

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5499794号
(P5499794)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月20日(2014.3.20)

(51) Int.Cl.		F I	
H03F	3/24	(2006.01)	H03F 3/24
H03F	1/32	(2006.01)	H03F 1/32
H03G	3/30	(2006.01)	H03G 3/30
H04B	1/04	(2006.01)	H04B 1/04

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-57957 (P2010-57957)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成22年3月15日(2010.3.15)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2011-193259 (P2011-193259A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年9月29日(2011.9.29)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成25年1月8日(2013.1.8)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	柿崎 慎司
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	村上 学
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	斉藤 雅明
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力増幅装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力される信号を増幅してアンテナへ出力する電力増幅器と、
 前記電力増幅器によって前記アンテナへ出力された進行波信号と当該進行波信号の一部が前記アンテナから前記電力増幅器へ向けて反射された反射波信号とを合成した信号である合成信号を検出する検出部と、
 前記検出部によって検出された合成信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、前記反射波信号に起因して前記電力増幅器の線形領域を外れた前記進行波信号の電力を前記電力増幅器の線形領域内に収まるまで調整する調整部と
 を備え、
 前記検出部は、
 前記電力増幅器の出力端と前記アンテナとの間に接続され、前記進行波信号と前記反射波信号とを取得するカプラと、
 前記カプラによって取得された前記進行波信号を所定の減衰量だけ減衰させる減衰器と、
 前記減衰器によって減衰された前記進行波信号と、前記カプラによって取得された前記反射波信号とを合成することによって、前記合成信号を出力する加算器と
 を備え、
 前記調整部は、前記合成信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、前記所定の減衰量と、前記アンテナの負荷 V S W R (Voltage Standing Wave Ratio) との対応関係から求

められる減少量だけ、前記電力増幅器に入力される信号の電力を減少させることによって、前記進行波信号の電力を前記電力増幅器の線形領域内に収まるまで調整することを特徴とする電力増幅装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力増幅装置に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話機等の通信装置では、人体等の障害物がアンテナに近接又は接触すると、アンテナのインピーダンスが変動する。そして、アンテナのインピーダンスが変動すると、アンテナから通信装置内部の電力増幅器に向けた信号の反射（以下「反射波」という）が発生し、その結果、電力増幅器の隣接チャネル漏洩電力比（ACLR：Adjacent Channel Leakage Ratio）が劣化する。このような事態を防止するため、従来の通信装置では、反射波を遮断するアイソレータを電力増幅器とアンテナとの間に配置していた。

10

【0003】

しかしながら、アイソレータは、その取り付け面積が比較的大きく装置の小型化を阻害するため、最近では、アイソレータを省略したアイソレータレス構成を実現することが望まれている。

【0004】

20

ここで、図9を用いてアイソレータレス化を図った従来の電力増幅装置の一例について説明する。図9は、アイソレータレス化を図った従来の電力増幅装置10の構成を示す図である。同図に示すように、従来の電力増幅装置10は、可変利得増幅器（VGA：Variable Gain Amplifier）11と、電力増幅器（PA：Power Amplifier）12と、検出部13と、DC/DCコンバータ14と、制御部15と、アンテナ16とを有する。

【0005】

VGA11は、ベースバンド信号が上位から入力されると、制御部15によって設定されたゲイン値を用いてベースバンド信号を増幅する。PA12は、DC/DCコンバータ14により印加される電源電圧に応じて、VGA11から入力される信号を増幅し、増幅後の信号をアンテナ16へ出力する。

30

【0006】

検出部13は、PA12によってアンテナ16へ出力された信号である進行波信号と当該進行波信号の一部がアンテナ16からPA12へ向けて反射された信号である反射波信号とを個別に検出する。具体的には、検出部13は、進行波用カプラ21と、進行波用ダイオード22と、進行波用ADC（Analog Digital Converter）23と、反射波用カプラ24と、反射波用ダイオード25と、反射波用ADC26とを有する。

【0007】

進行波用カプラ21は、PA12の出力端とアンテナ16との間に接続され、PA12からアンテナ16へ向かう進行波信号を取得する。進行波用ダイオード22は、進行波用カプラ21によって取得された進行波信号をアナログ電圧に変換する。進行波用ADC23は、進行波用ダイオード22によってアナログ電圧に変換された進行波信号をデジタル電圧に変換し、変換後の進行波信号を制御部15へ出力する。

40

【0008】

反射波用カプラ24は、PA12の出力端とアンテナ16との間に接続され、アンテナ16からPA12へ向かう反射波信号を取得する。反射波用ダイオード25は、反射波用カプラ24によって取得された反射波信号をアナログ電圧に変換する。反射波用ADC26は、反射波用ダイオード25によってアナログ電圧に変換された進行波信号をデジタル電圧に変換し、変換後の進行波信号を制御部15へ出力する。

【0009】

制御部15は、検出部13によって検出された進行波信号を用いてアンテナ16からの

50

出力レベルを所望の値に保持する A P C (Auto Power Control) 処理を実行する。具体的には、制御部 15 は、検出部 13 によって検出された進行波信号の電圧に予め対応付けられたゲイン値を所定のメモリから読み出し、読み出したゲイン値を V G A 1 1 に設定する。ゲイン値を設定された V G A 1 1 は、当該ゲイン値を用いてベースバンド信号を増幅し、P A 1 2 に入力される信号の電力を調整する。これにより、アンテナ 16 からの出力レベルが所望の値に保持される。

【0010】

また、制御部 15 は、検出部 13 によって検出された反射波信号を用いて P A 1 2 の A C L R 値の劣化を抑制するための処理を実行する。具体的には、制御部 15 は、検出部 13 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、反射波信号に起因して P A 1 2 の線形領域を外れた進行波信号の電力を P A 1 2 の線形領域内に収まるまで調整する。例えば、制御部 15 は、反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、V G A 1 1 に設定されるゲイン値を減少し、P A 1 2 に入力される信号の電力を減少させることで、進行波信号の電力を P A 1 2 の線形領域内に収まるまで調整する。或いは、制御部 15 は、反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、D C / D C コンバータ 14 を制御して P A 1 2 に印加される電源電圧を増加させることで、進行波信号の電力を P A 1 2 の線形領域内に収まるまで調整する。これにより、P A 1 2 の A C L R 値の劣化が抑制される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0011】

【特許文献 1】特開 2003 - 338714 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 319508 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、進行波信号と反射波信号とを個別に検出する従来の技術では、アイソレータを省略する一方で、信号を検出するための部品数が余分に増えるため、装置の小型化が阻害されるという問題がある。例えば、図 9 に示した例では、信号を検出するための部品としてカプラ、ダイオード及び A D C が各 2 個ずつ設けられており、これらの部品数を更に削減することが求められている。

30

【0013】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、装置の小型化を実現することができる電力増幅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】

【0014】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、開示の電力増幅装置は、電力増幅器が、入力される信号を増幅してアンテナへ出力する。そして、検出部が、電力増幅器によってアンテナへ出力された信号である進行波信号と当該進行波信号の一部がアンテナから電力増幅器に向けて反射された信号である反射波信号とを交互に検出する。そして、調整部が、検出部によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、反射波信号に起因して電力増幅器の線形領域を外れた進行波信号の電力を電力増幅器の線形領域内に収まるまで調整する。

40

【発明の効果】

【0015】

開示の電力増幅装置によれば、装置の小型化を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】図 1 は、実施例 1 に係る電力増幅装置の構成を示す図である。

50

【図 2】図 2 は、実施例 2 に係る電力増幅装置の構成を示す図である。

【図 3】図 3 は、実施例 2 に係る電力増幅装置による処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は、実施例 3 に係る電力増幅装置の構成を示す図である。

【図 5】図 5 は、実施例 3 に係る電力増幅装置による処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】図 6 は、実施例 4 に係る電力増幅装置の構成を示す図である。

【図 7】図 7 は、PA の出力電力の減少量とアンテナの負荷 VSWR との関係を示す図である。

【図 8】図 8 は、実施例 4 に係る電力増幅装置による処理手順を示すフローチャートである。

10

【図 9】図 9 は、アイソレータレス化を図った従来の電力増幅装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本願の開示する電力増幅装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施例により本願の開示する電力増幅装置が限定されるものではない。

【実施例 1】

【0018】

まず、実施例 1 に係る電力増幅装置の構成を説明する。図 1 は、実施例 1 に係る電力増幅装置 100 の構成を示す図である。同図に示すように、実施例 1 に係る電力増幅装置 100 は、電力増幅器 101 と、検出部 102 と、調整部 103 とを有する。

20

【0019】

電力増幅器 101 は、入力される信号を増幅してアンテナ 104 へ出力する。例えば、電力増幅器 101 は、可変利得増幅器 (VGA: Variable Gain Amplifier) から入力される信号を増幅し、増幅後の信号をアンテナ 104 へ出力する。

【0020】

検出部 102 は、電力増幅器 101 によってアンテナ 104 へ出力された信号である進行波信号と当該進行波信号の一部がアンテナ 104 から電力増幅器 101 へ向けて反射された信号である反射波信号とを交互に検出する。例えば、検出部 102 は、進行波信号と反射波信号とを時分割で交互に選択するスイッチ等を用いて、進行波信号と反射波信号とを交互に検出する。

30

【0021】

調整部 103 は、検出部 102 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、反射波信号に起因して電力増幅器 101 の線形領域を外れた進行波信号の電力を電力増幅器 101 の線形領域内に納まるまで調整する。例えば、調整部 103 は、反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、VGA に設定されるゲイン値を減少し、電力増幅器 101 に入力される信号の電力を減少させることで、進行波信号の電力を電力増幅器 101 の線形領域内に収まるまで調整する。

【0022】

40

このように、実施例 1 に係る電力増幅装置 100 は、反射波信号の検出結果を基に進行波信号の電力を増幅器の線形領域内に調整するに際して、進行波信号と反射波信号とを交互に検出する。このため、実施例 1 によれば、進行波信号と反射波信号とを一つのケーブルで検出することができ、信号を検出するための部品数を削減することができる。その結果、信号を検出するための部品としてケーブル等を各 2 個ずつ用いる従来の手法と比べて装置の小型化を容易に実現することができる。

【実施例 2】

【0023】

次に、実施例 2 に係る電力増幅装置の構成の一例について説明する。図 2 は、実施例 2 に係る電力増幅装置 200 の構成を示す図である。同図に示すように、電力増幅装置 200

50

0 は、VGA 201 と、電力増幅器 (PA: Power Amplifier) 202 と、検出部 203 と、DC/DCコンバータ 204 と、制御部 205 と、アンテナ 206 とを有する。

【0024】

VGA 201 は、ベースバンド信号が上位から入力されると、制御部 205 によって設定されたゲイン値を用いてベースバンド信号を増幅する。PA 202 は、DC/DCコンバータ 204 により印加される電源電圧に応じて、VGA 201 から入力される信号を増幅し、増幅後の信号をアンテナ 206 へ出力する。DC/DCコンバータ 204 は、制御部 205 からの制御信号に応じて PA 202 へ固定値の電源電圧を印加する。

【0025】

検出部 203 は、PA 202 によってアンテナ 206 へ出力された信号である進行波信号と当該進行波信号の一部がアンテナ 206 から PA 202 へ向けて反射された信号である反射波信号とを交互に検出する。具体的には、検出部 203 は、カプラ 211 と、スイッチ 212 と、ダイオード 213 と、ADC (Analog Digital Converter) 214 と、終端抵抗器 215、216 とを有する。

10

【0026】

カプラ 211 は、PA 202 の出力端とアンテナ 206 との間に接続され、PA 202 からアンテナ 206 へ向かう進行波信号と、アンテナ 206 から PA 202 へ向かう反射波信号とを取得する。スイッチ 212 は、カプラ 211 によって取得された進行波信号と反射波信号とを時分割で交互に選択する。ダイオード 213 は、スイッチ 212 によって選択された進行波信号又は反射波信号をアナログ電圧に変換する。

20

【0027】

ADC 214 は、ダイオード 213 によってアナログ電圧に変換された進行波信号又は反射波信号をデジタル電圧に変換し、変換後の進行波信号又は反射波信号を制御部 205 へ出力する。終端抵抗器 215、216 は、カプラ 211 によって取得された進行波信号及び反射波信号のうちスイッチ 212 によって選択されていない方の信号を終端するための 50 Ω の抵抗器である。

【0028】

制御部 205 は、所定の時間が経過するごとに、信号の選択を切り替えるよう指示するためのスイッチ切替信号を検出部 203 のスイッチ 212 に対して出力する。このスイッチ切替信号を用いて検出部 203 は、進行波信号と反射波信号とを交互に検出する処理を行う。なお、検出部 203 が進行波信号と反射波信号とを交互に検出する動作については、後に詳細に説明する。

30

【0029】

また、制御部 205 は、検出部 203 によって検出された進行波信号を用いてアンテナ 206 からの出力レベルを所望の値に保持する APC (Auto Power Control) 処理を実行する。具体的には、制御部 205 は、検出部 203 によって検出された進行波信号の電圧に予め対応付けられたゲイン値を所定のメモリから読み出し、読み出したゲイン値を VGA 201 に設定する。ゲイン値を設定された VGA 201 は、当該ゲイン値を用いてベースバンド信号を増幅し、PA 202 に入力される信号の電力を調整する。これにより、アンテナ 206 からの出力レベルが所望の値に保持される。

40

【0030】

また、制御部 205 は、検出部 203 によって検出された反射波信号を用いて PA 202 の ACLR 値の劣化を抑制するための処理を実行する。具体的には、制御部 205 は、検出部 203 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、反射波信号に起因して PA 202 の線形領域を外れた進行波信号の電力を PA 202 の線形領域内に収まるまで調整する。一般に、PA 202 の ACLR 値は、進行波信号の電力が PA 202 の線形領域を外れると劣化し、進行波信号の電力が PA 202 の線形領域内にあると改善することが分かっている。なお、PA 202 の線形領域とは、PA 202 への入力電力が線形に増幅される領域である。

【0031】

50

そこで、制御部 205 は、反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、VGA 201 に設定されるゲイン値を減少し、PA 202 に入力される信号の電力を減少させることで、進行波信号の電力を PA 202 の線形領域に収まるまで調整する。上述した通り、本実施例では、PA 202 へ印加される電源電圧は固定値であり、PA 202 の線形領域は固定の領域である。PA 202 に入力される信号の電力が減少すると、PA 202 の出力電力、すなわち、進行波信号の電力が、PA 202 の線形領域内に遷移する。これにより、進行波信号の波形の歪みが改善され、その結果、PA 202 の ACLR 値の劣化が抑制される。

【0032】

ここで、検出部 203 が進行波信号と反射波信号とを交互に検出する動作を詳細に説明する。以下では、カプラ 211 が進行波信号と反射波信号との両方を取得しているものとする。進行波信号を検出する場合には、スイッチ 212 は、制御部 205 からのスイッチ切替信号に応じて、カプラ 211 の進行波信号用の端子をダイオード 213 の入力端子に接続し、カプラ 211 の反射波信号用の端子を終端抵抗器 215 に接続する。これにより、スイッチ 212 は、カプラ 211 によって取得された進行波信号を選択する。そして、スイッチ 212 により選択された進行波信号は、ダイオード 213 及び ADC 214 を経由して制御部 205 に入力される。このようにして、検出部 203 は、進行波信号を検出する。

10

【0033】

一方、反射波信号を検出する場合には、スイッチ 212 は、制御部 205 からのスイッチ切替信号に応じて、カプラ 211 の反射波信号用の端子をダイオード 213 の入力端子に接続し、カプラ 211 の反射波信号用の端子を終端抵抗器 216 に接続する。これにより、スイッチ 212 は、カプラ 211 によって取得された反射波信号を選択する。そして、スイッチ 212 により選択された反射波信号は、ダイオード 213 及び ADC 214 を経由して制御部 205 に入力される。このようにして、検出部 203 は、反射波信号を検出する。

20

【0034】

なお、図 2 に示した制御部 205 は、例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field Programmable Gate Array) などの集積回路である。

【0035】

次に、実施例 2 に係る電力増幅装置 200 による処理手順について説明する。図 3 は、実施例 2 に係る電力増幅装置 200 による処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、電力増幅装置 200 の検出部 203 は、まず、進行波信号を検出する (ステップ S11)。つまり、スイッチ 212 は、制御部 205 からのスイッチ切替信号に応じて、カプラ 211 の進行波信号用の端子をダイオード 213 の入力端子に接続することで、カプラ 211 によって取得された進行波信号を選択する。そして、スイッチ 212 により選択された進行波信号は、ダイオード 213 及び ADC 214 を経由して制御部 205 に入力される。

30

【0036】

続いて、制御部 205 は、検出部 203 によって検出された進行波信号を用いて APC 処理を実行する (ステップ S12)。その後、検出部 203 は、反射波信号を検出する (ステップ S13)。つまり、スイッチ 212 は、制御部 205 からのスイッチ切替信号に応じて、カプラ 211 の反射波信号用の端子をダイオード 213 の入力端子に接続することで、カプラ 211 によって取得された反射波信号を選択する。そして、スイッチ 212 により選択された反射波信号は、ダイオード 213 及び ADC 214 を経由して制御部 205 に入力される。

40

【0037】

続いて、制御部 205 は、検出部 203 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えたか否かを判定する (ステップ S14)。反射波信号の電圧が所定の閾値を超えると (ステップ S14 肯定)、制御部 205 は、VGA 201 に設定されるゲイン値を

50

減少し、P A 2 0 2 に入力される信号の電力を減少させる（ステップ S 1 5）。これにより、制御部 2 0 5 は、反射波信号に起因して P A 2 0 2 の線形領域を外れた進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する。したがって、進行波信号の波形の歪みが改善され、その結果、P A 2 0 2 の A C L R 値の劣化が抑制される。

【 0 0 3 8 】

一方、検出部 2 0 3 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値以下である場合（ステップ S 1 4 否定）や、ステップ S 1 5 の処理を終了した場合には、制御部 2 0 5 は、処理をステップ S 1 1 に戻し、ステップ S 1 1 ~ S 1 5 の処理を繰り返す。

【 0 0 3 9 】

上述したように、実施例 2 に係る電力増幅装置 2 0 0 は、反射波信号の検出結果を基に進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に調整するに際して、進行波信号と反射波信号とを交互に検出する。具体的には、検出部 2 0 3 は、カプラ 2 1 1 により進行波信号と反射波信号とを取得し、取得した進行波信号と反射波信号とをスイッチ 2 1 2 により時分割で交互に選択することで、進行波信号と反射波信号とを交互に検出する。このため、実施例 2 によれば、各一個ずつのカプラ 2 1 1、ダイオード 2 1 3 及び A D C 2 1 4 を用いて進行波信号と反射波信号とを検出することができ、信号を検出するための部品数を削減することができる。その結果、信号を検出するための部品としてカプラ等を各 2 個ずつ用いる従来の手法と比べて装置の小型化を容易に実現することができる。

【 0 0 4 0 】

また、電力増幅装置 2 0 0 は、P A 2 0 2 に入力される信号の電力を減少させることによって、進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する。このため、電力増幅装置 2 0 0 は、装置の小型化を実現しつつ、P A 2 0 2 の A C L R 値の劣化を抑制することができる。

【 実施例 3 】

【 0 0 4 1 】

上記実施例 2 では、P A 2 0 2 に入力される信号の電力を減少させることによって、進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する例を示した。しかし、P A 2 0 2 に印加される電源電圧を増加させることによって、進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整するようにしてもよい。そこで、実施例 3 では、P A 2 0 2 に印加される電源電圧を増加させることによって、進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する例について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、実施例 3 に係る電力増幅装置 3 0 0 の構成を示す図である。なお、以下では、実施例 2 で既に説明した構成部位と同様の部位には同一符号を付すこととして、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 4 3 】

同図に示すように、電力増幅装置 3 0 0 は、図 2 に示した制御部 2 0 5 の代わりに、制御部 3 0 5 を新たに有する。制御部 3 0 5 は、図 2 に示した制御部 2 0 5 と基本的には同様の処理を行うが、P A 2 0 2 の A C L R 値の劣化を抑制するための処理内容が異なる。

【 0 0 4 4 】

制御部 3 0 5 は、検出部 2 0 3 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、D C / D C コンバータ 2 0 4 を制御して P A 2 0 2 に印加される電源電圧を増加させることで、進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する。P A 2 0 2 に印加される電源電圧が増加すると、P A 2 0 2 の線形領域が拡大する。そして、P A 2 0 2 の線形領域が拡大すると、P A 2 0 2 の出力電力、すなわち、進行波信号の電力が、拡大後の線形領域内に遷移する。これにより、進行波信号の波形の歪みが改善され、その結果、P A 2 0 2 の A C L R 値の劣化が抑制される。なお、図 4 に示した制御部 3 0 5 は、例えば、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や F P G A (Field Programmable Gate Array) などの集積回路である。

【 0 0 4 5 】

次に、実施例 3 に係る電力増幅装置 300 による処理手順について説明する。図 5 は、実施例 3 に係る電力増幅装置 300 による処理手順を示すフローチャートである。なお、ステップ S21 ~ S24 は、実施例 2 における電力増幅装置 200 による処理手順のステップ S11 ~ 14 に対応するので、以下、簡単に説明する。

【0046】

同図に示すように、電力増幅装置 300 の検出部 203 は、まず、進行波信号を検出する（ステップ S21）。続いて、制御部 305 は、検出部 203 によって検出された進行波信号を用いて APC 処理を実行する（ステップ S22）。その後、検出部 203 は、反射波信号を検出する（ステップ S23）。

【0047】

続いて、制御部 305 は、検出部 203 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値を超えたか否かを判定する（ステップ S24）。反射波信号の電圧が所定の閾値を超えると（ステップ S24 肯定）、制御部 305 は、DC/DC コンバータ 204 を制御して PA202 に印加される電源電圧を増加させる（ステップ S25）。これにより、制御部 305 は、反射波信号に起因して PA202 の線形領域を外れた進行波信号の電力を PA202 の線形領域内に収まるまで調整する。したがって、進行波信号の波形の歪みが改善され、その結果、PA202 の ACLR 値の劣化が抑制される。

【0048】

一方、検出部 203 によって検出された反射波信号の電圧が所定の閾値以下である場合（ステップ S24 否定）や、ステップ S25 の処理を終了した場合には、制御部 305 は、処理をステップ S21 に戻し、ステップ S21 ~ S25 の処理を繰り返す。

【0049】

上述したように、実施例 3 に係る電力増幅装置 300 は、PA202 に印加される電源電圧を増加させることによって、進行波信号の電力を PA202 の線形領域内に収まるまで調整する。このため、電力増幅装置 300 は、装置の小型化を実現しつつ、PA202 の ACLR 値の劣化を抑制することができる。

【実施例 4】

【0050】

上記実施例 2 及び 3 では、反射波信号の検出結果を基に進行波信号の電力を PA202 の線形領域内に調整する例を示した。しかし、進行波信号と反射波信号とを合成した信号の検出結果を基に進行波信号の電力を PA202 の線形領域内に調整するようにしてもよい。そこで、実施例 4 では、進行波信号と反射波信号とを合成した信号の検出結果を基に進行波信号の電力を PA202 の線形領域内に調整する例について説明する。

【0051】

図 6 は、実施例 4 に係る電力増幅装置 400 の構成を示す図である。なお、以下では、実施例 2 で既に説明した構成部位と同様の部位には同一符号を付すこととして、その詳細な説明を省略する。同図に示すように、電力増幅装置 400 は、図 2 に示した検出部 203、制御部 205 の代わりに、検出部 403、制御部 405 を新たに有する。

【0052】

検出部 403 は、PA202 からアンテナ 206 へ向かう進行波信号とアンテナ 206 から PA202 へ向かう反射波信号とを合成した信号である合成信号を検出する。具体的には、検出部 403 は、カップラ 211 と、減衰器（ATT: Attenuator）411 と、進行波用ダイオード 412 と、反射波用ダイオード 413 と、加算器 414 と、ADC 415 とを有する。このうち、カップラ 211 は、図 2 に示したカップラ 211 に対応する。

【0053】

ATT 411 は、カップラ 211 によって取得された進行波信号を所定の減衰量だけ減衰させる。ATT 411 の減衰量は、電力増幅装置 400 の設計者等によって、PA202 出力電力の減少量とアンテナ 206 の負荷 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) との関係を検討した上で予め設定される。

【0054】

10

20

30

40

50

ここで、A T T 4 1 1 の減衰量の設定手法の一例について説明する。図 7 は、P A 2 0 2 の出力電力の減少量とアンテナ 2 0 6 の負荷 V S W R との関係を示す図である。図 7 の縦軸は、P A 2 0 2 の出力電力の減少量を示し、横軸はアンテナ 2 0 6 の負荷 V S W R を示す。図 7 に例示するように、P A 2 0 2 の出力電力の減少量は、アンテナ 2 0 6 の負荷 V S W R が高くなるにつれて増大する。また、P A 2 0 2 の出力電力の減少量は、A T T 4 1 1 の減衰量が大きくなるにつれて増大する。そして、電力増幅装置 4 0 0 の設計者等は、P A 2 0 2 の A C L R 値が規格値以下となるように、A T T 4 1 1 の減衰量を設定する。例えば、アンテナ 2 0 6 の負荷 V S W R が 3 であり、P A 2 0 2 の出力電力が 5 d B 以上減少した場合に P A 2 0 2 の A C L R 値が規格値以下となるとすると、設計者等は、A T T 4 1 1 の減衰量を 1 0 d B に設定する。また、アンテナ 2 0 6 の負荷 V S W R が 3 であり、P A 2 0 2 の出力電力が 2 d B 以上減少した場合に P A 2 0 2 の A C L R 値が規格値以下となるとすると、設計者等は、A T T 4 1 1 の減衰量を 5 d B に設定する。

10

【 0 0 5 5 】

図 6 に戻って、進行波用ダイオード 4 1 2 は、A T T 4 1 1 によって減衰された進行波信号をアナログ電圧に変換する。反射波用ダイオード 4 1 3 は、カプラ 2 1 1 によって取得された反射波信号をアナログ電圧に変換する。加算器 4 1 4 は、進行波用ダイオード 4 1 2 によってアナログ電圧に変換された進行波信号と、反射波用ダイオード 4 1 3 によってアナログ電圧に変換された反射波信号とを合成し、合成後の信号である合成信号を A D C 4 1 5 へ出力する。A D C 4 1 5 は、加算器 4 1 4 から出力された合成信号をデジタル電圧に変換し、変換後の合成信号を制御部 4 0 5 へ出力する。

20

【 0 0 5 6 】

制御部 4 0 5 は、検出部 4 0 3 によって検出された合成信号を用いて P A 2 0 2 の A C L R 値の劣化を抑制するための処理を実行する。具体的には、制御部 4 0 5 は、合成信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、反射波信号に起因して P A 2 0 2 の線形領域を外れた進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する。例えば、制御部 4 0 5 は、合成信号の電圧が所定の閾値を超えた場合に、V G A 2 0 1 に設定されるゲイン値を減少し、P A 2 0 2 に入力される信号の電力を減少させることで、進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する。なお、図 6 に示した制御部 4 0 5 は、例えば、A S I C や F P G A などの集積回路である。

【 0 0 5 7 】

次に、実施例 4 に係る電力増幅装置 4 0 0 による処理手順について説明する。図 8 は、実施例 4 に係る電力増幅装置 4 0 0 による処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、電力増幅装置 4 0 0 の検出部 4 0 3 は、まず、合成信号を検出する（ステップ S 3 1）。つまり、加算器 4 1 4 は、進行波用ダイオード 4 1 2 から入力される進行波信号と、反射波ダイオード 4 1 3 から入力される反射波信号とを合成して合成信号とし、この合成信号を A D C 4 1 5 を経由して制御部 4 0 5 へ出力する。

30

【 0 0 5 8 】

続いて、制御部 4 0 5 は、検出部 4 0 3 によって検出された合成信号の電圧が所定の閾値を超えたか否かを判定する（ステップ S 3 2）。合成信号の電圧が所定の閾値を超えると（ステップ S 3 2 肯定）、制御部 4 0 5 は、V G A 2 0 1 に設定されるゲイン値を減少し、P A 2 0 2 に入力される信号の電力を減少させる（ステップ S 3 3）。これにより、制御部 4 0 5 は、反射波信号に起因して P A 2 0 2 の線形領域を外れた進行波信号の電力を P A 2 0 2 の線形領域内に収まるまで調整する。したがって、進行波信号の波形の歪みが改善され、その結果、P A 2 0 2 の A C L R 値の劣化が抑制される。

40

【 0 0 5 9 】

一方、検出部 4 0 3 によって検出された合成信号の電圧が所定の閾値以下である場合（ステップ S 3 2 否定）や、ステップ S 3 3 の処理を終了した場合には、制御部 4 0 5 は、処理をステップ S 3 1 に戻し、ステップ S 3 1 ~ S 3 3 の処理を繰り返す。

【 0 0 6 0 】

上述したように、実施例 4 に係る電力増幅装置 4 0 0 は、進行波信号と反射波信号とを

50

合成した合成信号の検出結果を基に進行波信号の電力をPA202の線形領域内に調整する。このため、電力増幅装置400は、進行波信号と反射波信号とを交互に選択するスイッチを省略することができ、更なる装置の小型化を実現することができる。

【符号の説明】

【0061】

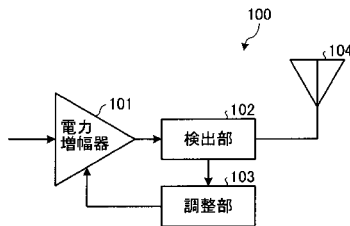
- 100、200、300、400 電力増幅装置
- 101、202 電力増幅器
- 102、203、403 検出部
- 103 調整部
- 104、206 アンテナ
- 201 可変利得増幅器
- 204 DC/DCコンバータ
- 205、305、405 制御部
- 211 カプラ
- 212 スイッチ
- 213 ダイオード
- 215、216 終端抵抗器
- 411 減衰器
- 412 進行波用ダイオード
- 413 反射波用ダイオード
- 414 加算器

10

20

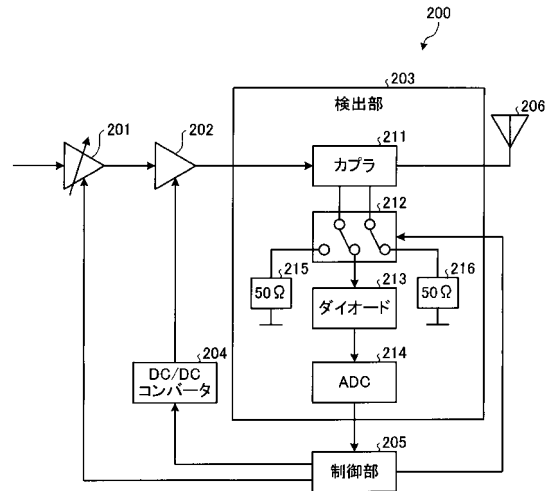
【図1】

実施例1に係る電力増幅装置の構成を示す図



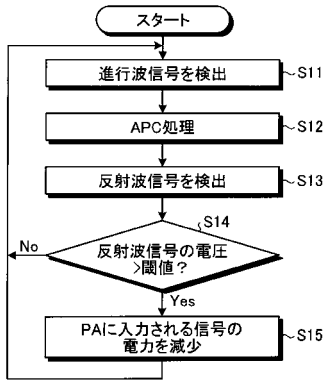
【図2】

実施例2に係る電力増幅装置の構成を示す図



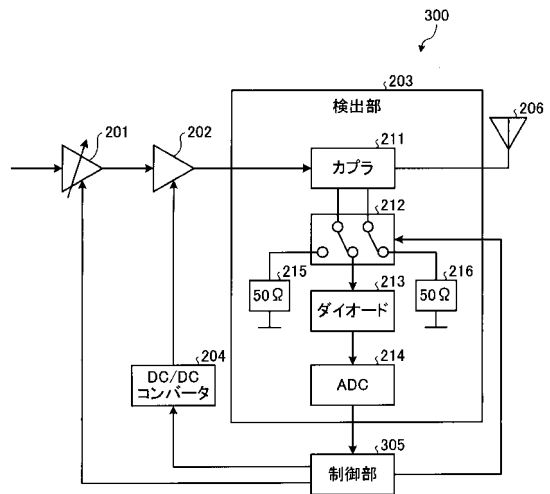
【図3】

実施例2に係る電力増幅装置による処理手順を示すフローチャート



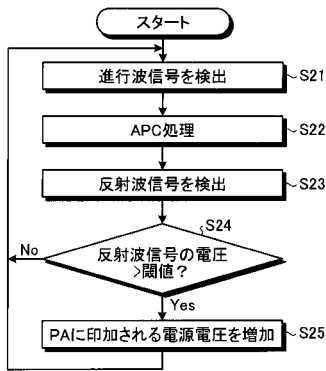
【図4】

実施例3に係る電力増幅装置の構成を示す図



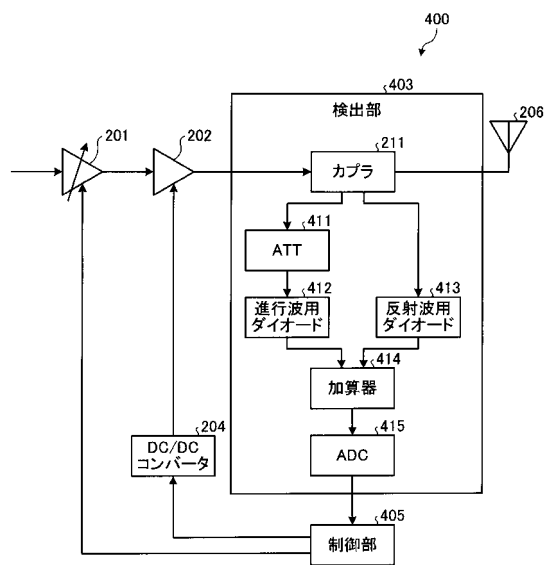
【図5】

実施例3に係る電力増幅装置による処理手順を示すフローチャート



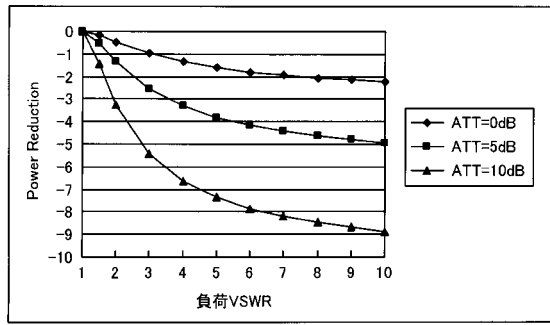
【図6】

実施例4に係る電力増幅装置の構成を示す図



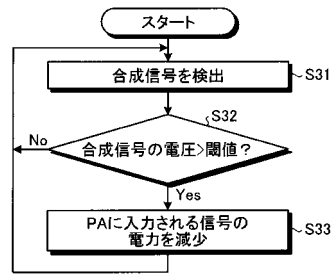
【図7】

PAの出力電力の減少量とアンテナの負荷VSWRとの関係を示す図



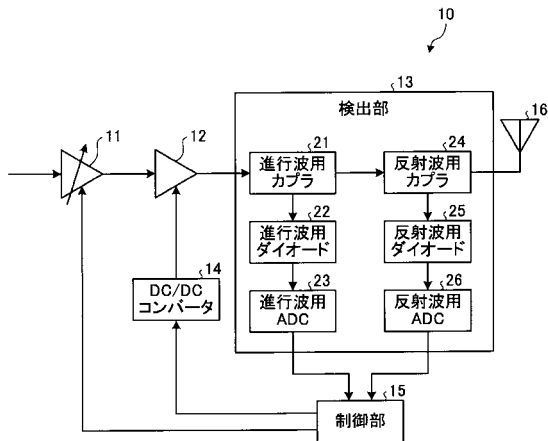
【図8】

実施例4に係る電力増幅装置による処理手順を示すフローチャート



【図9】

アイソレータレス化を図った従来の電力増幅装置の構成を示す図



フロントページの続き

- (72)発明者 川崎 勝彦
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 蜂谷 暢英
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 徳田 賢二

- (56)参考文献 特開平07-212256(JP,A)
特開2001-217663(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0114182(US,A1)
米国特許第05423082(US,A)
特開2003-338714(JP,A)
特開2008-066867(JP,A)
特開2006-319508(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03F	3/24
H03F	1/32
H03G	3/30
H04B	1/04