

(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2016-5137
(P2016-5137A)

(43) 公開日 平成28年1月12日 (2016.1.12)

(51) Int.Cl.
H04B 1/04 (2006.01)

F I
H04B 1/04 B

テーマコード (参考)
5K060

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-124470 (P2014-124470)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成26年6月17日 (2014.6.17)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100089118
			弁理士 酒井 宏明
		(74) 代理人	100112656
			弁理士 宮田 英毅
		(72) 発明者	桧垣 誠
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内
		(72) 発明者	橋本 紘
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内
		Fターム(参考)	5K060 BB07 CC04 JJ04 LL07 LL24

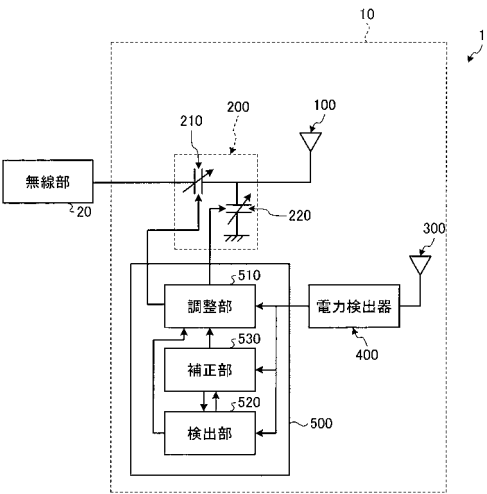
(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、アンテナの自動整合方法、無線装置、及び制御装置

(57) 【要約】

【課題】送信電力制御に基づいた無線通信を行いながらアンテナの自動整合を行うことができるアンテナ装置、アンテナの自動整合方法、無線装置、及び制御装置を提供する。

【解決手段】アンテナ装置は、送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信するアンテナと、アンテナから送信された信号の電力を検出する電力検出器と、アンテナのインピーダンスを整合する可変整合器と、を備える。アンテナ装置は、基準値と電力検出器の検出値との比較結果に基づき、電力が大きくなるように可変整合器の設定値を調整する調整部と、検出値の時間変化に基づいて送信電力の変動を検出する検出部と、検出部によって検出された送信電力の変動に基づいて基準値を補正する補正部と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信するアンテナと、
前記アンテナから送信された前記信号の電力を検出する電力検出器と、
前記アンテナのインピーダンスを整合する可変整合器と、
基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように
前記可変整合器の設定値を調整する調整部と、
前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出する検出部と、
前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正する補
正部と、
を備えるアンテナ装置。

10

【請求項 2】

前記調整部は、前記検出部が前記送信電力の変動を検出した後に前記可変整合器の前記
設定値を調整し、調整後の前記検出値と補正後の前記基準値との比較結果に基づいて前記
可変整合器の前記設定値を決定する請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】

前記可変整合器は、第 1 可変素子と第 2 可変素子とを有し、
前記調整部は、前記第 1 可変素子の設定値の調整後に前記電力が小さくなった場合には
前記第 1 可変素子の設定値を調整前の状態に戻したうえで、前記第 2 可変素子の設定値を
調整する請求項 1 又は請求項 2 に記載のアンテナ装置。

20

【請求項 4】

前記調整部は、前記可変整合器の調整後の前記基準値と前記検出値との差が、調整前の
前記基準値と前記検出値との差より小さい場合に、前記可変整合器の前記設定値の調整量
を、調整前の前記調整量よりも小さくする請求項 2 又は請求項 3 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記アンテナから送信された前記信号を受信するプローブをさらに有し、
前記電力検出器は、前記信号の前記電力として前記プローブの受信信号の電力を検出し
、
前記調整部は、前記電力が大きくなるような前記設定値の調整として、前記検出値が大
きくなる前記設定値を決定する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装
置。

30

【請求項 6】

前記アンテナからの反射波を取り出す方向性結合器をさらに有し、
前記電力検出器は、前記信号の前記電力として前記反射波の電力を検出し、
前記調整部は、前記電力が大きくなるような前記設定値の調整として、前記検出値が小
さくなる前記設定値を決定する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装
置。

【請求項 7】

送信電力制御によって送信電力が変動する信号をアンテナが送信するステップと、
前記アンテナから送信された前記信号の電力を電力検出器が検出するステップと、
前記アンテナのインピーダンスを可変整合器が整合するステップと、
基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように
前記可変整合器の設定値を調整部が調整するステップと、
前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出部が検出するステップと、
前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正部が補
正するステップと、
を備えるアンテナの自動整合方法。

40

【請求項 8】

信号を生成し、前記信号の送信電力制御を行う無線部と、
送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信するアンテナと、

50

前記アンテナから送信された前記信号の電力を検出する電力検出器と、
前記アンテナのインピーダンスを整合する可変整合器と、
基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように
前記可変整合器の設定値を調整する調整部と、
前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出する検出部と、
前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正する補
正部と、
を備える無線装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明の実施形態は、アンテナ装置、アンテナの自動整合方法、及び無線装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、アンテナの入力インピーダンスと無線部の出力インピーダンスとを自動で整合する整合回路を備えたアンテナ装置が知られている。かかるアンテナ装置は、インピーダンスを整合するための参照信号を生成する生成回路を有しており、参照信号に基づいてアンテナのインピーダンスを整合する。これにより、送信電力制御に基づいた無線通信を行っている場合でも、安定してインピーダンス整合を行うことができる。

20

【0003】

しかしながら、従来のアンテナ装置では、アンテナのインピーダンスを整合する間、無線部とアンテナとの接続を切り離し、生成回路とアンテナとを接続しているため、アンテナを整合している間は、無線通信が行えないという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-340028号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、送信電力制御に基づいた無線通信を行いながらアンテナの自動整合を行うことができるアンテナ装置、アンテナの自動整合方法、及び無線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】

実施形態のアンテナ装置は、送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信するアンテナと、アンテナから送信された信号の電力を検出する電力検出器と、アンテナのインピーダンスを整合する可変整合器と、を備える。アンテナ装置は、基準値と電力検出器の検出値との比較結果に基づき、電力が大きくなるように可変整合器の設定値を調整する調整部と、検出値の時間変化に基づいて送信電力の変動を検出する検出部と、検出部によって検出された送信電力の変動に基づいて基準値を補正する補正部と、を備える。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態にかかる無線装置の構成を示す図。

【図2】実施形態にかかる調整処理を示すフローチャート。

【図3】実施形態にかかる送信電力制御を説明する図。

【図4】実施形態にかかる停止処理を示すフローチャート。

【図5】実施形態の変形例にかかる無線装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 0 8 】

図 1 を用いて、実施形態にかかる無線装置 1 の構成を説明する。無線装置 1 は、アンテナ装置 1 0 とアンテナ装置 1 0 を介して信号を送受信する無線部 2 0 とを有する。

【 0 0 0 9 】

アンテナ装置 1 0 は、信号を送受信するアンテナ 1 0 0 と、アンテナ 1 0 0 のインピーダンスを整合する可変整合器 2 0 0 と、アンテナ 1 0 0 が送信した信号を受信するプローブ 3 0 0 とを有する。また、アンテナ装置 1 0 は、プローブで受信した信号の電力を検出する電力検出器 4 0 0 と、可変整合器 2 0 0 を制御する制御部 5 0 0 とを有する。

【 0 0 1 0 】

アンテナ 1 0 0 は、送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信する。かかる信号は、無線部 2 0 によって生成される。また、アンテナ 1 0 0 は、受信した信号を無線部 2 0 へ出力する。アンテナ 1 0 0 は信号を送信又は受信するものであれば、形状や種類はどのようなものであってもよい。アンテナ 1 0 0 の例として、例えば、モノポールアンテナ、ダイポールアンテナ、あるいはループアンテナ等がある。

10

【 0 0 1 1 】

可変整合器 2 0 0 は、一端がアンテナ 1 0 0 の給電点に接続され、他端が無線部 2 0 に接続される。可変整合器 2 0 0 は、無線部 2 0 が生成する信号の周波数や通信状態等に応じて、アンテナ 1 0 0 のインピーダンスを整合する。

【 0 0 1 2 】

可変整合器 2 0 0 は、第 1 可変素子 2 1 0 と、第 2 可変素子 2 2 0 とを有する。可変整合器 2 0 0 は、制御部 5 0 0 の指示に従い、第 1、第 2 可変素子 2 1 0、2 2 0 を制御することで、アンテナ 1 0 0 の入力インピーダンスと無線部 2 0 の出力インピーダンスを整合する。

20

【 0 0 1 3 】

第 1 可変素子 2 1 0 は、一端がアンテナ 1 0 0 の給電点に接続され、他端が無線部 2 0 に接続された可変容量素子である。第 2 可変素子 2 2 0 は、一端がアンテナ 1 0 0 の給電点に接続され、他端が短絡された可変容量素子である。第 1、第 2 可変素子 2 1 0、2 2 0 は、例えば半導体や MEMS (Micro Electro Mechanical System) で構成された素子である。

【 0 0 1 4 】

ここでは、第 1、第 2 可変素子 2 1 0、2 2 0 が可変容量素子である場合を例に説明するが、第 1、第 2 可変素子 2 1 0、2 2 0 は、可変整合器 2 0 0 のインピーダンスを調整できるものであればよく、例えば可変インダクタやスイッチを用いてもよい。また、これらを組み合わせて可変整合器 2 0 0 を構成してもよい。

30

【 0 0 1 5 】

なお、可変整合器 2 0 0 が有する可変素子の個数は 2 個に限られず、可変整合器 2 0 0 のインピーダンスを調整できるのであればいくつあってもよい。また、インピーダンスの可変範囲を調整するために、容量値が固定の容量素子や、インダクタンス値が固定のインダクタ素子をさらに備えるようにしてもよい。

【 0 0 1 6 】

プローブ 3 0 0 は、アンテナ 1 0 0 の近傍に配置され、アンテナ 1 0 0 から送信された信号を受信する。プローブ 3 0 0 は、例えば、ダイポール形状やモノポール形状などの形状を有する。なお、プローブ 3 0 0 は、アンテナ 1 0 0 から送信された信号を受信できればよく、上述した形状以外にも種々の形状としてよい。

40

【 0 0 1 7 】

電力検出器 4 0 0 は、プローブ 3 0 0 を介して、アンテナから送信された信号の電力を検出し、検出値を生成する。電力検出器 4 0 0 は、信号の電力に応じた直流電圧や直流電流、あるいはバイナリデータを検出値として制御部 5 0 0 へ出力する。

【 0 0 1 8 】

制御部 5 0 0 は、アンテナ 1 0 0 のインピーダンスを整合するよう可変整合器 2 0 0 を

50

制御する。具体的に、制御部 500 は、調整部 510 と、検出部 520 と、補正部 530 とを有する。

【0019】

調整部 510 は、基準値と電力検出器 400 の検出値との比較結果に基づき、信号の電力が大きくなるように可変整合器 200 の設定値を調整する。可変整合器 200 は、可変容量素子である第 1、第 2 可変素子 210、220 を有しているため、調整部 510 は、設定値として第 1、第 2 可変素子 210、220 の容量値 C_1 、 C_2 を調整する。

【0020】

また、検出部 520 は、電力検出器 400 の検出値の時間変化に基づいて送信電力の変動を検出する。補正部 530 は、検出部 520 によって検出された送信電力の変動に基づいて基準値を補正する。

10

【0021】

制御部 500 は、例えばマイコン IC で実現される。したがって、上述したように、制御部 500 が調整部 510 と、検出部 520 と、補正部 530 とをそれぞれ有するようにしてもよく、各部の機能を制御部 500 が実行するように構成してもよい。なお、制御部 500 が行う可変整合器 200 の調整処理の詳細については後述する。

【0022】

無線部 20 は、図示しない信号処理部や増幅部などを有し、送信電力が制御された信号を生成する。無線部 20 は、信号の送信電力を決定し、生成した信号が決定した送信電力で送信されるように信号を増幅してアンテナ装置 10 へ出力する。このように、無線部 20 は、信号を生成し、一定周期 T_2 でかかる信号の送信電力制御を行う（図 3 参照）。また、無線部 20 は、アンテナ 100 を介して受信する信号に対して信号処理を施す。

20

【0023】

（調整処理）

続いて、図 2 及び図 3 を用いて、制御部 500 が可変整合器 200 を制御する調整処理について説明する。図 2 は、可変整合器 200 の調整処理を示すフローチャートである。また、図 3 は、無線部 20 が行う送信電力制御の一例を示す図である。図 3 の横軸は時刻、縦軸は無線部 20 が決定する信号の送信電力 P を示している。

【0024】

制御部 500 は、例えば無線部 20 や上位レイヤ（図示せず）から可変整合器 200 の調整処理が必要であるとの指示を受けると、可変整合器 200 の制御を開始する。無線部 20 や上位レイヤは、例えば無線通信を開始した場合や、通信中に通信品質が劣化した場合などに、可変整合器 200 の調整処理が必要であると判定し、その旨を制御部 500 へ出力する。

30

【0025】

制御部 500 は、可変整合器 200 の調整処理を開始する旨の指示を受けると、各変数を初期化する（ステップ S_{101} ）。具体的に、制御部 500 の調整部 510 は、変数の初期化として、第 1 可変素子 210、第 2 可変素子 220 の容量値 C_1 、 C_2 を所定値に設定する。所定値は、前回の容量値としてもよく、例えば無線部 20 から通知される値としてもよい。

40

【0026】

また、調整部 510 は、ステップ S_{101} における可変整合器 200 の状態を基準状態として記憶する。ここで、可変整合器 200 の状態とは、第 1、第 2 可変素子 210、220 の容量値 C_1 、 C_2 の組み合わせを指す。さらに、調整部 510 は、調整対象とする可変素子、調整方向、及び調整量 C を決定する。ここでは、第 1 可変素子 210 を調整対象とし、容量値を N_1 増やす（調整方向：正方向、調整量 $C = N_1$ ）ものとする。

【0027】

次に、制御部 500 の検出部 520 は、電力検出器 400 の検出値に変動があったか否かを判定する（ステップ S_{102} ）。図 3 に示すように、電力検出器 400 は、周期 T_1 で、プローブ 300 が受信する信号の電力を検出し、検出結果を制御部 500 へ出力する

50

。

【 0 0 2 8 】

なお、電力検出器 4 0 0 が検出する電力は、アンテナ 1 0 0 から送信された信号の電力であるため、図 3 に示す送信電力が制御された信号の電力とは異なる値となる。また、電力検出器 4 0 0 が信号の電力を検出する周期 T_1 は、無線部が行う送信電力制御の周期 T_2 より短い ($T_1 < T_2$)。

【 0 0 2 9 】

検出部 5 2 0 は、検出値と、1 つ前のタイミングで電力検出器 4 0 0 が検出した検出値とを比較する。例えば検出部 5 2 0 は、図 3 に示す時刻 t_1 における検出値 P_1 と、時刻 t_2 における検出値 P_2 とを比較する。この場合、信号の送信電力が変動していないため、検出値 P_1 、 P_2 が等しくなる。そこで、検出部 5 2 0 は、送信電力に変動がないと判定し (ステップ S 1 0 2 の No)、図 2 に示すステップ S 1 0 2 に戻る。なお、検出部 5 2 0 は、検出値 P_1 と検出値 P_2 との差分が所定値以内である場合に、送信電力に変動がないと判定するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示す例では、時刻 t_{p1} において送信電力が P_a から P_b に変動している。したがって、検出部 5 2 0 が時刻 t_5 における検出値 P_5 と、時刻 t_6 における検出値 P_6 とを比較すると、 $P_5 < P_6$ となる。そこで、検出部 5 2 0 は送信電力が変動したと判定し (ステップ S 1 0 2 の Yes)、補正部 5 3 0 にその旨を通知する。

【 0 0 3 1 】

補正部 5 3 0 は、検出部 5 2 0 から送信電力が変動したとの通知を受けると、検出値に基づいて、基準値 P_0 を初期化する (ステップ S 1 0 3)。補正部 5 3 0 は、送信電力が変動したと判定した次のタイミングで検出した検出値を基準値 P_0 とする。図 3 に示す例では、補正部 5 3 0 は、時刻 t_7 における検出値 P_7 の値を基準値 P_0 とする。補正部 5 3 0 は、基準値 P_0 を調整部 5 1 0 に通知する。なお、ここでは、補正部 5 3 0 が基準値 P_0 を初期化しているが、例えば調整部 5 1 0 が初期化するようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 2 に戻る。調整部 5 1 0 は、基準値 P_0 を補正部 5 3 0 から受け取ると、可変整合器 2 0 0 の設定値を調整する (ステップ S 1 0 4)。ここでは、調整部 5 1 0 は、第 1 可変素子 2 1 0 の容量値 C_1 を + N 増やすように第 1 可変素子 2 1 0 を制御する。ここで、制御後の可変整合器 2 0 0 の状態を状態 1 と称する。

【 0 0 3 3 】

次に、調整部 5 1 0 は、可変整合器 2 0 0 の設定値が変更された次のタイミングで検出値 P をサンプリングする (ステップ S 1 0 5)。調整部 5 1 0 が可変整合器 2 0 0 を調整してから実際に可変整合器 2 0 0 の設定値が所望の値となるまでに所定の時間 T_3 がかかる。図 3 に示す例では、調整部 5 1 0 が時刻 t_{c1} で可変整合器 2 0 0 を調整し、時刻 t_{c2} で可変整合器 2 0 0 の設定値が所望の値となるとする。この場合、調整部 5 1 0 は、時刻 t_{10} における検出値 P_{10} を電力検出器 4 0 0 から取得する。

【 0 0 3 4 】

次に、調整部 5 1 0 は、検出値 P と基準値 P_0 とを比較する (ステップ S 1 0 6)。比較結果、検出値 P が基準値 P_0 以下である場合 (ステップ S 1 0 6 の Yes)、調整部 5 1 0 は、可変整合器 2 0 0 が現状態 (状態 1) で、基本状態に対して収束したと判定する (ステップ S 1 0 7)。

【 0 0 3 5 】

一方、検出値 P が基準値 P_0 より大きい場合 (ステップ S 1 0 6 の No)、調整部 5 1 0 は、可変整合器 2 0 0 が現状態 (状態 1) で、基本状態に対して収束していないとし、現状態である状態 1 を基準状態に変更する (ステップ S 1 0 8)。

【 0 0 3 6 】

続いて、調整部 5 1 0 は、検出値 P の変動幅が前回より小さいか判定する (ステップ S 1 0 9)。具体的に、調整部 5 1 0 は、前回の基準値 P_0 と検出値 P との差 ($P_0 - P$)

10

20

30

40

50

を記憶しており、今回の基準値 P_0 と検出値 P との差 ($P_0 - P$) と比較する。比較結果、調整部 510 が今回の差が前回の差以上、すなわち変動幅が前回以上であると判定した場合 (ステップ S109 の No)、調整量 C を変更せず、 $C = N_1$ として、ステップ S112 へ進む。

【0037】

一方、調整部 510 が今回の差が前回の差より小さい、すなわち変動幅が前回より小さいと判定した場合 (ステップ S109 の No)、調整部 510 は、調整量 C を調整前の調整量 $C = N_1$ よりも小さい N_2 ($N_1 > N_2$) とする (ステップ S110)。なお、ここでは、調整処理を始めて最初に可変整合器 200 を調整した場合について説明しており「前回の差」の算出結果がないため、調整量 C を変更せず $C = N_1$ としてステップ S112 へ進むものとする。

10

【0038】

次に、調整部 510 がステップ S107 で可変整合器 200 が現状態 (状態 1) で、基本状態に対して収束したと判定した場合について説明する。この場合、調整部 510 は、可変整合器 200 が基準状態に対して全ての方向で収束したか判定する (ステップ S111)。ここで、全ての方向とは、第 1、第 2 可変素子 210、220 の容量値 C_1 、 C_2 が増える正方向、及び減る負方向全てを意味する。

【0039】

すなわち、調整部 510 は、第 1、第 2 可変素子 210、220 の容量値 C_1 、 C_2 のいずれを正方向及び負方向に調整しても検出値 P が基準値 P_0 より小さくなる場合に、基本状態に対して収束したと判定する。具体的に、調整部 510 は、ステップ S107 で収束したと判定した方向を記憶しておき、ある基準状態に対して全ての方向で収束したと判定されている場合に、可変整合器 200 がかかる基準状態に対して全ての方向で収束したと判定する (ステップ S111 の Yes)。この場合、制御部 500 は、後述する停止処理を実行する (ステップ S116)。

20

【0040】

一方、調整部 510 は、ある基準状態に対して収束していない方向があると判定した場合に、可変整合器 200 がかかる基準状態に対して全ての方向で収束していないと判定する (ステップ S111 の No)。この場合、調整部 510 は、ステップ S112 に進み、可変整合器 200 の次状態を決定する。

30

【0041】

ステップ S112 での処理を説明する。まず、ステップ S106 で、検出値 P が基準値 P_0 以下であると判定された場合、すなわち可変整合器 200 が現状態 (状態 1) で、基本状態に対して収束したと判定された場合について説明する。

【0042】

この場合、調整部 510 は、ステップ S104 で調整した可変素子の値を維持したまま、残りの可変素子の 1 つの容量値を調整すると決定する。ここでは、調整部 510 は、第 1 可変素子 210 の容量値 C_1 を維持したまま、第 2 可変素子 220 の容量値 C_2 を調整すると決定する。具体的に、調整部 510 は、第 2 可変素子 220 を制御対象とし、第 2 可変素子 220 の容量値 C_2 を N_1 増やす (調整方向：正方向、調整量 $C = N_1$) と決定する。

40

【0043】

一方、ステップ S106 で、検出値 P が基準値 P_0 より大きいと判定された場合、すなわち可変整合器 200 が現状態 (状態 1) で、基本状態に対して収束していないと判定された場合について説明する。

【0044】

この場合、調整部 510 は、ステップ S104 で調整した可変素子の値を調整前の状態に戻したうえで、残りの可変素子の 1 つの容量値を調整すると決定する。ここでは、調整部 510 は、第 1 可変素子 210 の容量値 C_1 を、調整前の状態に戻したうえで、第 2 可変素子の容量値 C_2 を調整すると決定する。

50

【 0 0 4 5 】

具体的に、調整部 5 1 0 は、第 1、第 2 可変素子 2 1 0、2 2 0 の両方を調整対象とする。調整部 5 1 0 は、第 1 可変素子 2 1 0 の容量値 C_1 を N_1 減らす（調整方向：負方向、調整量 $C = N_1$ ）と決定し、第 2 可変素子 2 2 0 の容量値 C_2 を N_1 増やす（調整方向：正方向、調整量 $C = N_1$ ）と決定する。

【 0 0 4 6 】

決定後、検出部 5 2 0 は、電力検出器 4 0 0 の検出値に変動があるか否かを判定する（ステップ S 1 1 3）。ステップ S 1 1 3 で行う処理は、ステップ S 1 0 2 と同じであるため、説明を省略する。図 3 に示す例では、検出部 5 2 0 は、時刻 t_{11} における検出値 P_{11} と時刻 t_{12} における検出値 P_{12} とを比較した結果、送信電力が変動したと判定する（ステップ S 1 1 3 の Yes）。検出部 5 2 0 は、判定結果を補正部 5 3 0 に通知し、図 2 に示すステップ S 1 1 4 へ進む。

10

【 0 0 4 7 】

補正部 5 3 0 は、検出部 5 2 0 から判定結果を受け取ると、検出値 P をサンプリングする（ステップ S 1 1 4）。図 3 に示す例では、補正部 5 3 0 は、送信電力が変動したと検出部 5 2 0 が判定した次の時刻 t_{13} における検出値 P_{13} を電力検出器 4 0 0 から取得する。

【 0 0 4 8 】

図 2 に戻る。次に、補正部 5 3 0 は、検出部 5 2 0 によって検出された送信電力の変動に基づいて基準値 P_0 を補正する（ステップ S 1 1 5）。補正部 5 3 0 は、送信電力が変動する前の検出値 P と、送信電力が変動した後の検出値 P との差分を基準値 P_0 に加えることで基準値 P_0 を補正する。図 3 に示す例では、時刻 t_{11} における検出値 P_{11} と時刻 t_{13} における検出値 P_{13} の差分（ $P_{13} - P_{11}$ ）を基準値 P_0 に加え、新たな基準値 P_0 とする。あるいは、時刻 t_{13} における検出値 P_{13} を新たな基準値 P_0 とするようによい。

20

【 0 0 4 9 】

補正部 5 3 0 は、補正後の基準値 P_0 を調整部 5 1 0 へ通知する。調整部 5 1 0 は、補正部 5 3 0 から基準値 P_0 を受け取ると、図 2 のステップ S 1 0 4 に戻り、可変整合器 2 0 0 を調整する。

【 0 0 5 0 】

このように、制御部 5 0 0 は、基準値 P_0 と電力検出器 4 0 0 の検出値 P との比較結果に基づき、アンテナ 1 0 0 から送信される信号の電力が大きくなるように可変整合器 2 0 0 の設定値を調整する。また、制御部 5 0 0 は、送信電力の変動に基づいて基準値 P_0 を補正する。これにより、アンテナ装置 1 0 は、送信電力制御を行いながら信号を送信している間でもアンテナ 1 0 0 を整合することができる。

30

【 0 0 5 1 】

図 2 に示す調整処理では、調整部 5 1 0 が可変整合器 2 0 0 を調整する（ステップ S 1 0 4）と、その後、送信電力が変動するまで待つ（ステップ S 1 1 3）から基準値 P_0 を補正し（ステップ S 1 1 5）、可変整合器 2 0 0 を調整している（ステップ S 1 0 4）。この点について説明する。

40

【 0 0 5 2 】

上述したように、図 2 のステップ S 1 0 4 で、調整部 5 1 0 が可変整合器 2 0 0 を調整しても、可変整合器 2 0 0 の設定値が所望の値になるまでに所定の時間 T_3 がかかる。ここで、仮に時刻 t_{c2} の次のタイミングでサンプリングした検出値 P_{10} と基準値 P_0 に基づいて、時刻 t_{c3} で可変整合器 2 0 0 を調整したとする。この場合、時刻 t_{c3} で可変整合器 2 0 0 を調整してから、時刻 t_{c4} で実際に可変整合器 2 0 0 の設定値が所望の値になるまでに、送信電力が変動してしまう。

【 0 0 5 3 】

このように、可変整合器 2 0 0 の設定値が所望の値になるまでに送信電力が変動してしまうと、次のタイミングでサンプリングした検出値 P_{13} が変化していたとしても、送信

50

電力が変動したために変化したのか、可変整合器 200 を調整したために変化したのか区別がつかない。

【0054】

そこで、図 2 に示す調整処理では、調整部 510 が可変整合器 200 を調整した後、送信電力が変動するまで待ってから、再度可変整合器 200 を調整している。これにより、可変整合器 200 を調整している間に送信電力制御が行われることがなくなり、可変整合器 200 を調整した結果に基づき、アンテナ 100 を整合することができる。

【0055】

また、図 2 に示すステップ S113 で送信電力が変動したと判定した後に基準値 P0 を補正している。これは、送信電力が変動することによって、基準状態での検出値、すなわち基準値 P0 も変動しているためである。このように、送信電力が変動した場合に、変動に応じて基準値 P0 を補正することで、無線装置 1 が送信電力制御を行っている場合であっても、アンテナ 100 を整合することができる。

10

【0056】

さらに、図 2 に示す調整処理では、送信電力が変動したと判定した次のタイミングで検出した値に基づいて基準値 P0 を初期化、あるいは補正している（ステップ S102、S103、S113、S114 参照）。これは、図 3 に示すように、電力検出器 400 が所定の期間測定した電力を検出値 P0 として制御部 500 へ出力しているためである。

【0057】

電力検出器 400 が電力を検出している所定期間に、送信電力が変動する場合がある（図 3 の時刻 t6 参照）。この場合、時刻 t6 における検出値 P6 は、送信電力が変動する前の時刻 t5 における検出値 P5 と変動後の時刻 t7 における検出値 P7 と異なる値となる。このように、送信電力が変動したタイミングで電力検出器 400 が電力を検出すると、検出結果に誤差が含まれてしまう。

20

【0058】

検出部 520 は、検出値 P5、P6 の比較結果、送信電力が変動したと判定する。このとき、送信電力が変動したと判定した検出値 P6 に基づいて基準値 P0 を決定すると、基準値 P0 は誤差を含んだ値となる。そこで、本実施形態では、送信電力が変動したと判定した後のタイミングで検出した検出値に基づいて基準値 P0 を初期化、あるいは補正することで、基準値 P0 に含まれる誤差を小さくすることができる。

30

【0059】

なお、本実施形態では、調整部 510 が可変整合器 200 を 1 回調整すると、送信電力が変動するまで待ってから可変整合器 200 を調整するようにしている。これは、上述したように、送信電力の変動を待たずに可変整合器 200 を調整すると、可変整合器 200 が所望の設定値になる前に送信電力が変動してしまうためである。

【0060】

したがって、可変整合器 200 が所望の設定値になるまでの時間 T3 が短い、あるいは送信電力制御の周期 T2 が長く、調整部 510 が可変整合器 200 を N 回（ $N > 1$ ）調整しても送信電力が変動しない場合は、調整部 510 が N 回調整してから送信電力の変動を待ってもよい。

40

【0061】

このように、可変整合器 200 が所望の設定値になる前に送信電力が変動しないようにすればよい。したがって、例えば N + 1 回目に可変整合器 200 を調整すると送信電力が変動する場合は、アンテナ 100 が整合するように、調整部 510 が可変整合器 200 を N 回調整し、その後送信電力が変動するまで待ってから、次に可変整合器 200 を調整するようにしてもよい。可変整合器 200 を調整している間に送信電力が変動する可能性がある場合は、送信電力の変動を待ってから可変整合器 200 を調整することで、無線装置 1 は、送信電力制御を行いながらアンテナ 100 を整合することができる。

【0062】

（停止処理）

50

図 4 を用いて、制御部 500 が行う停止処理について説明する。制御部 500 は、可変整合器 200 がかかる基準状態に対して全ての方向で収束したと判定する（図 2 のステップ S111 の Yes）と、停止処理を実行する（図 2 のステップ S116）。

【0063】

まず、図 4 に示すように、制御部 500 の検出部 520 は、電力検出器 400 の検出値 P に変動があったか否かを判定する（ステップ S201）。具体的に、検出部 520 は、時刻 t_n における検出値 P_n と時刻 t_{n+1} における検出値 P_{n+1} とを比較する（ n は自然数）。比較結果、 $P_n = P_{n+1}$ であった場合、検出部 520 は検出値 P に変動がないと判定し（ステップ S201 の No）、ステップ S201 に戻る。なお、検出部 520 は、検出値 P_n と検出値 P_{n+1} との差分が所定値以内である場合に、送信電力に変動がないと判定するようにしてもよい。

10

【0064】

一方、比較結果、 $P_n \neq P_{n+1}$ であった場合、検出部 520 は検出値 P に変動があったと判定し（ステップ S201 の Yes）、その後のタイミング（時刻 t_{n+2} ）で電力検出器 400 が検出した検出値 P_{n+2} をサンプリングする（ステップ S202）。

【0065】

次に、検出部 520 は、検出値 P_{n+2} と基準値 P_0 との差分 $P_d = |P_0 - P_{n+2}|$ を算出し、差分 P_d が所定の範囲外であるか否かを判定する（ステップ S203）。一般的に、無線部 20 は、信号の送信電力を所定値 PA 増減させることで送信電力制御を行う。そこで、検出部 520 は、算出した差分 P_d がかかる所定値 PA を含む所定の範囲（ $PA \pm d$ ）内であると判定すると（ステップ S203 の No）、送信電力制御が行われたと判定し、補正部 530 にその旨を通知する。

20

【0066】

補正部 530 は、停止処理を実行しているときに検出部 520 から送信電力制御が行われた旨の通知を受けると、送信電力の変動に基づいて基準値 P_0 を補正する（ステップ S204）。補正部 530 は、図 2 のステップ S115 と同様にして基準値 P_0 を補正する。補正部 530 は、補正後の基準値 P_0 を調整部 510 及び検出部 520 へ通知する。

【0067】

一方、検出部 520 が算出した差分 P_d がかかる所定値を含む所定の範囲外であると判定した場合（ステップ S203 の Yes）、検出部 520 は、アンテナ 100 が不整合になったと判定し、調整部 510 にその旨を通知する。調整部 510 は、検出部 520 から通知を受けると、可変整合器 200 の制御を再開し（ステップ S205）、図 2 に示す調整処理を実行する。

30

【0068】

このように、本実施形態では、図 2 に示す調整処理を停止している場合であっても、図 4 に示す停止処理を実行している。これにより、送信電力の変動に応じて基準値 P_0 を補正するとともに、無線装置 1 の周辺環境が変動するなどしてアンテナ 100 の整合が取れなくなった場合に調整処理を再開することができる。したがって、無線装置 1 の周辺環境の変動等によってアンテナ 100 の整合が取れなくなった場合でも自動でアンテナ 100 を整合することができる。

40

【0069】

以上のように、本実施形態にかかる無線装置 1 は、アンテナ装置 10 を用いることで、送信電力制御に基づいた無線通信を行っている場合であっても、無線通信を行いながらアンテナ 100 の自動整合を行うことができる。

【0070】

（変形例）

図 5 を用いて、本実施形態にかかる無線装置 1 の変形例を説明する。図 5 は、本変形例にかかる無線装置 2 の構成を示す図である。無線装置 2 は、プローブ 300 の代わりに方向性結合器 600 を有する点、及び制御部 501 の調整部 511 を除き図 1 に示す無線装置 1 と同じである。なお、図 1 の無線装置 1 と同じ構成要素には同一符号を付し説明を省

50

略する。

【 0 0 7 1 】

図 5 に示す方向性結合器 6 0 0 は、一端が無線部 2 0 に接続され、他端が可変整合器 2 0 0 に接続される。方向性結合器 6 0 0 は、無線部 2 0 が出力した信号のうち、アンテナ 1 0 0 で送信されずにアンテナ 1 0 0 から無線部 2 0 へ反射する反射波を取り出す。方向性結合器 6 0 0 は、反射波を電力検出器 4 0 0 へ出力する。

【 0 0 7 2 】

電力検出器 4 0 0 は、方向性結合器 6 0 0 から受け取った反射波の電力を検出し、検出結果を制御部 5 0 1 へ出力する。制御部 5 0 1 は、電力検出器 4 0 0 の検出値 P に基づき、アンテナ 1 0 0 から送信される信号の電力が大きくなるように可変整合器 2 0 0 の設定値を調整することでアンテナ 1 0 0 を整合する。

10

【 0 0 7 3 】

上述した方向性結合器 6 0 0 は、アンテナ 1 0 0 からの反射波を取り出す。アンテナ 1 0 0 が整合しておらず、アンテナ 1 0 0 から送信される信号の電力が小さいほど、方向性結合器 6 0 0 が取り出す反射波が大きくなる。そこで、制御部 5 0 1 の調整部 5 1 1 は、反射波が小さくなるように可変整合器 2 0 0 を調整する。

【 0 0 7 4 】

具体的には、図 2 に示す調整処理のステップ S 1 0 6 で、検出値 P が基準値 P 0 以上である場合に可変整合器 2 0 0 が現状態（状態 1）で基本状態に対して収束したと判定し、検出値 P が基準値 P 0 より小さい場合に収束していないと判定する。このように、ステップ S 1 0 6 を「P > P 0 ?」と変更することで反射波が小さくなるように可変整合器 2 0 0 を調整する。これ以外のステップは図 2 に示す場合と同じであるため説明を省略する。

20

【 0 0 7 5 】

以上のように、本変形例では、プローブ 3 0 0 の代わりに方向性結合器 6 0 0 を用いることで、アンテナ装置 1 1 は、無線装置 2 が送信電力制御を行いながら無線通信を行っている場合であっても、無線通信を行いながらアンテナ 1 0 0 の自動整合を行うことができる。

【 0 0 7 6 】

本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

30

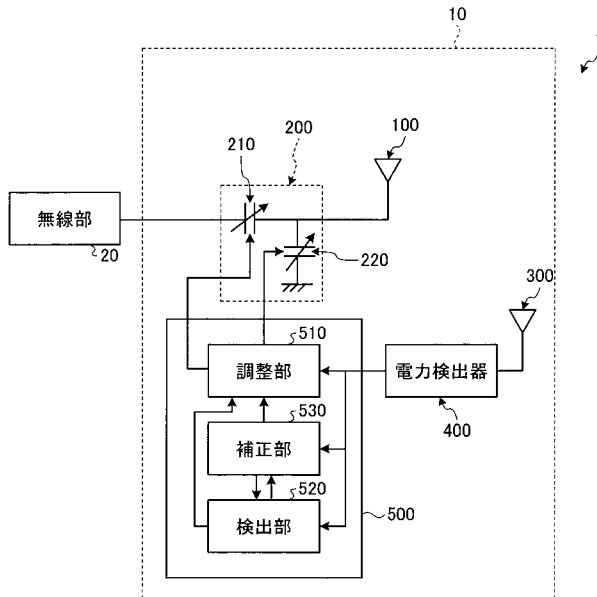
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

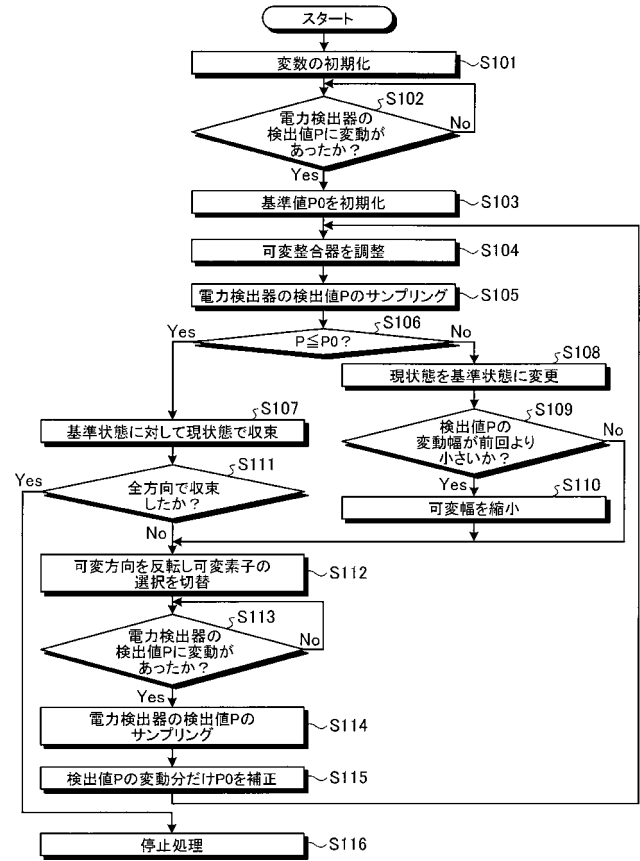
- 1、2 無線装置
- 1 0、1 1 アンテナ装置
- 2 0 無線部
- 1 0 0 アンテナ
- 2 0 0 可変整合器
- 2 1 0 第 1 可変素子
- 2 2 0 第 2 可変素子
- 3 0 0 プローブ
- 4 0 0 電力検出器
- 5 0 0、5 0 1 制御部
- 5 1 0、5 1 1 調整部
- 5 2 0 検出部
- 5 3 0 補正部
- 6 0 0 方向性結合器

40

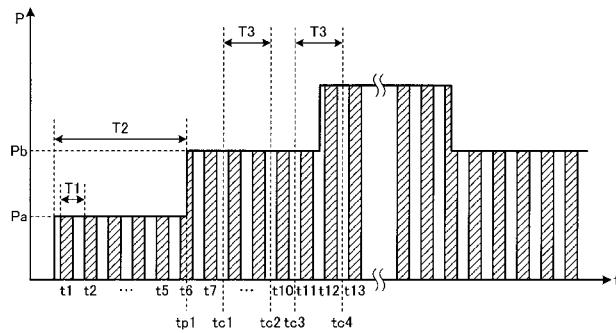
【図 1】



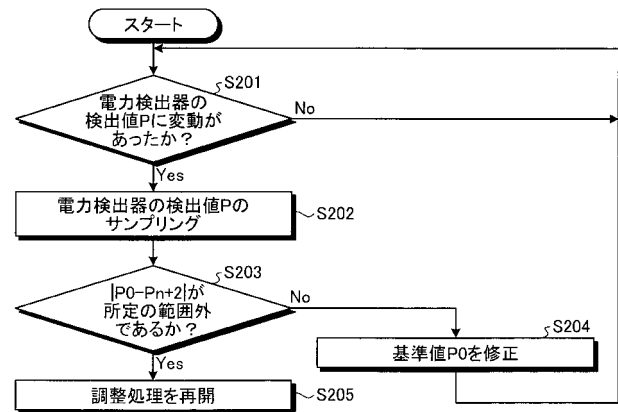
【図 2】



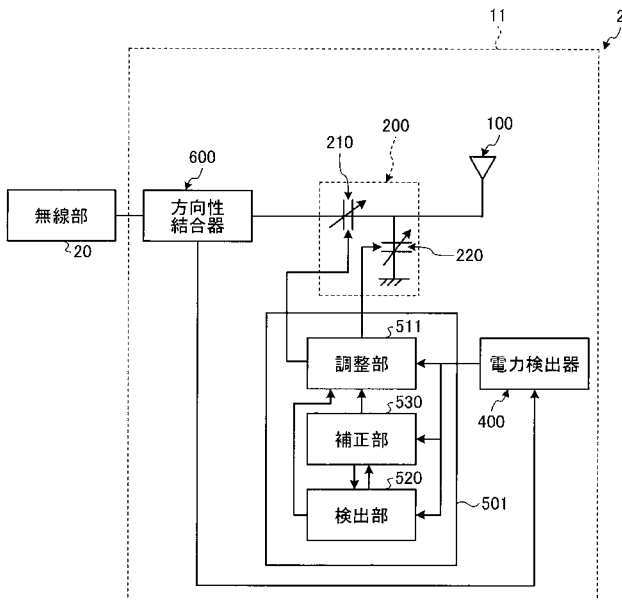
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【手続補正書】

【提出日】平成27年3月17日(2015.3.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信するアンテナと、
 前記アンテナから送信された前記信号の電力を検出する電力検出器と、
 前記アンテナのインピーダンスを整合する可変整合器と、
 基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように
 前記可変整合器の設定値を調整する調整部と、
 前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出する検出部と、
 前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正する補
 正部と、
 を備えるアンテナ装置。

【請求項 2】

前記調整部は、前記検出部が前記送信電力の変動を検出した後に前記可変整合器の前記
 設定値を調整し、調整後の前記検出値と補正後の前記基準値との比較結果に基づいて前記
 可変整合器の前記設定値を決定する請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】

前記可変整合器は、第 1 可変素子と第 2 可変素子とを有し、

前記調整部は、前記第 1 可変素子の設定値の調整後に前記電力が小さくなった場合には

前記第 1 可変素子の設定値を調整前の状態に戻したうえで、前記第 2 可変素子の設定値を調整する請求項 1 又は請求項 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記調整部は、前記可変整合器の調整後の前記基準値と前記検出値との差が、調整前の前記基準値と前記検出値との差より小さい場合に、前記可変整合器の前記設定値の調整量を、調整前の前記調整量よりも小さくする請求項 2 又は請求項 3 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記アンテナから送信された前記信号を受信するプローブをさらに有し、

前記電力検出器は、前記信号の前記電力として前記プローブの受信信号の電力を検出し、

前記調整部は、前記電力が大きくなるような前記設定値の調整として、前記検出値が大きくなる前記設定値を決定する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

前記アンテナからの反射波を取り出す方向性結合器をさらに有し、

前記電力検出器は、前記信号の前記電力として前記反射波の電力を検出し、

前記調整部は、前記電力が大きくなるような前記設定値の調整として、前記検出値が小さくなる前記設定値を決定する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 7】

送信電力制御によって送信電力が変動する信号をアンテナが送信するステップと、

前記アンテナから送信された前記信号の電力を電力検出器が検出するステップと、

前記アンテナのインピーダンスを可変整合器が整合するステップと、

基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように前記可変整合器の設定値を調整部が調整するステップと、

前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出部が検出するステップと、

前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正部が補正するステップと、

を備えるアンテナの自動整合方法。

【請求項 8】

信号を生成し、前記信号の送信電力制御を行う無線部と、

送信電力制御によって送信電力が変動する信号を送信するアンテナと、

前記アンテナから送信された前記信号の電力を検出する電力検出器と、

前記アンテナのインピーダンスを整合する可変整合器と、

基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように前記可変整合器の設定値を調整する調整部と、

前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出する検出部と、

前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正する補正部と、

を備える無線装置。

【請求項 9】

送信電力制御によって送信電力が変動する信号であって、アンテナから送信された当該信号の電力を検出する電力検出器と、

基準値と前記電力検出器の検出値との比較結果に基づき、前記電力が大きくなるように前記アンテナに接続された可変整合器の設定値を調整する調整部と、

前記検出値の時間変化に基づいて前記送信電力の変動を検出する検出部と、

前記検出部によって検出された前記送信電力の変動に基づいて前記基準値を補正する補正部と、

を備える制御装置。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明の実施形態は、アンテナ装置、アンテナの自動整合方法、無線装置、及び制御装置に関する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、送信電力制御に基づいた無線通信を行いながらアンテナの自動整合を行うことができるアンテナ装置、アンテナの自動整合方法、無線装置、及び制御装置を提供することを目的とする。