

(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2017-5656
(P2017-5656A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 7/10 (2006.01)	HO4B 7/10 A	5K159
HO4B 17/16 (2015.01)	HO4B 17/16	
HO4B 17/18 (2015.01)	HO4B 17/18	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-121056 (P2015-121056)
(22) 出願日 平成27年6月16日 (2015.6.16)

(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 110000280
特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(72) 発明者 前島 貴
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
Fターム(参考) 5K159 CC04

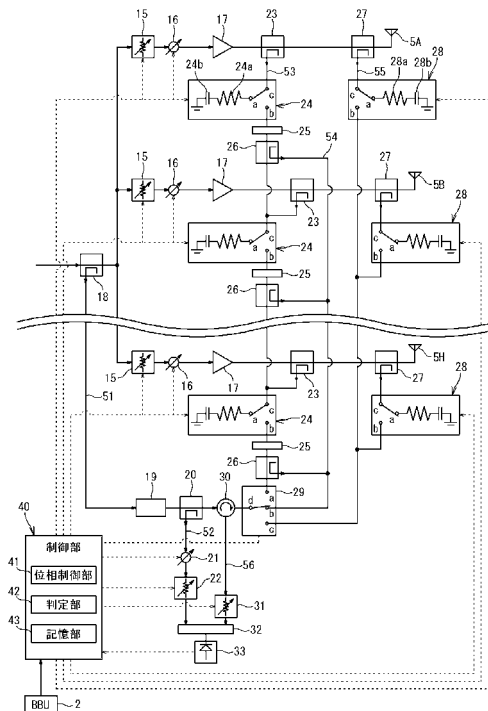
(54) 【発明の名称】 位相異常検出装置及びアレーアンテナシステム

(57) 【要約】

【課題】 通信中においてアンテナ素子から送信される信号の位相異常を検出することができる位相異常検出装置及びアレーアンテナシステムを提供する。

【解決手段】 移相器により位相が調整された信号をアンテナ素子から送信するときの位相異常を検出する位相異常検出装置であって、前記移相器から前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す反射信号取出部と、前記反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて前記位相異常の有無を判定する判定部と、を備える位相異常検出装置。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移相器により位相が調整された信号をアンテナ素子から送信するときの位相異常を検出する位相異常検出装置であって、

前記移相器から前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す反射信号取出部と、

前記反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて前記位相異常の有無を判定する判定部と、を備える位相異常検出装置。

【請求項 2】

前記反射信号取出部が過去に取り出した前記反射信号に基づく情報を記憶するための記憶部をさらに備え、

前記判定部は、過去の前記反射信号に基づく情報と、現在の前記反射信号に基づく情報とに基づいて、前記位相異常の有無を判定する、請求項 1 に記載の位相異常検出装置。

【請求項 3】

前記判定部は、前記位相異常があると判定した場合、その判定結果を報知する指令を出力する、請求項 1 又は請求項 2 に記載の位相異常検出装置。

【請求項 4】

複数のアンテナ素子と、

これらの各アンテナ素子から送信される信号の位相を個別に調整する複数の移相器と、

前記各移相器から対応する前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す複数の反射信号取出部と、

前記各反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて、対応する前記アンテナ素子から送信される信号の位相異常の有無を判定する判定部と、を備えるアレーアンテナシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムの基地局装置等に用いられる位相異常検出装置及びアレーアンテナシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話等に用いられる無線通信システムにおいては、スマートフォン等の普及により、通信エリアの拡大や通信容量の拡張に対する要求が高まっている。そこで、高周波送受信機の機能を内蔵したアクティブアンテナシステムの基地局装置への利用が検討されている。

アクティブアンテナシステムは、複数のアンテナ素子と、複数のアンテナ素子それぞれに対応して設けられた複数の送受信部とを備えている。このため、アンテナ素子ごとに送受信される無線信号を制御することができ制御性に優れており、この優れた制御性を利用して通信環境を向上し得る新たなサービスの提供が可能となる（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2009 - 544205 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記アクティブアンテナシステムでは、各アンテナ素子から送信される無線周波数信号（RF 信号）が所望の方向に送信されるように、工場出荷時に各無線周波数信号の位相が適正な値となるように予め設定されている。

10

20

30

40

50

しかし、工場から出荷されて設置現場にアンテナ素子が設置されるまでの間に、例えば運搬中のアンテナ素子が他部材と干渉して変形することが想定される。このような場合には、設置場所において実際に通信するとき、変形したアンテナ素子から送信される無線周波数信号の位相が変化することで、所望の方向に無線周波数信号を送信することができなくなるおそれがある。

【 0 0 0 5 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、通信中においてアンテナ素子から送信される信号の位相異常を検出することができる位相異常検出装置及びアレーアンテナシステム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 】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様に係る位相異常検出装置は、移相器により位相が調整された信号をアンテナ素子から送信するときの位相異常を検出する位相異常検出装置であって、前記移相器から前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す反射信号取出部と、前記反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて前記位相異常の有無を判定する判定部と、を備える位相異常検出装置である。

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様に係るアレーアンテナシステムは、複数のアンテナ素子と、これらの各アンテナ素子から送信される信号の位相を個別に調整する複数の移相器と、前記各移相器から対応する前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す複数の反射信号取出部と、前記各反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて、対応する前記アンテナ素子から送信される信号の位相異常の有無を判定する判定部と、を備えるアレーアンテナシステムである。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、通信中においてアンテナ素子から送信される信号の位相異常を検出することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】本発明の一実施形態に係るアレーアンテナシステムを備えた基地局装置の一部を示すブロック図である。

【 図 2 】アンテナシステムの送信側の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】アンテナシステムの制御構成を示すブロック図である。

【 図 4 】制御部が出力信号の経路調整の確認工程を実行するときのブロック図である。

【 図 5 】位相とこれに対応する利得及び通過ロスとの関係を示すルックアップテーブルの一例である。

【 図 6 】制御部が移相器の制御工程を実行するときのブロック図である。

【 図 7 】(A) は移相器を制御する前の初期状態における合成信号の電圧波形、(B) は移相器の制御電圧を変化させたときの合成信号の電圧波形、(C) 及び(D) は移相器の制御電圧を変化させたときの合成信号の他の電圧波形である。

【 図 8 】制御部が反射信号の状態確認工程を実行するときのブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

[本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施形態の内容を列記して説明する。

(1) 本発明の実施形態に係る位相異常検出装置は、移相器により位相が調整された信号をアンテナ素子から送信するときの位相異常を検出する位相異常検出装置であって、前記移相器から前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す反射信号取出部と、前記反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて前記位相異常の有無を判定する判定部と、を備える。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

上記位相異常検出装置によれば、反射信号取出部により取り出されたアンテナ素子からの反射信号に基づいて位相異常の有無を判定する判定部を備えているので、アンテナ素子から送信される信号に位相異常が生じたときに、そのアンテナ素子の反射信号に変化が生じれば、当該アンテナ素子から送信される信号に位相異常があると判定し、その異常を検出することができる。このため、通信中であってもアンテナ素子から送信される信号の位相異常を検出することができる。

【 0 0 1 2 】

(2) 前記位相異常検出装置において、前記反射信号取出部が過去に取り出した前記反射信号に基づく情報を記憶するための記憶部をさらに備え、前記判定部は、過去の前記反射信号に基づく情報と、現在の前記反射信号に基づく情報とに基づいて、前記位相異常の有無を判定するのが好ましい。

10

この場合、例えば、工場出荷時に前記反射信号取出部が取り出した反射信号に基づく情報と、現時点で前記反射信号取出部が取り出した反射信号に基づく情報とを比較することで、判定部は経時的な判定を行うことができ、位相異常の有無をより精度良く検出することができる。

【 0 0 1 3 】

(3) 前記位相異常検出装置において、前記判定部は、前記位相異常があると判定した場合、その判定結果を報知する指令を出力するのが好ましい。

この場合、判定部が位相異常があると報知する指令を出力することで、アンテナ素子から送信される信号に位相異常が生じたことを容易に把握することができる。

20

【 0 0 1 4 】

(4) 本発明の実施形態に係るアレーアンテナシステムは、複数のアンテナ素子と、これらの各アンテナ素子から送信される信号の位相を個別に調整する複数の移相器と、前記各移相器から対応する前記アンテナ素子に至る経路において当該アンテナ素子からの反射信号を取り出す複数の反射信号取出部と、前記各反射信号取出部により取り出された前記反射信号に基づいて、対応する前記アンテナ素子から送信される信号の位相異常の有無を判定する判定部と、を備える。

【 0 0 1 5 】

上記アレーアンテナシステムによれば、各反射信号取出部により取り出されたアンテナ素子からの反射信号に基づいて位相異常の有無を判定する判定部を備えているので、アンテナ素子から送信される信号に位相異常が生じたときに、そのアンテナ素子の反射信号の状態に変化が生じれば、当該アンテナ素子から送信される信号に位相異常があると判定し、その異常を検出することができる。このため、通信中であっても複数のアンテナ素子から送信される信号の位相異常をそれぞれ検出することができる。

30

【 0 0 1 6 】

[本発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の実施形態について添付図面に基づき詳細に説明する。

< 基地局装置について >

図 1 は、本発明の一実施形態に係るアレーアンテナシステムを備えた基地局装置の一部を示すブロック図である。図中、基地局装置 1 は、他の通信装置との間で無線通信を行う通信装置としての機能を有しており、ベースバンドユニット (B B U) 2 と、ベースバンドユニット 2 に信号伝送路 (光伝送路または電気伝送路) 3 を介して接続されたアレーアンテナシステムとしてアクティブアンテナシステム 4 とを備えている。

40

【 0 0 1 7 】

ベースバンドユニット 2 は、無線通信によって送受信されるデータを含むベースバンド信号に対してデジタル変復調処理等の処理を行う機能を有しており、送信データを含むデジタルのベースバンド信号 (I / Q 信号) を信号伝送路 3 を介してアンテナシステム 4 に与える。

また、ベースバンドユニット 2 は、アンテナシステム 4 から信号伝送路 3 を介して与え

50

られる、受信データを含んだデジタルのベースバンド信号（I/Q信号）を取得する。

【0018】

アクティブアンテナシステム4（以下、単にアンテナシステム4ともいう）は、無線周波数の信号を送受信するためのアンテナ素子5を複数（ここでは8個）備えており、基地局装置1が他の通信装置との間で無線通信を行う際に、当該無線通信に係る無線信号を送受信する機能を有している。

アンテナシステム4は、ベースバンドユニット2から与えられるデジタルのベースバンド信号に対して各種信号処理を行うことでアナログの無線周波数の信号に変換し、複数のアンテナ素子5から無線信号として送信する。

【0019】

また、アンテナシステム4は、複数のアンテナ素子5が無線信号として受信する無線周波数の信号に対して各種信号処理を行うことでデジタルのベースバンド信号に変換し、変換したベースバンド信号をベースバンドユニット2に与える。

【0020】

このように、基地局装置1は、送信データを含んだベースバンド信号を無線周波数の信号に変換して他の通信装置に送信するとともに、他の通信装置が送信した無線周波数の信号を受信し、他の通信装置からの受信データを含んだベースバンド信号を取得する。

【0021】

<アンテナシステムの構成について>

図2は、アンテナシステム4の送信側の構成を示すブロック図である。

アンテナシステム4は、デジタル信号処理部8と、アナログ信号処理部9とを備えている。

ベースバンドユニット2から無線通信のための送信信号としてアンテナシステム4に与えられるベースバンド信号は、デジタル信号処理部8によってデジタル信号処理された後、アナログ信号処理部9に与えられ、アナログの無線周波数の信号に変換されて各アンテナ素子5A～5Hに与えられる。各アンテナ素子5A～5Hに与えられたアナログの無線周波数の信号は、各アンテナ素子5A～5Hから空間に放射され、無線信号として送信される。

【0022】

デジタル信号処理部8は、CPUや、記憶部等を含んでいるコンピュータによって構成されており、記憶部に記憶されたプログラム等を読み出して以下に説明する当該デジタル信号処理部8が有する各機能部を実現するとともに各種処理を実行する機能を有している。

デジタル信号処理部8は、ベースバンドユニット2から与えられるベースバンド信号をアナログ信号処理部9に与える送信側の処理と、アナログ信号処理部9から与えられるベースバンド信号をベースバンドユニット2に与える受信側の処理とを行う機能を有している。

【0023】

アナログ信号処理部9は、デジタル信号処理部8から与えられるデジタルのベースバンド信号をアナログ信号に変換し、無線信号として送信するために必要なアナログ信号処理を行い、アナログ信号処理によって得られる無線周波数の信号をアンテナ素子5に与える機能を有している。

アナログ信号処理部9は、デジタル信号処理部8から与えられるデジタルのベースバンド信号をアナログに変換するデジタルアナログ変換器（DAC：Digital to Analog Converter）11を備えている。

また、アナログ信号処理部9は、デジタルアナログ変換器11からアンテナ素子5までの間に、アップコンバータ12と、電力分配器14と、複数の可変減衰器15と、複数の移相器16と、複数の電力増幅器（PA：Power Amplifier）17とを備えている。

【0024】

デジタルアナログ変換器11は、アナログに変換したベースバンド信号を後述するアッ

10

20

30

40

50

ブコンバータ 1 2 に与える。

アップコンバータ 1 2 は、発振器 1 3 が生成する無線周波数の局部発振信号をベースバンド信号に乗算することで、当該ベースバンド信号を無線周波数の信号に変換（アップコンバート）する機能を有している。アップコンバータ 1 2 は、ベースバンド信号を周波数変換することにより得た無線周波数信号を、後述する入力信号取出部 1 8 を通過して電力分配器 1 4 に与える。

電力分配器 1 4 は、無線周波数信号を複数のアンテナ素子 5 A ~ 5 H それぞれに対応して複数に分配する。

【 0 0 2 5 】

可変減衰器 1 5 には、電力分配器 1 4 によって分配された無線周波数信号が与えられる。可変減衰器 1 5 は、電力分配器 1 4 によって分配された無線周波数信号それぞれに対して利得を調整する。

移相器 1 6 には、可変減衰器 1 5 によって利得が調整された無線周波数信号が与えられる。複数の移相器 1 6 は、各可変減衰器 1 5 によって利得が調整された無線周波数信号それぞれに対して位相を個別に調整する。これによって、複数の移相器 1 6 は、複数のアンテナ素子 5 A ~ 5 H のそれぞれから送信される無線周波数信号のチルト角（指向性）を制御することができる。

【 0 0 2 6 】

電力増幅器 1 7 は、移相器 1 6 で位相が調整された無線周波数信号の電力を増幅する機能を有している。電力増幅器 1 7 は、増幅した無線周波数信号を、後述する出力信号取出部 2 3 及び反射信号取出部 2 7 を通過してアンテナ素子 5 に与える。電力増幅器 1 7 からアンテナ素子 5 に与えられた無線周波数信号は、アンテナ素子 5 から空間に放射され、無線信号として送信される。

【 0 0 2 7 】

可変減衰器 1 5、移相器 1 6、および電力増幅器 1 7 は、アンテナ素子 5 A ~ 5 H ごとに設けられており、電力分配器 1 4 から各アンテナ素子 5 A ~ 5 H それぞれに対応するように分配される無線周波数の送信信号に必要なアナログ処理を行う。

【 0 0 2 8 】

< アンテナシステムの制御構成について >

図 3 は、アンテナシステム 4 の制御構成を示すブロック図である。

アンテナシステム 4 は、主要な制御構成として、入力信号取出部 1 8、基準移相器 2 1、複数の出力信号取出部 2 3、複数の反射信号取出部 2 7、経路切替部 2 9、合成器 3 2、制御部 4 0 を備えている。

【 0 0 2 9 】

入力信号取出部 1 8 は、各移相器 1 6 への入力信号（無線周波数信号）を取り出す機能を有している。本実施形態における入力信号取出部 1 8 は、アップコンバータ 1 2 と電力分配器 1 4 との間に設けられており（図 2 参照）、アップコンバータ 1 2 で周波数変換された無線周波数信号を取り出すようになっている。

【 0 0 3 0 】

入力信号取出部 1 8 から分岐した第 1 分岐線路 5 1 の途中には、さらに信号取出部 2 0 が設けられており、第 1 分岐線路 5 1 から信号取出部 2 0 により取り出された入力信号は基準移相器 2 1 に与えられる。

【 0 0 3 1 】

基準移相器 2 1 は、信号取出部 2 0 から分岐した第 2 分岐線路 5 2 の途中に設けられており、信号取出部 2 0 により取り出された入力信号の位相を設定する。基準移相器 2 1 により位相が設定された入力信号は、可変減衰器 2 2 に与えられ、この可変減衰器 2 2 によって利得が調整される。可変減衰器 2 2 により利得が調整された入力信号は合成器 3 2（後述）に与えられる。なお、基準移相器 2 1 による具体的な位相の設定方法、及び可変減衰器 2 2 による具体的な利得の調整方法については後述する。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

入力信号取出部 18 と信号取出部 20 との間には入力信号経路調整部 19 が設けられている。この入力信号経路調整部 19 は、入力信号取出部 18 から信号取出部 20 を介して合成器 32 に至るまでの経路長を調整するものである。

具体的には、入力信号経路調整部 19 は、合成器 32 における、入力信号の入力タイミングと、出力信号取出部 23 により取り出された出力信号の入力タイミングとを一致又は近似させるように前記経路長を調整するものである。

【0033】

出力信号取出部 23 は、各移相器 16 から出力されて対応するアンテナ素子 5 に入力される出力信号（無線周波数信号）を取り出す機能を有している。本実施形態における複数の出力信号取出部 23 は、各電力増幅器 17 の後段であって、かつ対応するアンテナ素子 5 から一定距離だけ離れた位置に設けられている。

出力信号取出部 23 から分岐した第 3 分岐線路 53 には、第 1 切替部 24、出力信号経路調整部 25、信号取出部 26 がこの順に設けられている。第 1 切替部 24、出力信号経路調整部 25 及び信号取出部 26 は、アンテナ素子 5 ごとに設けられている。

【0034】

第 1 切替部 24 は、例えば a 接点、b 接点及び c 接点を有する 3 ポートスイッチよりなり、c 接点を a 接点及び b 接点のいずれか一方の接点と接続するように切り替えるものである。

第 1 切替部 24 の c 接点は出力信号取出部 23 に接続されている。また、第 1 切替部 24 の a 接点は、抵抗 24a 及び平滑用のコンデンサ 24b を介してグラウンドに接続されており、第 1 切替部 24 の b 接点には出力信号経路調整部 25 が接続されている。

【0035】

信号取出部 26 は、第 3 分岐線路 53 から出力信号を取り出す機能を有している。信号取出部 26 は、当該信号取出部 26 から分岐した第 4 分岐線路 54 を介して経路切替部 29 に接続されている。

【0036】

出力信号経路調整部 25 は、各出力信号取出部 23 から信号取出部 26、第 4 分岐線路 54、経路切替部 29、後述するサーキュレータ 30 及び第 6 分岐線路 56 を介して合成器 32 に至る経路長を調整するものである。

具体的には、出力信号経路調整部 25 は、各出力信号取出部 23 から合成器 32 までの複数の前記経路長同士の差分が、使用周波数の波長の整数倍の長さとなるように、前記各経路長を個別に調整するものである。

【0037】

反射信号取出部 27 は、各移相器 16 から対応するアンテナ素子 5 に至る経路において当該アンテナ素子 5 からの反射信号を取り出す機能を有している。本実施形態における反射信号取出部 27 は、反射波（反射信号）を取り出す方向性結合器によって構成されており、各アンテナ素子 5 の手前に設けられている。

反射信号取出部 27 から分岐した第 5 分岐線路 55 の途中には、第 2 切替部 28 が設けられている。この第 2 切替部 28 はアンテナ素子 5 ごとに設けられている。

【0038】

第 2 切替部 28 は、例えば a 接点、b 接点及び c 接点を有する 3 ポートスイッチよりなり、c 接点を a 接点及び b 接点のいずれか一方の接点と接続するように切り替えるものである。

第 2 切替部 28 の c 接点は反射信号取出部 27 に接続されている。また、第 2 切替部 28 の a 接点は、抵抗 28a 及び平滑用のコンデンサ 28b を介してグラウンドに接続されており、第 2 切替部 28 の b 接点は第 5 分岐線路 55 を介して経路切替部 29 に接続されている。

【0039】

経路切替部 29 は、下記の第 1 経路～第 3 経路のうちのいずれかの経路に切り替えるものである。

10

20

30

40

50

第 1 経路：出力信号取出部 2 3 と合成器 3 2 とを電氣的に接続するための経路

第 2 経路：反射信号取出部 2 7 と合成器 3 2 とを電氣的に接続するための経路

第 3 経路：入力信号取出部 1 8 と複数の出力信号経路調整部 2 5 とを電氣的に接続するための経路

【 0 0 4 0 】

本実施形態の経路切替部 2 9 は、例えば a 接点、b 接点、c 接点及び d 接点を有する 4 ポートスイッチよりなり、d 接点を a 接点 ~ c 接点のいずれかの接点と接続するように切り替えるものである。

経路切替部 2 9 の a 接点は、第 3 分岐線路 5 3 上の図中最下部に配置された信号取出部 2 6 に接続されている。また、経路切替部 2 9 の b 接点には第 4 分岐線路 5 4 が接続され、経路切替部 2 9 の c 接点には第 5 分岐線路 5 5 が接続されている。

10

【 0 0 4 1 】

経路切替部 2 9 の d 接点は、サーキュレータ 3 0 に接続されている。このサーキュレータ 3 0 は、第 1 分岐線路 5 1 上において信号取出部 2 0 の後段に設けられている。

サーキュレータ 3 0 は、第 1 分岐線路 5 1 側から入力された信号を経路切替部 2 9 の d 接点側に出し、経路切替部 2 9 の d 接点側から入力された信号を第 6 分岐線路 5 6 に出力する。

【 0 0 4 2 】

第 6 分岐線路 5 6 は、サーキュレータ 3 0 と合成器 3 2 とを電氣的に接続している。第 6 分岐線路 5 6 の途中には可変減衰器 3 1 が設けられている。可変減衰器 3 1 は、サーキュレータ 3 0 から第 6 分岐線路 5 6 に出力された信号（出力信号又は反射信号）の利得を調整する。可変減衰器 3 1 により利得が調整された信号は合成器 3 2 に与えられる。

20

【 0 0 4 3 】

以上の構成により、経路切替部 2 9 が b 接点に接続された場合は、出力信号取出部 2 3 と合成器 3 2 とを接続可能な上記第 1 経路となる。また、経路切替部 2 9 が c 接点に接続された場合は、反射信号取出部 2 7 と合成器 3 2 とを電氣的に接続可能な上記第 2 経路となる。さらに、経路切替部 2 9 が a 接点に接続された場合は、入力信号取出部 1 8 と複数の出力信号経路調整部 2 5 とを電氣的に接続可能な上記第 3 経路となる。

【 0 0 4 4 】

合成器 3 2 は、経路切替部 2 9 が b 接点に接続されている場合には、基準移相器 2 1 により位相が設定された入力信号と、出力信号取出部 2 3 により取り出された出力信号とを合成する。

30

また、合成器 3 2 は、経路切替部 2 9 が c 接点に接続されている場合には、基準移相器 2 1 により位相が設定された入力信号と、反射信号取出部 2 7 により取り出された反射信号とを合成する。

【 0 0 4 5 】

合成器 3 2 の後段には、当該合成器 3 2 により 2 つの信号を合成したときの合成信号の状態を検出する信号状態検出部 3 3 が設けられている。

本実施形態における信号状態検出部 3 3 は、例えば検波ダイオードよりなり、入力された合成信号の電圧を検出するものである。なお、信号状態検出部 3 3 は、検波ダイオード以外に、スペクトラムアナライザなど、上記合成信号の状態を検出できるものであれば他の検出器を用いても良い。

40

【 0 0 4 6 】

制御部 4 0 は、CPU 及び記憶部 4 3 等を含んでいるコンピュータによって構成されており、記憶部 4 3 に記憶されたコンピュータプログラム等を読み出して以下に説明する当該制御部 4 0 が有する各機能部を実現するとともに各種処理を実行する機能を有している。

【 0 0 4 7 】

制御部 4 0 は、ベースバンドユニット 2 に接続されており、ベースバンドユニット 2 からアンテナ素子 5 から送信する信号のチルト角を設定する制御命令や搬送波周波数を含む

50

制御情報を受ける。

制御部 40 は、上記コンピュータプログラムを実行することで達成される機能部として、位相制御部 41 と判定部 42 とを有する。

【0048】

位相制御部 41 は、各アンテナ素子 5 に入力される出力信号の位相が所望の位相となるように基準移相器 21 及び対応する移相器 16 等を制御するものである。

具体的には、位相制御部 41 は、取り出された入力信号の位相が所望の位相の逆位相となるように基準移相器 21 を制御する。そして、位相制御部 41 は、基準移相器 21 により位相が設定された入力信号と、出力信号取出部 23 から取り出された出力信号とを合成器 32 により合成するとき、これらの両信号が互いに相殺されるように、検波ダイオード 33 が検出する電圧値に応じて、対応する移相器 16 を制御する。

10

【0049】

また、位相制御部 41 は、各移相器 16 に対応する可変減衰器 15、他の可変減衰器 22、31、第 1 切替部 24、第 2 切替部 28、及び経路切替部 29 も個別に制御する。これらの具体的な制御については後述する。

本実施形態では、移相器 16、入力信号取出部 18、出力信号取出部 23、基準移相器 21、合成器 32、及び位相制御部 41 を主要な構成要素として位相制御装置が構成されている。

【0050】

判定部 42 は、位相制御部 41 が移相器 16 等を制御した後に、当該移相器 16 に対応するアンテナ素子 5 から送信される信号の位相異常の有無を判定するものである。

20

その際、判定部 42 は、反射信号取出部 27 により取り出された各アンテナ素子 5 からの反射信号に基づいて前記位相異常の有無を判定する。

【0051】

本実施形態における判定部 42 は、過去の反射信号に基づく情報と、現在の反射信号に基づく情報とに基づいて、前記位相異常の有無を判定する。

具体的には、判定部 42 は、工場出荷時において合成器 32 が入力信号と反射信号とを合成した合成信号の電圧値と、現時点において合成器 32 により入力信号と反射信号とを合成した合成信号の電圧値とのずれ量に応じて、前記位相異常の有無を判定する。なお、工場出荷時における上記合成信号の電圧値は、記憶部 43 に記憶されている。

30

【0052】

判定部 42 は、前記位相異常が有ると判定した場合、その判定結果を報知する指令を出力する。この報知指令が判定部 42 から出力されると、例えばアンテナ素子 5 の設置現場又は基地局に設けられた警告ランプ等を点灯させることで、位相異常が生じたことをオペレータ等に報知することができる。

【0053】

なお、判定部 42 は、上記ずれ量の程度に応じて、位相異常の度合いを判定しても良い。例えば、判定部 42 は、上記ずれ量が小さい場合には、位相異常の度合いは低いと判定して上記報知指令の出力を行わずに判定を終了し、上記ずれ量が大きい場合には、位相異常の度合いが高いと判定して上記報知指令の出力を行うようにしても良い。

40

本実施形態では、反射信号取出部 27 及び判定部 42 を主要な構成要素として、アンテナ素子 5 から送信される信号の位相異常を検出する位相異常検出装置が構成されている。

【0054】

< 制御部が実行する制御について >

次に、制御部 40 が実行する制御について、図 4 ~ 図 8 を参照しながら説明する。なお、ここでは、アンテナシステム 4 の工場出荷時に行う制御から説明する。

< 出力信号の経路調整の確認工程 >

まず、工場出荷時において、制御部 40 は、各出力信号取出部 23 から合成器 32 までの複数の経路長同士の差分が、使用周波数の波長の整数倍の長さとなるように、各出力信号経路調整部 25 が適切に調整されているか否かを確認する。具体的には、図 4 に示すよ

50

うに、制御部 40 は、複数の第 1 切替部 24 をすべて b 接点に接続するように切り替えるとともに、経路切替部 29 を a 接点に接続させた第 3 経路に切り替える。これにより、入力信号取出部 18 と複数の出力信号経路調整部 25 とが直列に接続された状態となる。

【0055】

次に、制御部 40 は、図中の最も上側に配置された第 1 切替部 24 を a 接点に切り替える。これにより、入力信号取出部 18 により取り出された入力信号の一部は、第 1 分岐線路 51 及び経路切替部 29 を経て第 3 分岐線路 53 上において図中の最も上側に配置された第 1 切替部 24 の b 接点で反射して折り返す。この折り返し信号は、第 3 分岐線路 53 上の全ての出力信号経路調整部 25 を通過した後、経路切替部 29、サーキュレータ 30、及び第 6 分岐線路 56 を経て合成器 32 に入力される。

10

また、入力信号取出部 18 により取り出された入力信号の他部は、第 3 分岐線路 53 上の信号取出部 20 及び第 2 分岐線路 52 を経て合成器 32 に入力される。

【0056】

次に、制御部 40 は、合成器 32 により上記折り返し信号と入力信号の他部とを合成した信号の電圧値を検波ダイオード 33 から取得し、その電圧値に応じて合成器 32 に入力される両信号を相殺するように基準移相器 21 を制御する。そして、制御部 40 は、その両信号が相殺されたときの基準移相器 21 の制御電圧値を第 1 相殺条件として記憶部に 43 に記憶する。

【0057】

次に、制御部 40 は、図中の上から 2 番目の第 1 切替部 24 を a 接点に切り替える。これにより、入力信号取出部 18 により取り出された入力信号の一部は、第 1 分岐線路 51 及び経路切替部 29 を経て第 3 分岐線路 53 上において図中の上から 2 番目の第 1 切替部 24 の b 接点で反射して折り返す。この折り返し信号は、第 3 分岐線路 53 上において図中の最も上側に配置された出力信号経路調整部 25 を除く全ての出力信号経路調整部 25 を通過した後、経路切替部 29、サーキュレータ 30 及び第 6 分岐線路 56 を経て合成器 32 に入力される。

20

また、入力信号取出部 18 により取り出された入力信号の他部は、第 3 分岐線路 53 上の信号取出部 20、第 2 分岐線路 52 を経て合成器 32 に入力される。

【0058】

次に、制御部 40 は、合成器 32 により上記折り返し信号と入力信号の他部とを合成した信号の電圧値を検波ダイオード 33 から取得し、その電圧値に応じて合成器 32 に入力される両信号を相殺するように基準移相器 21 を制御する。そして、制御部 40 は、その両信号が相殺されたときの基準移相器 21 の制御電圧値を第 2 相殺条件として記憶部に 43 に記憶する。

30

【0059】

次に、制御部 40 は、記憶部 43 に記憶した上記第 1 相殺条件の制御電圧値と上記第 2 相殺条件の制御電圧値とに基づいて、両相殺条件における基準移相器 21 の位相が 360 度ずれた関係にあるか否かを判定する。この判定は、例えば、予め記憶部 43 に記憶された、制御電圧値と位相との関係を示すルックアップテーブルを用いて行うことができる。

このようにして、制御部 40 は、残りの第 1 切替部 24 についても、順に a 接点に切り替えることによって、上記と同様の判定を行う。なお、制御部 40 は、上記いずれかの判定結果が否定的である場合には、その判定結果を報知する指令を出力するようにすれば良い。

40

【0060】

< 各アンテナ素子に対応する移相器の制御工程 >

上記の各出力信号の経路調整の確認工程が終了すると、続いて制御部 40 は、複数のアンテナ素子 5A ~ 5H に入力される出力信号の位相が所望の位相となるように、対応する移相器 16 等を制御する。

例えば、制御部 40 は、ベースバンドユニット 2 からアンテナ素子 5A に入力される出力信号の位相を 10° に設定する制御命令を受けた場合、まず、入力信号取出部 18 から

50

取り出された入力信号の位相が上記制御命令の位相 (10°) の逆位相である 190° 又は -170° となるように、基準移相器 21 の制御電圧を制御する。その際、制御部 40 は、制御電圧値と位相との関係を示す上記ルックアップテーブルを用いて基準移相器 21 の制御電圧を制御する。

【0061】

また、上記制御命令の位相に応じて基準移相器 21 による入力信号の通過ロスが変化するので、制御部 40 は、その通過ロスが一定となるように可変減衰器 22 を制御する。この制御は、例えば、図 5 に示すように、各位相とこれに対応する利得及び通過ロスとの関係を示すルックアップテーブルを用いて行うことができる。

ここでは、上記制御命令の位相は 10° なので、制御部 40 は、図 5 のルックアップテーブルを参照して、位相が 10° の場合における通過ロス (-1.5 dB) を相殺するように、入力信号の利得が 1.5 dB となるように可変減衰器 22 を制御する。

【0062】

次に、図 6 において、制御部 40 は、アンテナ 5A に対応する、図中の最も上側に配置された移相器 16 及び可変減衰器 15 を制御する。具体的には、制御部 40 は、経路切替部 29 を b 接点に接続させた第 1 経路に切り替えるとともに、図中の最も上側に配置された第 1 切替部 24 を b 接点に接続するように切り替える。なお、他の第 1 切替部 24 は全て a 接点に接続されている。

【0063】

これにより、図中の最も上側に配置された出力信号取出部 23 から取り出された出力信号は、その後段直後に配置された第 1 切替部 24、出力信号経路調整部 25 及び信号取出部 26 を経て第 4 分岐線路 54 に取り出される。そして、第 4 分岐線路 54 に取り出された出力信号は、経路切替部 29、サーキュレータ 30 及び第 6 分岐線路 56 を経て合成器 32 に入力される。

したがって、合成器 32 では、基準移相器 21 により位相が設定された入力信号と、図中の最も上側に配置された出力信号取出部 23 から取り出された出力信号とが合成される。

【0064】

次に、制御部 40 は、合成器 32 に入力された入力信号と出力信号とが合成されるときに、これらの両信号が互いに相殺されるように、検波ダイオード 33 が検出する電圧値に応じて、図中の最も上側に配置された移相器 16 を制御する。その際、移相器 16 により出力信号の位相が変化することで、当該移相器 16 を通過する出力信号の利得も変化するので、制御部 40 は、当該移相器 16 の前段に配置された可変減衰器 15 も制御する。

【0065】

具体的には、制御部 40 は、まず、移相器 16 及び可変減衰器 15 を制御する前の初期状態において検波ダイオード 33 で検出される合成信号の電圧値 V_0 (図 7 (A) 参照) を記憶部 43 に記憶する。

次に、制御部 40 は、検波ダイオード 33 で検出される電圧値を最小化させるように移相器 16 及び可変減衰器 15 の制御電圧をそれぞれ少しずつ変化させ、その制御電圧を変化させたときに検波ダイオード 33 が検出した電圧値 V_1 (図 7 (B) 参照) を取得する。

【0066】

そして、制御部 40 は、取得した電圧値 V_1 が初期状態の電圧値 V_0 に対して閾値以上低減しているか否かを判定する。本実施形態では、例えば使用周波数を 3.5 GHz とした場合、取得した電圧値が初期状態の電圧値に対して 25 dB 以上低減しているか否かを判定する。 25 dB 以上低減していることは、合成器 32 により合成される両信号は、位相の誤差が $\pm 5^\circ$ 以内であって且つ通過利得の誤差が $\pm 0.5 \text{ dB}$ 以内の同じ大きさの信号となって、両信号が互いに逆位相で相殺されることを意味する。

【0067】

したがって、制御部 40 は、上記判定結果が肯定的である場合には、合成器 32 により

10

20

30

40

50

合成される両信号は相殺されるので、図 6 中の最も上側に配置された移相器 1 6 及び可変減衰器 1 5 の制御を終了する。そして、制御部 4 0 は、対応する第 1 切替部 2 4 を a 接点に接続するように切り替える。

一方、制御部 4 0 は、上記判定結果が否定的である場合には、上記判定結果が肯定的になるまで、移相器 1 6 及び可変減衰器 1 5 の制御電圧を変化させる制御と上記判定とを繰り返し行う。

【 0 0 6 8 】

上記制御により、合成器 3 2 によって合成される出力信号は、当該出力信号と合成される入力信号に対して逆位相、すなわち上記制御命令の位相と同位相となるように調整される。その結果、上記移相器 1 6 から出力された出力信号は、その位相が上記制御命令の位相（ここでは 10° ）となってアンテナ素子 5 A から送信される。したがって、通信中においてアンテナ素子 5 から送信される信号の位相を所望の位相に調整することができる。

また、制御部 4 0 は、移相器 1 6 と共に可変減衰器 1 5 を制御するので、通信中においてアンテナ素子 5 A から送信される信号の利得も調整することができる。

【 0 0 6 9 】

上記のようにアンテナ素子 5 A に対応する移相器 1 6 等の制御が終了すると、制御部 4 0 は、他のアンテナ素子 5 B ~ 5 H に入力される出力信号の位相についても、それぞれ所望の位相となるように、上記と同様の方法により基準移相器 2 1 及び対応する移相器 1 6 等を用いて順次設定する。

その際、各アンテナ素子 5 B ~ 5 H に対応する出力信号取出部 2 3 から取り出された出力信号が合成器 3 2 に入力されるとき位相がばらばらであると、図 7 (B) ~ 図 7 (D) に示すように、合成器 3 2 に入力された入力信号と出力信号とを相殺するときの電圧波形もばらばらとなる。

【 0 0 7 0 】

これに対して、本実施形態では、各アンテナ素子 5 A ~ 5 H に対応する上記の経路長同士の差分は、各出力信号経路調整部 2 5 により使用周波数の波長の整数倍の長さとなるように調整されている。このため、各アンテナ素子 5 A ~ 5 H に対応する移相器 1 6 等を制御する際に、合成器 3 2 に入力された入力信号と出力信号とを相殺するときの電圧波形を例えば図 7 (B) に示す電圧波形に近似させることができる。したがって、両信号を相殺する条件を近似させることができるので、各アンテナ素子 5 A ~ 5 H に対応する移相器 1 6 等を容易に調整することができる。

【 0 0 7 1 】

また、入力信号取出部 1 8 を通過して各出力信号取出部 2 3 により取り出される出力信号は、その出力信号取出部 2 3 の前段に設けられた電力増幅器 1 7 等を通過するため、合成器 3 2 に入力される出力信号の入力タイミングは、入力信号の入力タイミングよりも遅くなる。

これに対して、本実施形態では、合成器 3 2 における入力信号の入力タイミングと出力信号の入力タイミングとを一致又は近似させるように、入力信号取出部 1 8 から合成器 3 2 までの経路長を調整する入力信号経路調整部 1 9 を第 1 分岐線路 5 1 に設けている。このため、入力信号経路調整部 1 9 により、合成器 3 2 における入力信号の入力タイミングと出力信号の入力タイミングとを一致又は近似させることができるので、各アンテナ素子 5 A ~ 5 H に対応する移相器 1 6 等をさらに容易に調整することができる。

【 0 0 7 2 】

< 各アンテナ素子からの反射信号の状態確認工程 >

上記の各アンテナ素子 5 A ~ 5 H に対応する移相器 1 6 の制御工程が終了すると、続いて制御部 4 0 は、各アンテナ素子 5 A ~ 5 H からの反射信号の状態を確認する。

具体的には、図 8 に示すように、制御部 4 0 は、経路切替部 2 9 を c 接点に接続させた第 2 経路に切り替えるとともに、図中の最も上側に配置された第 2 切替部 2 8 を b 接点に接続するように切り替える。なお、他の第 2 切替部 2 8 は全て a 接点に接続されている。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

これにより、図中の最も上側に配置された反射信号取出部 27 により取り出された反射信号は、第 5 分岐線路 55、経路切替部 29、サーキュレータ 30 及び第 6 分岐線路 56 を経て合成器 32 に入力される。

したがって、合成器 32 では、基準移相器 21 により位相が設定された入力信号と、図中の最も上側に配置された反射信号取出部 27 から取り出された反射信号とが合成される。

【0074】

次に、制御部 40 は、入力信号取出部 18 により取り出された入力信号の位相を、アンテナ素子 5A に対する上記制御命令の位相の逆位相となるように、基準移相器 21 の制御電圧を制御する。

そして、制御部 40 は、基準移相器 21 により上記入力信号の位相を設定した状態において、検波ダイオード 33 で検出される当該入力信号と上記反射信号との合成信号の電圧値 V_2 を取得し、その電圧値 V_2 を反射信号に基づく情報として記憶部 43 に記憶する。

【0075】

上記のようにアンテナ素子 5A からの反射信号に基づく情報を記憶部 43 に記憶すると、制御部 40 は、他のアンテナ素子 5B ~ 5H からの反射信号に基づく情報についても、それぞれ上記と同様の方法により記憶部 43 に記憶する。

【0076】

< 位相異常の判定工程 >

上記の各アンテナ素子 5A ~ 5H からの反射信号の状態確認工程が終了すると、アンテナシステム 4 は工場から出荷され、設置現場にアンテナ素子 5 が設置される。アンテナ素子 5 の設置後、制御部 40 (判定部 42) は、各アンテナ素子 5A ~ 5H から送信される信号について位相異常の有無を判定する。

具体的には、制御部 40 は、各アンテナ素子 5A ~ 5H に対応する移相器 16 の制御工程 (図 6 参照) を行い、基準移相器 21 及び各移相器 16 等の工場出荷時の状態を再現する。

【0077】

この状態において、制御部 40 は、上記の各アンテナ素子 5A ~ 5H からの反射信号の状態確認工程 (図 8 参照) を行い、検波ダイオード 33 で検出される電圧値 V_2' を取得して記憶部 43 に記憶する。

次に、制御部 40 は、記憶部 43 に記憶されている、工場出荷時の電圧値 V_2 と、アンテナ素子 5 設置後の電圧値 V_2' とを比較し、その両電圧値のずれ量が閾値以上であるか否かを判定する。

【0078】

上記判定結果が否定的である場合、制御部 40 は、対応するアンテナ素子 5 から送信される信号に位相異常は無いと判定し、判定工程を終了する。

一方、上記判定結果が肯定的である場合、制御部 40 は、対応するアンテナ素子 5 から送信される信号に位相異常があると判定し、その判定結果を、例えば基地局のオペレータ等に報知する指令を出力して判定工程を終了する。

なお、上記の位相異常の判定工程は、メンテナンス作業として定期的に行うことができる。

【0079】

以上のように、本実施形態では、各反射信号取出部 27 により取り出されたアンテナ素子 5 からの反射信号に基づいて位相異常の有無を判定する判定部 42 を備えているので、アンテナ素子 5 から送信される信号に位相異常が生じたときに、そのアンテナ素子 5 の反射信号に変化が生じれば、当該アンテナ素子 5 から送信される信号に位相異常があると判定し、その異常を検出することができる。このため、通信中であってもアンテナ素子 5 から送信される信号の位相異常を検出することができる。

【0080】

また、判定部 42 は、基準移相器 21 により位相が設定された入力信号と、反射信号取

10

20

30

40

50

出部 27 により取り出された反射信号とを合成した合成信号に基づいて、位相異常の有無を判定する。このため、例えば、合成器 32 により入力信号と反射信号とを合成するとき、その合成信号の電圧等が変化することで、判定部 42 は位相異常の有無を判定することができる。

【0081】

また、判定部 42 は、工場出荷時の反射信号に基づく情報と、アンテナ素子 5 の現時点の反射信号に基づく情報とに基づいて位相異常の有無を判定するので、判定部 42 は経時的な判定を行うことができ、位相異常の有無をより精度良く検出することができる。

また、判定部 42 は、位相異常があると判定した場合、その判定結果を報知する指令を出力するので、アンテナ素子 5 から送信される信号に位相異常が生じたことを容易に把握することができる。

【0082】

また、経路切替部 29 により、出力信号取出部 23 と合成器 32 とを電氣的に接続するための第 1 経路と、反射信号取出部 27 と合成器 32 とを電氣的に接続するための第 2 経路とに切り替えることができるので、合成器 32 を、入力信号と出力信号との合成、及び入力信号と反射信号との合成を行う合成器として共用することができる。

【0083】

なお、今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0084】

例えば、本実施形態のアレーアンテナシステム 4 は、アクティブアンテナシステム以外のアンテナシステムにも適用することができる。

また、本実施形態の制御部 40 は、アンテナ素子 5 に入力される出力信号の位相が所望の位相となるように基準移相器 21 及び移相器 16 等を制御する位相制御部 41 を備えているが、この基準移相器 21 及び位相制御部 41 を備えていなくても良い。この場合、制御部 40 (判定部 42) は、反射信号取出部 27 により取り出された反射信号の電圧値を検波ダイオード等により検出し、その電圧値の変化に基づいて位相異常の有無を判定すればよい。

【符号の説明】

【0085】

- 1 基地局装置
- 2 ベースバンドユニット
- 3 信号伝送路
- 4 アクティブアンテナシステム (アレーアンテナシステム)
- 5 アンテナ素子
- 8 デジタル信号処理部
- 9 アナログ信号処理部
- 11 デジタルアナログ変換器
- 12 アップコンバータ
- 13 発振器
- 14 電力分配器
- 15 可変減衰器
- 16 移相器
- 17 電力増幅器 (増幅器)
- 18 入力信号取出部
- 19 入力信号径路調整部
- 20 信号取出部
- 21 基準移相器

10

20

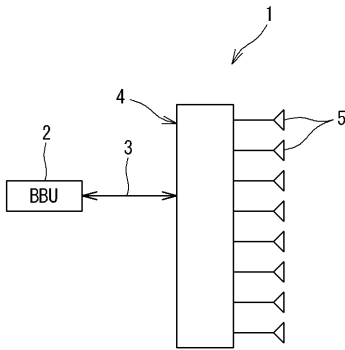
30

40

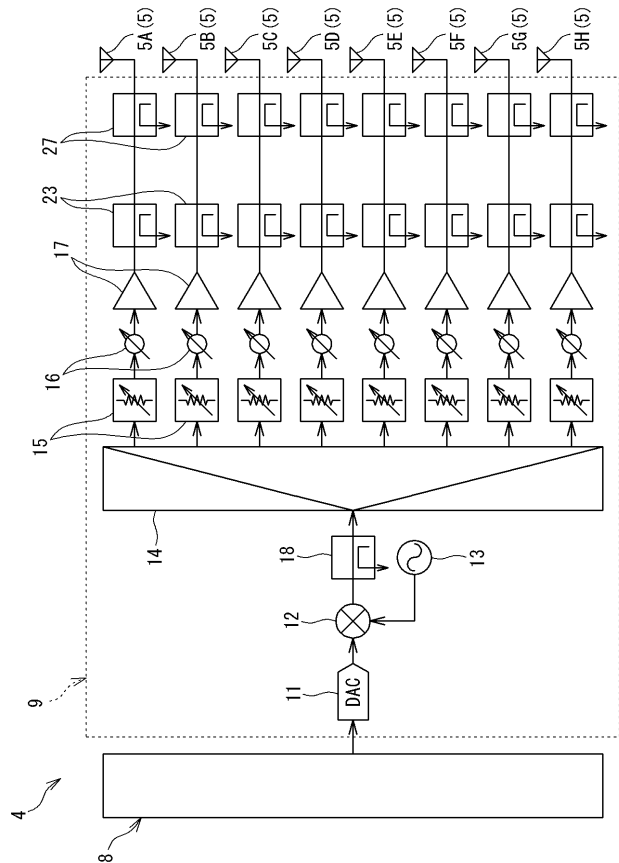
50

2 2	可変減衰器	
2 3	出力信号取出部	
2 4	第 1 切替部	
2 4 a	抵抗	
2 4 b	コンデンサ	
2 5	出力信号経路調整部	
2 6	信号取出部	
2 7	反射信号取出部	
2 8	第 2 切替部	
2 8 a	抵抗	10
2 8 b	コンデンサ	
2 9	経路切替部	
3 0	サーキュレータ	
3 1	可変減衰器	
3 2	合成器	
3 3	検波ダイオード (信号状態検出部)	
4 0	制御部	
4 1	位相制御部	
4 2	判定部	
4 3	記憶部	20
5 1	第 1 分岐線路	
5 2	第 2 分岐線路	
5 3	第 3 分岐線路	
5 4	第 4 分岐線路	
5 5	第 5 分岐線路	
5 6	第 6 分岐線路	

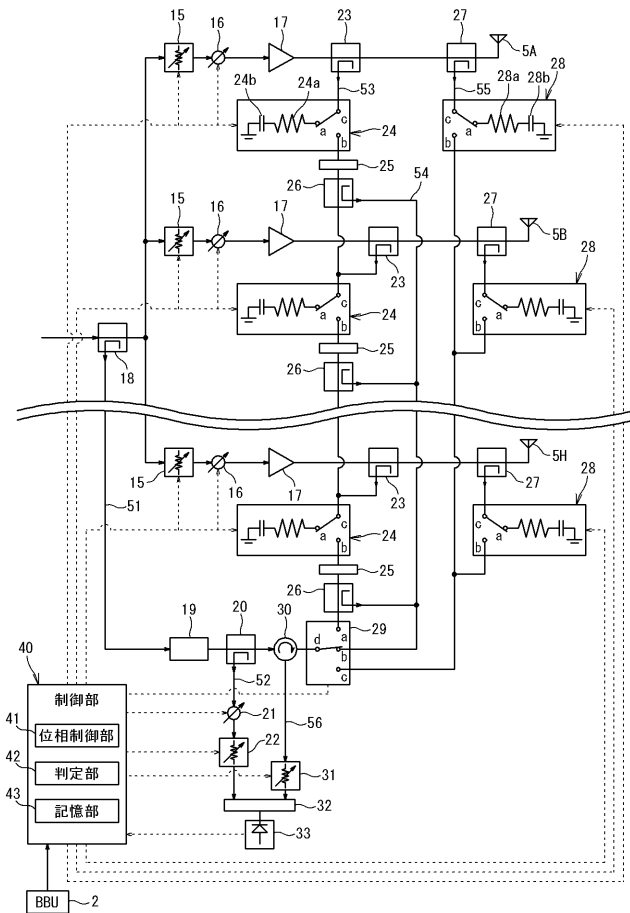
【 図 1 】



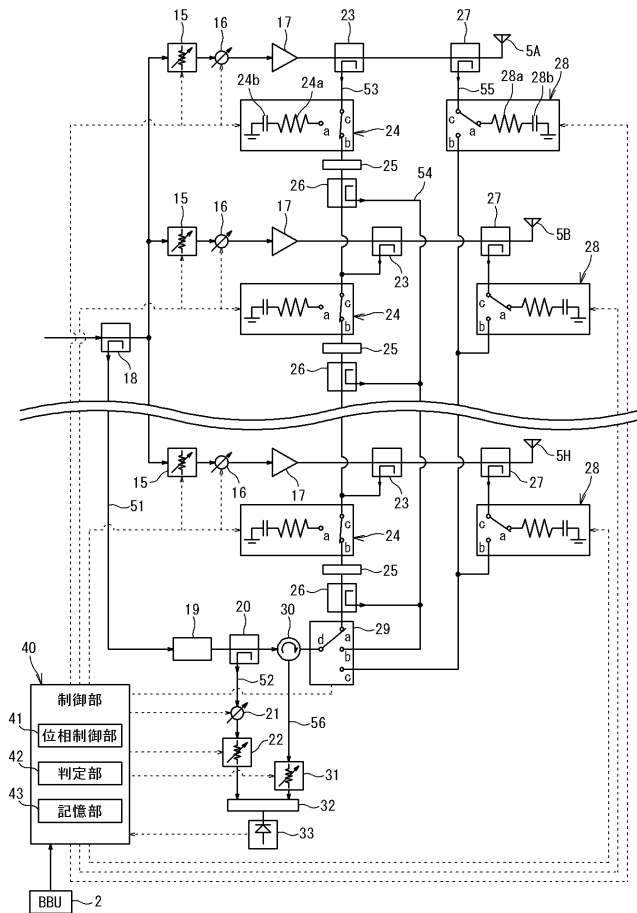
【 図 2 】



【 図 3 】



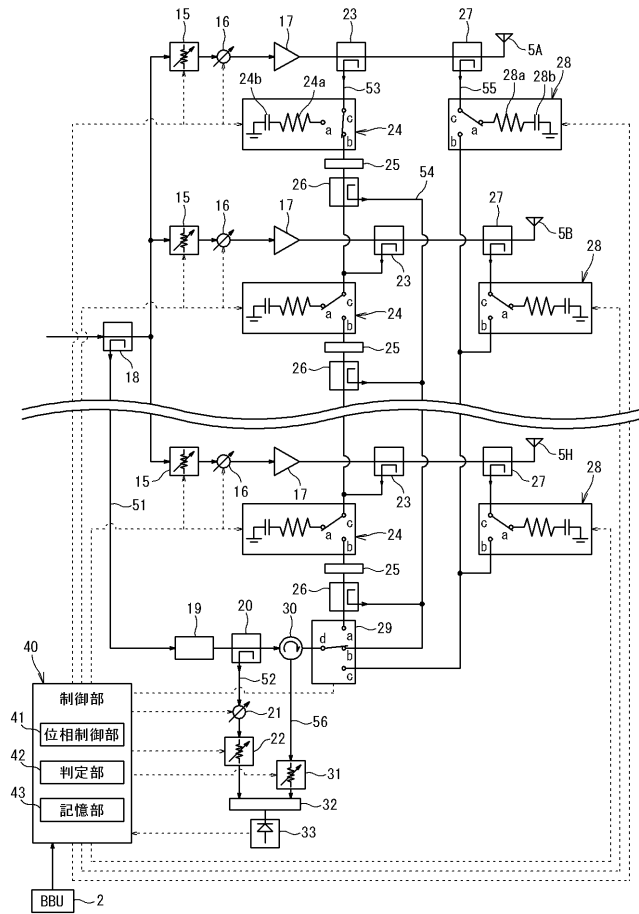
【 図 4 】



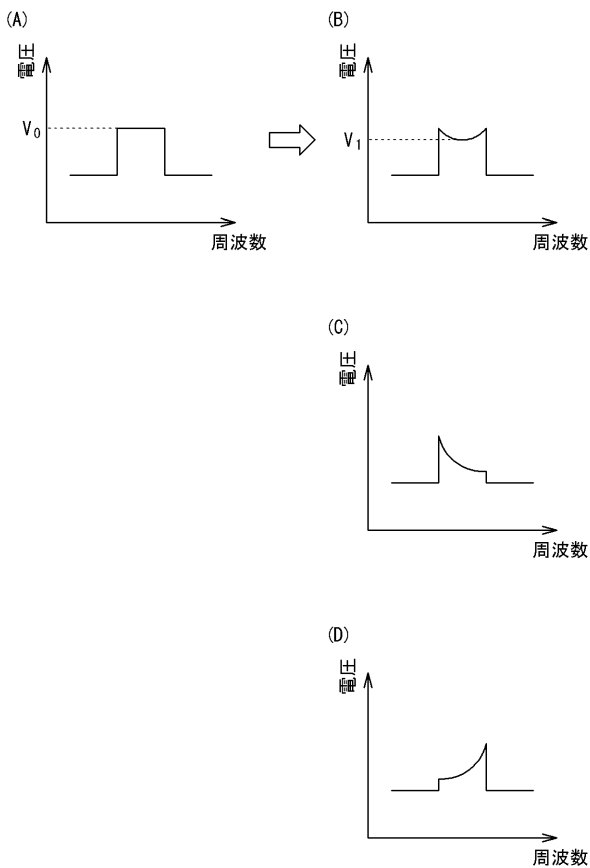
【 図 5 】

位相 (°)	利得 (dB)	通過収 (dB)
10	0	0
20	1.5	-1.5
30	0.8	-0.8

【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

