

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7685228号  
(P7685228)

(45)発行日 令和7年5月29日(2025.5.29)

(24)登録日 令和7年5月21日(2025.5.21)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 2 J	50/23 (2016.01)	H 0 2 J	50/23	
H 0 2 J	50/27 (2016.01)	H 0 2 J	50/27	
H 0 4 B	7/06 (2006.01)	H 0 4 B	7/06	9 5 8
H 0 1 Q	3/42 (2006.01)	H 0 1 Q	3/42	

請求項の数 5 (全10頁)

(21)出願番号	特願2021-199777(P2021-199777)	(73)特許権者	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町3番地1
(22)出願日	令和3年12月9日(2021.12.9)	(74)代理人	110000970 弁理士法人 楓国際特許事務所
(65)公開番号	特開2023-85640(P2023-85640A)	(72)発明者	片岡 瑞貴 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
(43)公開日	令和5年6月21日(2023.6.21)	(72)発明者	楊 波 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
審査請求日	令和6年10月17日(2024.10.17)	(72)発明者	篠原 真毅 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
		(72)発明者	三谷 友彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 送信装置及び送信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の受信用アンテナ素子及び複数の送信用アンテナ素子を有するアレイアンテナと、それぞれ前記複数の受信用アンテナ素子及び前記複数の送信用アンテナ素子に接続された複数の位相共役回路と、を備え、

前記位相共役回路は、それぞれ、前記受信用アンテナ素子で受信されたパイロット信号を入力され、前記送信用アンテナ素子に供給される送信信号を出力し、

前記それぞれの位相共役回路から出力される送信信号の周波数は、前記それぞれの位相共役回路に入力されたパイロット信号の周波数の1/2倍に等しく、

前記それぞれの位相共役回路から出力される送信信号の、前記複数の位相共役回路のうちの任意の1つの位相共役回路から出力される送信信号に対する位相差は、前記それぞれの位相共役回路に入力されたパイロット信号の、前記任意の1つの位相共役回路に入力されたパイロット信号に対する位相差の-1/2倍に等しい、送信装置。

10

【請求項2】

前記位相共役回路は、それぞれ、

前記パイロット信号と、前記パイロット信号の周波数の2倍の周波数を有し、前記それぞれの位相共役回路で同位相を有する基準信号とをミキシングするミキサーと、

前記ミキサーから出力されて伝送された信号を1/2に分周する分周器と、

前記ミキサーから出力されて伝送された2つの異なる周波数を有する信号のうち、より低い周波数を有する信号を通過させる第1フィルタと、を有する、請求項1に記載の送信

20

装置。

【請求項 3】

前記位相共役回路は、それぞれ、前記ミキサー、前記分周器、及び前記第 1 フィルタを含む回路から出力された信号を増幅して前記送信用アンテナ素子に供給する電力増幅器を有する、請求項 2 に記載の送信装置。

【請求項 4】

前記位相共役回路は、それぞれ、前記ミキサーの入力側に接続され、前記パイロット信号を通過させ、前記送信信号を遮断する第 2 フィルタを有する、請求項 2 又は 3 に記載の送信装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れかに記載の送信装置と、  
レクテナを有する受信装置と、  
を備え、  
前記レクテナは、前記レクテナに到達した前記送信信号の一部を 2 次高調波として反射することで、前記パイロット信号を発生させる、送信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線送信を行う送信装置、及びそれを備える送信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、センサ、カメラ、IoT デバイス等が、工場、施設等に多く設置されている。このような機器に給電するための技術として、マイクロ波送電、特にレトロディレクティブ方式の送電が注目されている。この方式では、一般に、目標から放射されたパイロット信号を受け、そのパイロット信号を用いて目標の方向を推定し、その目標の方向を向く送電ビームを形成することで、目標の方向に送電ビームを制御する。

【0003】

特許文献 1 には、マルチパス環境内のビーコン信号の到着時間の差異を利用して、クライアント機器に無線電力供給を行う無線電力送信システムが開示されている。この無線電力送信システムは、クライアント機器からのビーコン信号をアレイアンテナで受信し、そのビーコン信号の到着時間の反転に基づいて送信開始をずらした送信信号をアレイアンテナから送信する。これにより、送信信号は、異なる伝搬遅延を有する経路を進んでも、ほぼ同時にクライアント機器に到着する。

【0004】

特許文献 2 には、分離構成された複数の送電ユニットから目標装置に送電を行うマイクロ波送電システムが開示されている。それぞれの送電ユニットは、受信アンテナ、送電アンテナ、位相同期回路、共役位相生成回路、及びマイクロ波発生装置を備える。位相同期回路は、それぞれの送電ユニットによって受信され、それぞれの送電ユニットの間で伝送するパイロット信号の間の位相差に基づいて、位相同期信号を生成する。共役位相生成回路は、送電ユニットによって受信されたパイロット信号と、位相同期回路によって生成された位相同期信号とを重畳して、共役位相波を生成する。マイクロ波発生装置は、共役位相波の位相を補正して発生させたマイクロ波を送電アンテナに供給する。このような構成によって、分離構成された複数の送電ユニット間の位相同期制御が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特表 2021 - 507663 号公報

【文献】特開 2004 - 7932 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

特許文献 1 及び特許文献 2 に開示された送電システムは、パイロット信号と送電信号に同じ周波数を用いる。このため、パイロット信号と送電信号が干渉し、目標の方向推定の精度が低下するおそれがある。

## 【 0 0 0 7 】

同様に、パイロット信号を用いて通信ビームを形成する通信システムでも、パイロット信号と通信信号が干渉し、目標の方向推定の精度が低下するおそれがある。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、パイロット信号と送信信号の干渉を抑制した送信装置、及びそれを備える送信システムを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の送信装置は、複数の受信用アンテナ素子及び複数の送信用アンテナ素子を有するアレイアンテナと、それぞれ前記複数の受信用アンテナ素子及び前記複数の送信用アンテナ素子に接続された複数の位相共役回路と、を備え、前記位相共役回路は、それぞれ、前記受信用アンテナ素子で受信されたパイロット信号を入力され、前記送信用アンテナ素子に供給される送信信号を出力し、前記それぞれの位相共役回路から出力される送信信号の周波数は、前記それぞれの位相共役回路に入力されたパイロット信号の周波数の  $1/2$  倍に等しく、前記それぞれの位相共役回路から出力される送信信号の、前記複数の位相共役回路のうちの任意の 1 つの位相共役回路から出力される送信信号に対する位相差は、前記それぞれの位相共役回路に入力されたパイロット信号の、前記任意の 1 つの位相共役回路に入力されたパイロット信号に対する位相差の  $-1/2$  倍に等しい。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の送信システムは、本発明の送信装置と、レクテナを有する受信装置と、を備え、前記レクテナは、前記レクテナに到達した前記送信信号の一部を 2 次高調波として反射することで、前記パイロット信号を発生させる。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 1 】

本発明によれば、パイロット信号と送信信号の干渉を抑制し、目標の方向推定の精度を高めることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 2 】

【図 1】図 1 は本発明の実施形態に係る送電システム 10 の概念図である。

【図 2】図 2 は受電装置 30 に設けられたレクテナ 31 のブロック図である。

【図 3】図 3 は送電装置 20 の主要部のブロック図である。

【図 4】図 4 ( A ) 及び図 4 ( B ) は送電ビームの形成を説明するための概念図である。

【図 5】図 5 は位相共役回路 40 のブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 3 】

以降、本発明を実施するための複数の形態を示す。それぞれの実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせが可能である。それぞれの実施形態では、その実施形態以前に説明した点と異なる点について説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の実施形態に係る送信システムはレトロディレクティブ方式の送電システムでもよい。

## 【 0 0 1 5 】

図 1 は本発明の実施形態に係る送電システム 10 の概念図である。送電システム 10 は送電装置 20 及び受電装置 30 を備える。送電装置 20 は本発明の「送信装置」の一例である。受電装置 30 は本発明の「受信装置」の一例である。送電システム 10 は次のよう

10

20

30

40

50

に動作する。

【0016】

送電装置20は、最初に短時間だけ、周波数 $f$ の送電信号を広角に又は等方的に放射する。送電装置20によって放射される送電信号の周波数は例えば2.45GHzである。送電装置20によって放射される送電信号は本発明の「送電信号」の一例である。

【0017】

受電装置30は、受電装置30に到達した送電信号の一部を2次高調波として反射することで、周波数 $2f$ のパイロット信号を発生させる。パイロット信号の周波数は例えば4.9GHzである。送電装置20は、送電装置20に到達したパイロット信号の位相を用いて、パイロット信号の到来方向を向き、パイロット信号の到来経路を再現する周波数 $f$ の送電ビームを形成する。換言すれば、送電装置20は、パイロット信号の到来方向に向けて周波数 $f$ の送電信号を放射する。これにより、受電装置30はパイロット信号の放射を続け、送電装置20は送電信号の放射を続ける。

10

【0018】

送電装置20は、例えば、送電開始から所定時間の経過後に送電を停止してもよいし、受電装置30から受けた停止命令に応じて送電を停止してもよい。

【0019】

なお、送電装置20は、送電装置20の周囲を走査するように最初の送電信号を放射してもよい。

【0020】

受電装置30が移動すると、パイロット信号の到来経路が変化する。送電装置20は、変化したパイロット信号の到来経路を再現する送電ビームを形成する。このように、送電装置20は、受電装置30を自動追尾して受電装置30に送電することができる。

20

【0021】

図2は受電装置30に設けられたレクテナ31のブロック図である。レクテナ31はアンテナ32及び整流回路33を備える。整流回路33は、アンテナ32と負荷の間に接続され、シャント接続されたダイオードで構成される。レクテナ31は、一般的なレクテナに設けられる、高調波の再放射を防止するフィルタを備えていない。このため、整流回路33による整流時に発生する高調波はアンテナ32から放射される。これにより、レクテナ31は、レクテナ31に到達した送電信号の一部を2次高調波として反射する。

30

【0022】

図3は送電装置20の主要部のブロック図である。送電装置20はアレイアンテナ21及び複数の位相共役回路40を備える。アレイアンテナ21は複数の受信用アンテナ素子22及び複数の送電用アンテナ素子23を有する。送電用アンテナ素子23は本発明の「送信用アンテナ素子」の一例である。受信用アンテナ素子22はパイロット信号の周波数 $2f$ で動作し、送電用アンテナ素子23は送電信号の周波数 $f$ で動作する。受信用アンテナ素子22と送電用アンテナ素子23は受信と送電を分離するように働く。位相共役回路40は、それぞれ、対をなす受信用アンテナ素子22と送電用アンテナ素子23に接続される。位相共役回路40は、それぞれ、受信用アンテナ素子22で受信されたパイロット信号を入力され、送電用アンテナ素子23に供給される送電信号を出力する。送電装置20は、それぞれの位相共役回路40に接続された局部発振器24をさらに備える。局部発振器24は、それぞれの位相共役回路40で共有され、それぞれの位相共役回路40に共通の基準信号を供給する。送電装置20は、最初の送電信号を放射するために、図3に示された回路とは別に設けられた一般的な送信回路(図示せず)をさらに備える。

40

【0023】

なお、送電装置20は、受信用アンテナ素子22及び送電用アンテナ素子23に代えて、2つの周波数で動作して受信と送電に共用されるアンテナ素子を備えてもよい。この場合、受信と送電に共用されるアンテナ素子が、本発明の「受信用アンテナ素子」の一例になると共に、本発明の「送信用アンテナ素子」の一例にもなる。

【0024】

50

それぞれの位相共役回路 40 から出力される送電信号の周波数は、それぞれの位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号の周波数の  $1/2$  倍に等しい。それぞれの位相共役回路 40 から出力される送電信号の、複数の位相共役回路 40 のうちの任意の 1 つの位相共役回路 40 から出力される送電信号に対する位相差は、それぞれの位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号の、上記の任意の 1 つの位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号に対する位相差の  $-1/2$  倍に等しい。

【0025】

即ち、送電信号の周波数は  $f$  であり、パイロット信号の周波数は  $2f$  である。また、時間  $t$  において、 $n$  番目の受信用アンテナ素子 22 で取得されて  $n$  番目の位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号の位相が  $2(\omega t - \theta_n)$  である場合、 $n$  番目の位相共役回路 40 から出力されて  $n$  番目の送電用アンテナ素子 23 に入力される送電信号の位相は  $\omega t + \theta_n$  である。ここで、 $2$  はパイロット信号の角周波数である。 $-\theta_n$  は、 $n$  番目の位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号の、1 番目の位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号に対する位相差である。 $\theta_n$  は、時間  $t = 0$  において 1 番目の位相共役回路 40 から出力される送電信号の位相である。

10

【0026】

なお、受信用アンテナ素子 22、送電用アンテナ素子 23、及び位相共役回路 40 の順番は、それぞれの受信用アンテナ素子 22、送電用アンテナ素子 23、及び位相共役回路 40 を区別するための便宜的なものである。

【0027】

20

図 4 (A) 及び図 4 (B) は送電ビームの形成を説明するための概念図である。図 4 (A) に例示されるように、 $n$  番目の受信用アンテナ素子 22 で取得された周波数  $2f$  のパイロット信号の位相は、1 番目の受信用アンテナ素子 22 で取得されたパイロット信号の位相より  $2\theta_n$  遅れていたとする。その場合、図 4 (B) に例示されるように、 $n$  番目の送電用アンテナ素子 23 に入力される周波数  $f$  の送電信号の位相が、1 番目の送電用アンテナ素子 23 に入力される周波数  $f$  の送電信号の位相より  $\theta_n$  進んでいけば、それぞれの送電用アンテナ素子 23 から放射される送電信号の電波又はマイクロ波の等位相面はパイロット信号の到来方向を向く。このため、パイロット信号の周波数が  $2f$  であり、 $n$  番目の受信用アンテナ素子 22 で取得されたパイロット信号の位相が  $2(\omega t - \theta_n)$  である場合、送電信号の周波数が  $f$  であり、 $n$  番目の送電用アンテナ素子 23 に入力される送電信号の位相が  $\omega t + \theta_n$  であれば、パイロット信号の到来方向を向く送電ビームが形成される。

30

【0028】

図 5 は位相共役回路 40 のブロック図である。位相共役回路 40 は、それぞれ、入力端と出力端との間に直列又は縦続接続された、ハイパスフィルタ 41、低雑音増幅器 42、ミキサー 43、分周器 44、ローパスフィルタ 45、及び電力増幅器 46 を有する。ハイパスフィルタ 41 は本発明の「第 2 フィルタ」の一例である。ローパスフィルタ 45 は本発明の「第 1 フィルタ」の一例である。

【0029】

ハイパスフィルタ 41 は、ミキサー 43 の入力側に接続され、位相共役回路 40 に入力されたパイロット信号を通過させ、受信用アンテナ素子 22 で阻止されずに位相共役回路 40 に入力された送電信号を遮断する。これにより、受信と送電の分離が高まり、パイロット信号と送電信号の干渉がさらに抑制される。

40

【0030】

ミキサー 43 は、低雑音増幅器 42 で増幅されたパイロット信号と、局部発振器 24 が発生させた基準信号をミキシングする。基準信号は、パイロット信号の周波数の 2 倍の周波数を有し、それぞれの位相共役回路 40 で同位相を有する。即ち、基準信号は周波数  $4f$  及び位相  $2(2\omega t + \phi_{LO})$  を有する。ここで、 $2\phi_{LO}$  は時間  $t = 0$  における基準信号の位相である。ミキサー 43 は、周波数  $6f$  及び位相  $2(3\omega t + \phi_{LO} - \theta_n)$  を有する信号と、周波数  $2f$  及び位相  $2(\omega t + \phi_{LO} + \theta_n)$  を有する信号を出力する。

50

## 【 0 0 3 1 】

分周器 4 4 は、ミキサー 4 3 から出力されて伝送された信号の周波数を  $1/2$  に分周する。このため、分周器 4 4 は、周波数  $2f$  及び位相  $2(t + LO + n)$  を有する信号を入力されると、周波数  $f$  及び位相  $t + LO + n$  を有する信号を出力する。

## 【 0 0 3 2 】

なお、分周器 4 4 は、周波数  $6f$  の入力信号に対して動作してもよいが、周波数  $6f$  の入力信号に対して動作しないことが好ましい。

## 【 0 0 3 3 】

ローパスフィルタ 4 5 は、ミキサー 4 3 から出力されて伝送された 2 つの異なる周波数を有する信号のうち、より低い周波数を有する信号を通過させる。即ち、ローパスフィルタ 4 5 は、ミキサー 4 3 から出力されて分周器 4 4 を通って伝送された周波数  $f$  の信号を通過させる。また、分周器 4 4 が周波数  $6f$  の入力信号に対して動作する場合、又は分周器 4 4 が周波数  $6f$  の入力信号に対して予期せず動作した場合、ローパスフィルタ 4 5 は、ミキサー 4 3 から出力されて分周器 4 4 を通って伝送された周波数  $3f$  の信号を遮断する。

10

## 【 0 0 3 4 】

電力増幅器 4 6 は、周波数  $f$  を含む周波数範囲で所定の利得を有し、ローパスフィルタ 4 5 を通過した信号を増幅して送電用アンテナ素子 2 3 に供給する。

## 【 0 0 3 5 】

従って、 $n$  番目の位相共役回路 4 0 は、周波数  $2f$  及び位相  $2(t - n)$  を有するパイロット信号を入力されると、周波数  $f$  及び位相  $t + LO + n$  を有する送電信号を出力する。

20

## 【 0 0 3 6 】

なお、位相共役回路 4 0 は、ハイパスフィルタ 4 1 に代えてバンドパスフィルタを有してもよく、ローパスフィルタ 4 5 に代えてバンドパスフィルタを有してもよい。

## 【 0 0 3 7 】

また、位相共役回路 4 0 は、ローパスフィルタ 4 5 に代えて、又はローパスフィルタ 4 5 と共に、ミキサー 4 3 と分周器 4 4 の間に接続され、周波数  $2f$  の信号を通過させて周波数  $6f$  の信号を遮断するローパスフィルタを有してもよい。

## 【 0 0 3 8 】

また、位相共役回路 4 0 は、ミキシングを行った後に分周を行うが、分周を行った後にミキシングを行ってもよい。

30

## 【 0 0 3 9 】

また、それぞれの位相共役回路 4 0 は、局部発振器 2 4 が発生させた基準信号に代えて、任意の 1 つの受信用アンテナ素子 2 2 で受信されたパイロット信号を 2 通倍して生成された基準信号を用いてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

また、位相共役回路 4 0 はハイパスフィルタ 4 1 及び低雑音増幅器 4 2 を必須としない。

## 【 0 0 4 1 】

本実施形態によれば、送電装置 2 0 は位相共役回路 4 0 でパイロット信号の周波数を変換して送電信号を生成し、受電装置 3 0 は送電信号の一部を 2 次高調波として反射することでパイロット信号を発生させる。これにより、周波数の異なるパイロット信号と送電信号を利用できる。このため、パイロット信号と送電信号の干渉を抑制し、受電装置 3 0 の方向推定の精度を高めることができる。無線送電では、送電信号の強度がパイロット信号の強度よりはるかに強いいため、パイロット信号と送電信号の干渉が特に問題になる。また、無線送電では、送電ビームが高い方向精度を有する必要がある。このため、上記の本実施形態の効果は特に顕著である。

40

## 【 0 0 4 2 】

また、送電システム 1 0 はハードウェア・レトロディレクティブ方式の送電システムであり、位相共役回路 4 0 はアナログ回路で構成される。このため、送電システム 1 0 では

50

、ソフトウェア・レトロディレクティブ方式の送電システムと比較して、受電装置 30 の方向検出からビームの送電までの応答時間が短い。それ故、高速な自動追尾が可能であり、スマートフォン、ドローン、EV等の移動体への給電が容易になる。

【0043】

また、位相共役回路 40 は、ソフトウェア・レトロディレクティブ方式の位相共役回路より非常に簡素な構成を有し、一般的なハードウェア・レトロディレクティブ方式の位相共役回路と比較してもほぼ同じ程度の簡素な構成を有する。さらに、ソフトウェア・レトロディレクティブ方式の位相共役回路は、位相共役をとるために、高価な移相器を必要とする。これに対して、位相共役回路 40 は、ハードウェア・レトロディレクティブ方式の位相共役回路であり、移相器を有しない。このため、送電システム 10 は、低コストで作製でき、実用化に有利である。

10

【0044】

また、一般的なレトロディレクティブ方式の送電システムでは、受電装置が、受電装置に設けられた電池を用いてパイロット信号を放射する。このため、受電装置は、パイロット信号を放射するための電源を必要とする。また、受電装置の電池が送電開始前に切れていると、送電装置は送電を開始することができない。本実施形態によれば、送電装置 20 は、最初に送電信号を広角に放射すると共に、パイロット信号を受信すれば送電ビームを形成する。受電装置 30 は、送電信号の一部を 2 次高調波として反射することでパイロット信号を発生させる。このため、受電装置 30 は、パイロット信号を放射するための電源を必要としない。また、受電装置 30 の電池が送電開始前に切れていても、送電装置 20 は送電を開始することができる。それ故、送電システム 10 は、受電装置 30 の電池残量に依存しないシステムであり、広い応用範囲を有する。

20

【0045】

また、複数の受電装置 30 が送電装置 20 の送電可能な周囲内にあれば、送電装置 20 はその複数の受電装置 30 に同時に送電することができる。

【0046】

このように、送電システム 10 は、簡素に作製できるにもかかわらず、多くの利点を有する。

【0047】

送電システム 10 は、例えば、スマートフォン、IoT デバイス等への無線充電、ドローン等の飛行体への無線充電、工場内で稼働する AGV、EV 等への無線充電に利用することができる。

30

【0048】

なお、本発明の別の実施形態に係る受電装置は、送電信号を反射することでパイロット信号を生成する代わりに、受電装置に設けられた電源を用いてパイロット信号を生成してもよい。

【0049】

また、本発明のさらに別の実施形態に係る送信システムは、ここまでに説明されたような位相共役回路を備えたレトロディレクティブ方式の通信システムでもよい。この通信システムの送信装置は、目標から放射された周波数  $2f$  のパイロット信号を受信すると、パイロット信号の到来方向を向く周波数  $f$  の通信ビームを形成する。

40

【0050】

この通信システムの位相共役回路は、電力増幅器を有してもよいが、電力増幅器を必須としない。

【0051】

最後に、上記の実施形態の説明は、すべての点で例示であり、制限的なものではない。当業者にとって変形及び変更が適宜可能である。本発明の範囲は、上記の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変更が含まれる。

【符号の説明】

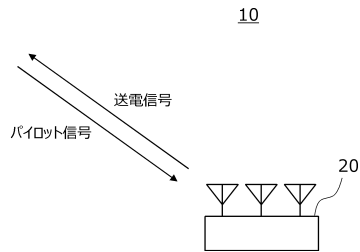
50

【 0 0 5 2 】

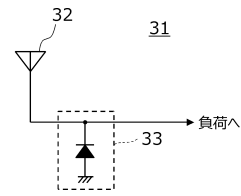
- 1 0 ... 送電システム
- 2 0 ... 送電装置
- 2 1 ... アレイアンテナ
- 2 2 ... 受信用アンテナ素子
- 2 3 ... 送電用アンテナ素子
- 2 4 ... 局部発振器
- 3 0 ... 受電装置
- 3 1 ... レクテナ
- 3 2 ... アンテナ
- 3 3 ... 整流回路
- 4 0 ... 位相共役回路
- 4 1 ... ハイパスフィルタ
- 4 2 ... 低雑音増幅器
- 4 3 ... ミキサー
- 4 4 ... 分周器
- 4 5 ... ローパスフィルタ
- 4 6 ... 電力増幅器

【 図面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

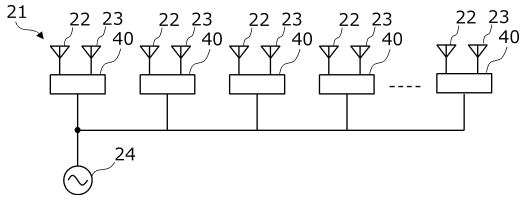
20

30

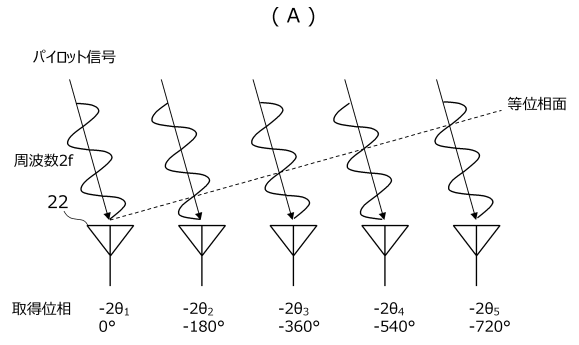
40

50

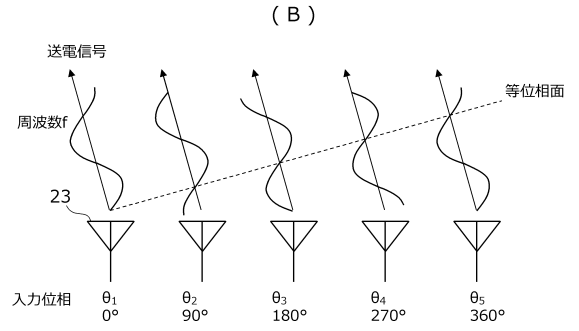
【図3】



【図4】

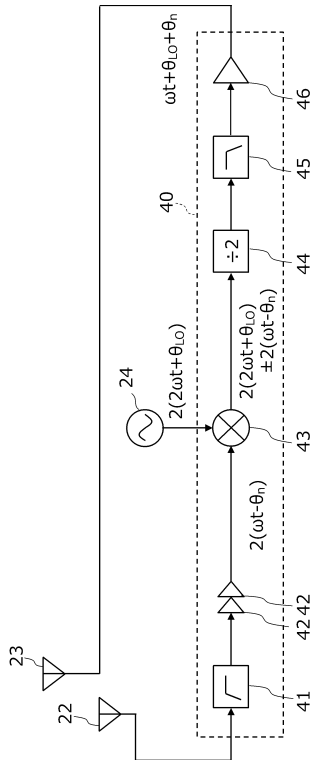


10



20

【図5】



30

40

50

## フロントページの続き

京都府京都市左京区吉田本町36番地1 国立大学法人京都大学内

審査官 田中 慎太郎

- (56)参考文献 特開2018-82568(JP,A)  
特開2019-47341(JP,A)  
特開2005-319853(JP,A)  
特開平8-37744(JP,A)  
特開平8-130840(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0259447(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02J 50/23  
H02J 50/27  
H04B 7/06  
H01Q 3/42