

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年8月31日(31.08.2017)



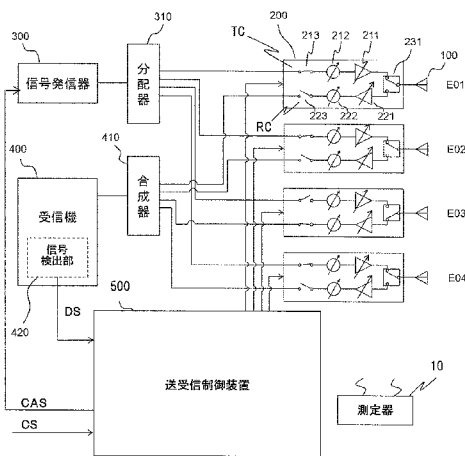
(10) 国際公開番号  
WO 2017/145257 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01Q 3/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055212
- (22) 国際出願日: 2016年2月23日(23.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山口 聡(YAMAGUCHI, Satoshi); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 渡辺 光(WATANABE, Hikaru); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 栗山 侑(KURIYAMA, Tasuku); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 丸山 貴史(MARUYAMA, Takashi); 〒1008310 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: ARRAY ANTENNA DEVICE AND CALIBRATION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: アレーアンテナ装置およびその校正方法



- 10 Measuring instrument
- 300 Signal generator
- 310 Distributor
- 400 Receiver
- 410 Synthesizer
- 420 Signal detection unit
- 500 Transmission/reception control device

(57) Abstract: An array antenna device, in which transmission/reception modules each comprising a transmission circuit, a reception circuit, and a transmission/reception switching unit are respectively connected to a plurality of element antennas, causes a distributor to distribute and transmit a signal to be transmitted from a signal generator to the respective transmission circuits, causes a synthesizer to synthesize signals received from the respective reception circuits, and causes a receiver to receive a synthesized signal, while causing a transmission/reception control device to perform control by controlling the amplitudes and phases of signals passing through the transmission circuits and the reception circuits of the respective transmission/reception modules and switching between transmission and reception. When each of the transmission/reception modules is calibrated, the calibration is performed in accordance with a calibration value obtained by correcting a detection signal, obtained by detecting the amplitude and phase of the signal received by the receiver, using mutually coupled amplitude/phase information in spaces between the respective element antennas.

(57) 要約: 複数の素子アンテナに、送信回路と受信回路と送受切替部とを有する送受信モジュールがそれぞれ接続され、送受信制御装置で、前記各送受信モジュールの前記送信回路と前記受信回路を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って制御しながら、信号発信器からの送信するための信号を分配器で前記各送信回路に分配して送信させ、また前記各受信回路からの受信された信号を合成器で合成し、合成された信号を受信機で受信するアレーアンテナ装置において、前記各送受信モジュールの校正時に、前記受信機で受信した信号の振幅と位相を検出した検出信号を、前記各素子アンテナ間の空間におけるそれぞれの相互結合振幅位相情報で補正して得た校正値に従って校正を行う、アレーアンテナ装置。

WO 2017/145257 A1



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：アレーアンテナ装置およびその校正方法

### 技術分野

[0001] この発明は、レーダ、無線通信等のアプリケーションに用いられるアレーアンテナ装置およびその校正方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] フェーズドアレーアンテナはアレーアンテナ装置を物理的に固定した状態で電子的に、すなわち素子アンテナの電氣的制御によりビームを走査できるため、ビームの高速制御やマルチビームの形成などが可能である。従って、レーダ、無線通信等のアプリケーションに用いられている。ここで、所望のビームを形成するためには、各素子アンテナ毎に備えられた送信回路と受信回路の初期ばらつきを校正することが重要である。

[0003] アレーアンテナ装置の校正は、通常は電波暗室などの試験場にて測定器を用いて実施される。アレーアンテナ装置から所定の距離だけ離れた位置に、アレーアンテナ装置と対向させるように校正用のアンテナを設置する。そしてアレーアンテナ装置と校正用アンテナを測定器に接続して行われる。例えばアレーアンテナ装置の送信回路の校正であれば、アレーアンテナ装置を構成する各々の素子アンテナから送信した信号を校正用アンテナで順に受信する。そして、測定器にて信号を検出した後に演算器で信号間のばらつきを算出し、そのばらつきを補償するように校正が行われる。しかしながら、電波暗室の設備は通常大がかりであること、測定器は一般に高価であることから、設備投資にコストを要する。

[0004] 一方、アレーアンテナ装置と対向させた位置に校正用アンテナを置かずに校正を行う方法が例えば下記特許文献1に示されている。校正を行うリニアアレーアンテナの両側に校正用アンテナを設置し、リニアアレーアンテナと校正用アンテナ間の信号授受情報に基づき校正がなされる。電波暗室や測定器などの設備が不要になるため、アレーアンテナ装置の校正を簡単に行うこ

とができる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4478606号明細書

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1では、校正を行うリニアアレーアンテナとは別に校正用アンテナを設置するため、専用のエリアが必要になる。また、送信用リニアアレーアンテナには受信用校正アンテナを、受信用リニアアレーアンテナには送信用校正アンテナを設置する構成のため、校正を行うリニアアレーアンテナは送信専用か受信専用に限られ、送受信アレーアンテナには適用できない。さらに、アレーアンテナの配列は直線状に限られており、レーダ、無線通信等で一般に用いられる例えば平面アレーアンテナ等には適用ができない。

[0007] 加えて、上記特許文献1では、リニアアレーアンテナの各素子アンテナと校正用アンテナの距離が異なる点を、波長と距離から理論的に算出される位相だけを補正しており、振幅の補正が考慮されていない。また、平面アレーアンテナでは、素子アンテナの配列が電界面方向、磁界面方向、斜め方向など様々であるため、波長と距離から理論的に算出される値では適切な位相の補正はできないといった課題が生じる。

[0008] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、アレーアンテナと送受信回路を備え、アレーアンテナ装置自身で校正を行うアレーアンテナ装置において、振幅と位相の補正を適切に行うことができるアレーアンテナ装置およびその校正方法を得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] この発明は、複数の素子アンテナと、前記複数の素子アンテナのそれぞれに設けられた、送信回路と受信回路と送受切替部とを有する送受信モジュールと、送信するための信号を発生する信号発信器と、前記信号発信器の出力

する信号を前記各送信回路に分配する分配器と、前記各受信回路の受信された信号を合成する合成器と、前記合成器で合成された信号を受信し、また受信した信号の振幅と位相を検出する信号検出部を有する、受信機と、所望の制御信号に従って前記各送受信モジュールの前記送信回路と前記受信回路を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って送受信制御を行うと共に、前記送受信モジュールの校正時に、前記信号検出部からの検出信号を前記送受信モジュールの前記各素子アンテナ間の空間におけるそれぞれの相互結合振幅位相情報で補正して得た校正値に従って前記送信回路と前記受信回路の振幅と位相の校正を行う送受信制御装置と、を備えた、アレーアンテナ装置等にある。

### 発明の効果

[0010] この発明では、アレーアンテナと送受信回路を備え、アレーアンテナ装置自身で校正を行うアレーアンテナ装置において、振幅と位相の補正を適切に行うことができるアレーアンテナ装置およびその校正方法を提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]この発明の実施の形態1に係るアレーアンテナ装置の送信回路校正時の構成を模式的に示す図である。

[図2]この発明の実施の形態1に係るアレーアンテナ装置の受信回路校正時の構成を模式的に示す図である。

[図3]この発明の実施の形態2に係るアレーアンテナ装置の一例の構成を模式的に示す図である。

[図4]この発明の実施の形態2に係るアレーアンテナ装置の別の例の構成を模式的に示す図である。

[図5]この発明の実施の形態3に係るアレーアンテナ装置の構成を模式的に示す図である。

[図6]この発明によるアレーアンテナ装置の素子アンテナの配列の一例を示す正面図である。

[図7]この発明によるアレーアンテナ装置の素子アンテナの配列の別の例を示す

す正面図である。

[図8]この発明によるアレーアンテナ装置の送受信制御装置の機能ブロック図である。

[図9]この発明によるアレーアンテナ装置の送受信制御装置をコンピュータで構成した場合のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図10]この発明によるアレーアンテナ装置の校正時の動作の一例を示す概略的な動作フローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、この発明によるアレーアンテナ装置およびその校正方法を各実施の形態に従って図面を用いて説明する。なお、各実施の形態において、同一もしくは相当部分は同一符号で示し、また重複する説明は省略する。

[0013] 実施の形態 1.

図 1、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係るアレーアンテナ装置の構成を模式的に示す図である。

[0014] 各素子アンテナ 100 には送受信モジュール 200 がそれぞれに接続されている。各送受信モジュール 200 において、増幅率可変の送信用増幅部 211 と、送信用移相部 212 と、動作と非動作を切替える動作切替部である送信用動作切替用スイッチ 213 が送信回路 TC を構成する。また、増幅率可変の受信用増幅部 221 と、受信用移相部 222 と、動作と非動作を切替える動作切替部である受信用動作切替用スイッチ 223 が受信回路 RC を構成する。素子アンテナ 100 と送信回路 TC および受信回路 RC との間には送受切替部である送受切替用スイッチ 231 が設けられている。

[0015] 信号発信器 300 からの信号は分配器 310 を介して各々の送受信モジュール 200 に分配されて供給される。一方、各々の送受信モジュール 200 の受信信号は、合成器 410 にて合成され、受信機 400 へ送出される。素子アンテナ 100、送受信モジュール 200、信号発信器 300、分配器 310、受信機 400、合成器 410 がアレーアンテナ装置における高周波信号の授受の様子を表している。なお、図 1 では模式的に素子アンテナ 100

の配列を直線状に描いているが、素子アンテナは平面状に配列した場合でも同様である。

[0016] 図6および図7は素子アンテナ100の配列例を示すための、例えば図1の右側から見た正面図であり、図6は素子アンテナ100が以下で説明する図1等にも示すように直線状に配列された場合、図7は素子アンテナ100が平面状に縦横に配列された場合を示す。なお説明の便宜上、以下では素子アンテナが4個の場合を図示して説明するが、素子アンテナの数はこれに限定されるものではない。複数の素子アンテナが配列されていればよい。

[0017] 受信機400はアレーアンテナ装置で受信した信号の振幅と位相を検出する信号検出部420を備える。信号検出部420の検出結果は検出信号として送受信制御装置500に入力される。

[0018] 送受信制御装置500はアレーアンテナ装置の制御部であり、図8は送受信制御装置500の概略的な機能ブロック図である。図8の送受信制御装置500は、送受信制御部510、校正信号演算部520、記憶部530を含む。

図9は送受信制御装置500を例えばコンピュータで構成した場合のハードウェア構成の一例を示す図である。コンピュータ500aとして構成される送受信制御装置500は、信号発信器300、受信機400、各送受信モジュール200および図示しない他の装置とインターフェース11を介してデータ等の信号の入出力を行う。メモリ13には例えば図8で示した各機能ブロックで示された機能のプログラムおよび制御処理に使用するデータが格納されている。制御処理に使用するデータは、ここでは図8に示した記憶部530に格納された相互結合振幅位相情報531となる。そしてプロセッサ12は、インターフェース11を介して外部から入力された信号に対して、メモリ13に格納されたプログラムおよびデータに従って演算処理を行い、演算処理結果をインターフェース11を介して出力する。ヒューマンインターフェース(HI)14は作業者のためのデータ入力装置、表示器等からなる。必要に応じてHI14からデータ入力を行ったり、表示器でアレーアンテナ

装置の状態をモニタする。メモリ 13 は図 8 の記憶部 530 に相当する。

なお、送受信制御装置 500 は、例えば図 8 に示した機能ブロック毎にデジタル回路で構成するようにしてもよい。

[0019] 図 8 において、信号検出部 420 からの検出信号 DS は校正信号演算部 520 に入力される。校正信号演算部 520 での演算結果である校正值 CV は送受信制御部 510 に送られる。アレーアンテナ装置の校正の際、校正信号演算部 520 は、信号検出部 420 の検出信号を、記憶部 530 に予め記憶された相互結合振幅位相情報 531 のうちの、校正動作の際に送受信した素子アンテナ 100 間に対応する相互結合振幅位相情報に従って補正する。さらに補正した値を設定値に対して補償するための校正值 CV を求める。送受信制御部 510 は、校正信号演算部 520 で求めた校正值 CV に従い、送信回路 TC および受信回路 RC の振幅と位相を校正する。なお、校正の際に送受信制御部 510 または校正信号演算部 520 が校正用信号指令 CAS を信号発信器 300 に出力し、信号発信器 300 から校正専用の信号を発生するようにしてもよい。

[0020] アレーアンテナ装置の通常の送受信時には、送受信制御部 510 は、アレーアンテナ装置の制御のための所望の制御信号 CS に従って、各送受信モジュール 200 の送信回路 TC と受信回路 RC の増幅部 211, 221、移相部 212, 222、動作切替用スイッチ 213, 223 を制御して、送信回路 TC、受信回路 RC を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って送受信制御を行っている。また、各送受信モジュール 200 の送信回路 TC および受信回路 RC と素子アンテナ 100 の間の切替えは送受切替用スイッチ 231 を制御する。通常時の制御信号 CS は実際には受信機 400 での受信信号やその他の信号から求められる。

[0021] アレーアンテナ装置の校正は、各送受信モジュール 200 の送信回路 TC および受信回路 RC の基準の振幅値、位相値が所望の設定値になるようにそれぞれ調整して合わせるようにするものである。校正の際は、1 つの送信回路 TC を通過して素子アンテナ 100 から送信された信号を、素子アンテナ

100で受けて1つの受信回路RCを通過して得られた検出信号DSに基づいて校正が行われる。得られえ検出信号DSには送信回路TCと送信回路RCの特性の他に、送信した素子アンテナと受信した素子アンテナの間の空間において信号が受ける特性が含まれている。この発明は、個々の素子アンテナ間の空間における信号の受ける特性を予め求めて、相互結合振幅位相情報として記憶部530に格納しておく。そして、校正時に得られた検出信号DSを相互結合振幅位相情報で補正して校正を行う。

[0022] 続いてこの発明の特徴である校正時の動作を説明する。図1には素子アンテナ100を区別するための記号E01、E02、E03、E04を付与している。一例として素子アンテナE01、E02、E04を送信アンテナ、素子アンテナE03を受信アンテナとした様子を描いている。従って素子アンテナE01、E02、E04に接続された各送受信モジュール200は送受切替用スイッチ231が送信回路TC側に接続され、素子アンテナE03に接続された送受信モジュール200は送受切替用スイッチ231が受信回路RC側に接続されている。この状態で、送信アンテナである素子アンテナE01、E02、E04の送信動作切替用スイッチ213をそれぞれ順に切り替えることで、E01→E03、E02→E03、E04→E03の経路について、信号発信器300で出力した信号の受信機400での信号情報をそれぞれ得ることができる。信号情報の検出は信号検出部420にて行われる。

[0023] アレーアンテナの製造時において、各々の信号経路には、通常初期ばらつきを有している。このため、信号検出部420で得た信号情報には振幅、位相のばらつきが含まれる。さらに、例えば経路E01→E03と経路E02→E03では、素子アンテナ間の物理的な距離が異なるために空間の伝搬条件も異なり、その影響による特性差が加わる。また、平面アレーアンテナの場合は、素子アンテナ間の物理的な距離が同一であっても、その配列方向が電界面方向、磁界面方向、斜め方向などで異なっている場合には、空間の伝搬条件は異なる。

[0024] そこで、各素子アンテナ100間の相互結合振幅位相情報を予め取得しておき、信号検出部420でそれぞれに得られた信号情報を有する検出信号DSを、それぞれに相互結合振幅位相情報で補正すれば、平面アレーアンテナにおけるそれぞれの素子アンテナ間の距離、配列方向による特性を排除することができるようになる。

[0025] 図8において、素子アンテナ100間の相互結合振幅位相情報531は記憶部530に予め格納されている。校正信号演算部520は信号検出部420で得た検出信号DSを記憶部530に蓄えられた素子アンテナ100間の相互結合振幅位相情報531で除算することで補正を行う。続いて、校正時の各信号経路の有線系、より詳細には分配器310の入力側から素子アンテナ100までのばらつきを算出し、そのばらつきを補償する校正值CVを算出する。送受信制御部510はこの校正值CVに従って各送受信モジュール200を制御することで、アレーアンテナの校正を行う。

[0026] 校正信号演算部520では、例えば信号

$$S(t) = A \exp(j\phi)$$

$S(t)$  : 信号

$A$  : 振幅

$\phi$  : 位相

の振幅Aと位相 $\phi$ を示す複素数情報である検出信号DSおよび相互結合振幅位相情報による除算を行う。

[0027] 素子アンテナ100間の相互結合振幅位相情報は、各素子アンテナ100のみを切り離して、各素子アンテナ100の給電点間の相互結合を別途準備した図1に代表して示すベクトルネットワークアナライザ等の測定器10にて試験することで取得することが可能である。また、上記試験が困難な場合は、同じく図示を省略したコンピュータによる電磁界シミュレーション等による計算でも同様のデータを取得することが可能である。

[0028] 上述した説明では、素子アンテナE01、E02、E04から順に送信し、共通の素子アンテナE03で受信しているので、素子アンテナE01、E

02、E04の送信回路TC側の特性ばらつきを校正するものであった。一方、図2に示すように、例えば素子アンテナE03を送信アンテナとし、素子アンテナE01、E02、E04を受信アンテナとした場合、素子アンテナE01、E02、E04に接続された各送受信モジュール200は送受切替用スイッチ231が受信回路RC側に接続され、素子アンテナE03に接続された送受信モジュール200は送受切替用スイッチ231が送信回路TC側に接続される。そして、受信アンテナである素子アンテナE01、E02、E04の受信動作切替用スイッチ223をそれぞれ順に切り替えることで、E03→E01、E03→E02、E03→E04の経路についても上記と同様の方法によって受信アンテナE01、E02、E04の受信回路RC側の特性ばらつきを校正することができる。

[0029] 図10はこの発明によるアレーアンテナ装置の送信回路TCの校正時の動作の一例を示す概略的な動作フローチャートを示す。最初に測定器10またはコンピュータによるシミュレーションにより、各素子アンテナ100間の相互結合振幅位相情報を事前に取得する(ステップS1)。そして、送受信制御装置500の記憶部530に相互結合振幅位相情報531を記録させる(ステップS2)。

[0030] 次に、送受信制御装置500の送受信制御部510は、記憶部530に予め記憶されたスケジュールまたはIH14からの作業者の入力に従って受信アンテナとなる素子アンテナを選択する(ステップS3)。そして信号発信器300に校正用信号指令CASを送って校正用信号を発生させ、各送受信モジュール200を制御して、送信アンテナとなる素子アンテナを切り替えて信号を送信させ、信号検出部420で受信させる(ステップS4)。

[0031] 校正信号演算部520は、信号検出部420で得られた受信信号を示す検出信号DSを、記憶部530に記憶された相互結合振幅位相情報のうちの、信号を送受した素子アンテナ100間の相互結合振幅位相情報で除算して補正を行う(ステップS5)。そして全ての送信アンテナについて補正を行うまで、補正を続ける(ステップS6)。

[0032] 次に校正信号演算部520は、補正後の信号の素子間のばらつきを算出し、各送信アンテナの送信回路TCに対する校正值CVを算出する(ステップS7)。校正值CVとは、各補正された信号のばらつきを補償を行うための振幅および位相の値からなる。

[0033] そして、送受信制御部510は、各送信アンテナの送受信モジュール200の送信回路TCに校正值CVに従って振幅、位相をそれぞれ設定する(ステップS8)。

[0034] 実施の形態2.

図3、図4はこの発明の実施の形態2に係るアレーアンテナ装置の構成を模式的に示す図である。上記実施の形態1では送受信モジュール200内の送信回路TCと受信回路RCのそれぞれの動作の切替えに動作切替部を構成する送信動作切替用スイッチ213と受信動作切替用スイッチ223を用いたが、図3に示すように送信用可変減衰器214と受信用可変減衰器224を用いてもよい。送受信制御装置500の送受信制御部510により、これらの減衰量を調整することによっても、送信回路TCと受信回路RCの動作の切替えを行うことができる。

[0035] また、図4に示すように送信用可変増幅器215と受信用可変増幅器225を用いてもよい。これらの増幅器の増幅率を調整することによっても、送信回路TCと受信回路RCの動作の切替えを行うことができる。

[0036] 実施の形態3.

図5はこの発明の実施の形態3に係るアレーアンテナ装置の構成を模式的に示す図である。上記実施の形態1では送受信モジュール200の送信回路TCおよび受信回路RCと素子アンテナ100との接続を送受切替部を構成する送受切替用スイッチ231にて切替えていたが、図5に示すように送受切替用スイッチ231の代わりにサーキュレータ232を用いてもよい。

[0037] 上記実施の形態1で述べた例では、送信回路TCの校正を行う場合には、校正信号を受信する素子アンテナ(E03)自身の送信回路TCは校正の対象とはなっていなかった。すなわち、1つの素子アンテナにより、接続された

送受信モジュール200内の送信回路TCで送信して受信回路RCで受信することができない。そこで、サーキュレータ232を設けて、素子アンテナ(E03)の送信動作切替用スイッチ213、受信動作切替用スイッチ223をそれぞれ動作状態とすることで、素子アンテナ(E03)が送信した信号を素子アンテナ(E03)にて受信することで、実施の形態1に記載した手順と同様にして他の素子アンテナの送信回路TCとの校正を行うことができるようになる。これは受信回路RCについても同様である。

なお、この場合素子アンテナ(E03)から送信された信号がまた素子アンテナ(E03)で受信されるまでの空間についての自己結合振幅位相情報が、相互結合振幅位相情報になる。

[0038] 以上のようにこの発明は、複数の素子アンテナ(100)と、前記複数の素子アンテナのそれぞれに設けられた、送信回路(TC)と受信回路(RC)と送受切替部(231-2)とを有する送受信モジュール(200)と、送信するための信号を発生する信号発信器(300)と、前記信号発信器(300)の出力する信号を前記各送信回路(TC)に分配する分配器(310)と、前記各受信回路(RC)の受信された信号を合成する合成器(410)と、

前記合成器で合成された信号を受信し、また受信した信号の振幅と位相を検出する信号検出部(420)を有する、受信機(400)と、所望の制御信号(CS)に従って前記各送受信モジュールの前記送信回路(TC)と前記受信回路(RC)を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って送受信制御を行うと共に、前記送受信モジュールの校正時に、前記信号検出部(420)からの検出信号を前記送受信モジュールの前記各素子アンテナ間の空間におけるそれぞれの相互結合振幅位相情報で補正して得た校正値に従って前記送信回路(TC)と前記受信回路(RC)の振幅と位相の校正を行う送受信制御装置(500)とを備えた、アレーアンテナ装置にある。

また前記各送受信モジュール(200)が、信号を増幅する増幅部(211, 221)と位相を変える移相部(212, 222)と動作非動作を切替える動作切替部(213-5, 223-5)とをそれぞれ含む前記送信回路(TC)およ

び受信回路(RC)と、前記送信回路および前記受信回路と前記素子アンテナの間に接続され送受信を切替える前記送受切替部(231-2)と、を含み、

前記送受信制御装置(500)が、前記各送受信モジュールの振幅と位相の制御および切替えを行って送受信制御を行う送受信制御部(510)と、前記相互結合振幅位相情報を格納した記憶部(530)と、校正信号演算部(520)と、を含み、

前記送受信モジュールの校正時に、前記送受信制御部(510)が、前記送信回路を動作させて信号を送信させ前記受信回路で受信させ、前記校正信号演算部(520)が、前記信号検出部(420)の前記検出信号を対応する前記相互結合振幅位相情報に従って補正した後に設定値に対する補償を行うための前記校正值を求め、前記送受信制御部(510)が、前記校正值に従い前記送信回路および前記受信回路の振幅と位相を校正する。

また、前記各送受信モジュール(200)の前記各動作切替部(213-5, 223-5)が切替用スイッチ(213, 223)からなる。

また、前記各送受信モジュール(200)の前記各動作切替部(213-5, 223-5)が可変減衰器(214, 224)からなる。

また、前記各送受信モジュール(200)の前記各動作切替部(213-5, 223-5)が可変増幅器(215, 225)からなる。

また、前記各送受切替部(231-2)が、切替用スイッチ(231)からなる。

また、前記各送受切替部(231-2)が、サーキュレータ(232)からなる。

また、前記送受信制御部(510)が、前記送信回路の内の1つを動作させて信号を送信させ、前記受信回路の内の1つを動作させて信号を受信させ、

前記校正信号演算部(520)が、前記信号検出部(420)で検出した前記検出信号と前記記憶部(530)からの対応する前記相互結合振幅位相情報とを複素数として、前記検出信号を前記相互結合振幅位相情報にて除算することで前記補正を行う。

また、前記送受信制御部(510)が、前記受信回路の1つを動作させながら、複数の前記送信回路を順番に動作させて信号を送信させることで、複数の前記送信回路間の校正を行う。

また、前記送受信制御部(510)が、前記送信回路の1つを動作させながら、複数の前記受信回路を順番に動作させて信号を受信させることで、複数の前記受信回路間の校正を行う。

また、複数の素子アンテナ(100)に、送信回路(TC)と受信回路(RC)と送受切替部(231-2)とを有する送受信モジュール(200)がそれぞれ接続され、送受信制御装置(500)で、前記各送受信モジュール(200)の前記送信回路(TC)と前記受信回路(RC)を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って制御しながら、信号発信器(300)からの送信するための信号を分配器(310)で前記各送信回路(TC)に分配して送信させ、また前記各受信回路(RC)からの受信された信号を合成器(410)で合成し、合成された信号を受信機(400)で受信するアレーアンテナ装置において、

前記各送受信モジュールの校正時に、前記受信機(400)で受信した信号の振幅と位相を検出した検出信号を、前記各素子アンテナ間の空間におけるそれぞれの相互結合振幅位相情報で補正して得た校正値に従って校正を行う、アレーアンテナ装置の校正方法からなる。

[0039] この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、これらの可能な組み合わせを全て含む。

### 産業上の利用の可能性

[0040] この発明は、種々の分野のアレーアンテナ装置に適用することができる。

## 請求の範囲

### [請求項1]

複数の素子アンテナと、  
前記複数の素子アンテナのそれぞれに設けられた、送信回路と受信回路と送受切替部とを有する送受信モジュールと、  
送信するための信号を発生する信号発信器と、  
前記信号発信器の出力する信号を前記各送信回路に分配する分配器と、  
前記各受信回路の受信された信号を合成する合成器と、  
前記合成器で合成された信号を受信し、また受信した信号の振幅と位相を検出する信号検出部を有する、受信機と、  
所望の制御信号に従って前記各送受信モジュールの前記送信回路と前記受信回路を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って送受信制御を行うと共に、前記送受信モジュールの校正時に、前記信号検出部からの検出信号を前記送受信モジュールの前記各素子アンテナ間の空間におけるそれぞれの相互結合振幅位相情報で補正して得た校正値に従って前記送信回路と前記受信回路の振幅と位相の校正を行う送受信制御装置と、  
を備えた、アレーアンテナ装置。

### [請求項2]

前記各送受信モジュールが、  
信号を増幅する増幅部と位相を変える移相部と動作非動作を切替える動作切替部とをそれぞれ含む前記送信回路および受信回路と、  
前記送信回路および前記受信回路と前記素子アンテナの間に接続され送受信を切替える前記送受切替部と、を含み、  
前記送受信制御装置が、  
前記各送受信モジュールの振幅と位相の制御および切替えを行って送受信制御を行う送受信制御部と、  
前記相互結合振幅位相情報を格納した記憶部と、  
校正信号演算部と、を含み、

前記送受信モジュールの校正時に、前記送受信制御部が、前記送信回路を動作させて信号を送信させ前記受信回路で受信させ、前記校正信号演算部が、前記信号検出部の前記検出信号を対応する前記相互結合振幅位相情報に従って補正した後に設定値に対する補償を行うための前記校正值を求め、前記送受信制御部が、前記校正值に従い前記送信回路および前記受信回路の振幅と位相を校正する、

請求項 1 に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項3] 前記各送受信モジュールの前記各動作切替部が切替用スイッチからなる、請求項 2 に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項4] 前記各送受信モジュールの前記各動作切替部が可変減衰器からなる、請求項 2 に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項5] 前記各送受信モジュールの前記各動作切替部が可変増幅器からなる、請求項 2 に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項6] 前記各送受切替部が、切替用スイッチからなる、請求項 2 から 5 までのいずれか 1 項に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項7] 前記各送受切替部が、サーキュレータからなる、請求項 2 から 5 までのいずれか 1 項に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項8] 前記送受信制御部が、前記送信回路の内の 1 つを動作させて信号を送信させ、前記受信回路の内の 1 つを動作させて信号を受信させ、

前記校正信号演算部が、前記信号検出部で検出した前記検出信号と前記記憶部からの対応する前記相互結合振幅位相情報とを複素数として、前記検出信号を前記相互結合振幅位相情報にて除算することで前記補正を行う、請求項 2 から 7 までのいずれか 1 項に記載のアレーアンテナ装置。

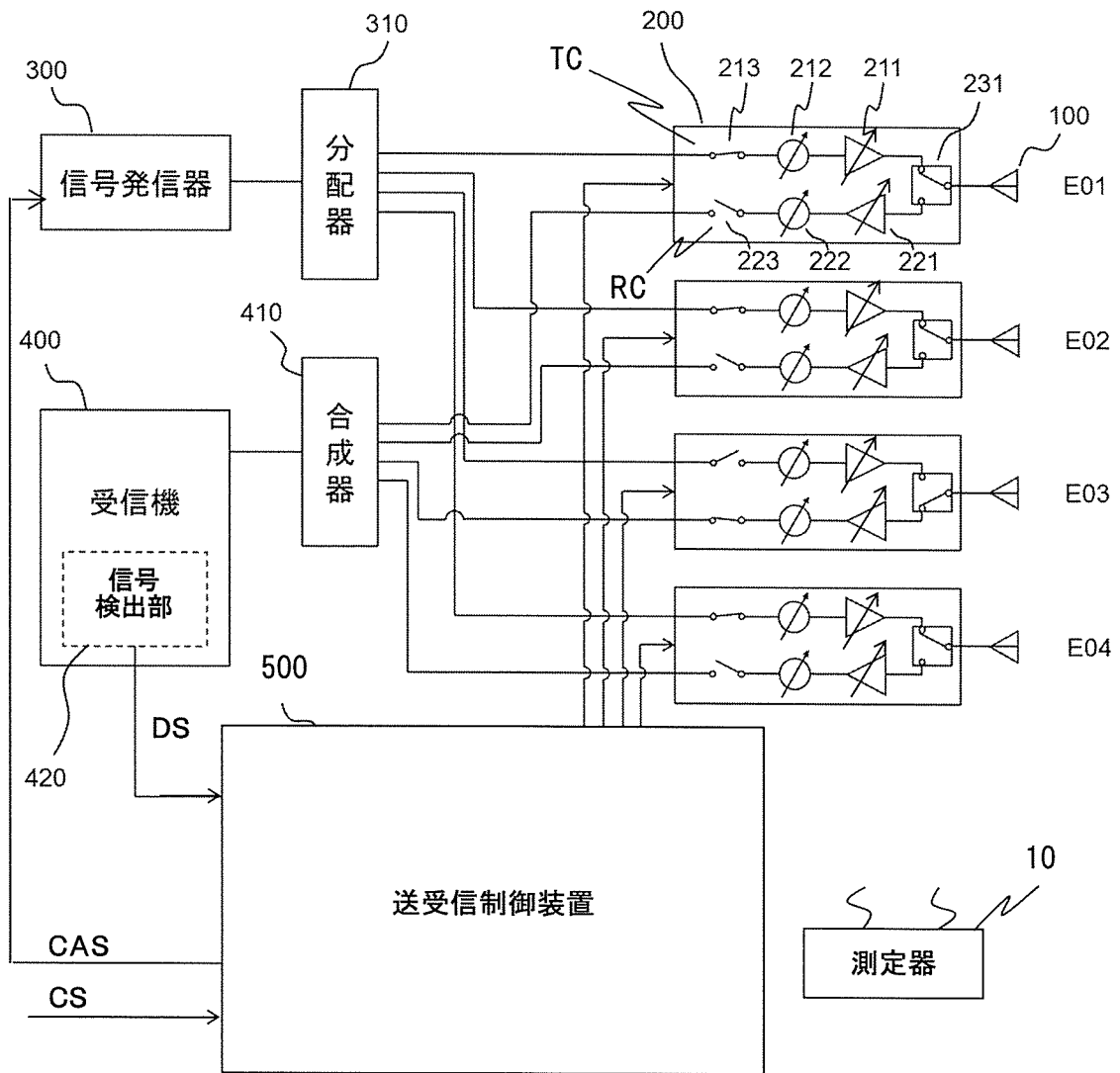
[請求項9] 前記送受信制御部が、前記受信回路の 1 つを動作させながら、複数の前記送信回路を順番に動作させて信号を送信させることで、複数の前記送信回路間の校正を行う、請求項 8 に記載のアレーアンテナ装置。

[請求項10] 前記送受信制御部が、前記送信回路の1つを動作させながら、複数の前記受信回路を順番に動作させて信号を受信させることで、複数の前記受信回路間の校正を行う、請求項8に記載のアレーアンテナ装置。

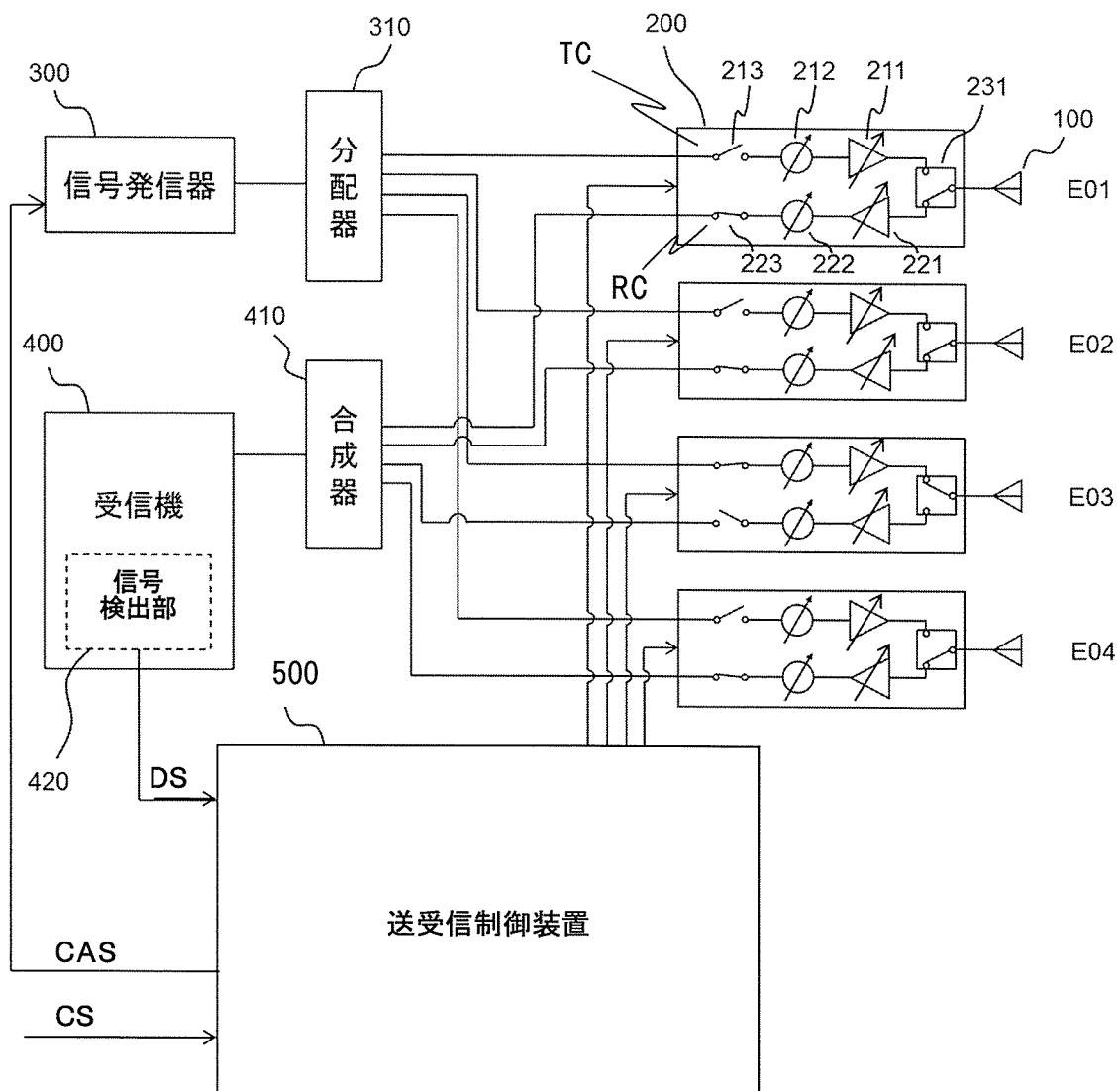
[請求項11] 複数の素子アンテナに、送信回路と受信回路と送受切替部とを有する送受信モジュールがそれぞれ接続され、送受信制御装置で、前記各送受信モジュールの前記送信回路と前記受信回路を通過する信号の振幅と位相の制御および送受信の切替えを行って制御しながら、信号発信器からの送信するための信号を分配器で前記各送信回路に分配して送信させ、また前記各受信回路からの受信された信号を合成器で合成し、合成された信号を受信機で受信するアレーアンテナ装置において、

前記各送受信モジュールの校正時に、前記受信機で受信した信号の振幅と位相を検出した検出信号を、前記各素子アンテナ間の空間におけるそれぞれの相互結合振幅位相情報で補正して得た校正値に従って校正を行う、アレーアンテナ装置の校正方法。

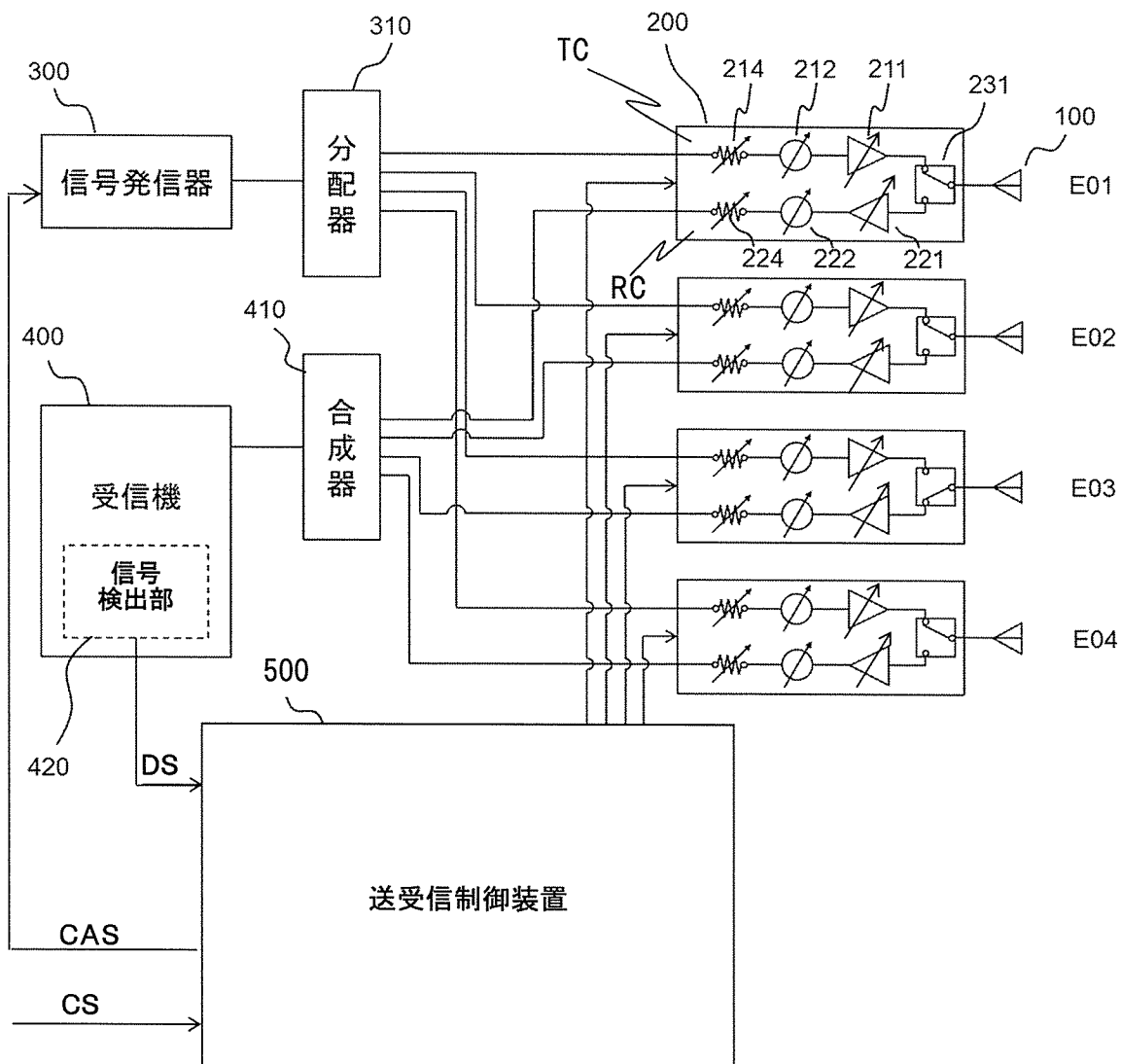
[図1]



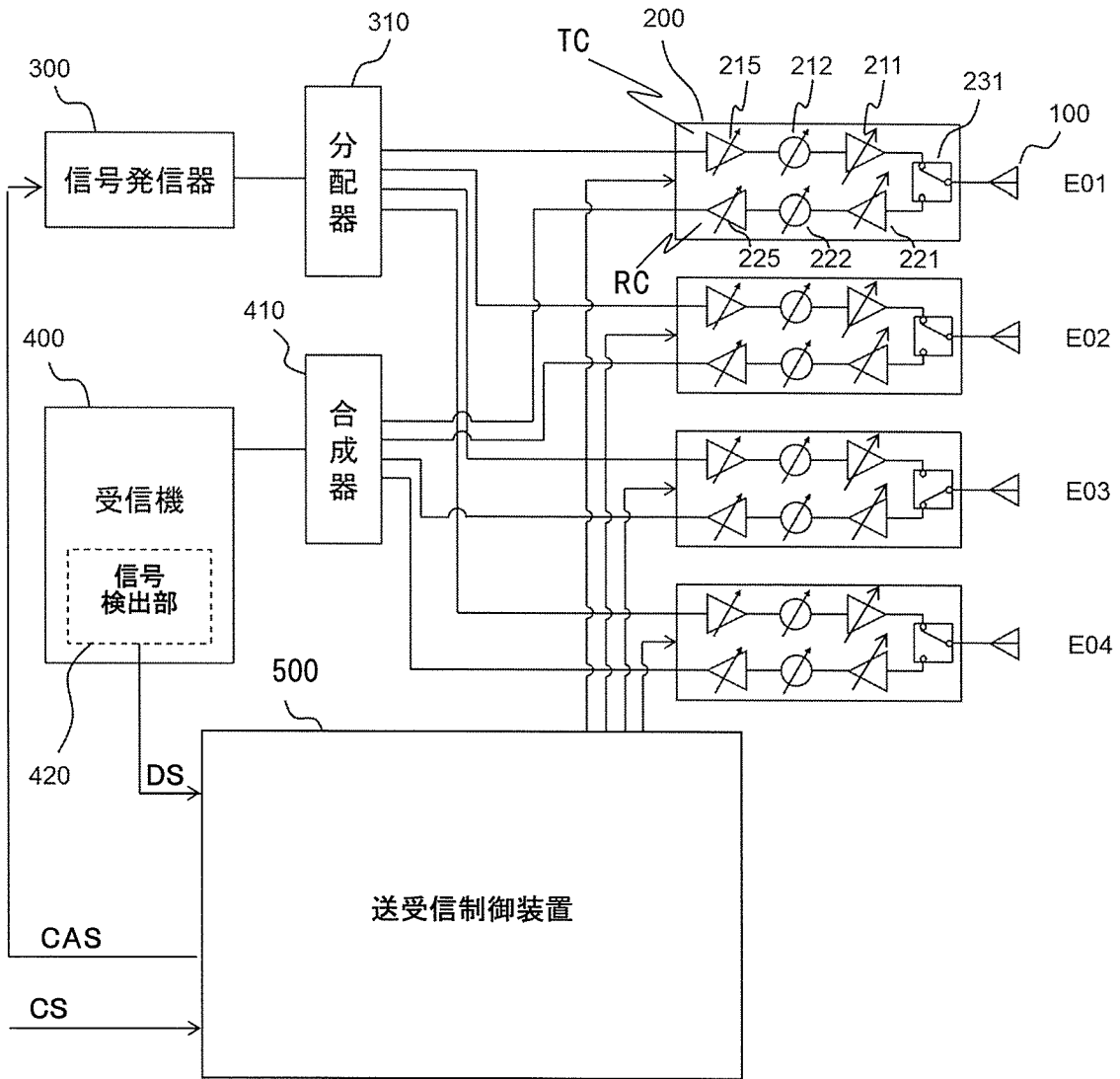
[図2]



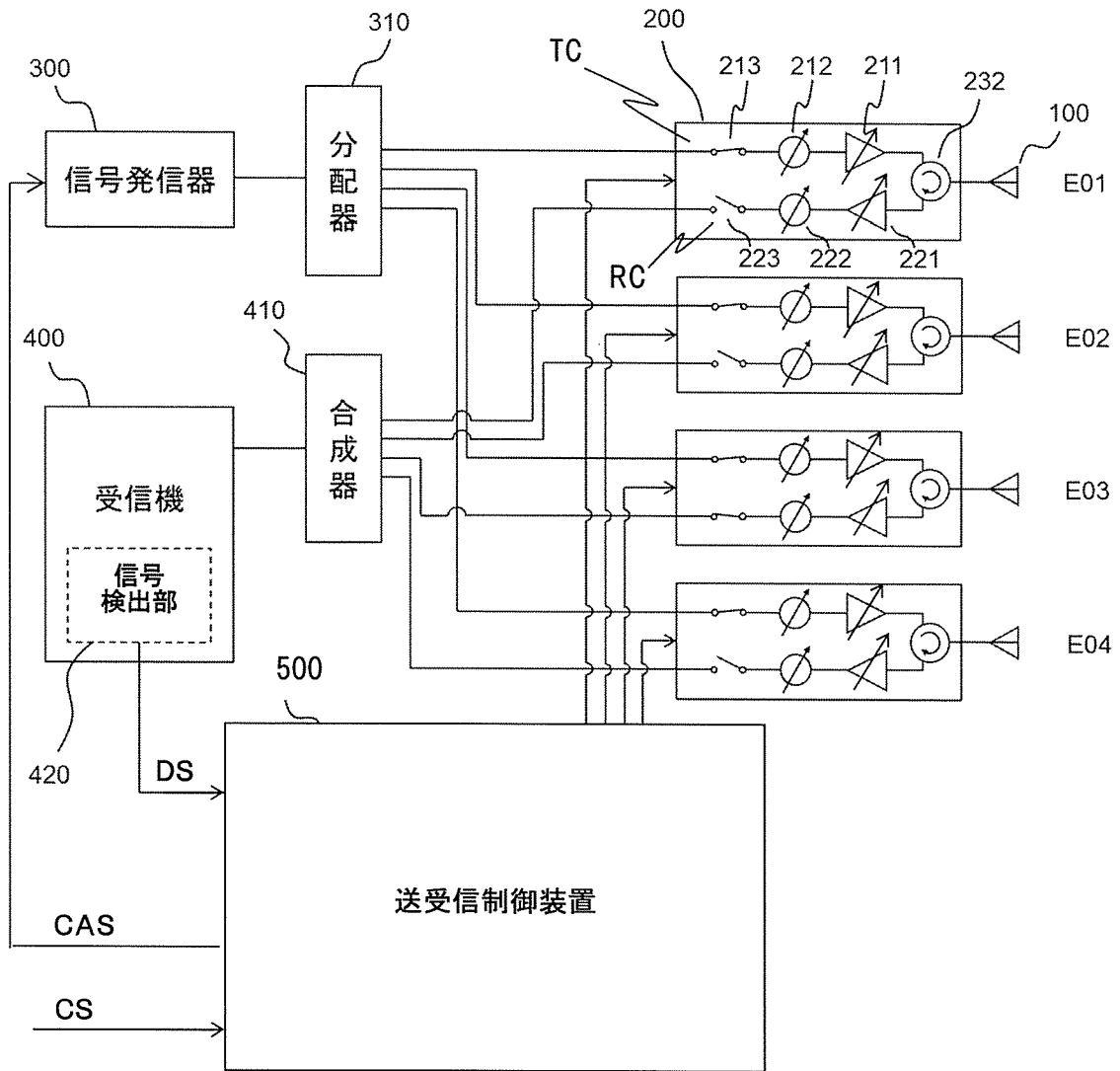
[図3]



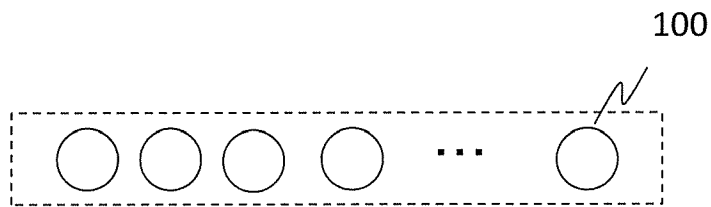
[図4]



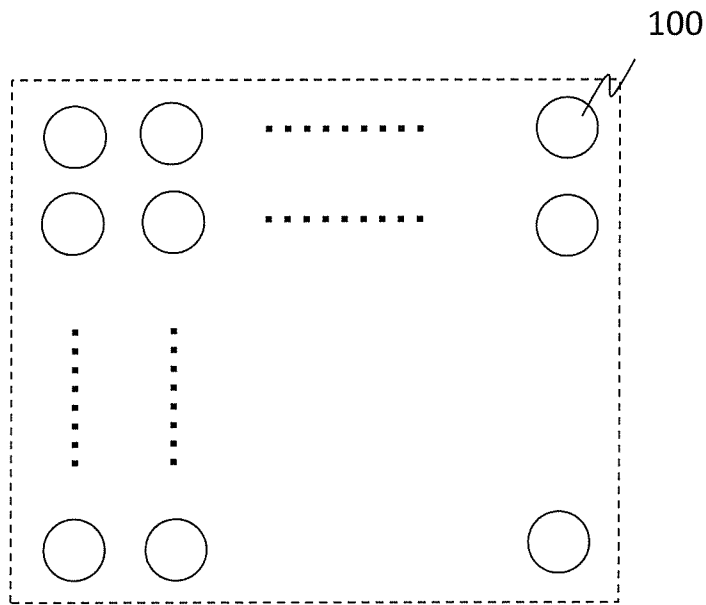
[図5]



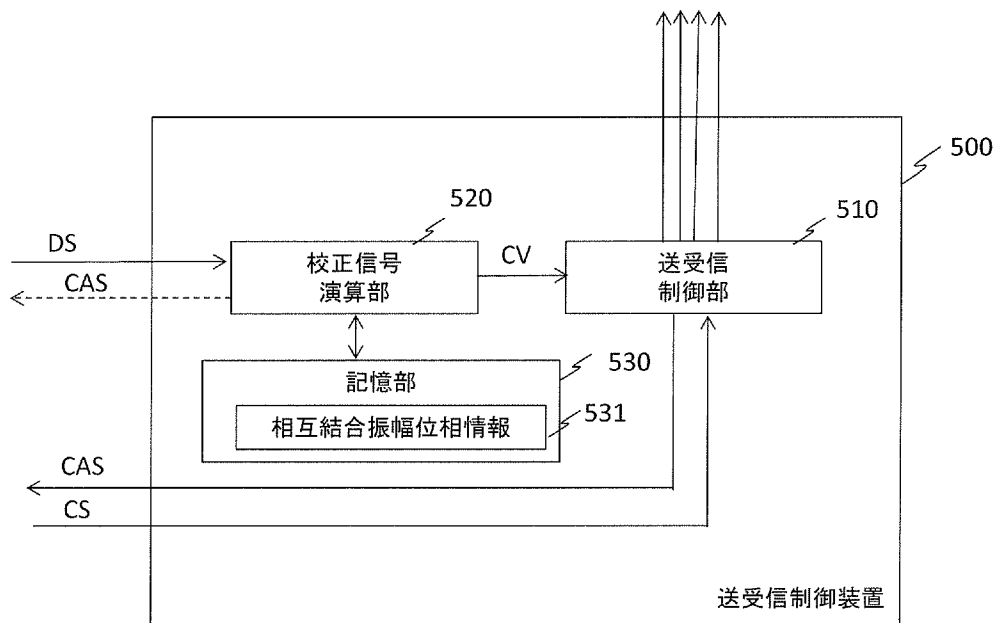
[図6]



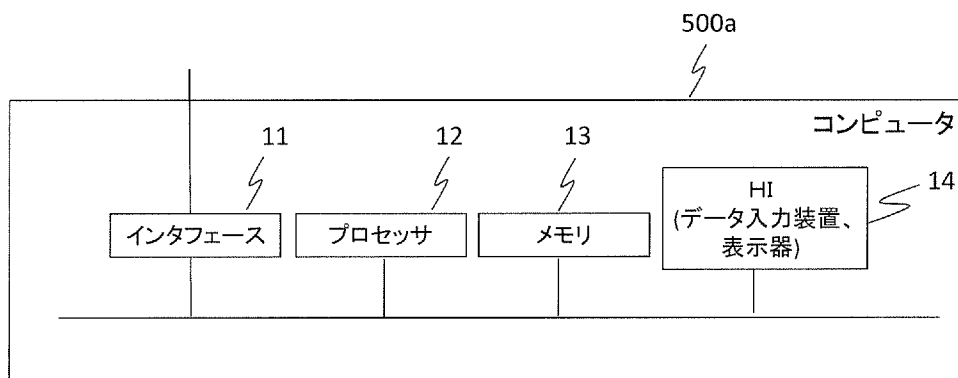
[図7]



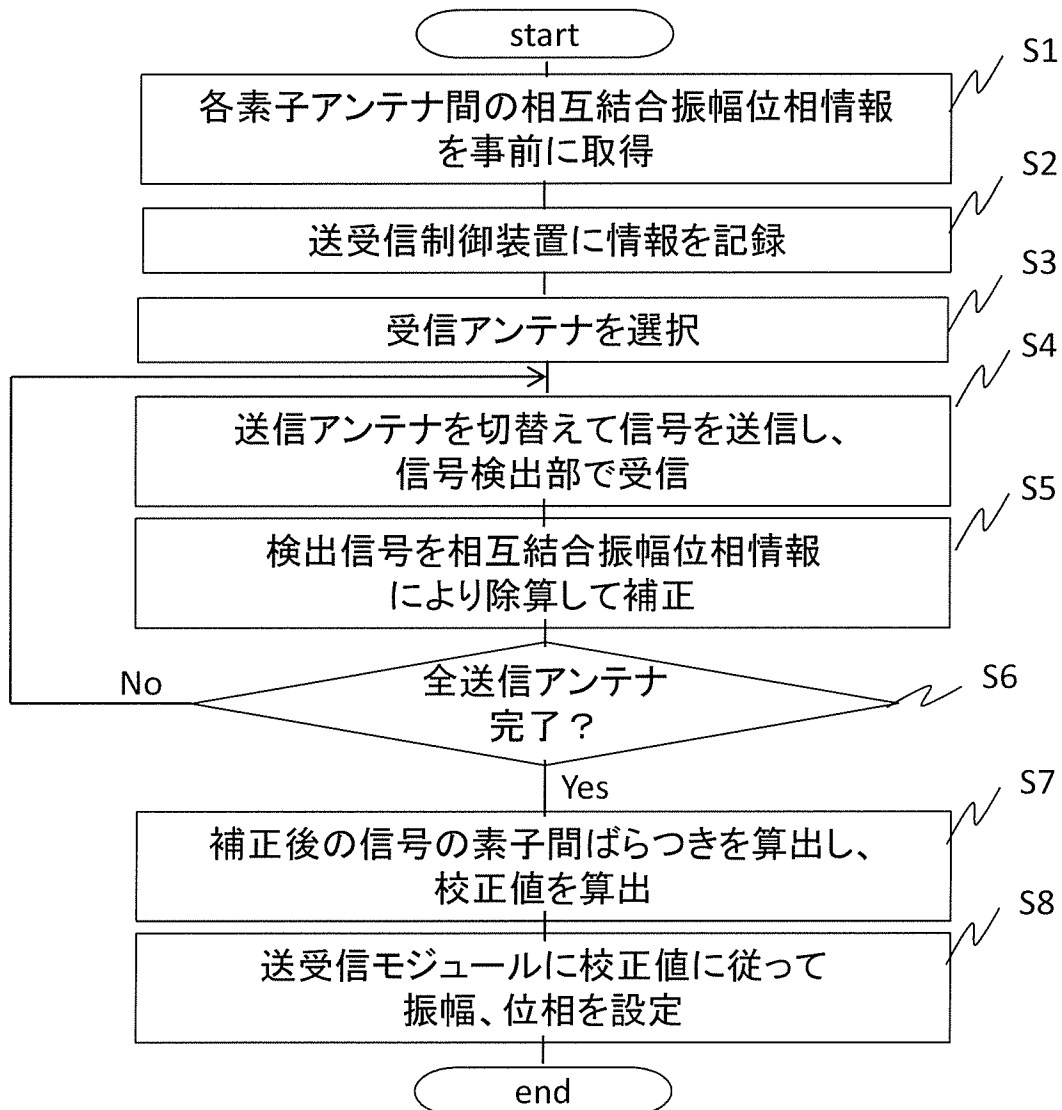
[図8]



[図9]



[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/055212

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H01Q3/26(2006.01) i				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01Q3/26				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho                      1922-1996      Jitsuyo Shinan Toroku Koho      1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho              1971-2016      Toroku Jitsuyo Shinan Koho      1994-2016				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) IEEE Xplore				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>				
<b>Category*</b>	<b>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</b>	<b>Relevant to claim No.</b>		
A	JP 9-148836 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 June 1997 (06.06.1997), (Family: none)	1-11		
A	JP 2010-34937 A (Sony Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), & US 2010/0026561 A1	1-11		
A	JP 2014-505392 A (Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)), 27 February 2014 (27.02.2014), & WO 2012/074446 A1              & AU 2010364993 A & CN 103229354 A	1-11		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.				
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:50%; border: none; vertical-align: top;">                     * Special categories of cited documents:                      "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                      "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                      "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)                      "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                      "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                 </td> <td style="width:50%; border: none; vertical-align: top;">                     "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                      "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                      "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art                      "&amp;" document member of the same patent family                 </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 26 April 2016 (26.04.16)	Date of mailing of the international search report 10 May 2016 (10.05.16)			
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01Q3/26(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01Q3/26		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） IEEE Xplore		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-148836 A（三菱電機株式会社）1997.06.06,（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2010-34937 A（ソニー株式会社）2010.02.12, & US 2010/0026561 A1	1-11
A	JP 2014-505392 A（テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン（パブル））2014.02.27, & WO 2012/074446 A1 & AU 2010364993 A & CN 103229354 A	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 26.04.2016	国際調査報告の発送日 10.05.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 岸田 伸太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K 9183