

(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2010-4324

(P2010-4324A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)	
H01Q	3/30	(2006.01)	H01Q	3/30		5J021
H04B	7/10	(2006.01)	H04B	7/10	A	5K059
H04B	7/19	(2006.01)	H04B	7/19		5K072
B64G	3/00	(2006.01)	B64G	3/00		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-161472 (P2008-161472)
 (22) 出願日 平成20年6月20日 (2008.6.20)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100113077
 弁理士 高橋 省吾
 (74) 代理人 100112210
 弁理士 稲葉 忠彦
 (74) 代理人 100108431
 弁理士 村上 加奈子
 (74) 代理人 100128060
 弁理士 中鶴 一隆
 (72) 発明者 山本 敦士
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

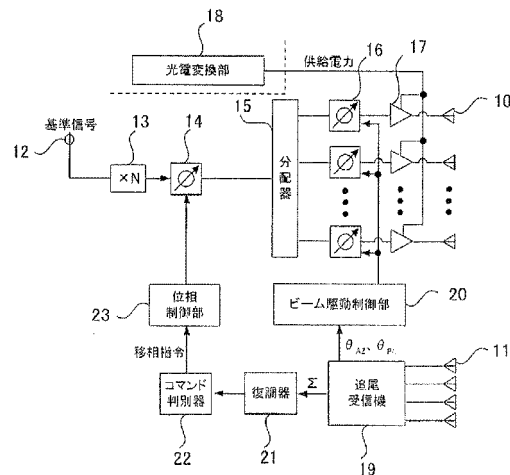
(54) 【発明の名称】 無線電力伝送システム、電力送信装置及びレクテナ基地局

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、回路規模の増大を招くことなく、より効率的に、各電力送信装置から送信されるマイクロ波がレクテナ基地局において受信される際の位相を揃えることのできる無線電力伝送システム、電力送信装置及びレクテナ基地局を得ることを目的とする。

【解決手段】 レクテナ基地局は、電力送信装置の識別符号を指定し、この識別符号を含むコマンド信号を送信する。電力送信装置は、パイロット信号受信アンテナ11によりパイロット信号を受信し、追尾受信機19により合成された和信号を復調して、パイロット信号に重畳された識別符号を含むコマンド信号を再生し、コマンド判別器22は予め記憶している識別符号と比較して一致する場合に移相指令を出力する。この移相指令に基づき位相制御部23は移相器14の位相を変更する。レクテナ基地局は受信電力値を検出し、電力値が大きくなるようにコマンド送信を行う。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の電力送信装置からレクテナ基地局にマイクロ波を送信し、上記レクテナ基地局で受信して電力を生成する無線電力伝送システムにおいて、

上記レクテナ基地局は、マイクロ波を受信するレクテナと、上記電力送信装置へパイロット信号を送信するパイロット信号送信アンテナと、上記レクテナにより受信した電力値が増大するように、上記電力送信装置の識別符号を指定して上記電力送信装置の位相を変更するコマンド信号を生成する位相監視制御部とを具備し、

上記電力送信装置は、マイクロ波を上記レクテナ基地局へ送信する複数の送信アンテナ素子と、上記パイロット信号を受信するパイロット信号受信アンテナと、このパイロット信号受信アンテナにより受信したパイロット信号の到来方向を検出する追尾受信機と、この追尾受信機により検出したパイロット信号の到来方向に、上記複数の送信アンテナ素子から送信するマイクロ波の方向が向くように位相調整を行うビーム駆動制御部と、上記位相監視制御部からの上記コマンド信号に基づいて、上記識別符号が記憶する識別符号と一致する場合に、上記マイクロ波の位相変更を行う位相制御器とを具備したことを特徴とする無線電力伝送システム。

10

【請求項 2】

複数の電力送信装置から送信されるマイクロ波を受信し合成して電力を生成するレクテナ基地局において、上記マイクロ波を受信するレクテナと、上記電力送信装置へパイロット信号を送信するパイロット信号送信アンテナと、上記レクテナにより受信した電力値が増大するように、上記電力送信装置の識別符号を指定して上記電力送信装置の位相を変更するコマンド信号を生成する位相監視制御部とを備えたことを特徴とするレクテナ基地局。

20

【請求項 3】

レクテナ基地局にマイクロ波を送信する電力送信装置において、上記マイクロ波を上記レクテナ基地局へ送信する複数の送信アンテナ素子と、上記レクテナ基地局からのパイロット信号を受信するパイロット信号受信アンテナと、このパイロット信号受信アンテナにより受信したパイロット信号の到来方向を検出する追尾受信機と、この追尾受信機により検出したパイロット信号の到来方向に、上記複数の送信アンテナ素子から送信するマイクロ波の方向が向くように位相調整を行うビーム駆動制御部と、上記レクテナ基地局から送信され、識別符号が指定された位相を変更するコマンド信号に基づき、上記識別符号が記憶する識別符号と一致する場合に、上記マイクロ波の位相変更を行う位相制御器とを備えたことを特徴とする電力送信装置。

30

【請求項 4】

上記レクテナ基地局は、さらに、上記コマンド信号を上記パイロット信号に重畳する変調器を具備し、上記電力送信装置は、さらに、上記追尾受信機により受信するパイロット信号から上記コマンド信号を再生する復調器とを具備したことを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力伝送システム。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のレクテナ基地局において、さらに、上記コマンド信号を上記パイロット信号に重畳する変調器を備えたことを特徴とするレクテナ基地局。

40

【請求項 6】

請求項 3 に記載の電力送信装置において、さらに、上記追尾受信機により受信するパイロット信号から上記コマンド信号を再生する復調器とを備えたことを特徴とする電力送信装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、太陽光を受けて光電変換し、得られた電力をもとに生成したマイクロ波を複数の送信装置から送信し、これを受信装置により受信して電力を生成する無線電力伝送システム、これに用いる電力送信装置及びレクテナ基地局に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献1には、宇宙空間の軌道上に配置された発電用の衛星から、地上の受信装置へマイクロ波による電力伝送を行う従来の無線電力伝送システムが記載されている。この従来の無線電力伝送システムでは、発電用の衛星において、レクテナ基地局から送信されるパイロット信号を受信し、レクテナ基地局に対してパイロット返信信号を送信するというものである。パイロット信号はスペクトル拡散変調がされており、各衛星ごとにパイロット信号を識別して基準位相を取り出す。一方、パイロット返信信号にもスペクトラム拡散変調が施され、レクテナ基地局において、各パイロット返信信号の位相情報を抽出して各発電用の衛星の位相遅延が求められ、この位相遅延をパイロット信号の位相に反映するフィードバック系を形成することによって、各発電用の衛星からのマイクロ波の位相を揃え、より大きな電力を得ようとするものである。

10

【0003】

【特許文献1】特開2005-319853号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載された従来の無線電力伝送システムによれば、地上のレクテナ基地局では、送信するパイロット信号の拡散変調を行い、受信したパイロット返信信号の逆拡散復調を行う回路と、逆拡散により得られた各衛星ごとのパイロット返信信号の位相を比較して、これを一致させるべくフィードバックする回路が必要となり、設備が増大するという問題点がある。また、軌道上の各衛星においても、パイロット信号を逆拡散復調し、パイロット返信信号を拡散変調して生成するための回路が必要となり、回路規模が増大するという問題点とともに、これらの回路を駆動するための電力が必要となり、光電変換によって生成された電力の一部がパイロット信号関係の回路によって消費され、全体の発電効率が低下するという問題点もあった。

20

【0005】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、回路規模の増大を招くことなく、より効率的に、各電力送信装置から送信されるマイクロ波がレクテナ基地局において受信される際の位相を揃えることのできる無線電力伝送システム、電力送信装置及びレクテナ基地局を得ることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1の発明に係る無線電力伝送システムは、複数の電力送信装置からレクテナ基地局にマイクロ波を送信し、上記レクテナ基地局で受信して電力を生成する無線電力伝送システムにおいて、上記レクテナ基地局は、マイクロ波を受信するレクテナと、上記電力送信装置へパイロット信号を送信するパイロット信号送信アンテナと、上記レクテナにより受信した電力値が増大するように、上記電力送信装置の識別符号を指定して上記電力送信装置の位相を変更するコマンド信号を生成する位相監視制御部とを具備し、上記電力送信装置は、マイクロ波を上記レクテナ基地局へ送信する複数の送信アンテナ素子と、上記パイロット信号を受信するパイロット信号受信アンテナと、このパイロット信号受信アンテナにより受信したパイロット信号の到来方向を検出する追尾受信機と、この追尾受信機により検出したパイロット信号の到来方向に、上記複数の送信アンテナ素子から送信するマイクロ波の方向が向くように位相調整を行うビーム駆動制御部と、上記位相監視制御部からの上記コマンド信号に基づいて、上記識別符号が記憶する識別符号と一致する場合に、上記マイクロ波の位相変更を行う位相制御器とを具備したものである。

40

【0007】

請求項2の発明に係るレクテナ基地局は、複数の電力送信装置から送信されるマイクロ波を受信し合成して電力を生成するレクテナ基地局において、上記マイクロ波を受信するレクテナと、上記電力送信装置へパイロット信号を送信するパイロット信号送信アンテナ

50

と、上記レクテナにより受信した電力値が増大するように、上記電力送信装置の識別符号を指定して上記電力送信装置の位相を変更するコマンド信号を生成する位相監視制御部とを備えたものである。

【0008】

請求項3の発明に係る電力送信装置は、レクテナ基地局にマイクロ波を送信する電力送信装置において、上記マイクロ波を上記レクテナ基地局へ送信する複数の送信アンテナ素子と、上記レクテナ基地局からのパイロット信号を受信するパイロット信号受信アンテナと、このパイロット信号受信アンテナにより受信したパイロット信号の到来方向を検出する追尾受信機と、この追尾受信機により検出したパイロット信号の到来方向に、上記複数の送信アンテナ素子から送信するマイクロ波の方向が向くように位相調整を行うビーム駆動制御部と、上記レクテナ基地局から送信され、識別符号が指定された位相を変更するコマンド信号に基づき、上記識別符号が記憶する識別符号と一致する場合に、上記マイクロ波の位相変更を行う位相制御器とを備えたものである。

10

【0009】

請求項4の発明に係る無線電力伝送システムは、請求項3の発明に係る無線電力伝送システムにおいて、上記レクテナ基地局は、さらに、上記コマンド信号を上記パイロット信号に重畳する変調器を具備し、上記電力送信装置は、さらに、上記追尾受信機により受信するパイロット信号から上記コマンド信号を再生する復調器とを具備したものである。

【0010】

請求項5の発明に係るレクテナ基地局は、請求項2の発明に係るレクテナ基地局において、さらに、上記コマンド信号を上記パイロット信号に重畳する変調器を備えたものである。

20

【0011】

請求項6の発明に係る電力送信装置は、請求項2の発明に係る電力送信装置において、さらに、上記追尾受信機により受信するパイロット信号から上記コマンド信号を再生する復調器とを備えたものである。

【発明の効果】

【0012】

請求項1乃至請求項3に記載の発明によれば、レクテナ基地局は、受信したマイクロ波の電力値が増大するように、電力送信装置の識別符号を指定して位相を変更するコマンド信号を生成し、電力送信装置は、コマンド信号において指定された識別符号が自己の識別符号と一致する場合に、送信するマイクロ波の位相変更を行うので、回路規模の増大を抑制することができる。また、請求項4乃至請求項6に記載の発明によれば、さらに、パイロット信号に上記コマンド信号を重畳して送信するので、電力送信装置側のコマンド信号の受信系をパイロット信号の受信系を用いて構成することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

実施の形態1

【0014】

この発明の実施の形態1に係る無線電力伝送システム、電力送信装置及びレクテナ基地局について図1乃至図6を用いて説明する。図1はこの発明の実施の形態1に係る無線電力伝送システムの構成図であり、図1(a)は離散的に配置される発電衛星に設けた電力送信装置からマイクロ波伝送するケースを、図1(b)は機械的に結合された複数の電力送信装置からマイクロ波伝送するケースを表わしている。尚、図1(b)における電力送信装置を含む送信側装置は、宇宙空間に配置されるものや、地球上や成層圏などに配置されるものなどが考えられる。図1(a)において、1は太陽光を受けて光電変換して電力を生成し、マイクロ波により送電する複数の発電衛星であり、2は各発電衛星に設けた電力送信装置である。3は各発電衛星1及び各電力送信装置2を統制する統制衛星であり、主として発電衛星1との間で制御信号及び応答信号の送受信を行って制御するとともに、各発電衛星1(及び電力送信装置2)へ基準信号を送信するものである。4は電力送信装

40

50

置 2 からのマイクロ波を受信して電力を生成するレクテナ基地局であり、5 は複数のマイクロ波受信アンテナからなるレクテナ、6 は電力送信装置 2 へ向けてパイロット信号を送信するパイロット信号送信アンテナである。レクテナ 5 及びパイロット信号送信アンテナ 6 はレクテナ基地局 4 の一部をなす。図 1 (b) において、7 は複数の電力送信装置 2 を結合する機械的構造体、8 は複数の電力送信装置 2 を統制する統制部であり、統制部 8 は各電力送信装置 2 との間で制御信号及び応答信号の送受信を行って各電力送信装置 2 を制御するとともに、各電力送信装置 2 へ基準信号を供給している。

【 0 0 1 5 】

各電力送信装置 2 はそれぞれマイクロ波をレクテナ基地局 4 へ向けて送信し、レクテナ基地局 4 内のレクテナ 5 によりマイクロ波が受信され合成されるが、このレクテナ 5 による受信の際に位相が相互にずれていると、レクテナ基地局 4 で生成される電力は低下することとなる。このような位相のずれは、各電力送信装置 2 で生成するマイクロ波の基準となる基準信号の位相ずれや、各電力送信装置 2 (とくに送信パネル部分) の位置変化や姿勢変化を要因として発生する。図 2 は電力送信装置 2 の位置及び姿勢変化の例を示しており、図 2 (a) は n 個の送信電力装置 2 がほぼ独立に運動して位置や姿勢が変化するケースであり、図 1 (a) に示した複数の発電衛星 1 を用いた場合に顕著に生じる可能性がある。図 2 (b) は n 個の送信電力装置 2 が一体として位置変化を生じる場合であり、図 1 (b) に示した機械的構造体 7 がほぼ剛体とみなせる場合に顕著に生じる可能性がある。図 2 (c) は n 個の送信電力装置 2 がその一部において位置や姿勢変化を生じる場合であり、図 1 (b) に示した機械的構造体 7 が剛体とはできず、柔軟構造物として形成される場合に顕著に生じる可能性がある。

【 0 0 1 6 】

これらの図 2 (a) 乃至図 2 (c) において、個々の送信電力装置 2 に生じている姿勢の変化を方位方向の角度変化 α_z 、仰角方向の角度変化 ϵ_L で表わし、位置の変化を 1 つの仮想平面 S からの距離 L で表わす。姿勢の変化 (α_z 、 ϵ_L) が生じることによって、各電力送信装置 2 から送信されるマイクロ波の方向がレクテナ 5 の方向からずれるので、これを補正するためにパイロット信号が用いられる。即ち、各電力送信装置 2 はパイロット信号を受信して到来方向を求め、パイロット信号の到来方向へマイクロ波の送信方向が向くように制御される。また、位置の変化 L が生じることによって、各電力送信装置 2 から送信されるマイクロ波は各装置ごとにその変化 L 分の位相ずれを生じることになる。この位置変化 L に起因して生じる位相ずれを補正するための装置構成について検討する必要があるものである。

【 0 0 1 7 】

次に、この発明の実施の形態 1 に係る電力送信装置及びレクテナ基地局の構成を図 3 乃至図 5 に基づき説明する。図 3 は電力送信装置 2 の送信パネルの外形を示す外形図であり、9 は基板、10 はマイクロ波を送信する送信アンテナ素子、11 はパイロット信号を受信するパイロット信号受信アンテナである。送信アンテナ素子 10 は基板 9 の面上にアレイ配置されており、基板に設けた給電線路によりマイクロ波給電されている。図 4 は電力送信装置 2 の構成を示す機能ブロック図である。図 4 において、12 は統制衛星 3 又は統制部 8 から入力される基準信号の入力端子、13 は基準信号を逡倍しキャリア信号を出力する逡倍器、14 はキャリア信号の位相を調整する移相器、15 はキャリア信号を分配する分配器、16 は分配されたキャリア信号を位相調整する移相器、17 はキャリア信号を増幅する増幅器である。18 は光電変換部であり、光電変換部 18 にて生成した電力を増幅器 17 へ入力して所定の電力レベルのマイクロ波が生成され、増幅器 17 に接続された送信アンテナ素子 10 から空間へ放射される。増幅器 17 と送信アンテナ素子 10 との接続は、1 対 1 に接続されていても良いし、1 対 4 のように 1 個の増幅器 17 に対して複数の送信アンテナ素子 10 が接続されるものでも良い。19 はパイロット信号受信アンテナ 11 から得られる和信号及び差信号に基づきパイロット信号の到来方向 (α_z 、 ϵ_L) を求める追尾受信機であり、20 はパイロット信号の到来方向 (α_z 、 ϵ_L) へ送信アンテナ素子 10 から送信するマイクロ波が向くように各移相器 16 の位相量を求め

、求めた位相量により、各移相器 16 へ位相設定するビーム駆動制御部である。21 は追尾受信機 19 により受信したパイロット信号の和信号からコマンド信号を復調する復調器、22 は電力送信装置 2 に付された識別符号（この識別符号を自己の識別符号として記憶しているものとする。）と、復調器 21 により復調して検出されたコマンド信号に含まれる識別符号とを比較し、符号が一致している場合に、移相する指令（移相指令）を出力するコマンド判別器、23 は、移相器 14 に対して位相設定する位相制御部である。

【0018】

図 5 はレクテナ基地局の構成を示す機能ブロック図である。図 5 において、24 はレクテナ 5 により受信したマイクロ波を整流して合成し電力生成する整流合成部であり、25 はパイロット信号を生成し出力するパイロット信号送信部、26 は電力値 P を監視し、各電力送信装置 2 の位相制御を行う位相監視制御部である。パイロット信号送信部 25 において、27 は位相監視制御部 26 から出力されるコマンド信号（制御対象の電力送信装置 2 の識別符号を含む）によりパイロット信号の搬送波を変調する変調器、28 はパイロット信号を増幅等してパイロット信号送信アンテナ 6 へ出力する送信機である。

10

【0019】

次に動作について説明する。レクテナ基地局 4 のパイロット信号送信アンテナ 6 から送信されたパイロット信号は、電力送信装置 2 のパイロット信号受信アンテナ 11 により受信される。図 3 にはパイロット信号受信アンテナ 11 の構成の一例が示されており、この例では A 乃至 G の 7 つのアンテナ素子により構成されている。いま、アンテナ素子 A 乃至 G で受信した信号をそれぞれ S_a 乃至 S_g とすると、追尾受信機 19 はパイロット受信アンテナ 11 により受信した信号を合成して、AZ 方向の和信号 $S_a + S_b + S_c + S_d$ 及び差信号 $S_a + S_b - S_c - S_d$ を、EL 方向の和信号 $S_a + S_e + S_f + S_g$ 及び差信号 $S_a + S_e - S_f - S_g$ を生成する。追尾受信機 19 は、パイロット信号の AZ 方向及び EL 方向が変化することにより、これらの和信号、差信号の値が変化する性質を利用して、パイロット信号の到来方向である AZ と EL とを求め出力する。ビーム駆動制御部 20 はパイロット信号の到来方向である (AZ 、 EL) 方向へマイクロ波送信するために、各移相器 16 に設定する位相量を算出し、移相器 16 に設定する。このような動作によって、図 2 (a) 乃至図 2 (c) に示した位置及び姿勢の変化のうち、姿勢により生じるレクテナ基地局 4 のレクテナ 5 の方向と電力送信装置から送信するマイクロ波の方向とのずれが補正される。尚、パイロット信号受信アンテナ 11 の構成及び配置は、図 3 に示すものに限られるものではなく、上記のような追尾受信に利用できるものであればよい。

20

30

【0020】

次に図 6 に基づいて、図 2 (a) 乃至図 2 (c) に示した位置変化 L によって生じる電力送信装置 2 間の位相ずれを補正する処理について説明する。図 6 は電力送信装置の位相調整を行う処理シーケンスを示すフローチャートであり、この処理は、レクテナ基地局 4 の位相監視制御部 26 によって行われる。いま、電力送信装置 2 は n 台あるものとし、レクテナ基地局 4 内の位相監視制御部 26 は、まずステップ S1 において可変数 k を 1 とし、ステップ S2 において可変数 $k = 1$ に対応する 1 の電力送信装置 2 をその識別符号により指定する。ステップ S3 において、位相の変更を指令するコマンド信号（指定した識別符号を含む）をレクテナ基地局 4 から送信する。識別符号が一致する電力送信装置 2 は、コマンド信号に基づき、配下の送信パネル全体の位相を一律に所定量変更する。この変更によって、レクテナ基地局 4 のレクテナ 5 で受信される電力値 P が変化し、ステップ S4 において電力値 P を検出する。位相監視制御部 26 はステップ S5 で電力値 P が最大となるかの判定を行って、電力値 P が大きくなるように指定した電力送信装置 2 に対して、繰り返し位相の変更を指令するコマンド信号を送出する。ステップ S5 の判定により、電力値 P が最大となったところで $k = 1$ により指定した電力送信装置 2 の位相調整を終了し、可変数 k が n よりも大きくなっていないことをステップ S6 により判定し、k を 1 増加して、次の電力送信装置 2 の位相調整に移る。これを順々に各電力送信装置ごとに繰り返して行っていくことにより、複数の電力送信装置 2 から送信されレクテナ 5 で受信される

40

50

マイクロ波の位相が揃い、生成する電力を最大若しくはこれに近い値にすることができる。

【0021】

なお、位相監視制御部26は、ステップS3乃至ステップS5における電力値Pが最大となる位相値を得るために、位相0度～360度を所定角度ごとに変更させて各角度で電力値Pを検出しておき、最も大きくなる角度に位相を設定させるように指令する方法や、位相を変更する指令信号中に位相を変更する方向（プラス及びマイナス）を記述し、検出する電力値Pが大きくなる方向に電力送信装置の位相をステップ駆動せしめ、これ以上電力値Pが大きくならないところで指令を終了させる方法などがある。

【0022】

図5に示したレクテナ基地局4は、位相監視制御部26が可変数kに対応する電力送信装置2の識別符号を指定し（ステップS2）、この識別符号を含むコマンド信号を変調器27へ出力することにより、変調器27においてパイロット信号にコマンド信号が重畳され、送信機28で増幅されて送信されることにより、ステップS3の「位相の変更を指令する」ことが実行される。図4に示す電力送信装置2は、パイロット信号受信アンテナ11により受信し追尾受信機19により合成された和信号を復調して、パイロット信号に重畳されたコマンド信号（含む識別符号）を再生し、コマンド判別器22は予め記憶している識別符号と比較して一致する場合に移相する指令を出力し、この指令を受けて位相制御部23は移相器14の位相を変更する。なお、コマンド信号は、コマンドコードと指定する電力送信装置の識別符号からなるが、専用コマンドである場合にはコマンドコードは無くてもよい。

【0023】

以上のように、レクテナ基地局4からの指令に基づいて次々と各電力送信装置2の位相を変更していき、レクテナ基地局4において電力値Pを検出しこれが大きくなるよう位相調整を行うことにより、図2(a)乃至図2(c)に示した位置変化Lに伴う、マイクロ波の位相ずれの補正ができるとともに、各電力送信装置2に供給される基準信号の位相についても内包されて、この位相調整によって補正されることになり、各電力送信装置2からの位相ずれが補正されてレクテナ基地局4において、より大きな電力を得ることができる。また、従来技術に開示されたような発電用の衛星側にパイロット返信信号を送信するための拡散変調器や送信機を持たせる必要がないので、回路規模の増大を抑えることができ、軽量化が図られるとともに装置の信頼性を向上することができる。また、パイロット信号にコマンド信号を重畳して送信することによって、電力送信装置側のコマンド信号の受信系をパイロット信号の受信系を用いて構成することができ、さらに回路規模の縮小化を図ることができる。

【0024】

実施の形態2

【0025】

この発明の実施の形態2に係る無線電力伝送システム、電力送信装置及びレクテナ基地局について図7を用いて説明する。この発明の実施の形態2に係る電力送信装置及びレクテナ基地局は、実施の形態1において図3乃至図5に基づき説明した構成、機能と同等な構成、機能を有している。ここでは、実施の形態2において相違する部分である電力送信装置の位相調整を行う処理シーケンスを図7に基づき説明する。

【0026】

図7はこの発明の実施の形態2に係る電力送信装置の位相調整を行う処理シーケンスを示すフローチャートであり、この処理は、レクテナ基地局4の位相監視制御部26によって行われる。この処理フローにおいても、電力送信装置2はn台あるものとしている。レクテナ基地局4内の位相監視制御部26は、ステップS8においてレクテナ5により受信して得られる電力値Pを検出する。検出した電力値Pが下側しきい値P2より大きいかどうかをステップS9により判定する。電力値Pが下側しきい値P2より大きい場合には、許容範囲とみなしステップS8及びステップS9を繰り返す。検出した電力値Pが下側し

10

20

30

40

50

きい値 P_2 以下となるとステップ S_{10} に移行し位相調整を開始する。ステップ S_{10} からステップ S_{16} のシーケンスは実施の形態 1 において説明した図 6 におけるステップ S_1 からステップ S_7 のシーケンスと同じであり説明を省略するが、このステップ S_{10} からステップ S_{16} のシーケンスによって、 n 台の電力送信装置 2 の位相調整が順々に各電力送信装置ごとに繰り返して行われ、 n 台の電力送信装置 2 から送信されレクテナ 5 で受信されるマイクロ波の位相が揃い、生成する電力を最大若しくはこれに近い値にすることができる。 n 台の電力送信装置 2 の位相調整が終了するとステップ S_{17} に移行し、位相調整終了時に検出した電力値 P が上側しきい値 P_1 よりも大きいかどうかを判定する。電力値 P が上側しきい値 P_1 よりも大きい場合には、良好に位相調整ができたものと判断し、ステップ S_8 に戻る。電力値 P が上側しきい値 P_1 以下である場合には、再度、位相調整を行うようにステップ S_{10} に戻る。

【0027】

上側しきい値 P_1 と下側しきい値 P_2 は構築するシステムの性能に応じて所定の値に設定することになる。各電力送信装置 2 が空間に放出するマイクロ波の電力は、図 4 に示した光電変換部 18 や増幅器 17 の効率、伝送線路における損失、送信パネルの指向性利得などを考慮して最大値を見積もることができ、さらに電力送信装置 2 から送信されたマイクロ波がレクテナ 5 で受信され合成される電力についても、位相が揃う条件により適切な解析を行うことにより理論最大値が求められる。この理論最大値に対して、各電力送信装置 2 での位相分解能や、マイクロ波送信方向のずれによる送信パネルの指向性利得の変化などの要因を考慮して能力値が求められる。例えば、この能力値を上側しきい値 P_1 とし、システムに要求される最低発電能力値を下側しきい値 P_2 に設定する。より具体的には各能力値を考慮して、例えば、合成電力の理論最大値に対して 90% レベルを上側しきい値 P_1 とし、80% レベルを下側しきい値 P_2 とするような設定をしても良い。

【0028】

また、上側しきい値 P_1 及び下側しきい値 P_2 は運用時に適切に再設定される構成としてもよい。実際の位相調整後の電力値 P の検出結果が複数回にわたって、ほぼ特定の値となるような場合には、その値が実ハードウェアの最大能力として把握されることになる。したがって、その特定の値を最大値とし、これに対して 90% レベルを上側しきい値 P_1 とし、80% レベルを下側しきい値 P_2 と設定するようにしてもよい。

【0029】

また、光電変換部 18 でモニタしている電力情報が電力送信装置 2 又は統制衛星 3 (或いは統制部 8) から通信回線を用いてレクテナ基地局 4 へ提供される場合のレクテナ基地局 4 の構成の別の一例を図 8 に示す。この場合、レクテナ基地局 4 は電力情報を受信アンテナ 29 により受信し、テレメトリ受信機 30 により復調し再生して位相監視制御部 26 へ出力する。電力情報に基づいて位相監視制御部 26 はその時点で得られる電力最大値を知ることができ、上述の上側しきい値 P_1 や下側しきい値 P_2 を再設定するようにしてもよい。なお、図 8 において図 5 と同一の符号を付した回路及び部分は、図 5 におけるそれらの回路及び部分と同一又は相当する回路及び部分を表わす。

【0030】

実施の形態 3

【0031】

この発明の実施の形態 3 に係る無線電力伝送システム、電力送信装置及びレクテナ基地局について図 9 及び図 10 を用いて説明する。この発明の実施の形態 3 に係るレクテナ基地局は通信回線により位相の変更を指令するコマンド信号を送信するものであり、また電力送信装置 2 の電力情報を通信回線により取得するものである。図 9 はこの発明の実施の形態 3 に係るレクテナ基地局 4 の構成を示す機能ブロック図であり、図 10 はこの発明の実施の形態 3 に係る電力送信装置 2 の構成を示す機能ブロック図である。図 9 において 31 はコマンド信号を送信するコマンド送信機、32 は送受分波器、33 は通信回線送受信アンテナ、34 はパイロット信号を送信するパイロット信号送信部である。図 9 において、図 5 と同一の符号を付した回路及び部分は、図 5 におけるそれらの回路及び部分と同一

10

20

30

40

50

又は相当する回路及び部分を表わす。図 10 において、35 はコマンド信号が入力される入力端子である。図 10 において、図 4 と同一の符号を付した回路及び部分は、図 4 におけるそれらの回路及び部分と同一又は相当する回路及び部分を表わす。

【0032】

位相監視制御部 26 は、各電力送信装置 2 へ位相の変更を指令する信号を送信するが、これを通信回線により行ってもよい。この場合、レクテナ基地局 4 はコマンド送信機 31 を有し、位相監視制御部 26 から電力送信装置 2 の識別符号を含む位相変更の指令（コマンド信号）がコマンド送信機 31 へ入力されると、コマンド送信機 31 はこのコマンド信号を通信回線の搬送波に重畳し、送受分波器 32 及び送受信アンテナ 33 を介して、電力送信装置 2 又は統制衛星 3（或いは統制部 8）へ向けて送信する。電力送信装置 2 又は統制衛星 3（或いは統制部 8）はこれを受信し、コマンド信号を再生する。再生されたコマンド信号は入力端子 35 から入力され、コマンド判別器 22 により識別符号を比較し、一致する場合には移相指令が出力され、位相制御部 23 により移相器 14 の位相設定を行う。

10

【0033】

また、光電変換部 18 でモニタしている電力情報が電力送信装置 2 又は統制衛星 3（或いは統制部 8）から通信回線を用いてレクテナ基地局 4 へ提供される。レクテナ基地局 4 は電力情報を送受信アンテナ 33 により受信し、送受分波器 32 を介してテレメトリ受信機 30 により復調し再生して位相監視制御部 26 へ出力する。電力情報に基づいて位相監視制御部 26 はその時点で得られる電力最大値を知ることができ、実施の形態 2 において説明した上側しきい値 P1 や下側しきい値 P2 を再設定するようにしてもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】この発明の実施の形態 1 に係る無線電力伝送システムの構成を表わす構成図である。

【図 2】電力送信装置の位置及び姿勢変化の例を表わす模式図である。

【図 3】電力送信装置の送信パネルの外形を示す外形図である。

【図 4】電力送信装置 2 の構成を示す機能ブロック図である。

【図 5】レクテナ基地局の構成を示す機能ブロック図である。

【図 6】電力送信装置の位相調整を行う処理シーケンスを示すフローチャートである。

30

【図 7】この発明の実施の形態 2 に係る電力送信装置の位相調整を行う処理シーケンスを示すフローチャートである。

【図 8】レクテナ基地局構成の別の一例を表わす機能ブロック図である。

【図 9】この発明の実施の形態 3 に係るレクテナ基地局の構成を示す機能ブロック図である。

【図 10】この発明の実施の形態 3 に係る電力送信装置の構成を示す機能ブロック図である。

【符号の説明】

【0035】

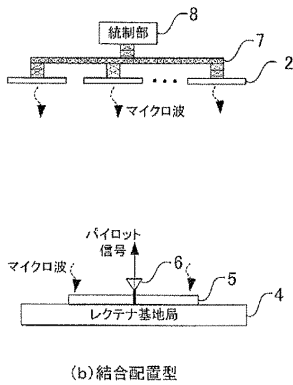
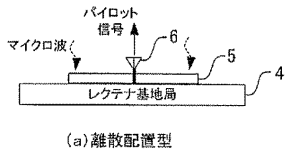
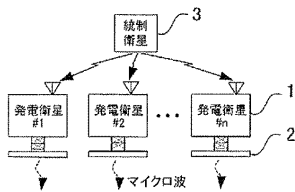
- 2 電力送信装置
- 4 レクテナ基地局
- 5 レクテナ
- 6 パイロット信号送信アンテナ
- 10 送信アンテナ素子
- 11 パイロット信号受信アンテナ
- 14 移相器
- 16 移相器
- 19 追尾受信機
- 20 ビーム駆動制御部
- 21 復調器

40

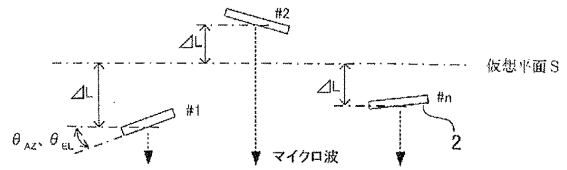
50

- 2 2 コマンド判別器
- 2 3 位相制御部
- 2 4 整流合成部
- 2 5 パイロット信号送信部
- 2 6 位相監視制御部
- 2 7 変調器
- 2 9 受信アンテナ
- 3 0 テレメトリ受信機
- 3 1 コマンド送信機

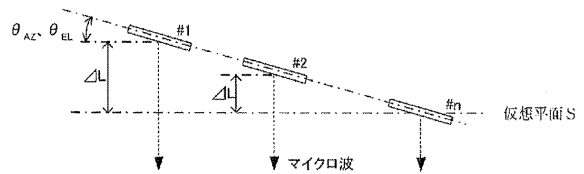
【 図 1 】



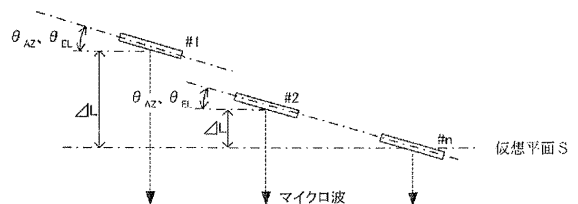
【 図 2 】



(a) 位置姿勢の変化例1

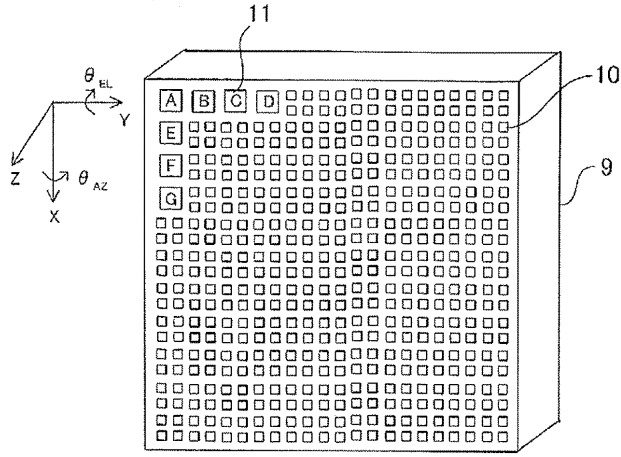


(b) 位置姿勢の変化例2

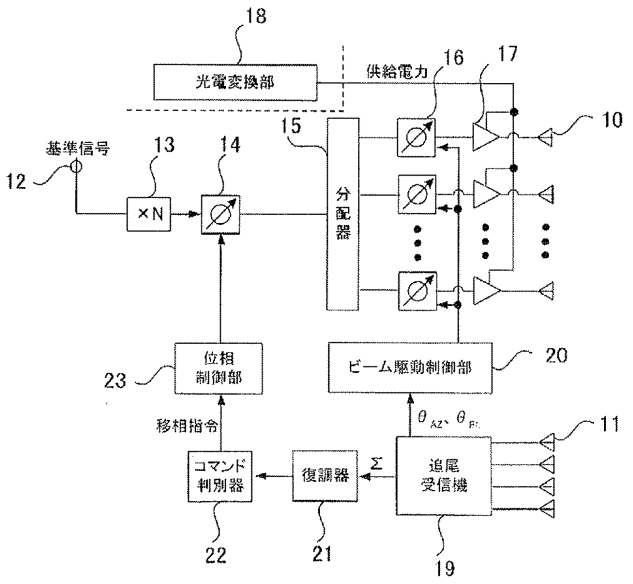


(c) 位置姿勢の変化例3

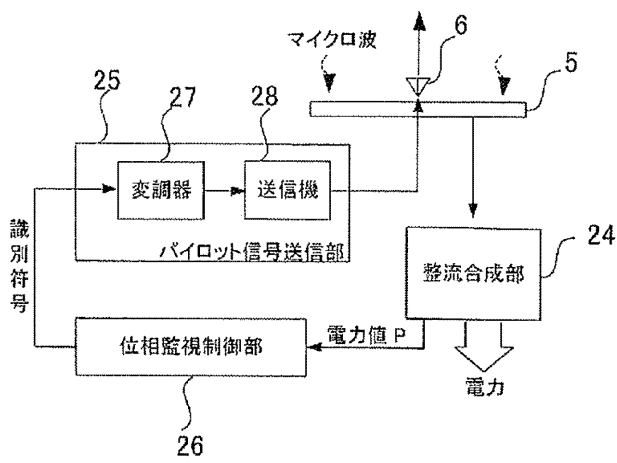
【図3】



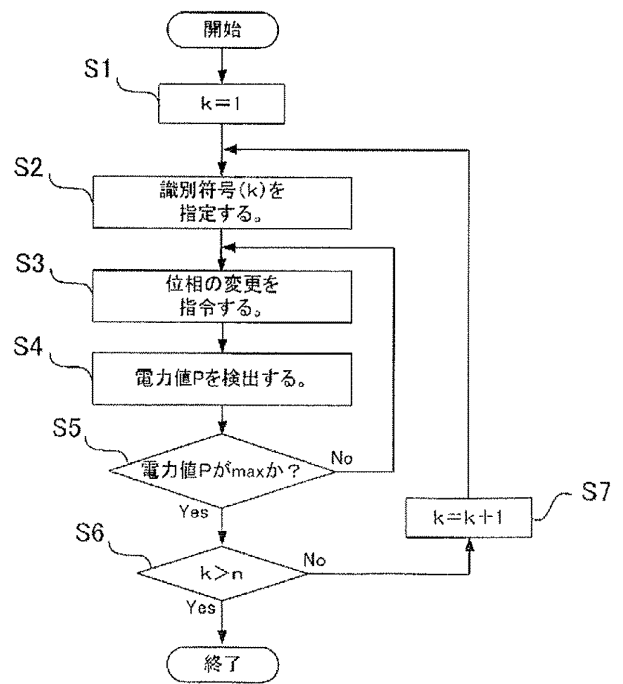
【図4】



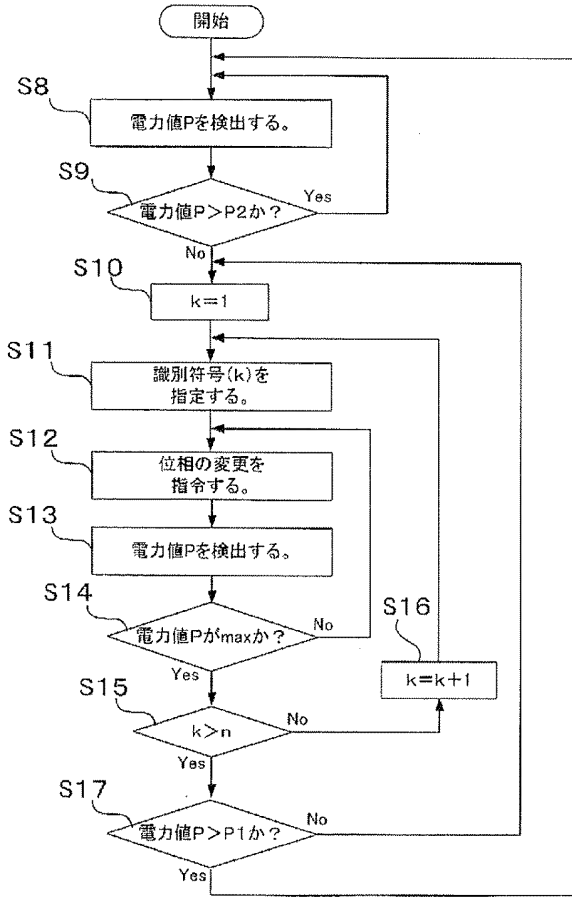
【図5】



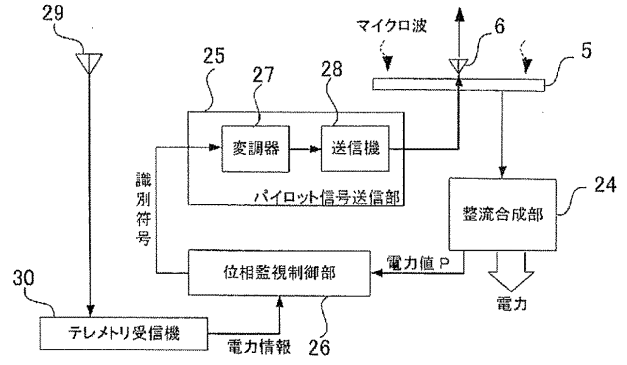
【図6】



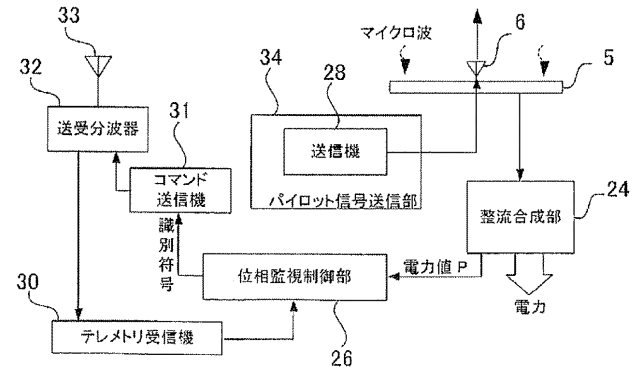
【図7】



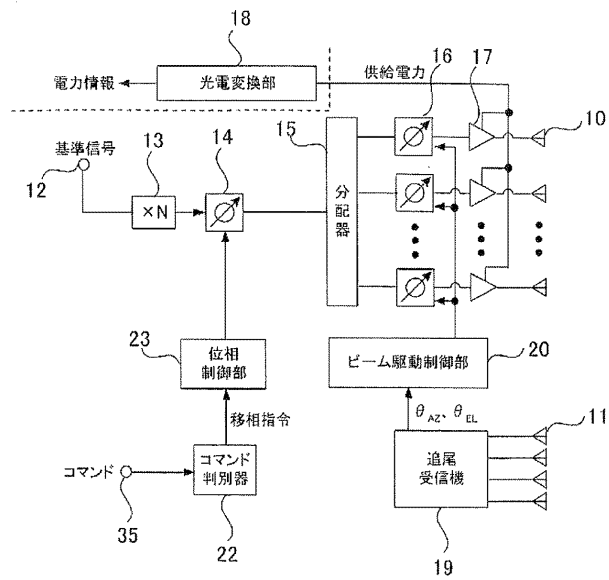
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 裕之

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 池松 寛

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 苗村 康次

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5J021 AA05 DB03 FA05 FA26 FA32 GA02 HA07

5K059 CC04 DD31

5K072 AA19 BB22 DD01 DD16 EE31 FF12 FF13 GG06 GG17