最大出力電力が他より大きい電力増幅器は、上記最大出力電力が他より小さく上記 M I M O 通信方式で動作する電力増幅器がそれぞれ接続される上記端子の間に配置されている端子に接続される

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 7】

請求項 5 において、

上記電力増幅器と 1 対 1 に対応させて電氣的に接続するアンテナを切り替えるためのスイッチを具備してなる

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 8】

請求項 5 において、

上記高周波モジュールは、少なくとも、送受信信号に作用するフィルタ、送受切替用のスイッチ、上記複数のアンテナ、上記複数の電力増幅器の入出力側に接続した入力整合回路及び出力整合回路、送受信経路に挿入したバランのいずれかを含んで構成されていることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 9】

請求項 6 において、

上記最大出力電力が異なる 2 種類の電力増幅器として、第 1 の電力増幅器、及び、第 2 の電力増幅器を具備して成り、

前記第 1 の電力増幅器は前記 S I S O 通信に必要な電力が出力できるように構成され、前記第 2 の電力増幅器第 2 の P A 2 は送信多重度 2 の通信に必要な電力が出力できるように構成され、

上記第 1 の電力増幅器は、G a A s トランジスタを 3 段にカスケード接続した 3 段増幅器であり、上記第 2 の電力増幅器は、上記第 1 の電力増幅器よりもカスケード接続段数が少ない増幅器である

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 10】

請求項 5 において、

上記基板は、多層のセラミック基板又は樹脂基板のいずれかである

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 11】

請求項 10 において、

上記基板は、多層のセラミック基板であり、上記多層のセラミック基板の中に送受信信号に作用するフィルタが内蔵されており、

上記基板は、セラミックアンテナを集積している

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 12】

請求項 6 において、

上記最大出力電力が異なる 2 種類の電力増幅器として、第 1 の電力増幅器、第 2 の電力増幅器、及び、第 3 の電力増幅器を具備して成り、

前記第 1 の電力増幅器は前記 S I S O 通信に必要な電力が出力できるように構成され、前記第 2 の電力増幅器第 2 の P A 2 は送信多重度 2 の通信に必要な電力が出力できるように構成され、前記第 3 の電力増幅器は送信多重度 3 の通信に必要な電力が出力できるように構成されている

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 13】

請求項 12 において、

上記複数の端子として、上記第 1 の電力増幅器に電氣的に接続される第 1 の端子と上記第 2 の電力増幅器に電氣的に接続される第 2 の端子と上記第 3 の電力増幅器に電氣的に接続される第 3 の端子とを有し、

上記第 1 の端子と上記第 2 の端子とが、上記第 1 の端子と上記第 2 の端子と上記第 3 の端子の中で、互いに距離が最も遠く配置されている

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 14】

請求項 6 において、

上記最大出力電力が異なる 2 種類の電力増幅器として、相互に最大出力電力が異なる第 1 の電力増幅器と 2 個の第 2 a と第 2 b の電力増幅器とを有し、

上記 2 個の第 2 a と第 2 b の電力増幅器は、増幅器を構成するトランジスタの前記最大出力電力が略等しく、上記第 1 の電力増幅器の出力の最大値が上記第 2 a と第 2 b の電力増幅器のそれぞれの出力の最大値よりも大きく、

10

20

30

40

50

上記複数の端子として、上記第 1 の電力増幅器に電氣的に接続される第 1 の端子と上記第 2 a の電力増幅器に電氣的に接続される第 2 a の端子と上記第 2 b の電力増幅器に電氣的に接続される第 2 b の端子とを有し、

上記第 1 の端子が上記第 2 a の端子と上記第 2 b の端子との間に配置されていることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 15】

請求項 6 において、

上記最大出力電力が異なる 2 種類の電力増幅器として、第 1 の電力増幅器と第 2 の電力増幅器と第 3 の電力増幅器と第 4 の電力増幅器とを有し、

上記第 2 の電力増幅器は上記第 1 の電力増幅器よりも同一の入力電力に対して出力電力が 3 d B 小さく、上記第 3 の電力増幅器は上記第 2 の電力増幅器よりも同一の入力電力に対して出力電力が 1 . 8 d B 小さく、上記第 4 の電力増幅器は上記第 3 の電力増幅器よりも同一の入力電力に対して出力電力が 1 . 2 d B 小さい

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 16】

請求項 6 において、

上記最大出力電力が異なる 2 種類の電力増幅器として、第 1 の電力増幅器と 3 個の第 2 a と第 2 b と第 2 c の電力増幅器とを有し、

上記 3 個の第 2 a と第 2 b と第 2 c の電力増幅器は、増幅器を構成するトランジスタのサイズが略等しく、上記第 1 の電力増幅器の出力の最大値が上記第 2 a と第 2 b と第 2 c の電力増幅器のそれぞれの出力の最大値よりも大きく、

上記第 2 a と第 2 c の電力増幅器を含む送受信部が、前記高周波モジュールの両端に配置され、上記第 1 の電力増幅器が上記第 2 a と第 2 c の電力増幅器の間に配置されている

ことを特徴とする高周波モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信に用いられる高周波回路装置、及び高周波回路装置の機能を単一部品（モジュール）として実現した高周波モジュールに係り、より詳細には、MIMO（Multiple Input Multiple Output）システムに適用して好適の高周波回路装置および高周波モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

無線LAN（Local Area Network）等の無線通信システムにおいて、データの送受信を複数の送信部と複数の受信部を用いて行なうことによって伝送速度を高速化するMIMOの利用が検討されている。現在、標準化が進められている次世代の無線LAN規格（IEEE 802 . 11 n）には、MIMOが用いられる予定である。MIMOを用いた無線通信システムの例が特許文献 1 に開示されている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 44051 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

既に規格化されている無線LANシステムでは、送受信に用いる信号の周波数帯域に対応した 1 個の送信部及び 1 個の受信部により送受信が行なわれる（以下、SISO（Single Input Single Output）と称する）。通信距離を長くするために、或いはSN比（信号対雑音比）を良くするために、規格によって決められた上限を超えない範囲で大きい電力で信号を送信することが望ましく、そのために送信部に電力増幅器（パワーアンプ、以下「PA」と称す）が設けられる。PAによって増幅された信号がアンテナに伝達され、通

10

20

30

40

50

信が行なわれる。

【0005】

例えば2.4GHz帯の周波数を用いるシングルバンド用無線LANシステムにおける一般的なRF部の構成例を図34及び図35に示す。図34及び図35において、RFアナログ集積回路(以下「RF-IC」と称する)118で生成された平衡型の送信信号は、バラン(Balun)116aで不平衡の送信信号になり、帯域通過フィルタ(BPF)113を経てPA111に入力される。PA111で電力増幅された送信信号は、低域通過フィルタ(LPF)114及びスイッチ(SW)115を経てアンテナ117に送られる。アンテナ117で受信された受信信号は、SW115、帯域通過フィルタ119を通り、バラン116bで平衡型の受信信号に変換されてから、RF-IC118に送られる。図34と図35の差は、図34では1個のアンテナ117で信号が受信されることに
10
対して、図35では2個のアンテナ117a, 117bが用いられ、アンテナダイバシティが構成されていることにある。従来の無線LANのシングルバンド用であれば、送受信部は1組でよく、送信経路に用いるパワーアンプの個数も1個で良い。また、切り替えることによって、2.4GHz帯または5GHz帯の2つの周波数帯域のどちらも使用できるように構成したデュアルバンド用の無線LANシステムにおいては、それぞれ2.4GHz帯用に1組、5GHz帯用に1組の送受信部が設けられている。

【0006】

上述のように現在、無線LANの伝送速度を高速化するために、次世代規格の標準化が進められている。この規格では、複数の送受信部及び複数のアンテナを設けて通信を行な
20
う技術(MIMO技術)を採用することが予定されている。MIMOでは従来のSISOと異なり、例えば図34に示した回路を複数個並列に並べて送受信部を構成する。ただし、図34の中で、RF-IC118は、複数個並べることが可能であるが、複数個分の機能を1つのICにまとめたRF-IC118を用いることが望ましく、一般には、図34で回路部分120として示した部分を複数個並べることが考えられる。従って、MIMOでは少なくとも一部は同じ周波数帯域を含む信号を増幅するPAも複数個必要となる。例えば2.4GHz帯用の無線LANに用いる送信部には、2.4GHz帯の信号を増幅する電力増幅器が複数個必要となる。以下本明細書では、送信の多重度がnであるシステムの場合に送信多重度n、また受信の多重度がmであるシステムの場合に受信多重度mという表現を用いることとする。MIMO方式では、受信多重度m 送信多重度n 2である
30
。

【0007】

MIMO技術を用いてデータの送信を行なう場合、複数のPAが必要であり、各PAからの出力の合計が規格の上限を超えないように設定する必要がある。従って、送信時の多重度が増加するに従い、個々のPAから出力する電力はより小さくする必要がある。即ち、MIMOで用いられるPAの出力は、SISOに用いられるPAの出力よりも、一般に小さく抑える必要がある。

【0008】

新しく制定される無線LAN規格では、一般に、従来の無線LAN規格を満たすことが
40
要求される。従って、無線LANの次世代規格としてMIMO技術の採用が決定された場合、従来の無線LAN規格にも対応させることが要求される。この場合には、複数の送信部のいずれか1つが従来規格の無線LAN用に用いられることになる。

【0009】

ここで、一般のPAの出力電力と効率の関係を図36に示す。同図に示されるように、出力電力を小さくすると、PAの効率が下がる。従って、従来の無線LAN規格に対応するように設計されたPAを用いてMIMOに対応する無線LANの送信部を構成すると、PAの効率が下がり、PAの効率低下を招くことが避けられない。

【0010】

本発明の目的は、上記課題を解決し、PAの効率低下が低減可能な、MIMOシステム及び従来システムに対応する高周波回路装置、及び高周波回路の機能を単一部品(モジュ
50

ール)として実現した高周波モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するための本発明の代表的なものの一例を示せば以下のようになる。すなわち、本発明の高周波回路装置は、送信信号を増幅する複数の電力増幅器を具備して成り、上記複数の電力増幅器は、相互に最大出力電力が異なる少なくとも2個の電力増幅器を含み、通信方式に応じて上記複数の電力増幅器のうちの少なくとも1個の電力増幅器が用いられることを特徴とする。また、本発明による高周波モジュールは、送信信号を増幅する複数の電力増幅器を具備して成り、上記複数の電力増幅器は、相互に最大出力電力が異なる少なくとも2個の電力増幅器であることを特徴とする。上記増幅器は、増幅する信号の周波数帯域の少なくとも一部は互いに等しい信号を増幅する。

10

【0012】

上記の最大出力電力が異なる増幅器は、増幅器を構成するトランジスタの段数、または、同一効率のときの出力電力の大きさ、または最大飽和出力電力の大きさ、または最大線形出力電力の大きさ、またはプロセス材料、またはパワーアンプのバイアス電圧、またはパワーアンプを構成するトランジスタのサイズ、または負荷インピーダンスの値などを変化させることによって、得ることが可能である。

【0013】

例えば、上記高周波回路装置もしくは上記高周波モジュールに含まれる、第一のPAは、その線形出力の最大値が、第二のPAの線形出力の最大値よりも3dB大きくなるように設計されているPAである。上記第一のPAと上記第二のPAを含んで構成した高周波回路装置もしくは高周波モジュールにおいて、MIMOで送信多重度2の通信を行なうときに第一のPAは出力電力を第一のPAのSISO通信の時に出力する電力よりも3dB小さくして出力される。第二のPAは、MIMO通信用に適した電力を出力する。なお、第一のPAの最大出力電力は、規格によって設定される。以上により、第一のPAの効率は低下するが、第二のPAの効率は低下せず、全体としてPAの効率低下が低減される。また、SISOで通信を行なうときには、第一のPAのみから送信信号が出力される。

20

【0014】

上記目的を達成するための本発明の高周波モジュールは、本発明の上記高周波回路装置の機能を単一部品としてモジュール化することによって実現される。本発明の高周波モジュールではSISOの場合は、第一のPAにのみ送信信号が入力され、MIMOの場合には、第一および第二のPAに送信信号が入力される。

30

【0015】

尚、本発明の「高周波回路装置」は、少なくとも無線通信用の送信回路、その送信回路が単一の半導体基板上にモノリシックに形成されてなる半導体集積回路、単一のモジュール基板上に複数の半導体チップ部品を配置することによってその送信回路が単一部品(モジュール)として構成された送信回路モジュール、マザーボード上に個別部品を配置することによって(ディスクリートに)その送信回路が構成されたもの、およびこれらのうちの少なくとも1つを筐体内に搭載してなる装置を含む。さらに、本発明の高周波回路装置には、無線通信用の受信回路が含まれても良いことは明らかである。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、MIMOで通信を行なうときに用いられる複数のPAの少なくとも1個はその出力電力がMIMOでの仕様に適したPAが用いられるため、複数のPAの全体としての効率低下が低減される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明に係る無線通信に用いられる高周波回路装置及び高周波回路の機能を単一部品(モジュール)として実現した高周波モジュールを図面に示した幾つかの実施形態を参照して更に詳細に説明する。実施形態を説明するための全図において、同一の機能を有

50

するものに同一符号を付し、その繰り返しの説明は省略することとする。

【0018】

< 第1の実施形態 >

本発明の第1の実施形態を図1から図7Bを用いて説明する。図1は、2.4GHz帯の周波数帯を用いた送信多重度2のMIMOに用いる高周波回路装置の構成を示すブロック図である。本実施形態の高周波回路装置は、第一のPA1、第二のPA2、送信信号用の2個のバンドパスフィルタ3a, 3b、送信信号用の2個のローパスフィルタ4a, 4b、2個のスイッチ5a, 5b、受信信号用の2個のバンドパスフィルタ16a, 16bを含んで構成される。図では、18a, 18bは送信信号の入力端子、19a, 19bは受信信号の出力端子、及び6a, 6bはアンテナ端子を示す。

10

【0019】

送信多重度2のMIMOシステムで本実施形態に示す高周波回路装置を使用して、信号を送信する場合は、第一のPA1及び第二のPA2の双方に信号が入力される。また、従来の無線LAN環境においてSISO通信を行なう場合は、第一のPA1が含まれる送信部（入力端子18a～アンテナ端子6a）及びそれと組になっている受信部（アンテナ端子6a～出力端子19a）のみが用いられ、第二のPA2が含まれる送信部（入力端子18b～アンテナ端子6b）及びそれと組になっている受信部（アンテナ端子6b～出力端子19b）は用いられない。

【0020】

第一のPA1及び第二のPA2は、線形アンプである。これら2つのPAの入出力特性を図2Aに示す。第二のPA2は、第一のPA1よりも、線形領域において同一の入力電力に対して出力電力が約3dB小さくなるように、すなわち利得が3dB小さくなるように設計されている。第一のPA1は、例えば送信電力の上限のみならず許容されるエラーベクトルマグニチュードの値などの無線LAN規格を満足し、かつPA出力端からアンテナまでの損失などを考慮した電力を出力するように設計されている。第一のPA1をMIMO通信に用いる場合は、第一のPA1及び第二のPA2から電力が出力されるため、第一のPA1の出力電力は約半分とする。本実施形態では第一のPA1は利得が可変であるPAを用いると良い。また本発明の第1の実施形態は、送信信号を増幅する電力増幅器に入力される信号の大きさが、SISO通信の場合も、MIMO通信の場合も同じである場合に特に適している。

20

30

【0021】

図2Bは、第一のPA1及び第二のPA2の電力付加効率の出力電力依存性を示している。図2Bに示すように、同じ出力電力の場合、第二のPA2は、効率が第一のPA1の効率よりも良く、第一のPA1と同じ出力電力を出力する場合に、良い効率を保つことができる。このような効率は、第二のPA2が第一のPA1に対して最大出力電力が約3dB小さくなるように設計されているために実現される。第二のPA2として、第一のPA1と同じ入出力特性を示すPAを用いた場合は、第一、第二のPAとも効率が下がるが、本実施形態では第二のPA2の効率が良い分、全体として効率の低下が軽減される。即ち、本実施形態に示す高周波回路装置の構成とすることによって、SISO通信に対しては十分な電力を出力することができ、かつMIMO通信に対しては電力増幅器全体の効率の低下を軽減することができる。

40

【0022】

本実施形態の高周波回路装置は、図3に示すように、モジュール化して高周波モジュール17としもよい。高周波モジュール17では、多層のセラミックス基板83が用いられる。セラミックス基板83の中に、図3には示されていないが、バンドパスフィルタ3a, 3b, 16a, 16b、ローパスフィルタ4a, 4bなどが作製されている。図には示されていないが、アンテナに接続するためのアンテナ端子は、セラミックス基板83の裏面に、基板の辺に沿って設けられている。また、第一のPA1、第二のPA2及びスイッチ5a, 5bは、チップ部品81と共にセラミックス基板83の表面に実装される。第一のPA1、第二のPA2やスイッチ5a, 5bはベアチップ実装としても良い。更に、セ

50

ラミックス基板 8 3 の上にふた 8 2 が被せられる。本実施形態では、多層のセラミックス基板 8 3 の中にフィルタ 3 a , 3 b , 4 a , 4 b , 1 6 a , 1 6 b が内蔵されるので、高周波モジュール 1 7 を小型化することができる。

【 0 0 2 3 】

また、高周波モジュールの別の構造として、図 4 に示す高周波モジュール 8 5 がある。高周波モジュール 8 5 は、図 3 に示す高周波モジュール 1 7 に用いられているセラミックス基板 8 3 の実装面積を大きくして、更にセラミックアンテナ 8 4 a , 8 4 b を集積したものである。また、セラミックアンテナ 8 4 a , 8 4 b を図 3 に示す高周波モジュールと一体形成しても良い。

【 0 0 2 4 】

高周波モジュールの更に別の構造として、図 5 に示す高周波モジュール 8 9 がある。高周波モジュール 8 9 は、樹脂基板 8 7 を用いて形成される。本モジュールでは、受信用のローノイズアンプ (L N A) 8 8 a , 8 8 b やバンドパスフィルタ 1 6 a , 1 6 b などはディスクリット部品を用いており、それらが樹脂基板 8 7 上に他の部品と共に実装される。また、樹脂基板 8 7 の中に内蔵することができる部品は、基板 8 7 上に実装せず基板に内蔵しても良いことは言うまでもない。

【 0 0 2 5 】

また、図 4 に示した高周波モジュール 8 5 と同様、図 6 に示すように、樹脂基板 8 7 上にアンテナ 9 0 a , 9 0 b を形成し、図 5 に示した高周波モジュール 8 9 と一体形成することにより、アンテナも集積化した高周波モジュール 9 1 としても良い。このような高周波モジュール 9 1 を提供することにより、モジュール使用者の高周波回路設計、部品の実装という手間を省くことができる。

【 0 0 2 6 】

なお、図 1 に示した高周波回路装置は、モジュール化せずに図 7 A に示すように、ディスクリット部品を用いて、例えば、マザーボードとなる基板 1 3 の上に配置することによって、構成しても良いことは言うまでもない。なお基板の形状は、その作成上、矩形であることが望ましい。図 7 A の基板 1 3 の裏面を図 7 B に示すが、図 1 で示したアンテナ用端子は、図 7 B に示すように、基板 1 3 の一辺に沿って配置することが、アンテナと接続するための配線の配置を容易にするために望ましい。図 7 B で端子 1 3 0 は第一の P A 1 と電氣的に接続する端子、端子 1 3 1 は第二の P A 2 と電氣的に接続する端子である。

【 0 0 2 7 】

以下の実施形態において、本発明による高周波回路装置および高周波モジュールは、高周波モジュールの構成を取り上げて説明するが、そのモジュール実装及び用いられる基板などは上記と同様であるので、説明を省略する。また、第一の実施例と同様に、モジュール化せずに、ディスクリット部品をマザーボードなどの基板上に配置して、高周波回路装置を形成しても良いことは言うまでもない。

【 0 0 2 8 】

< 第 2 の実施形態 >

本発明の第 2 の実施形態を図 8 を用いて説明する。図 8 は、第 1 の実施形態と同様に 2 . 4 G H z 帯で動作する送信多重度 2 の M I M O 用の高周波モジュール 8 の回路構成を示すブロック図である。本発明の第 2 の実施形態は、送信信号を増幅する電力増幅器に入力される信号の大きさが、S I S O 通信の場合も、M I M O 通信の場合も同じである場合に特に適している。本実施形態において、第一の P A 1 は主として G a A s (ガリウム砒素) を用いたトランジスタを 3 段にカスケード接続した 3 段アンプであり、第二の P A 2 は主として G a A s を用いたトランジスタを 2 段にカスケード接続した 2 段アンプである。第二の P A 2 は、トランジスタの段数を第一の P A 1 に比べて少なくして、全体として利得が 3 d B 小さく、線形領域における最大出力電力が約 3 d B 小さくなるように設計されている。

【 0 0 2 9 】

第 2 の実施形態においても、M I M O 通信のときにのみ使用される P A が、M I M O 及

10

20

30

40

50

びS I S Oの両方の通信に用いられるP Aよりも最大出力電力が小さくなるように構成されることにより、S I S O通信に対しては十分な電力を出力することができ、かつM I M O通信に対しては、パワーアンプ全体での効率の低下を低減することが可能になる。

【0030】

<第3の実施形態>

本発明の第3の実施形態を図9を用いて説明する。図9は、2.4GHz帯で動作する送信多重度2のM I M O用の高周波モジュール9の回路構成を示すブロック図である。本実施形態の第2の実施形態との違いは、第一のP A 1は第2の実施形態と同様に主としてG a A sを用いて作製されるが、第二のP A 2は主としてS i (シリコン)を用いて作製されている。第一のP A 1に比べて第二のP A 2は、利得を3dB小さくし、更に線形領域で最大出力電力が約3dB小さくなるように設計されている。第一のP A 1と第二のP A 2の使用方法和得られる効果は、これまでに述べた実施形態と同様である。本実施形態の更なる効果として、主としてS iを用いた安価なP Aも用いて高周波モジュールを構成することにより第一のP A 1ならびに第二のP A 2の双方をG a A sを用いて高周波モジュールを構成する場合よりも高周波モジュールを低コスト化することができる。

【0031】

<第4の実施形態>

本発明の第4の実施形態を図10を用いて説明する。図10は、第2の実施形態と同様に2.4GHz帯で動作する送信多重度2のM I M O用の高周波モジュール10の回路構成を示すブロック図である。第一のP A 1と第二のP A 2は同一設計のP Aであり、駆動条件が等しければ、出力電力、利得などはほぼ同一の特性を示す。本実施形態では、第一のP A 1のバイアス用端子11aからバイアス電圧が供給される。また、第二のP A 2のバイアス回路に、バイアス用端子11bを有するD C - D Cコンバータ15が設けられ、第二のP A 2にD C - D Cコンバータ15から第一のP A 1よりも低いバイアス電圧が供給される。本実施例では第一のP A 1には約3.3V、第二のP A 2には約2.3Vの電圧が供給される。このように、第二のP A 2のバイアス電圧を下げると、利得はほとんど変化しないが飽和出力が低下し線形領域における最大出力電力は小さくなる。バイアス電圧をさげることで高周波モジュール10の消費電力を減らすことができる。高周波モジュール10を本実施形態に示すような構成とすることにより、モジュール全体で低消費電力化をはかることが可能となる。本実施形態に特有の効果として、第2及び第3の実施形態では種類の異なるP Aが用いられたが、本実施形態では同じP Aが用いられるため、M I M O用の高周波モジュール10の作製に要するP Aの種類を減らすことができ、部品の調達、管理などを簡便化することができる。また、本発明の第4の実施形態は、S I S O通信の場合に比べて、M I M O通信の場合はその多重度に応じて、入力電力があらかじめ小さくなっている信号の増幅に適している。

【0032】

<実施形態5>

本発明の第5の実施形態を図11を用いて説明する。図11は第2の実施形態と同様に2.4GHz帯で動作する送信多重度2のM I M O用の高周波モジュール12の回路構成を示すブロック図である。本実施形態の第一のP A 1並びに第二のP A 2はG a A s H B Tによる電力増幅器である。本実施形態においては、第二のP A 2の最終段のフィンガー数は第一のP Aの最終段のフィンガー数の半分となっている。このように本実施形態ではトランジスタのサイズを小さくすることで第二のP A 2の最大出力電力が小さくなっている。本実施形態による効果もこれまでに説明してきた実施形態と同様である。本実施形態に特有の効果として、第二のP A 2のトランジスタサイズを小さくすることによって、1個のP Aの作製に要するチップ面積を小さくすることができるため、結果として、高周波モジュール12を低コスト化することができる。また、第二のP A 2のゲート幅を第一のP A 1のゲート幅より狭くした電力増幅器を用いて構成した電力増幅器を具備してなる高周波モジュールにおいても、同様の効果が得られることは明白である。

【0033】

< 第 6 の実施形態 >

本発明の第 6 の実施形態を図 1 2 を用いて説明する。図 1 2 は、2 . 4 G H z 帯で動作する送信多重度 3 の M I M O 用の高周波モジュール 3 0 の回路構成を示すブロック図である。本モジュールは、第一の P A 1、第二の P A 2、第三の P A 3 2、送信信号用の 3 個のバンドパスフィルタ 3 a ~ 3 c、送信信号用の 3 個のローパスフィルタ 4 a ~ 4 c、受信信号用の 3 個のバンドパスフィルタ 1 6 a ~ 1 6 c、及び 3 個のスイッチ 5 a ~ 5 c を含んで構成される。更に、送信信号の 3 個の入力端子 1 8 a ~ 1 8 c、受信信号の 3 個の出力端子 1 9 a ~ 1 9 c、及び 3 個のアンテナ端子 6 a ~ 6 c が設けられる。

【 0 0 3 4 】

通信相手の受信多重度が 3 以上である M I M O システムにおいて高周波モジュール 3 0 を用いる場合、送信時には第一の P A 1、第二の P A 2 及び第三の P A 3 2 が含まれる送信部に対して、送信信号が入力される。また、従来の無線 L A N システムにおいて S I S O 通信を行なう場合は、送信時には第一の P A 1 が含まれる送信部に送信信号が入力される。また、通信相手の受信多重度が 2 である場合は、本実施形態では第一の P A 1 と第二の P A 2 が含まれる送信部に送信信号が入力される。

【 0 0 3 5 】

本実施形態の高周波モジュールでは第一の P A 1、第二の P A 2 及び第三の P A 3 2 は、主として G a a s を用いて作製された線形アンプが用いられる。これら 3 個の P A の入力特性を図 1 3 に示す。線形領域では第二の P A 2 は、第一の P A 1 よりも、同一の入力電力に対して出力電力が約 3 d B 小さくなるように設計された P A である。また、線形領域では第三の P A 3 2 は、第二の P A 2 よりも、同一の入力電力に対して約 1 . 8 d B 小さくなるように設計された P A である。第一の P A 1 は、従来の無線 L A N 規格並びに P A 出力端からアンテナまでの損失などを考慮した電力を出力するように設計された P A である。

【 0 0 3 6 】

本実施形態においても通信相手の多重度によって使用する P A 及びそこから出力される電力が変化する。送信多重度 2 で送信する場合は、それぞれの P A の出力電力は S I S O での出力電力よりも約 3 d B 小さい。また、送信多重度 3 で送信する場合は、それぞれの P A の出力電力は S I S O での出力電力よりも約 4 . 8 d B 小さい。本実施形態においては、第一の P A 1 は S I S O 通信に必要な電力が出力できるように、第二の P A 2 は送信多重度 2 の通信に必要な電力が出力できるように、第三の P A 3 2 は送信多重度 3 の通信に必要な電力が出力できるように、それぞれ設計されている。従って、全てが第一の P A 1 と同一の P A を用いて M I M O 用の高周波モジュールを形成する従来の場合に比べて、P A の効率の低下を低減することができる。このように、本実施形態に示すように、送信多重度 3 に対応できるように構成した M I M O 用の高周波モジュールにおいて、M I M O 通信のときのみ使用する P A を、M I M O と S I S O の双方の通信のときに用いる P A よりも最大出力電力が小さくなるように構成することにより、S I S O 通信に対しては十分な電力で出力でき、かつ送信多重度 2 及び送信多重度 3 の M I M O 通信を行なう場合は、パワーアンプ全体での効率の低下を抑えることができ、高効率の M I M O 用の高周波モジュールを提供することができる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 1 4 A を用いて本実施形態の高周波モジュール 3 1 の望ましい複数の P A の配置の仕方を説明する。本実施形態で説明した P A は、S I S O のときは第一の P A 1、多重度が 2 のときは第一の P A 1 と第二の P A 2 を用いる。M I M O では、それぞれに用いられるアンテナが相互に無相関とみなせる場合に最も M I M O 効果を得ることができる。従って、アンテナの間隔は可能な限り離すことが望ましい。従って、M I M O 用の高周波モジュール 3 1 を多重度 2 として用いる場合、図 1 4 A に示すように、アンテナ 3 3 とアンテナ 3 5 をアンテナ 3 4 を間に挟むように配置して、通信を行なうことが望ましい。この場合、高周波モジュール 3 1 からアンテナ 3 3、3 4、3 5 までの配線を互いに交差することなしに配置するためには、多重度 2 の場合に用いる第一の P A 1 と第二の P A 2 を

10

20

30

40

50

、それぞれアンテナ 3 5、3 3 と接続するようにし、そのためには第一の P A 1 並びに第二の P A 2 を含む送受信部がモジュールの両端に配置されることが望ましい。また、そのために第一から第三の P A がスイッチを介して、アンテナと接続するために設けられる端子の、望ましい配置を図 1 4 B を用いて説明する。図 1 4 B は本実施形態における高周波モジュールにおいて、P A やスイッチが搭載させる面を表面とした場合に、高周波モジュールの裏面を示した図である。アンテナと接続するための端子を、矩形のモジュールの一边に備えており、その中で、図 1 4 B に示した端子 1 3 0、1 3 1、1 3 2 が、第一から第三の P A とアンテナを接続する端子であり、端子 1 3 0 が第一の P A 1、端子 1 3 1 が第二の P A 2 と、端子 1 3 2 が第三の P A とそれぞれ電氣的に接続されている。本実施形態では端子 1 3 0 と端子 1 3 1 が、端子 1 3 0、1 3 1、1 3 2 の中で、互いの距離が最も遠くなるように配置されている。端子 1 3 0、1 3 1、1 3 2 をこのように配置することで、高周波モジュール内での配線を交差させることなく、高周波モジュールとアンテナとの間の配線の交差させることなく、配線を引き回すことが可能になる。

10

【0038】

このような構成にすることによって、図 1 2 に示した配置よりも、より高い M I M O 効果を得ることが可能となる。また、高周波回路装置においても、このような端子の配置によって同様の効果を得られることは明白である。

【0039】

< 第 7 の実施形態 >

本発明の第 7 の実施形態を図 1 5 を用いて説明する。図 1 5 は、2 . 4 G H z 帯で動作する送信多重度 3 の M I M O 用の高周波モジュール 3 6 の回路構成を示すブロック図である。本モジュールは、第一の P A 1、2 個の第二の P A 2 a、P A 2 b、送信信号用の 3 個のバンドパスフィルタ 3 a ~ 3 c、送信信号用の 3 個のローパスフィルタ 4 a ~ 4 c、受信信号用の 3 個のバンドパスフィルタ 1 6 a ~ 1 6 c、及び 3 個のスイッチ 5 a ~ 5 c を含んで構成される。本実施例では、第二の P A 2 a と第二の P A 2 b のトランジスタのサイズは略等しくなっている。

20

【0040】

また、送受信ともに多重度が 3 である M I M O システムにおいて、第一の P A 1、及び 2 個の第二の P A 2 a、2 b が用いられ、それらが含まれる送信部に送信信号が入力される。また、従来の無線 L A N 環境において S I S O 通信を行なう場合は、送信時には第一の P A 1 が含まれる送信部のみに送信信号が入力される。本実施形態における第一の P A 1 は M I M O 通信に用いられる場合は、S I S O 通信に用いられる場合に比べて、電力増幅器の増幅段数が減じられる。電力増幅器の増幅段数を変える方法は、後の実施例で説明する。

30

【0041】

ところで、本実施例では通信相手の受信多重度が 2 である場合は、先に述べた第 6 の実施形態とは異なり、送信時には本実施形態では第一の P A 1 が含まれる送信部には送信信号が入力されず、第二の P A 2 a、2 b が含まれる 2 つの送信部に送信信号が入力される。すなわち、第一の P A 1 は O F F 状態となる。第 6 の実施形態の場合は、多重度 2 で使用する場合は、第一の P A 1 の出力を下げて使用するため P A の効率が低下したが、本実施形態のような構成とすることにより、多重度 2 で使用する場合に P A 全体での効率の低下を防ぐことができる。

40

【0042】

また、本実施形態では、高周波モジュールを構成するために必要となる P A の種類が、第 6 の実施形態よりも 1 種類減らせることができるので、組み立てに要する P A の種類を減らすことができ、部品の調達、管理などを簡便化することができる。

【0043】

なお、多重度 3 で使用する場合は、本実施形態の場合に、先に述べた第 6 の実施形態に比べて第二の P A 2 a、2 b の一方の効率が劣化するが、第 6 の実施形態で用いた第三の P A 3 2 と、第 7 の実施形態において第三の P A 3 2 の代わりに用いる第二の P A 2 の出力

50

の差は約 1 . 8 d B であるため、効率の低下を少なく済ませることができる。

【 0 0 4 4 】

次に、本実施形態における望ましい複数の P A の配置の仕方について図 1 6 を用いて説明する。本実施形態では、S I S O のときは第一の P A 1 に信号が入力され、多重度が 2 のときに 2 個の第二の P A 2 a , 2 b に信号が入力される。そのとき、図 1 6 に示すように、2 個の第二の P A 2 a , 2 b を含む送受信部がモジュールの両端に配置されることが望ましい。そのような配置とすることによって、図 1 5 に示した配置よりも高い M I M O 効果を得ることが可能となる。更に、図 1 6 に示す配置とした場合は、最も出力電力が大きくなる第一の P A 1 がモジュールの中央付近に配置されることになるため、第一の P A 1 による発熱を M I M O 用の高周波モジュール 3 7 全体に拡散させることができる。そのため、第一の P A 1 からの発熱によるモジュール温度の上昇を低減することが可能になる。

10

【 0 0 4 5 】

なお、図 1 6 に示す配置とした場合の高周波モジュールの例を図 1 7 A に示す。高周波モジュール 8 0 のセラミックス基板 8 3 の中に、図 1 7 A には示されていないが、バンドパスフィルタ 3 a , 3 b , 3 c , 1 6 a , 1 6 b , 1 6 c 、ローパスフィルタ 4 a , 4 b , 4 c などが作製されている。基板 8 3 の表面の中央に第一の P A 1 及びスイッチ 5 b が実装され、同表面の両側に第二の P A 2 a とスイッチ 5 a 及び第二の P A 2 b とスイッチ 5 c がそれぞれ実装されている。チップ部品 8 1 もこれらと共に同表面に実装される。また、セラミックス基板 8 3 の上にふた 8 2 が被せられる。本実施形態における第一から第三の P A がスイッチを介して、アンテナと接続するために設けられる端子の、望ましい配置を図 1 7 B を用いて説明する。図 1 7 B は図 1 7 A に示した高周波モジュールの裏面を示した図である。アンテナと接続するための端子を、矩形のモジュールの一辺に備えており、その中で、図 1 7 B に示した端子 1 3 0 、 1 3 1 、 1 3 2 が、第一の P A 1 、第二の P A 2 a 、第二の P A 2 b とアンテナを接続する端子であり、端子 1 3 0 が第一の P A 1 、端子 1 3 1 が第二の P A 2 b と、端子 1 3 2 が第二の P A 2 a とそれぞれ電氣的に接続されている。このように配置することで、高周波モジュール内での配線を交差させることなく、高周波モジュールとアンテナとの間の配線の交差させることなく、配線を引き回すことが可能になる。本実施形態では、最大の出力電力を有する第一の P A 1 と電氣的に接続される端子 1 3 0 が、第二の P A 2 a 並びに第二の P A 2 b と電氣的に接続される端子の間になるように配置されている。高周波回路装置においても、このような端子の配置によって同様の効果を得られる。

20

30

【 0 0 4 6 】

< 第 8 の実施形態 >

本発明の第 8 の実施形態を図 1 8 を用いて説明する。図 1 8 は、2 . 4 G H z 帯で動作する送信多重度 4 の M I M O 用の高周波モジュール 4 0 の回路構成を示すブロック図である。本モジュールは、第一の P A 1 、第二の P A 2 、第三の P A 3 2 、第四の P A 4 1 、送信信号用の 4 個のバンドパスフィルタ 3 a ~ 3 d 、送信信号用の 4 個のローパスフィルタ 4 a ~ 4 d 、受信信号用の 4 個のバンドパスフィルタ 1 6 a ~ 1 6 d 、並びに 4 個のスイッチ 5 a ~ 5 d を含んで構成される。更に、送信信号の 4 個の入力端子 1 8 a ~ 1 8 d 、受信信号の 4 個の出力端子 1 9 a ~ 1 9 d 、及び 4 個のアンテナ端子 6 a ~ 6 d が設けられる。

40

【 0 0 4 7 】

多重度が 4 である M I M O システムにおいて、第一の P A 1 、第二の P A 2 、第三の P A 3 2 及び第四の P A 4 1 に送信信号が入力される。また、従来の無線 L A N 環境において S I S O 通信を行なう場合は、送信時には第一の P A 1 が含まれる送信部のみに送信信号が入力される。また、通信相手の受信多重度が 2 である場合は、送信時には本実施形態では第一の P A 1 及び第二の P A 2 が含まれる送信部のみに送信信号が入力される。また、通信相手の受信多重度が 3 である場合は、送信時には本実施形態では第一の P A 1 、第二の P A 2 及び第三の P A 3 2 が含まれる送信部のみに送信信号が入力される。これら 4

50

個のPAは、主としてG a A sを用いて作製された線形アンプである。これら4個のPAの入出力特性を図19に示す。線形領域では第二のPA2は、第一のPA1よりも、同一の入力電力に対して出力電力が約3dB小さくなるように設計されている。また、第三のPA32は、第二のPA2よりも、同一の入力電力に対して約1.8dB小さくなるように設計されている。また更に、第四のPA41は、第三のPA32よりも、同一の入力電力に対して約1.2dB小さくなるように設計されている。第一のPA1は、従来の無線LAN規格並びにPA出力端からアンテナまでの損失などを考慮した電力を出力するように設計されている。

【0048】

本実施形態により、これまでに説明した多重度2、又は多重度3のMIMOと同様の効果が得られることは明白である。

【0049】

<第9の実施形態>

本発明の第9の実施形態を図20を用いて説明する。図20は、2.4GHz帯で動作する送信多重度4のMIMO用の高周波モジュール42の回路構成を示すブロック図である。本モジュールは、第一のPA1、3個の第二のPA2a~2c、送信信号用の4個のバンドパスフィルタ3a~3d、送信信号用の4個のローパスフィルタ4a~4d、受信信号用の4個のバンドパスフィルタ16a~16d、及び4個のスイッチ5a~5dを含んで構成される。更に、送信信号の4個の入力端子18a~18d、受信信号の4個の出力端子19a~19d、及び4個のアンテナ端子6a~6dが設けられる。

【0050】

本実施形態では、送受信端末ともに多重度が4であるMIMOシステムにおいて、第一のPA1及び3個の第二のPA2a~2cが含まれる送信部に信号が入力される。また、従来の無線LAN環境においてSISO通信を行なう場合は、送信時には第一のPA1が含まれる送信部のみに送信信号が入力される。

【0051】

一方、通信相手の受信多重度が2である場合は、先に述べた実施形態とは異なり、送信時には本実施形態では第一のPA1が含まれる送信部は使用されず、3個のうちの2個の第二のPA2が用いられ、同2個の第二のPA2が含まれる2個の送信部に送信信号が入力される。また、通信相手の受信多重度が3である場合は、送信時には第一のPA1が含まれる送信部は使用されずに、3個の第二のPA2が含まれる3個の送信部に送信信号が入力される。このような構成とすることで、本発明の第7の実施形態と同様の効果を得ることができる。また、図21に示すように、2個の第二のPA2a, 2cを含む送受信部がモジュール43の両端に配置され、最も出力電力が大きくなる第一のPA1が2個の第二のPA2a, 2cの中間に配置されることが望ましい。第8の実施形態の場合と同様に、より高いMIMO効果と発熱低減の効果を得ることができる。

【0052】

<第10の実施形態>

本発明の第10の実施形態を図22から図25を用いて説明する。第1~第9の実施形態において、MIMO用とSISO用の両方に用いられるPAのMIMO通信時の効率、及びMIMO用に用いられても、通信相手の多重度によって予め設計された最適な出力電力よりも小さい電力を出力する場合があるPAの小さい電力を出力する時の効率は、予め設計された最適な出力電力のときの効率よりも低い。本実施形態で用いられるPAは、PAの内部のトランジスタの接続を予め設計された最適な出力電力で出力する時と小さい電力を出力する時とで切り替えることにより、小さい電力を出力する時でも高い効率が得られるように構成される。本実施形態では、高周波モジュールの回路構成の説明は省略し、PAの構成についてのみ説明することとする。

【0053】

本実施形態によるPA20は、図22に示すようにトランジスタを3段にカスケード接続した、すなわち一段目21、二段目22及び三段目23から構成された3段アンプであ

る。図 22 に示した P A 20 では、2 段目 22 と 3 段目 23 の間、及び 3 段目 23 と出力端子 6 の間に、それぞれスイッチ 24 とスイッチ 25 が設けられている。本実施例では P A 20 は、例えば、P A 20 の全利得を 25 dB とし、これら 3 段のゲイン配分が順に 10 : 9 : 6 となるように設計される。P A 20 を本実施形態の構成とすることにより、例えば S I S O 通信の場合は、3 段全部用いて信号を増幅し、また、多重度 4 の M I M O 通信に用いる場合は、スイッチ 24 とスイッチ 25 によって 3 段目を切り離すことによって、6 dB 利得が小さい P A を構成することができる。

【0054】

図 22 に示した P A 20 では、2 個のスイッチが使用されるが、図 23 や図 24 A に示すように 1 個のスイッチ 24 又はスイッチ 25 のみを含んで P A を構成することが可能である。図 23 に示すように 2 段目 22 と 3 段目 23 の間にスイッチ 24 を設ける場合は、3 段目 23 の出力に高周波線路 26 が付加されていることを考慮した整合回路の設計が必要になる。図 24 A に示す構成の場合は、段間に高周波線路 26 が付加されることを考慮した整合回路の設計が必要になる。図 22 から図 24 A に示す P A では、3 段目のトランジスタを切りはなす構成となっているが、図 24 B に示すように初段のトランジスタを切りはなす、または図 24 C に示すように 2 段目のトランジスタを切りはなす構成としても良いことは言うまでもない。

【0055】

また、図 25 に示す P A では、通信相手の多重度によって出力電力が変化する P A 28 のバイアス回路に D C - D C コンバータ 27 が設けられる。D C - D C コンバータ 27 によって、通信相手の多重度によって P A 28 のバイアス電圧が変更される。それにより、小さい電力を出力する時に P A 28 の消費電力を低減することが可能になる。

【0056】

< 第 11 の実施形態 >

本発明の第 11 の実施形態を図 26 A を用いて説明する。図 26 A は 2 . 4 GHz 帯で動作する送信多重度 4 の M I M O 用の高周波モジュール 50 の回路構成を示すブロック図である。本モジュールは、第一の P A 1、3 個の第二の P A 2 a ~ 2 c、送信信号用の 4 個のバンドパスフィルタ 3 a ~ 3 d、送信信号用の 4 個のローパスフィルタ 4 a ~ 4 d、4 個のスイッチ 5 a ~ 5 d、さらに 4 個のスイッチ 53 a ~ 53 d を含んで構成される。本実施形態のモジュールは、図 20 を用いて説明した第 9 の実施形態と同様に使用することができ、本実施形態と第 9 の実施形態との差は、本実施形態の高周波モジュールには、P A が電氣的に接続するアンテナを切り替える 4 個のスイッチ 53 a ~ 53 d が備えられる点にある。

【0057】

本実施形態における高周波回路モジュールを用いた無線通信機の機能ブロック図を図 26 B に示す。本実施形態を用いて構成した無線通信機では、トレーニングパケット生成部 147 により、例えば、通信相手となる無線通信機に対して、自身の多重度や通信可能な変調方式など通信相手の無線通信機との通信に必要な情報を送信する。また、相手の無線通信機からの同様の情報をトレーニングパケット受信部 146 で受信し、ビットエラーレートを測定する。通信相手となる無線通信機とこのようなやり取りを相互に行ない、通信相手の多重度を判定し、無線通信機との最適な通信方法を、M I M O 制御部 145 が総合的に判断する。その結果をもとに、M I M O 制御部 145 は、制御信号 150 を用いて、送信 R F 制御 144、受信 R F 制御 143、送信 R F 部 142、受信 R F 部 141 の制御を行ない、自身の多重度を制御する。このトレーニングパケットの送受信は定期的に行なわれるが、無線通信機に電源が投入されてから最初に行なわれるトレーニングパケットの送受信は S I S O 通信により行なわれる。それ以降は、S I S O 通信または前回パケットを送った時の通信方式を用いて行なわれる。

【0058】

本実施形態に示す高周波モジュール 50 を用いて構成した無線通信機が通信する相手の受信多重度が 2 である場合は、本実施形態に示す高周波モジュール 50 を用いて構成した

10

20

30

40

50

無線通信機の送信多重度を2にする必要がある。そのとき、高周波モジュール50に具備されている4個の送受信部を図26Aに示すように、構成要素部分51と構成要素部分52の2つの組に分けて用いる。このとき構成要素部分51側には、スイッチ53d、53cが、構成要素52側にはスイッチ53a、53bが具備される。

【0059】

高周波モジュール50をこのように構成することにより、相手の無線通信機の受信多重度が2である場合は、本実施形態の高周波モジュールでは、第二のPA2aと第二のPA2bの電力増幅器に送信信号が入力される。そして、第二のPA2aからの信号がアンテナ56又はアンテナ57のいずれかから送信されるようにスイッチ53a、53bが切り替えられる。また、第二のPA2bからの信号はアンテナ54又はアンテナ55のいずれかから送信されるようにスイッチ53c、53dが切り替えられる。これらのスイッチ53a、53b、53c、53dの切り替え制御は、MIMO制御部145がスイッチ部140に送る制御信号150によって、制御される。定期的に行なわれるトレーニングパケットの送受信のビットエラーレート、または、通常のデータ伝送におけるビットエラーレートが、あらかじめ設定された閾値以上になった場合に、スイッチ53a、53b、53c、53dを切り替える。スイッチ53a、53b、53c、53dを切り替えることによって、ビットエラーレートがさらに悪くならなければ、スイッチ53a、53b、53c、53dを切り替えた状態で、すなわち通信に使用するアンテナを変更した状態で通信を行なう。このように、スイッチ53a、53b、53c、53dを切り替えることにより、より良い伝搬条件で通信を行なうことができる送信ダイバシティが実現される。本実施形態の高周波モジュールには受信部も含まれているため、受信ダイバシティを実現することもできる。このように本実施形態の高周波モジュールは第二のPA2a並びに第二のPA2bが電気的に接続するアンテナを切り替えるためのスイッチを具備して構成されており、その結果として、より良い通信条件で相手の無線通信機と通信することができる。本実施形態では、高周波モジュールの形態で説明したが、モジュール化していない高周波回路装置でも同様である。本実施形態の場合は、通信相手の受信多重度が2以外でも、4未満であれば同様の効果を得ることができる。

【0060】

図26Aの実施形態では、アンテナのみを切り替えたアンテナダイバシティが実現されるが、図27に示すようにMIMO用の高周波モジュール58の全ての送信部を用いて送信ダイバシティ効果を得ることもできる。この場合は、例えば、図26Bに示すMIMO制御部145からの制御信号150を送信RF制御部が受けて、相互に符号が異なるデータをアンテナ54～57から送信することにより、ダイバシティ効果が実現される。

【0061】

<第12の実施形態>

本発明の第12の実施形態を図28を用いて説明する。図28は、送信多重度2のMIMO用の高周波モジュール60の回路構成を示すブロック図である。本モジュールは、3個の第一のPA1a～1c、3個の第二のPA2a～2c、送信信号用の6個のバンドパスフィルタ3a～3f、送信信号用の6個のローパスフィルタ4a～4f、6個のスイッチ5a～5f、更に受信信号用の6個のバンドパスフィルタ16a～16fを含んで構成される。

【0062】

本実施形態では、使用するPAの種類によって、MIMO用の高周波モジュールの構成要素部分61、及びMIMO用の高周波モジュールの構成要素部分62の2つの組に分け、それぞれの組の中で、アンテナのビーム形状を設定する、即ちビームフォーミングを行なうことができる構成となっている。アンテナビームフォーミングにより、より良い通信状態で通信を行なうことが可能になる。本実施形態を用いた無線通信機の機能ブロックは図26Bと略同様であるため、図26Bを用いて説明するが、MIMO制御部145からの制御信号150により送信RF制御部が、それぞれの送信部に入力される送信信号の振幅と位相を決定し、アンテナビームフォーミングを行なう。

【 0 0 6 3 】

< 第 1 3 の実施形態 >

本発明の第 1 3 の実施形態を図 2 9 を用いて説明する。図 2 9 は、デュアルバンド対応の送信多重度 2 の M I M O 用の高周波モジュール 1 0 7 の回路構成を示すブロック図である。本実施形態では、2 . 4 G H z 帯用の M I M O 用の高周波モジュール 7 と 5 G H z 帯用の M I M O 用の高周波モジュール 1 0 8 とを組み合わせて高周波モジュール 1 0 7 が構成される。このような構成の高周波モジュール 1 0 7 を用いることにより、デュアルバンドの M I M O に対応する無線 L A N カードを容易に実現することができる。

【 0 0 6 4 】

以上、本発明の高周波回路装置及び高周波モジュールの実施形態を述べたが、各実施形態における回路構成は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、今までに述べたものに限りません。例えば、図 3 0 に示す M I M O 用の高周波モジュール 7 0 は、第 2 の実施形態などにおいて説明した M I M O 用の高周波モジュールに、更に送信経路並びに受信経路にバラン (B a l u n) 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d を設けた構成となっている。また、図 3 1 に示す M I M O 用の高周波モジュール 7 2 は、第 1 の実施形態で説明した高周波モジュール 1 7 に対して、バンドパスフィルタを除いた構成となっている。また、図 3 2 に示す M I M O 用の高周波モジュール 7 3 は、第一の P A 1、第二の P A 2 及びそれらの入力整合回路 (I - M) 7 4 a , 7 4 b と出力整合回路 (O - M) 7 5 a , 7 5 b からのみ構成されている。

【 0 0 6 5 】

また送信部のみによる高周波回路装置および高周波モジュールであっても、本発明の効果を得られることは明白である。また本発明の高周波回路装置および高周波モジュールは、R F - I C やベースバンド部の機能を有するように構成しても良いことは言うまでもない。また、周波数帯域も本実施例で述べた周波数帯に限ったものではなく、本発明の趣旨を逸脱しなければ、他の周波数帯でも同様の効果を得られることは明白である。

【 0 0 6 6 】

また、P A に用いる主な材料は、G a A s や S i に限るものではなく、S i G e、I n G a P などでも良い。また、P A は、幾つかのプロセスが混在して形成されても良く、またその構造も特定のものに限ったものではなく、信号を増幅する機能を有するものであれば良いことは言うまでもない。

【 0 0 6 7 】

更に、送受信の多重度、P A の種類、利得、複数個設けた P A のそれぞれの出力電力の関係などは、本実施形態に述べたものに限るものでないことは明白であり、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であれば用途に適した値を用いれば良いことは言うまでもない。

【 0 0 6 8 】

< 第 1 4 の実施形態 >

本発明の第 1 4 の実施形態を図 3 3 を用いて説明する。図 3 3 は、セラミック基板 8 3 を用いて作製した高周波モジュール 8 0 を含んで構成した無線 L A N モジュール 9 4 である。マザーボードとなる樹脂基板 9 2 上に高周波モジュール 8 0 とセラミックで作製したアンテナ 9 3 a , 9 3 b , 9 3 c を実装している。本発明による高周波モジュール 8 0 に上記の本発明の高周波モジュール (例えば、図 1 6 に示した高周波モジュール 3 7) を用いることにより、電力増幅器の効率の低下が低減された無線 L A N モジュールを実現することができる。

【 0 0 6 9 】

なお、これらの無線 L A N モジュールではセラミックアンテナが用いられているが、所望の周波数の電波を送受信できるのであれば、どのようなアンテナでも良いことは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 0 】

【図 1】本発明に係る高周波回路装置および高周波モジュールの第 1 の実施形態を説明す

るための回路ブロック図。

【図 2 A】第 1 の実施形態に用いたパワーアンプの入出力特性を示す図。

【図 2 B】第 1 の実施形態に用いたパワーアンプの電力付加効率の出力電力依存性を示す図。

【図 3】第 1 の実施形態を説明するための第 1 の斜視図。

【図 4】第 1 の実施形態を説明するための第 2 の斜視図。

【図 5】第 1 の実施形態を説明するための第 3 の斜視図。

【図 6】第 1 の実施形態を説明するための第 4 の斜視図。

【図 7 A】第 1 の実施形態を説明するための第 5 の斜視図。

【図 7 B】第 1 の実施形態を説明するための第 6 の斜視図。

10

【図 8】本発明の第 2 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 10】本発明の第 4 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 11】本発明の第 5 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 12】本発明の第 6 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 13】第 6 の実施形態に用いたパワーアンプの入出力特性を示す図。

【図 14 A】第 6 の実施形態を説明するための別の回路ブロック図。

【図 14 B】第 6 の実施形態を説明するための斜視図。

【図 15】本発明の第 7 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 16】第 7 の実施形態を説明するための別の回路ブロック図。

20

【図 17 A】第 7 の実施形態を説明するための斜視図。

【図 17 B】第 7 の実施形態を説明するための別の斜視図。

【図 18】本発明の第 8 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 19】第 8 の実施形態に用いたパワーアンプの入出力特性を示す図。

【図 20】本発明の第 9 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 21】第 9 の実施形態を説明するための別の回路ブロック図。

【図 22】本発明の第 10 の実施形態を説明するためのパワーアンプの第 1 の構成図。

【図 23】第 10 の実施形態を説明するためのパワーアンプの第 2 の構成図。

【図 24 A】第 10 の実施形態を説明するためのパワーアンプの第 3 の構成図。

【図 24 B】第 10 の実施形態を説明するためのパワーアンプの第 4 の構成図。

30

【図 24 C】第 10 の実施形態を説明するためのパワーアンプの第 5 の構成図。

【図 25】第 10 の実施形態を説明するためのパワーアンプの第 6 の構成図。

【図 26 A】本発明の第 11 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 26 B】本発明の第 11 の実施形態を説明するための無線通信機の機能ブロック図。

【図 27】第 11 の実施形態を説明するための別の回路ブロック図。

【図 28】本発明の第 12 の実施形態を説明するための回路ブロック図。

【図 29】本発明の第 13 の実施形態を説明するための別の回路ブロック図。

【図 30】第 1 ～ 第 13 の実施形態における別の第 1 の回路構成を説明するための回路ブロック図。

【図 31】第 1 ～ 第 13 の実施形態における別の第 2 の回路構成を説明するための回路ブロック図。

40

【図 32】第 1 ～ 第 13 の実施形態における別の第 3 の回路構成を説明するための回路ブロック図。

【図 33】本発明の第 14 の実施形態を説明するための斜視図。

【図 34】従来の高周波回路を説明するため回路構成図。

【図 35】従来の高周波回路を説明するため別の回路構成図。

【図 36】従来の高周波回路に用いられるパワーアンプの電力付加効率の出力電力依存性を示す図。

【符号の説明】

【0071】

50

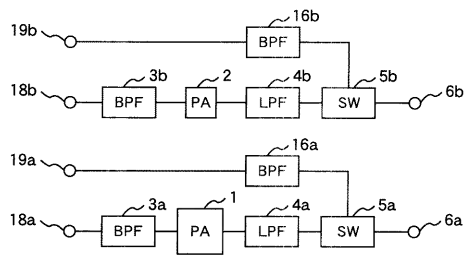
1, 1 a, 1 b, 1 c ... 第一のパワーアンプ、2, 2 a, 2 b, 2 c ... 第二のパワーアンプ、3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e, 3 f, 1 6 a, 1 6 b, 1 6 c, 1 6 d, 1 6 e, 1 6 f ... バンドパスフィルタ、4 a, 4 b, 4 c, 4 d, 4 e, 4 f ... ローパスフィルタ、5 a, 5 b, 5 c, 5 d, 5 e, 5 f ... スイッチ、6 a, 6 b, 6 c, 6 d ... アンテナ端子、8, 9, 1 0, 1 2, 1 7, 8 0, 8 5, 8 9, 9 1 ... 高周波モジュール、1 1 ... バイアス用端子、1 3 ... 基板、1 5 ... D C - D C コンバータ、1 8 a, 1 8 b, 1 8 c, 1 8 d ... 入力端子、1 9 a, 1 9 b, 1 9 c, 1 9 d ... 出力端子、8 1 ... チップ部品、8 2, 8 6 ... ふた、8 3 ... セラミック基板、8 4 a, 8 4 b, 9 3 a, 9 3 b, 9 3 c ... セラミックアンテナ、8 7, 9 2 ... 樹脂基板、8 8 ... ローノイズアンプ、9 0 a, 9 0 b ... アンテナ、9 4 ... 無線 L A N モジュール、2 0, 2 8 ... 通信相手の多重度によって出力電力がかわるパワーアンプ、2 1 ... パワーアンプ 2 0 の一段目、2 2 ... パワーアンプ 2 0 の二段目、2 3 ... パワーアンプ 2 0 の三段目、2 4, 2 5 ... スイッチ、2 6 ... 高周波線路、2 7 ... D C - D C コンバータ、3 0, 3 1, 3 6, 3 7 ... 高周波モジュール、3 3, 3 4, 3 5 ... アンテナ、3 2 ... 第三のパワーアンプ、4 0, 4 2, 4 3 ... 高周波モジュール、4 1 ... 第四のパワーアンプ、4 4, 4 5, 4 6, 4 7 ... アンテナ、5 0, 5 8 ... 高周波モジュール、5 1, 5 2 ... 構成要素部分、5 3 ... スイッチ、5 4, 5 5, 5 6, 5 7 ... アンテナ、6 0 ... 高周波モジュール、6 1, 6 2 ... 構成要素部分、6 3, 6 4 ... アンテナ、6 7 ... 出力端子、7 0, 7 2, 7 3 ... 高周波モジュール、7 1 a, 7 1 b, 7 1 c, 7 1 d ... バラン、7 4 a, 7 4 b ... パワーアンプの入力整合回路、7 5 a, 7 5 b ... パワーアンプの出力整合回路、8 0, 8 5, 8 9, 9 1 ... 高周波モジュール、1 0 1 ... 第五のパワーアンプ、1 0 2 ... 第六のパワーアンプ、1 0 3 ... バンドパスフィルタ、1 0 4 ... ローパスフィルタ、1 0 5 ... スイッチ、1 0 6 ... 高周波信号用端子、1 0 7 ... 高周波モジュール、1 0 8 ... 高周波モジュール、1 1 1 ... パワーアンプ、1 1 3 ... バンドパスフィルタ、1 1 4 ... ローパスフィルタ、1 1 5 ... スイッチ、1 1 6 ... バラン、1 1 7 a, 1 1 7 b ... アンテナ、1 1 8 ... R F I C、1 2 0 ... 回路部分、1 3 0, 1 3 1, 1 3 2 ... 端子、1 4 0 ... スイッチ部、1 4 1 ... 受信 R F 部、1 4 2 ... 送信 R F 部、1 4 3 ... 受信 R F 制御、1 4 4 ... 送信 R F 制御、1 4 5 ... M I M O 制御部、1 4 6 ... トレーニングパケット受信部、1 4 7 ... トレーニングパケット送信部、1 4 8 ... スイッチ、1 4 9 ... スイッチ、1 5 0 ... 制御信号。

10

20

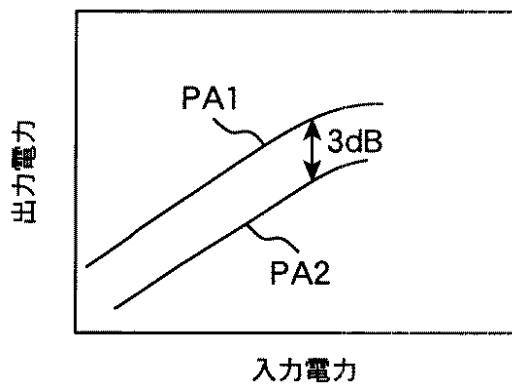
【図 1】

図 1



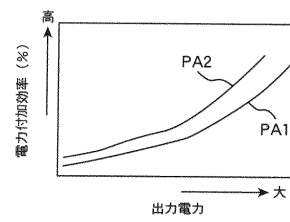
【図 2 A】

図 2 A



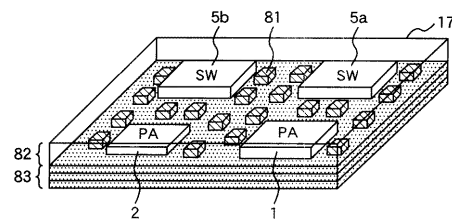
【図 2 B】

図 2 B



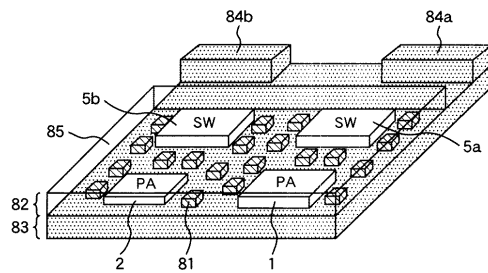
【図 3】

図 3



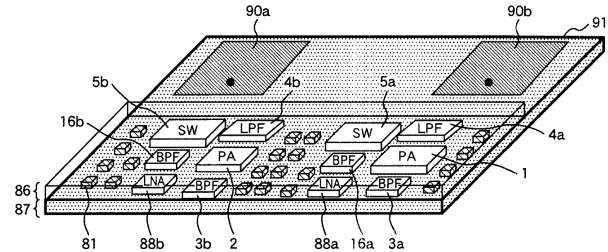
【図 4】

図 4



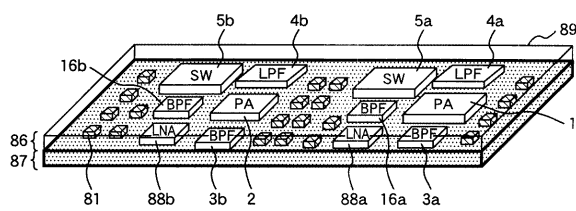
【図 6】

図 6



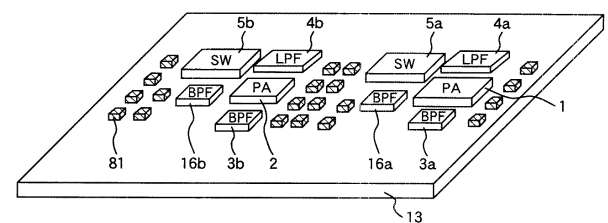
【図 5】

図 5



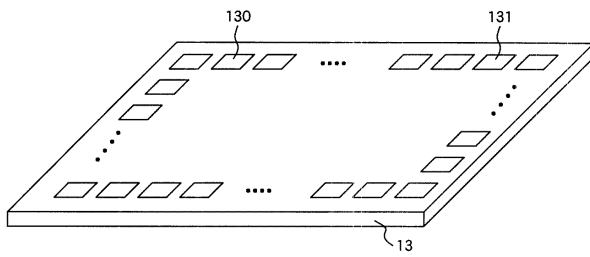
【図 7 A】

図 7 A



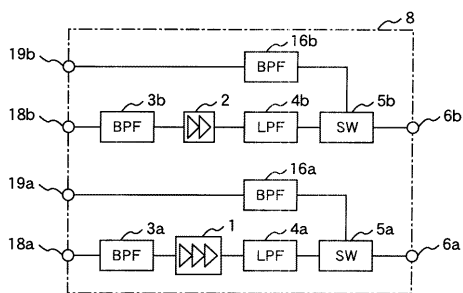
【図 7 B】

図 7 B



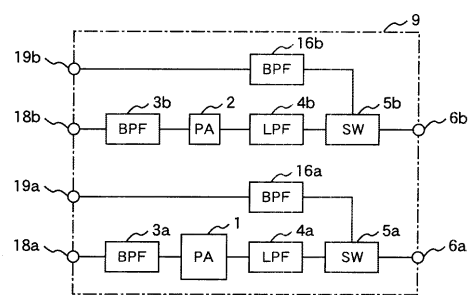
【図 8】

図 8



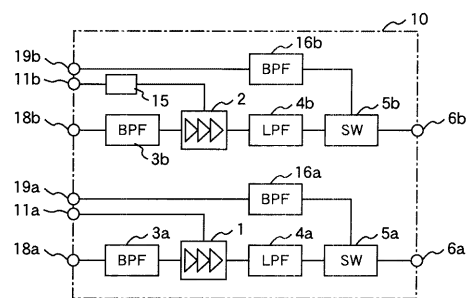
【図 9】

図 9



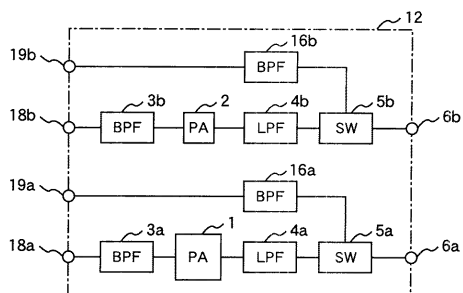
【図 10】

図 10



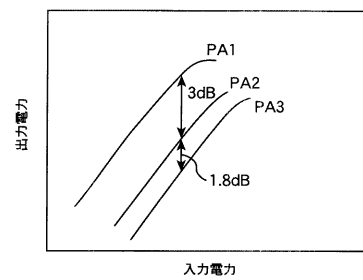
【図 11】

図 11



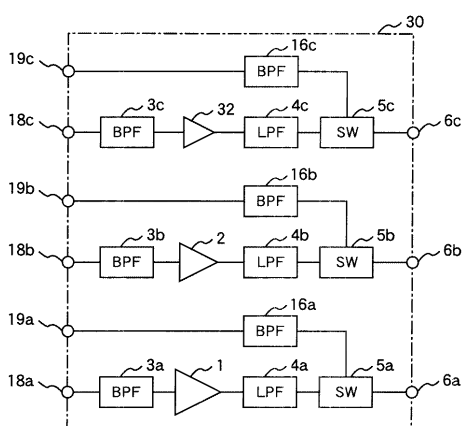
【図 13】

図 13



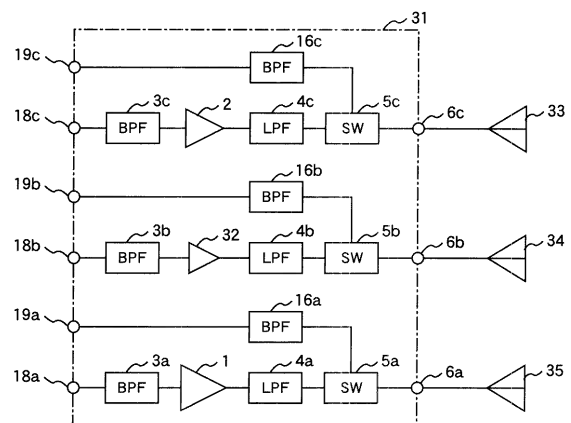
【図 12】

図 12



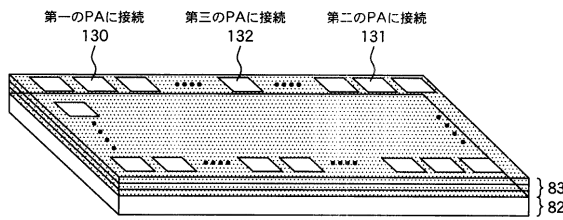
【図 14 A】

図 14 A



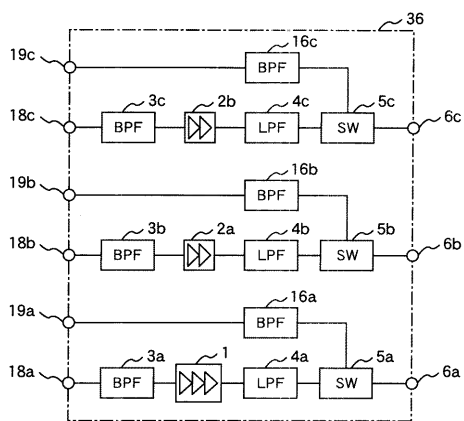
【図 14 B】

図 14 B



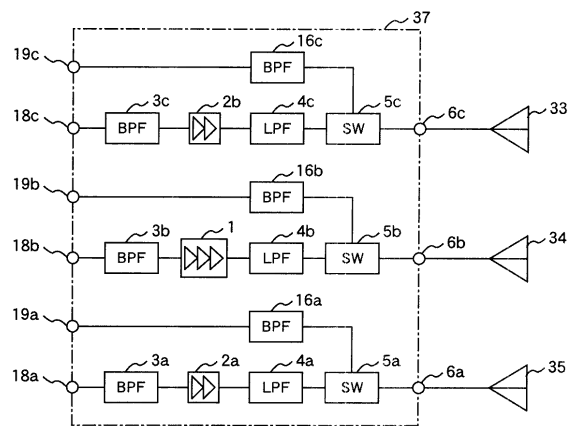
【図 15】

図 15



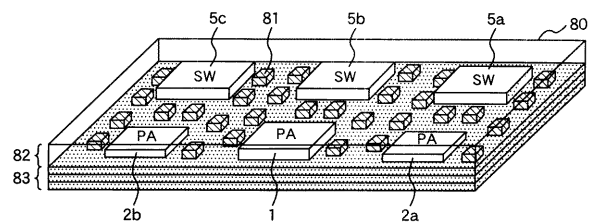
【図 16】

図 16



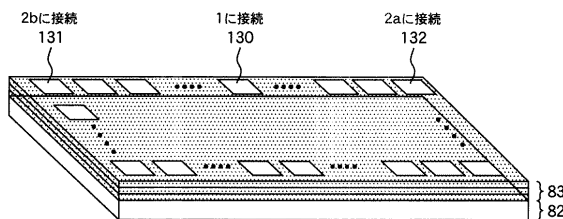
【図 17 A】

図 17 A



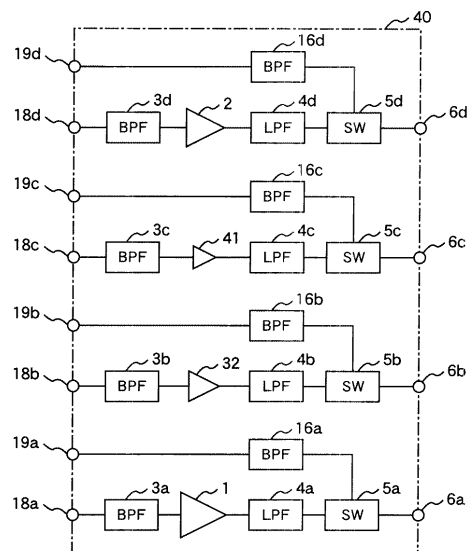
【図 17 B】

図 17 B



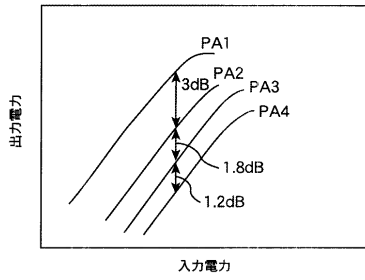
【図 18】

図 18



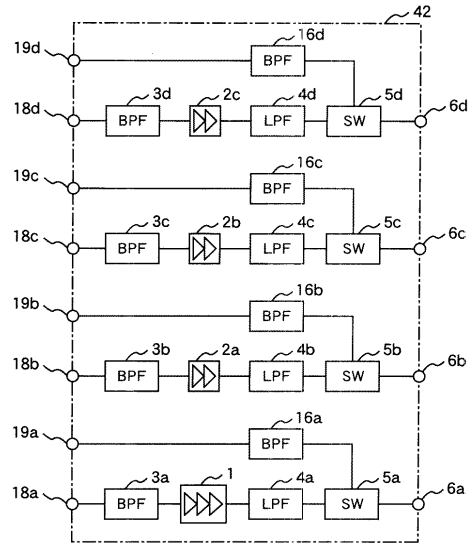
【図 19】

図 19



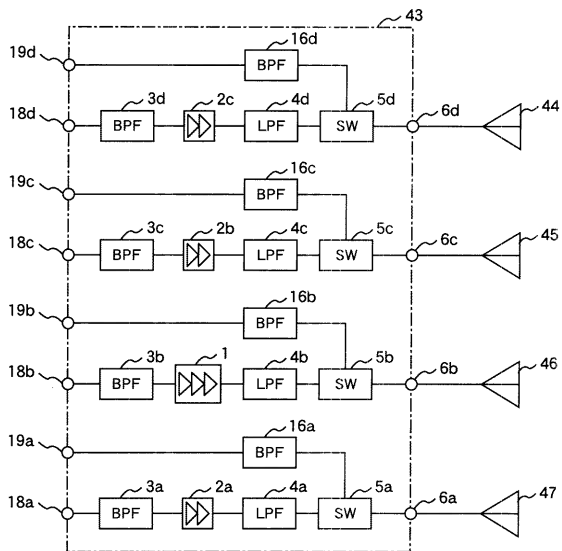
【図 20】

図 20



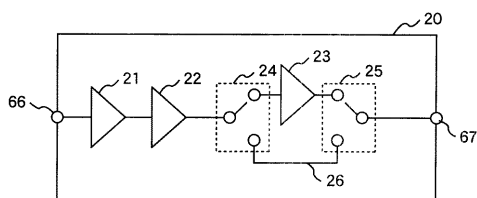
【図 21】

図 21



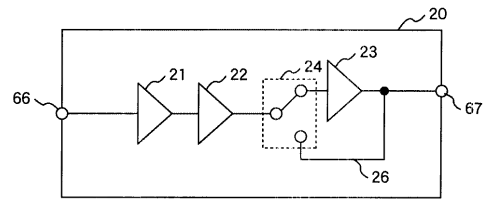
【図 22】

図 22



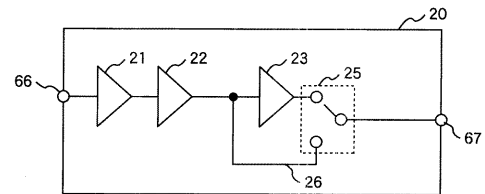
【図 23】

図 23



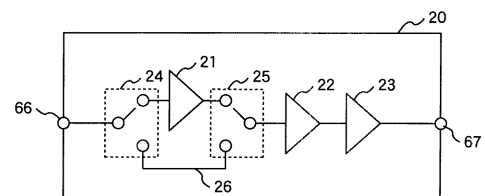
【図 24 A】

図 24 A



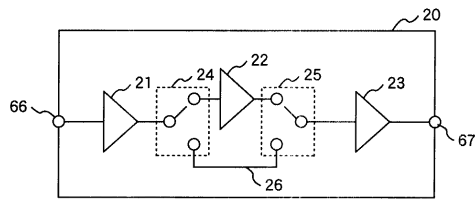
【図 24 B】

図 24 B



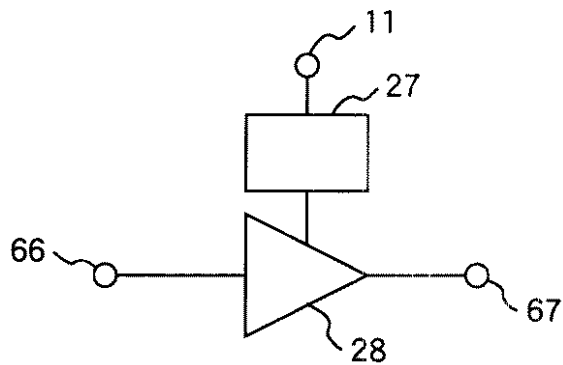
【図 24 C】

図 24 C



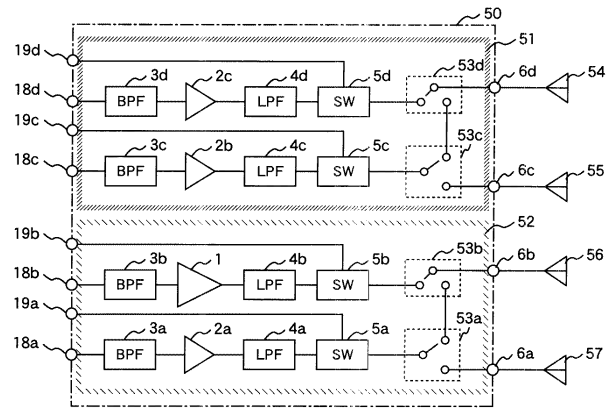
【図 25】

図 25



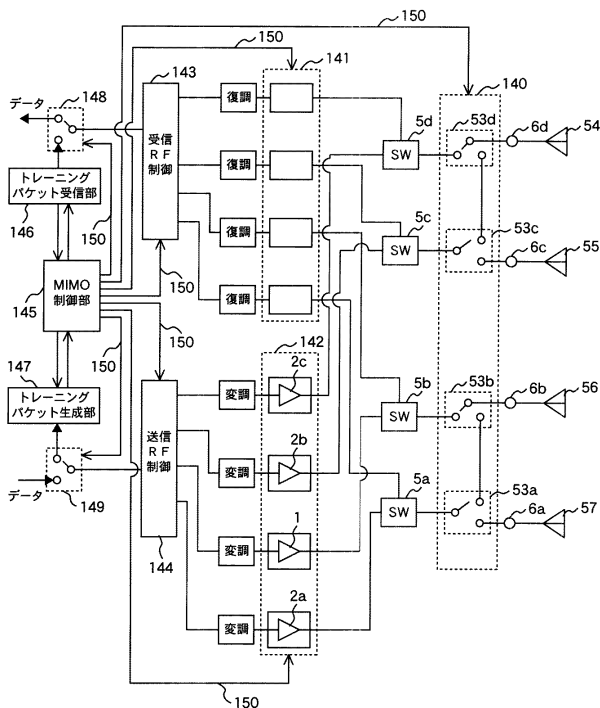
【図 26 A】

図 26 A



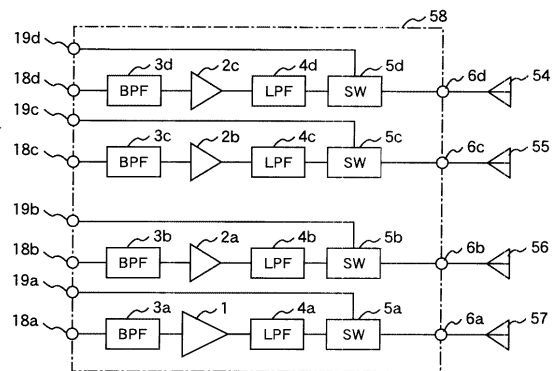
【図 26 B】

図 26 B



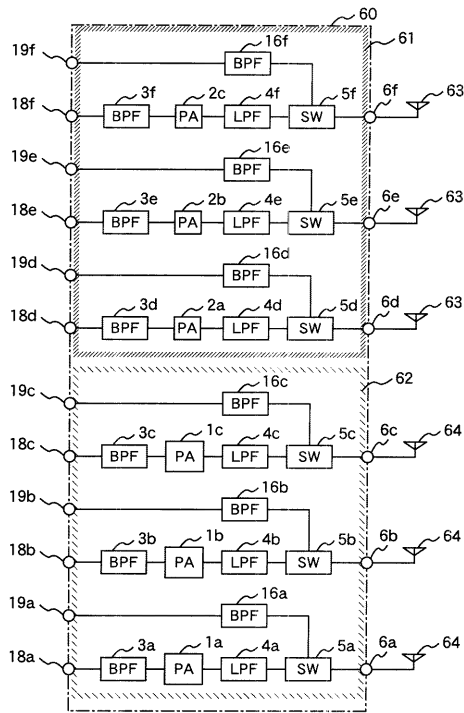
【図 27】

図 27



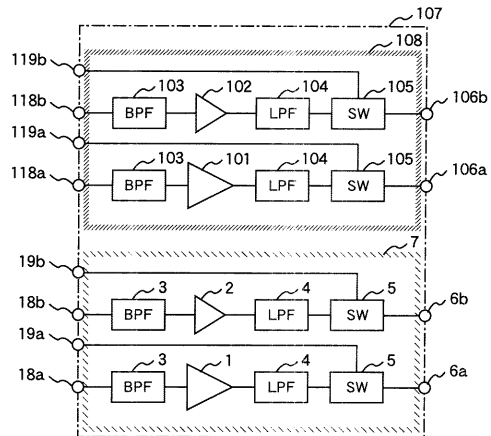
【図 28】

図 28



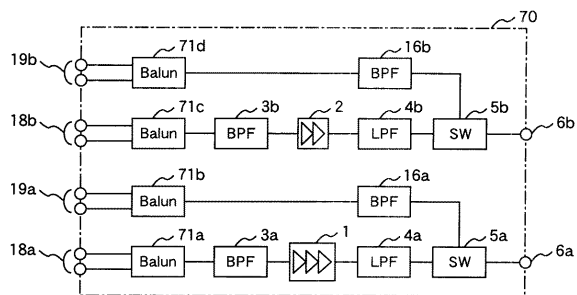
【図 29】

図 29



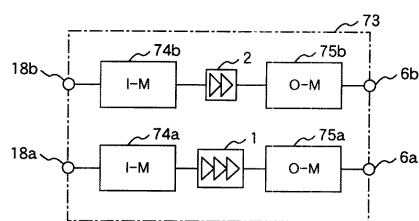
【図 30】

図 30



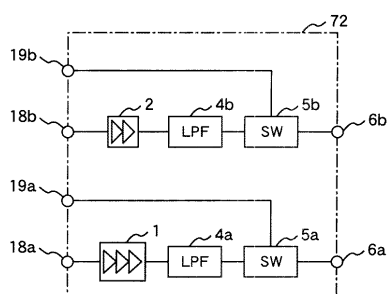
【図 32】

図 32



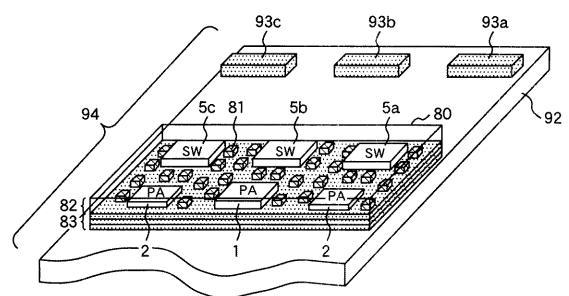
【図 31】

図 31



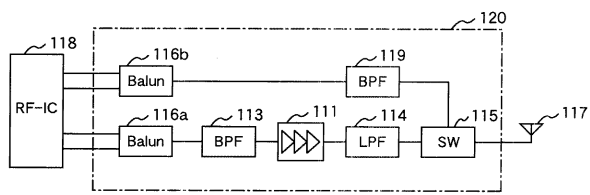
【図 33】

図 33



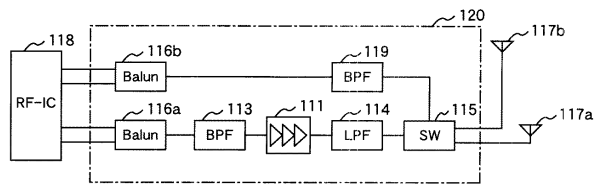
【図 3 4】

図 3 4



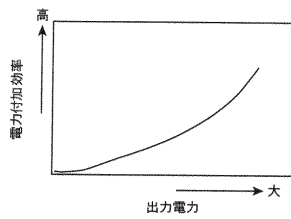
【図 3 5】

図 3 5



【図 3 6】

図 3 6



フロントページの続き

審査官 稲葉 崇

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 6 4 5 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 8 6 7 8 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 9 2 0 6 7 (J P , A)
国際公開第 0 2 / 0 9 9 9 9 5 (W O , A 1)
国際公開第 0 3 / 1 0 3 2 4 7 (W O , A 1)
特開 2 0 0 0 - 0 9 2 5 6 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 1 / 0 2 - 1 / 0 4
H 0 3 G 1 / 0 0 - 3 / 3 4
H 0 3 F 1 / 0 0 - 3 / 7 2
H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0