(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
2004 年12 月16 日 (16.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/109952 A1

(51) 国際特許分類[7]: H04B 7/10

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/006947

(22) 国際出願日: 2003 年6 月2 日 (02.06.2003)

(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 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中４丁目１番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 札場 伸和 (FUDABA,Nobukazu) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 久保 徳郎 (KUBO,Tokuro) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 長谷 和男 (NAGATANI,Kazuo) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 石川 広吉 (ISHIKAWA,Hiroyoshi) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

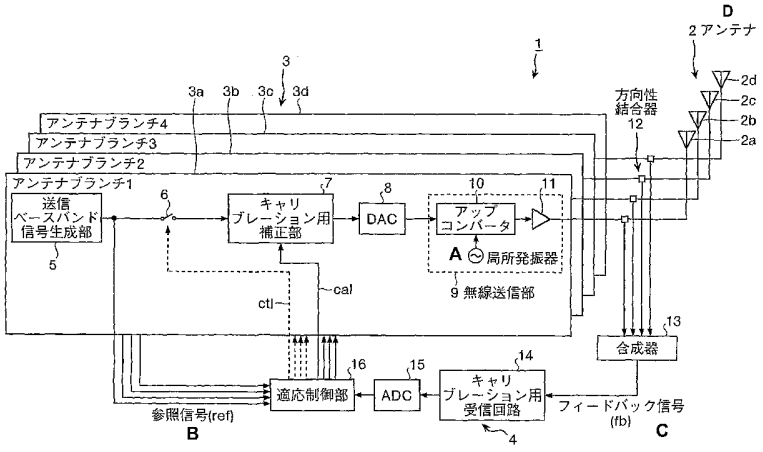
(74) 代理人: 酒井 昭徳 (SAKAI,Akinori); 〒100-0013 東京都 千代田区 霞が関三丁目２番６号 東京倶楽部ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): JP, US.

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: アレーアンテナ通信装置およびアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法



4...ANTENNA BRANCH
3...ANTENNA BRANCH
2...ANTENNA BRANCH
1...ANTENNA BRANCH
5...TRANSMISSION BASE BAND SIGNAL GENERATOR
7...FOR-CALIBRATION CORRECTION SECTION
10...UP-CONVERTER
A...LOCAL OSCILLATOR
9...RADIO TRANSMITTER
12...DIRECTIVITY COUPLER
D...ANTENNA
B...REFERENCE SIGNAL (ref)
16...ADAPTIVE CONTROLLER
14...FOR-CALIBRATION RECEPTION CIRCUIT
C...FEEDBACK SIGNAL (fb)
13...COMBINER

(57) Abstract: A transmission base band signal generator (5) generates base band signals different for the respective branches, which are passed through a switch (6), a for-calibration correction section (7), and a DAC (8), input to a radio transmitter (9) where the signals are up-converted, and then transmitted from an antenna (2). A part of the transmission signals is branched by a directivity coupler (12). The signal branched from each antenna branch (3) is combined by a combiner (13), converted into a base band signal by a for-calibration reception circuit (14), analog-converted by an ADC (15), and input as a feedback signal (fb) to an adaptive controller (16). The adaptive controller (16) calculates a calibration value (cal) at which the power of the error signal which is a difference between the reference signal (ref) and the feedback signal (fb) is minimum, outputs it to the for-calibration correction section (7), and adaptively adjusts the for-calibration correction section (7).

(57) 要約: 送信ベースバンド信号生成部（５）は、ブランチ毎に異なるベースバンド信号を生成し、スイッチ（６）、キャリブレーション用補正部（７）、およびＤＡＣ（８）を通過後、無線送信部（９）に入力され、アップコンバートされてアンテナ（２）から送信され

[続葉有]

WO 2004/109952 A1

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

る。送信信号の一部は、方向性結合器（１２）により分岐され、各アンテナブランチ（３）から分岐された信号は、合成器（１３）によって合成された後、キャリブレーション用受信回路（１４）によりベースバンド信号に変換され、ＡＤＣ（１５）によりアナログ変換されて適応制御部（１６）にフィードバック信号（ｆｂ）として入力される。適応制御部（１６）は、参照信号（ｒｅｆ）と、フィードバック信号（ｆｂ）の差分である誤差信号の電力が最小となるキャリブレーション値（ｃａｌ）を算出し、キャリブレーション用補正部（７）に出力し、キャリブレーション用補正部（７）を適応的に調整する。

明 細 書

アレーアンテナ通信装置およびアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法

技術分野

本発明は、複数のアンテナを用いたアレーアンテナ通信装置に関し、特に、複数のアンテナブランチの振幅や位相の偏差をキャリブレーションするアレーアンテナ通信装置およびアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法に関する。

背景技術

アレーアンテナ通信装置は、複数のアンテナと、各アンテナ毎に設けられるアンテナブランチによって構成されている。このアレーアンテナ通信装置は、アンテナブランチ毎に位相および振幅を調整（重み付け）した信号を送信することにより、送信の指向性を制御することができる。所望の指向性を実現するためには、重み付けによって作られたブランチ間の振幅や位相差が、アンテナ端でも同じ振幅、位相差を最適に保つ必要がある。このため、アレーアンテナ通信装置を最適に動作させるためには、送信無線部が有する電力増幅器（ＰＡ）や、ミキサなどに起因する、各アンテナブランチ間の振幅・位相偏差を解消するためのキャリブレーション処理が必要である。

アレーアンテナ通信装置の運転中、通信を中断することなくキャリブレーション処理を行う手段としては、①送信信号に既知のキャリブレーション信号を混入し、フィードバック信号から抽出されたキャリブレーション信号成分を使ってキャリブレーションを行う方法と、②キャリブレーション信号を混入することなく、送信信号とフィードバック信号のみを用いて、適応制御アルゴリズムによりキャリブレーションを行う方法の２つがある。このうち、①の方法によるキャリブ

レーションは、送信信号に通信の干渉となるキャリブレーション信号を混入するため、通信の干渉となるキャリブレーション信号を混入しない②のキャリブレーション方法のほうが好ましい。

次に、上記②に示す適応制御アルゴリズムによるキャリブレーション処理について説明する。第１５図は、キャリブレーション処理を行うアレーアンテナ無線通信装置の構成を示すブロック図である。第１５図に示す構成は、４本のアンテナ１００（１００ａ～１００ｄ）と、４つのアンテナブランチ１０１（１０１ａ～１０１ｄ）を備えた構成例である。このような基本構成に加えて、適用制御アルゴリズムによるキャリブレーション処理を行うキャリブレーション処理部１０２を備えている。以下、一つのアンテナブランチ１０１ａについて構成を説明する。送信ベースバンド信号生成部１０３では、送信すべき情報シンボル信号に、ブランチ毎に異なる、アレー送信のための複素係数が乗算された信号を生成する。この複素係数を調整することにより、送信指向性を制御することができるようになる。送信ベースバンド信号は、キャリブレーション用補正部１０４、およびディジタルーアナログ変換器（ＤＡＣ）１０５を通過後、無線送信部１０６に入力される。無線送信部１０６では、アップコンバータ１０７により、ディジタル変換後の送信ベースバンド信号をＲＦ帯域の信号に変換し、電力増幅器（ＰＡ）１０８により増幅してアンテナ１００ａから送信される。

この送信信号の一部は、方向性結合器１１０により分岐され、各アンテナブランチ１０１（１０１ａ～１０１ｄ）からそれぞれ分岐された信号がキャリブレーション処理部１０２の合成器１１１によって合成された後、キャリブレーション用受信回路１１２によりベースバンド信号に変換される。そして、アナログーディジタル変換器（ＡＤＣ）１１３によるアナログ変換された後のベースバンド信号は、適応制御部１１４にフィードバック信号として入力される。適応制御部１１４は、アンテナブランチ１０１ａから直接、参照信号として入力される送信ベースバンド信号と、フィードバック信号の差分である誤差信号の電力が最小となるように、キャリブレーション用補正部１０４を適応的に調整する。これにより

、各アンテナブランチ１０１（１０１ａ～１０１ｄ）の無線送信部１０６における振幅、および位相偏差をキャンセルしてアレーアンテナ通信装置のキャリブレーションを実現する。

このようなアレーアンテナ通信装置におけるキャリブレーションに関する技術としては、下記の特許文献１～５が開示されている。

特許文献１

特開平３－１６５１０３号公報

特許文献２

特開２００２－３５３７２４号公報

特許文献３

特表平１０－５０３８９２号公報

特許文献４

特開平１０－３３６１４９号公報

特許文献５

特開２０００－２１６６１８号公報

しかしながら、上述した従来の適応制御アルゴリズムによるキャリブレーションにおいては、キャリブレーション処理時に実行するアルゴリズムが収束せず発散し、キャリブレーション処理が停止して適切なキャリブレーションが行えない状況が起こりうるという問題を有していた。送信ベースバンド信号が狭帯域信号であると仮定したとき、第１５図の無線送信部１０６における振幅、および位相偏差は、周波数特性をもたない単一の複素数α_iの乗算で置き換えられる。これをディジタル領域で表現すると、上記の第１５図は、第１６図に示すように簡略化することができる。第１６図は、送信信号が狭帯域信号のときに第１５図の構成をモデル化したブロック図である。第１６図のモデル化した構成に対して、キャリブレーション用重み係数w_iを適応制御するための更新式は、一般的に下式（１）で与えられる。そして、各アンテナブランチ１０１（１０１ａ～１０１ｄ）における振幅、および位相偏差であるα_iは不明であるため、式（２）で与え

られる更新式が用いられる。

$$w_i[n+1] = w_i[n] + \mu e^*[n] (\alpha_i x_i[n]) \quad (1)$$

$$w_i[n+1] = w_i[n] + \mu e^*[n] x_i[n] \quad (2)$$

但し、$w_i[n]$：ブランチiの時刻nにおけるキャリブレーション用複素係数

$x_i[n]$：ブランチiの時刻nにおける送信ベースバンド信号

α_i：ブランチiにおける振幅・位相偏差（狭帯域）

μ：ステップサイズ

$e[n]$：時刻nにおける誤差信号（$=r[n]-y[n]$）

$e^*[n]$：上記誤差信号の複素共役

ここで、式（2）による式（1）の近似を用いた際にアルゴリズムの収束が保証されているのは、各アンテナブランチ１０１における振幅・位相偏差α_iが複素平面上の右半面に位置するときのみである。各アンテナブランチ１０１における振幅や位相偏差α_iが左半面にある場合には、アルゴリズムが発散する問題があった。このような発散を防止するためには、偏差α_iの初期値をアルゴリズムに与える必要が生じる。アレーアンテナ通信装置の起動時に、この初期値の測定を手動で行うこともできるが、手動で行った場合には精度のばらつきや調整に時間がかかり煩雑になった。

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、キャリブレーション処理時に適応アルゴリズムが発散せず、通信サービスが中断することなく安定したキャリブレーション処理を実現できるアレーアンテナ通信装置を提供することを目的とする。また、本発明の他の目的は、キャリブレーション処理時に適応アルゴリズムが発散せず、通信サービスが中断することなく安定したキャリブレーション処理を実現できるアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法を提供することを目的とする。

発明の開示

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明は、以下のことを特徴とする。アレーアンテナ装置は、複数のアンテナブランチとアレーアンテナを備える。キャリブレーション処理手段は、複数のアンテナブランチにそれぞれ設けられた無線送信手段が有する振幅や位相偏差をキャンセルする適応制御キャリブレーション処理に必要な初期値を非通信時に算出する。

本発明によれば、非通信時に、各アンテナブランチに設けられた無線送信手段の適応制御キャリブレーション処理に必要な初期値を算出するので、通信サービスが中断されることなく、無線送信手段が有する振幅や位相偏差をキャンセルすることができる。

図面の簡単な説明

第１図は本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態１の構成を示すブロック図であり、第２図は本発明の実施の形態１によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートであり、第３図は本発明の実施の形態２によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートであり、第４図は本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態３の構成を示すブロック図であり、第５図は本発明の実施の形態３によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートであり、第６図は本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態４の構成を示すブロック図であり、第７図は本発明の実施の形態４によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートであり、第８図は本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態５の構成を示すブロック図であり、第９図は本発明の実施の形態５の構成における各部の信号成分を示す図表であり、第１０図は本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態６の構成を示すブロック図であり、第１１図は本発明の実施の形態６によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートであり、第１２図は本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態７の構成を示すブロック図であり、第１３図は本発明の実施の形態７の構成における各部の信号成分を示す図表であり、第１４図は本発明の実施の形態７によるキャリブレーショ

ン処理の手順を示すフローチャートであり、第１５図は従来のキャリブレーション処理を行うアレーアンテナ無線通信装置の構成を示すブロック図であり、第１６図は、送信信号が狭帯域信号のときに第１５図の構成をモデル化したブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の各実施形態で説明するアレーアンテナ通信装置に対するキャリブレーション処理は、アレーアンテナ通信装置の起動時に行うため、通信サービスの中断を生じないものとなっている。

（実施の形態１）

はじめに、本発明の実施の形態１について説明する。第１図は、本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態１の構成を示すブロック図である。第１図に示すアレーアンテナ通信装置１は、４本のアンテナ２（２ａ～２ｄ）と、４つのアンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）を備えた構成例である。このような基本構成に加えて、適用制御アルゴリズムによるキャリブレーション処理を行うキャリブレーション処理部４を備えている。以下、一つのアンテナブランチ３ａについて構成を説明する。

アンテナブランチ３ａに設けられる送信ベースバンド信号生成部５では、送信すべき情報シンボル信号に、ブランチ毎に異なる、アレー送信のための複素係数が乗算された信号を生成する。この複素係数を調整することにより、送信指向性を制御することができるようになる。送信ベースバンド信号は、スイッチ（ＳＷ）６を介してキャリブレーション用補正部７、およびディジタルーアナログ変換器（ＤＡＣ）８を通過後、無線送信部９に入力される。無線送信部９では、アップコンバータ１０により、ディジタル変換後の送信ベースバンド信号をＲＦ帯域の信号に変換し、電力増幅器（ＰＡ）１１により増幅してアンテナ２ａから送信させる。

無線送信部９から出力される送信信号の一部は、方向性結合器１２により分岐され、各アンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）からそれぞれ分岐された信号がキャリブレーション処理部４の合成器１３によって合成された後、キャリブレーション用受信回路１４によりベースバンド信号に変換される。そして、アナログーディジタル変換器（ＡＤＣ）１５によるディジタル変換された後のベースバンド信号は、適応制御部１６にフィードバック信号ｆｂとして入力される。

適応制御部１６は、アンテナブランチ３ａから直接、参照信号ｒｅｆとして入力される送信ベースバンド信号と、フィードバック信号ｆｂの差分である誤差信号の電力が最小となる補正用のキャリブレーション値ｃａｌをキャリブレーション用補正部７に出力し、キャリブレーション用補正部７を適応的に調整する。キャリブレーション用補正部７は、キャリブレーション値ｃａｌを更新し保持するレジスタ等の記憶部を備えている。これにより、各アンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）の無線送信部９における初期値（振幅、および位相偏差）をキャンセルしてアレーアンテナ通信装置のキャリブレーションを行う。この適応制御部１６は、各アンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）の送信ベースバンド信号をスイッチ（ＳＷ）６により送信オン／オフを切り替える。

適応制御部１６では、スイッチ制御信号ｃｔｌを用いて、あるアンテナブランチ３（ブランチｉと称す，１≦ｉ≦Ｎ）におけるスイッチ６をオンに、ブランチｉ以外のスイッチ６をオフにする切り替え制御を行い、この適応制御部１６に参照信号とフィードバック信号を取り込む。第１図では、各アンテナブランチ３ａ～３ｄの送信ベースバンド信号を適応制御部１６に入力し、そのなかから選択、合成したものを参照信号ｒｅｆとするが、フィードバック信号ｆｂは、各アンテナブランチ３からフィードバックされた信号を加算したものとする場合の構成例を示してある。ブランチｉ以外のアンテナブランチ３のスイッチがオフであるため、フィードバック信号ｆｂにはブランチｉの信号成分のみで構成されており、よって参照信号ｒｅｆとしてブランチｉの送信ベースバンド信号を選択する（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）ことにより、ブランチｉに対するキャリブレーションを行

える。

第２図は、本発明の実施の形態１によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートである。適応制御部１６が実行する処理内容が示されている。はじめに、キャリブレーション対象のブランチｉの初期値１を設定する（ステップＳ1）。そして、ブランチｉのスイッチ６をオンにし、ブランチｉ以外のスイッチ６をオフにする（ステップＳ２）。次に、ブランチｉの送信ベースバンド信号を参照信号ｒｅｆとして取り込む（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）（ステップＳ３）。

次に、参照信号ｒｅｆ（ｒ［ｎ］）と、フィードバック信号ｆｂ（ｙ［ｎ］）からブランチｉのキャリブレーション値ｃａｌを算出する（ステップＳ４）。そして、ブランチｉのキャリブレーション用補正部７を更新する（ステップＳ５）。ブランチｉ＝１であればアンテナブランチ３ａのキャリブレーション用補正部７に対しキャリブレーション値ｃａｌを更新することになる。

ここで、ステップＳ４におけるブランチｉに対する初期キャリブレーションの方法について説明する。送信ベースバンド信号が狭帯域の場合には、各アンテナブランチ３における無線送信部９の振幅、および位相偏差は、単一の複素数α_iにより表現できるので（第１図参照）、フィードバックループ（フィードバック信号ｆｂ）の信号劣化が十分小さく無視できると仮定するならば、下式（３）により算出できる。

$$w_i^*[n]=\alpha_i^*=\frac{r[n]y^*[n]}{|r[n]|^2} \qquad (3)$$

ここで、x_i［ｎ］，w_i［ｎ］は、それぞれブランチｉの時刻ｎにおける参照信号値とキャリブレーション値、すなわちキャリブレーション初期値を表している。ｙ［ｎ］は、時刻ｎにおけるブランチ合成されたフィードバック信号を表している。また（*）は複素共役をとる演算子である。

一方、送信ベースバンド信号が広帯域の場合は、フィルタ通過後のフィードバック信号ｆｂと、参照信号ｒｅｆの誤差が最小となるように制御されたフィルタ特性をキャリブレーション用補正部７に与えればよい。

第２図に戻り説明すると、ステップＳ５の後には、全ブランチ数Ｎに対するキャリブレーションが終了したか判断する（ステップＳ６）。未終了であれば（ステップＳ６：Ｎｏ）、対象となるブランチｉを１加算して（ステップＳ７）、ステップＳ２に復帰する。全ブランチのキャリブレーションが終了すると（ステップＳ６：Ｙｅｓ）、全ブランチのスイッチ６をオンにし（ステップＳ８）、初期キャリブレーションが終了する。

以上説明したように、実施の形態１によれば、送信ベースバンド信号を出力するアンテナブランチ３を一つずつ選択して初期キャリブレーションを順次行う構成としたので、各アンテナブランチ３のキャリブレーション値を正確に求めることができ、アルゴリズムが発散することなく、安定したキャリブレーション処理を行うことができるようになる。

（実施の形態２）

次に、本発明の実施の形態２について説明する。本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態２の構成は、実施の形態１と同様であり、スイッチ切り替えの制御と演算処理が異なる。この実施の形態２では、各ブランチの送信ベースバンド信号のオン／オフを制御するスイッチ６は、ブランチｉ≦ブランチ数Ｎのとき、ブランチ１～ｉのスイッチ６をオンにし、ブランチｉ＋１～Ｎのスイッチ６をオフに設定する。そして、信号を送信するブランチの数を１ブランチずつ増加するようにスイッチ６を制御する。これにより、ブランチｉの初期キャリブレーションの段階では、ブランチ１～ｉ－１のキャリブレーションは終了している。したがって、ブランチ１～ｉのスイッチ６を同時にオンにしても、キャリブレーションされていないブランチはブランチｉのみであるため、ブランチｉの送信ベースバンド信号を参照信号として選択し（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）、下式（４）のようにフィードバック信号を操作することにより、フィードバック信号はブランチｉの成分のみとなる。

$$y[n] = y[n] - \sum_{k=1}^{i-1} x_k[n] \quad \cdot wk^*[n] \quad (i \neq 1) \qquad (4)$$

これらの参照およびフィードバック信号を用い、送信信号の帯域に応じて前記の実施の形態１で例示したキャリブレーション値を算出して、ブランチｉに対する初期キャリブレーションを行う。

第３図は、本発明の実施の形態２によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートである。適応制御部１６が実行する処理内容が示されている。はじめに、キャリブレーション対象のブランチｉの初期値１を設定する（ステップＳ１１）。そして、ブランチ１～ｉのスイッチ６をオンにし、他のブランチであるブランチｉ＋１～Ｎのスイッチ６をオフにする（ステップＳ１２）。次に、ブランチｉの送信ベースバンド信号を参照信号ｒｅｆとして取り込む（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）（ステップＳ１３）。また、フィードバック信号ｆｂ（ｙ［ｎ］）に対して、ｙ［ｎ］＝ｙ［ｎ］－（x_1［ｎ］w_1^*［ｎ］＋…＋x_{i-1}［ｎ］w_{i-1}^*［ｎ］）
を新たなフィードバック信号ｆｂとする（ステップＳ１４）。

次に、参照信号ｒｅｆ（ｒ［ｎ］）と、フィードバック信号ｆｂ（ｙ［ｎ］）からブランチｉのキャリブレーション値ｃａｌを算出する（ステップＳ１５）。そして、ブランチｉのキャリブレーション用補正部７を更新する（ステップＳ１６）。この後、全ブランチ数Ｎに対するキャリブレーションが終了したか判断する（ステップＳ１７）。未終了であれば（ステップＳ１７：Ｎｏ）、対象となるブランチｉを１加算して（ステップＳ１８）、ステップＳ１２に復帰する。全ブランチのキャリブレーションが終了すると（ステップＳ１７：Ｙｅｓ）、全ブランチのスイッチ６をオンにし（ステップＳ１９）、初期キャリブレーションが終了する。

以上説明したように、実施の形態２によれば、送信ベースバンド信号を出力するアンテナブランチ３を一つずつ増加させて初期キャリブレーションを順次行う構成としたので、各アンテナブランチ３のキャリブレーション値を正確に求めることができ、アルゴリズムが発散することなく、安定したキャリブレーション処理を行うことができるようになる。

（実施の形態３）

次に、本発明の実施の形態３について説明する。第４図は、本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態３の構成を示すブロック図である。この実施の形態３において実施の形態１と同様の構成部には同一の符号を附してある。この実施の形態３では、送信ベースバンド信号の位相を回転させる位相回転手段２０を新たに設けた点が異なる。

この位相回転手段２０は、ミキサ（乗算器）２１と、可変位相器２２と、スイッチ２３を有して構成される。第４図に示すように、各アンテナブランチ３の送信ベースバンド信号には、適応制御部１６から送られるスイッチ制御信号ｃｔｌ－ＳＷと、位相制御信号ｃｔｌ－φによって一定の位相回転を加えて無線送信部９に出力できる。スイッチ２３がポートＡ側に切り替えられている場合、送信ベースバンド信号は、可変位相器２２による一定の位相回転が加えられる。一方、スイッチ２３がポートＢ側に切り替えられている場合、送信ベースバンド信号は、１＋ｊ・０が乗算されるため、この位相回転手段２０による位相回転が行われずにスルーで通過する。

第５図は、本発明の実施の形態３によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートである。適応制御部１６が実行する処理内容が示されている。はじめに、キャリブレーション対象のブランチｉの初期値１を設定する（ステップＳ２１）。次に、このブランチｉのスイッチ２３をポートＡに切り替え、ブランチｉ以外のブランチではスイッチ２３をポートＢ側に切り替える（ステップＳ２２）。そして、位相回転を行う回数ｋの初期値１を設定し（ステップＳ２３）、ブランチｉの送信ベースバンド信号には、可変位相器２２による固定の位相回転量をΔφとして、下式（５）で与えられる位相回転を加える（ステップＳ２４）。

$$\phi = (k-1) \cdot \Delta\phi \qquad (5)$$

そして、参照信号ｒｅｆとしてブランチｉの送信ベースバンド信号（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）を選択し（ステップＳ２５）、このときのフィードバック信号ｆ

ｂ（ｙ［ｎ］）からブランチｉのキャリブレーション値を算出する（ステップＳ２６）。そして、これら参照信号ｒｅｆとフィードバック信号ｆｂの差分による誤差信号ｅ［ｎ］の電力を（６）式を用いて計算する（ステップＳ２７）。

$$Pe(i, k) = |e[n]|^2 = |r[n] - y[n]|^2 \quad (6)$$

ここで、式（６）の誤差信号電力を、各ブランチにおいて、予め定めたM回に達するまで、ｋ回（$1 \leqq k \leqq M$, $M = (\Delta\phi) / (2\pi)$）測定する（ステップＳ２８）。ここで、$M = (\Delta\phi) / (2\pi)$であり、可変位相器２２に設定した位相回転角度を固定値として順次増加させたときに得られる最大回数である。M回に達するまでの期間は（ステップＳ２８：Ｎｏ）、ｋの値を１加算して（ステップＳ２９）、ステップＳ２４以降の処理を継続する。ｋがM回に達したときには（ステップＳ２８：Ｙｅｓ）、次に、ブランチｉにおける誤差信号電力が最小となる（ｍｉｎ｛Ｐｅ（ｉ，ｋ）｝）ときのｋより求まる位相回転量ϕを決定する（ステップＳ３０）。そして、このブランチｉのキャリブレーション用補正部７に対しキャリブレーション値ｃａｌとしてϕを反映させ、初期キャリブレーション値を設定する（ステップＳ３１）。

この後、全ブランチ数Nに対するキャリブレーションが終了したか判断する（ステップＳ３２）。未終了であれば（ステップＳ３２：Ｎｏ）、対象となるブランチｉを１加算して（ステップＳ３３）、ステップＳ２２に復帰する。全ブランチのキャリブレーションが終了すると（ステップＳ３２：Ｙｅｓ）、全ブランチのスイッチ２３をポートＢ側に切り替え（ステップＳ３４）、初期キャリブレーションが終了する。

上記構成では、フィードバック信号側の位相を変更する構成としたが、参照信号側に可変位相器を設けて参照信号の位相を変える構成としても同様にキャリブレーションを行うことができる。但し、求まる位相回転量ϕに対して、キャリブレーション用補正部７には$-\phi$を反映させるようにする。

以上説明した実施の形態３では、送信ベースバンド信号を可変位相器２２により固定位相回転量$\Delta\phi$ずつ複数回に渡って変化させる構成としたが、位相可変は

固定に限らず、連続的に行う構成としてもよい。また、初期キャリブレーションが処理終了した後、キャリブレーション用補正部７に設定した位相回転量φを中心とする前後の位相角度範囲に渡って、より細かな位相回転量φを順次供給するよう構成してもよく、この場合、初期キャリブレーションをより精度よく行うことができるようになる。

（実施の形態４）

次に、本発明の実施の形態４について説明する。第６図は、本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態４の構成を示すブロック図である。この実施の形態４において実施の形態１と同様の構成部には同一の符号を附してある。この実施の形態４では、既知のキャリブレーション信号を用いて複数のアンテナブランチ３を同時にキャリブレーションする構成である。

このため、既知キャリブレーション信号発生部３０を備える。また、キャリブレーション用補正部７に対し、送信ベースバンド信号に代えて、この既知キャリブレーション信号発生部３０から出力されるキャリブレーション用信号を送出するための複数のスイッチ３１（３１ａ～３１ｃ）を有する。スイッチ１（３１ａ）は、アンテナブランチ３の送信ベースバンド信号（Ａ側）と、既知キャリブレーション信号発生部３０のキャリブレーション信号（Ｂ側）とを切り替える。スイッチ２（３１ｂ）は、全Ｎ個のブランチのうち、同時にキャリブレーション信号を送信するブランチの数を選択する。スイッチ３（３１ｃ）は、キャリブレーション信号ｘ［ｎ］の位相を０度（ａ側）と、１８０度反転（ｂ側）とを切り替える。これら３つのスイッチ３１ａ～３１ｃは、適応制御部１６のスイッチ制御信号ｃｔｌ－ＳＷによって切り替え制御される。

第７図は、本発明の実施の形態４によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートである。この第７図には、適応制御部１６が、全Ｎ個のブランチに対して、３つのブランチずつキャリブレーションを行う場合の処理例を示してあり、便宜上Ｎ＝３×Ｌ（Ｌ：正整数）としている。

はじめに、全ブランチのスイッチ１（３１ａ）をポートＢ側に倒して初期キャ

リブレーションのモードに入る（ステップＳ４１）。この後、キャリブレーション対象のブランチｉの初期値１を設定する（ステップＳ４２）。次に、ブランチ３×ｉ－２と、３×ｉ－１と、３×ｉのスイッチ２（３１ｂ）をオンにし、それ以外のブランチのスイッチ２（３１ｂ）をオフにする（ステップＳ４３）。例えば、ｉ＝１のときには（１≦ｉ≦Ｌ）、ブランチ１，２，３のスイッチ２（３１ｂ）をオンにする。

次に、３つのブランチに対するキャリブレーションの処理回数ｋの初期値（ｋ＝１）をセットする（ステップＳ４４）。そして、ｋ＝１～３までの回数に渡り、３つのブランチのうち一つから既知キャリブレーション信号ｘ［ｎ］の位相を反転させて送信する（ステップＳ４５）。例えば、ｋ＝１回目のときには、ブランチ１のスイッチ３（３１ｃ）のみをｂ側に切り替え、既知キャリブレーション信号ｘ［ｎ］の位相を反転した既知キャリブレーション信号－ｘ［ｎ］を送信する。このとき、ブランチ２，３は、スイッチ３（３１ｃ）をａ側に切り替えて既知キャリブレーション信号ｘ［ｎ］を送信する。そして、このときのフィードバック信号ｙ［ｎ］をy_k（y_1）として保持する（ステップＳ４６）。この後、３回目の処理に達したか（ｋ≧３）判断する（ステップＳ４７）。ｋが３に達していなければ（ステップＳ４７：Ｎｏ）、ｋの値を１加算して（ステップＳ４８）、ステップＳ４５に復帰して同様の処理を繰り返す。

すなわち、ステップＳ４５において、ｋ＝２回目のときは、ブランチ２のスイッチ３（３１ｃ）のみをｂ側に切り替えてこのブランチ２から位相を反転した既知キャリブレーション信号－ｘ［ｎ］を送信する。また、他のブランチ１および３のスイッチ３（３１ｃ）はａ側に切り替え、これらブランチ１および３は、既知キャリブレーション信号ｘ［ｎ］を送信し、そのときのフィードバック信号をy_2として保持する。また、ｋ＝３回目のときには、ブランチ３のスイッチ３（３１ｃ）のみをｂ側に切り替えてこのブランチ３から位相を反転した既知キャリブレーション信号－ｘ［ｎ］を送信する。また、他のブランチ１および２のスイッチ３（３１ｃ）はａ側に切り替え、これらブランチ１および２からは、既知キ

ャリブレーション信号ｘ［ｎ］を送信し、そのときのフィードバック信号をy_3として保持する。

そして、３回目の処理が終了すると（ステップＳ４７：Ｙｅｓ）、キャリブレーション値の算出を行う（ステップＳ４９）。この初期キャリブレーション値の算出について、送信信号が狭帯域である場合を例に説明する。前述の第１６図を用いて説明したように、各ブランチ毎の振幅と位相偏差は、単一の複素数の乗算により表わされるので、ブランチ１，２，３の振幅および位相偏差をα_1，α_2，α_3とすると、フィードバック信号の記憶値であるy_1，y_2，y_3は、それぞれ式（７）で示すことができる。

$$y_1=-x[n]\alpha_1+x[n]\alpha_2+x[n]\alpha_3=x[n](-\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)$$

$$y_2=x[n]\alpha_1-x[n]\alpha_2+x[n]\alpha_3=x[n](\alpha_1-\alpha_2+\alpha_3)$$

$$y_3=x[n]\alpha_1+x[n]\alpha_2-x[n]\alpha_3=x[n](\alpha_1+\alpha_2-\alpha_3) \quad (7)$$

と表現できるので、α_1，α_2，α_3は、下式（８）を用いて算出できる。

$$\alpha_1=\frac{x^*[n](y_2+y_3)}{2|x[n]|^2}$$

$$\alpha_2=\frac{x^*[n](y_3+y_1)}{2|x[n]|^2}$$

$$\alpha_3=\frac{x^*[n](y_1+y_2)}{2|x[n]|^2} \quad (8)$$

このように、各ブランチにおけるキャリブレーション値は、このようにして算出された振幅および位相偏差の複素共役として与えればよいことがわかる。そして、得られた各ブランチのキャリブレーション値ｃａｌを対応するアンテナブランチ３ａ～３ｃに設けられた各キャリブレーション用補正部７に出力し、更新する（ステップＳ５０）。

次に、全てのブランチに対するキャリブレーション処理が終了したか（ｉ≧Ｌ

）を判断する（ステップＳ５１）。全てのブランチに対するキャリブレーションが終了していなければ（ステップＳ５１：Ｎｏ）、ｉを１加算して（ステップＳ５２）、ステップＳ４３以降の処理を実行する。全てのブランチに対するキャリブレーションが終了すれば（ステップＳ５１：Ｙｅｓ）、全てのブランチのスイッチ１（３１ａ）をＡ側に切り替える（ステップＳ５３）。これにより、既知キャリブレーション信号発生部３０からのキャリブレーション信号の供給を停止させるとともに、送信ベースバンド信号生成部５から送信ベースバンド信号の出力を行えるようにして、初期キャリブレーションを終了する。

以上説明した実施の形態４では、ある一つのアンテナブランチに対してのみ異なる位相回転のキャリブレーション信号を与えることにより、複数ブランチのキャリブレーションを同時に行うことができるようになる。

（実施の形態５）

次に、本発明の実施の形態５について説明する。第８図は、本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態５の構成を示すブロック図である。また、第９図は、実施の形態５の構成における各部の信号成分を示す図表である。この実施の形態５において実施の形態１と同様の構成部には同一の符号を附してある。この実施の形態５では、各ブランチの送信信号を異なる周波数にシフトさせることにより、複数のブランチを同時にキャリブレーションする構成である。

各アンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）には、送信ベースバンド信号生成部５から出力される送信ベースバンド信号を周波数シフトさせる周波数シフタ４０と、送信ベースバンド信号の直接出力（Ａ側）と、周波数シフタ４０による周波数シフト（Ｂ側）とを切り替えるスイッチ４１が設けられる。また、キャリブレーション処理部４には、周波数シフタ４０による周波数シフトされた送信ベースバンド信号が全て所定周波数（ＤＣ：０Ｈｚ）のベースバンドとなるように周波数シフトさせる周波数シフタ４２（４２ａ～４２ｄ）と、各ブランチ毎の周波数成分を取り出すためのローパスフィルタ等のディジタルフィルタ４３（４３ａ～４３ｄ）が設けられている。

第９図（ａ）に示すように、各アンテナブランチ３ａ～３ｄは、送信ベースバンド信号生成部５からいずれも同じ周波数を有して送信ベースバンド信号を送信する。そして、第９図（ｂ）に示すように、各アンテナブランチ３ａ～３ｄに設けられた周波数シフタ４０は、ブランチ毎に異なる周波数シフトｆ１～ｆ４（第８図には便宜上、ｆ１のみ記載）させる。これら各ブランチから送信される信号は、周波数軸上で重なり合わないような中心周波数とされている。なお、送信信号をシフトする周波数領域では、アナログ部（特に無線送信器９）の周波数特性が十分にフラットであることを想定している。したがって、送信信号をシフトする周波数領域において、各ブランチのアナログ部に無視することができない周波数特性を有している場合には、図示しないイコライザ等により周波数特性がフラットとなるよう調整する必要がある。

そして、各ブランチから送信された信号をフィードバック信号（ｆｂ）として合成器１３で合成し、ＡＤＣ１５によりＡＤ変換してディジタル信号にする（第９図（ｃ））。そして、周波数シフタ４２（４２ａ～４２ｄ）により－ｆ１～－ｆ４の周波数シフトを加えることで、各ブランチの信号がそれぞれＤＣ中心のベースバンドにくるように周波数シフトさせる。このときの各ブランチの信号成分を第９図（ｄ）に示す。その後、各信号をディジタルフィルタ４３（４３ａ～４３ｄ）を通過させることにより、所望のブランチ毎の信号成分が抽出できるようになる。そして、適応制御部１６は、各ブランチ毎の信号成分と、参照信号（ｒｅｆ）である各ブランチの送信信号とを使ってブランチ毎にキャリブレーションを行う。以上の構成により、複数の全ブランチの初期キャリブレーションを同時に行うことができるようになる。

（実施の形態６）

次に、本発明の実施の形態６について説明する。第１０図は、本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態６の構成を示すブロック図である。前述した実施の形態５の構成は、全ブランチの初期キャリブレーションを同時に行うことができる構成であったが、ハードウェア規模が大きくなる。特に、実施の形態５（第

８図記載）の構成では、キャリブレーション処理部４には、ブランチ数と同じ数の周波数シフタ４２（４２ａ～４２ｄ）と、ディジタルフィルタ４３（４３ａ～４３ｄ）を設ける必要があった。この実施の形態６では、フィードバックループに設けられるキャリブレーション処理部４は、各ブランチから送信された信号成分を抽出するために行う周波数シフトを時分割制御し、可変周波数シフタ４５を用いる構成としている。これにより、一つの可変周波数シフタ４５と、一つのディジタルフィルタ４３を用いて構成の簡略化を図ったものである。

第１１図は、本発明の実施の形態６によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートである。第１１図では、キャリブレーション処理部４に設けられるディジタルフィルタ４３をローパスフィルタとし、ＤＣ（０Ｈｚ）を中心とした通過帯域を想定している。はじめに、可変周波数シフタ４５の周波数シフト量を各アンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）に対応させた配列Ｆ（－ｆ１～－ｆ４）を設定しておく（ステップＳ６１）。例えば、ブランチ１の初期キャリブレーションを行う場合には、フィードバック系の可変周波数シフタ４５の周波数を－ｆ１に設定する。

そして、全ブランチのスイッチ４１をポートＢ側に倒して初期キャリブレーションのモードに入る（ステップＳ６２）。この後、キャリブレーション対象のブランチｉの初期値１を設定する（ステップＳ６３）。次に、可変周波数シフタ４５の周波数をＦ［ｉ］に設定する（ステップＳ６４）。そして、ブランチｉの送信ベースバンド信号を参照信号ｒｅｆとする（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）（ステップＳ６５）。これにより、ブランチ１から送信された信号だけがディジタルフィルタ４３の通過帯域内にシフトされてディジタルフィルタ４３の出力には、ブランチ１からの信号成分のみが抽出される。次に、適応制御部１６は、参照信号ｒｅｆ（ｒ［ｎ］）とフィードバック信号ｆｂ（ｙ［ｎ］）からブランチｉのキャリブレーション値を算出し（ステップＳ６６）、得られたブランチｉのキャリブレーション補正値ｃａｌをキャリブレーション用補正部７に出力し、更新する（ステップＳ６７）。

次に、以上の処理を全ブランチ（ｉ≧Ｎ）に対して行ったか判断する（ステップＳ６８）。全ブランチのキャリブレーションが終了していなければ（ステップＳ６８：Ｎｏ）、ｉを１加算して（ステップＳ６９）、ステップＳ６４に復帰し、次のブランチに対するキャリブレーション処理を行う。全ブランチのキャリブレーションが終了すれば（ステップＳ６８：Ｙｅｓ）、全ブランチのスイッチ４１をポートＡ側に倒し（ステップＳ７０）、初期キャリブレーション処理を終了する。

以上の処理により、各ブランチの初期キャリブレーションを時間的に順番に行うことができるようになる。なお、キャリブレーションの高速処理が必要とされる場合には、キャリブレーション処理部４を構成する内部回路のクロックを４倍速として動作させることにより、実施の形態５（ブランチ数が４のとき）と同程度の処理時間で処理することができるようになる。

このように、実施の形態６によれば、可変周波数シフタ４５の個数と、ディジタルフィルタ４３の個数を少なくし、簡単で消費電力が少ない構成でキャリブレーションを行うことができるようになる。

（実施の形態７）

次に、本発明の実施の形態７について説明する。第１２図は、本発明のアレーアンテナ通信装置の実施の形態７の構成を示すブロック図である。また、第１３図は、実施の形態７の構成における各部の信号成分を示す図表である。実施の形態６に記載の構成では、各ブランチの送信ベースバンド信号に加える周波数シフト量は、ブランチ毎には異なるものの、時間的には不変である。これに対し、この実施の形態７では、各ブランチにおけるフォワード系の周波数シフト量を時間的に変化させる機能をもたせることにより、ブランチ毎のキャリブレーションを時分割で行うものである。このため、送信ベースバンド信号生成部５から送信される送信ベースバンド信号の中心周波数を可変させる可変周波数シフタ４７を備え、スイッチ４１の切り替えにより可変周波数シフタ４７の出力に切り替え自在な構成としている。可変周波数シフタ４７の周波数シフト量は、適応制御部１６

が出力する周波数設定信号ｃｔｌ－ｆにより設定される。

そして、第１３図（ａ）に示すように、各アンテナブランチ３ａ～３ｄは、送信ベースバンド信号生成部５からいずれも同じ周波数を有して送信ベースバンド信号を送信する。そして、第１３図（ｂ）に示すように、各ブランチに設けられる可変周波数シフタ４７は、フォワード系の周波数をブランチ毎に異なる周波数シフト量ｆ１～ｆ４でシフトさせる。これにより、第１３図（ｃ）に示すようにフィードバック系のＡＤＣ１５からの出力信号のうち、第１３図（ｄ）に示すように所望のブランチから送信された信号成分（図示の例ではブランチ３）のみがディジタルフィルタ４３の通過帯域に入り、ディジタルフィルタ４３の出力信号は、この所望のブランチから送信された信号成分のみが抽出されることになる。このフィードバック信号ｆｂと、各ブランチからの送信信号である参照信号ｒｅｆとを用いて、このブランチの初期キャリブレーションを行える。また、フィードバック系に周波数シフタを用いない構成としたので、実施の形態６に比べてフィードバック系の構成をさらに簡素化できる。

第１４図は、本発明の実施の形態７によるキャリブレーション処理の手順を示すフローチャートである。各ブランチの送信ベースバンド信号に加える周波数シフト量の時間制御の内容が記載されている。フィードバック系のディジタルフィルタ４３をローパスフィルタとし、所定周波数（ＤＣ：０Ｈｚ）を中心とした通過帯域を設定した場合の処理例を示している。はじめに、初期キャリブレーションを行うブランチに対応して各アンテナブランチ３（３ａ～３ｄ）の可変周波数シフタ４７の周波数シフト量の配列Ｇ（０，ｇ１～ｇ３）を設定しておく（ステップＳ８１）。これにより、キャリブレーションを行うブランチのフォワード系の可変周波数シフタ４７の周波数がＤＣ（０Ｈｚ）に設定される。

そして、全ブランチのスイッチ４１をポートＢ側に倒して初期キャリブレーションのモードに入る（ステップＳ８２）。この後、キャリブレーション対象のブランチｉの初期値１を設定する（ステップＳ８３）。次に、キャリブレーション対象のブランチｉを中心とし、このブランチｉと他のブランチの周波数シフト量

を設定するための値ｋ（周波数シフト量設定済のブランチ数），ｍ（周波数シフト量インデックス）の初期値をそれぞれ１に設定する（ステップＳ８４）。次に、キャリブレーションするブランチｉ＝ｋであるか判断する（ステップＳ８５）。一致しているときには（ステップＳ８５：Ｙｅｓ）、ブランチｋのフォワード系の可変周波数シフタ４７をＤＣ（０Ｈｚ）に設定する（ステップＳ８６）。そして、ｋの値がブランチ数Ｎに一致したか判断する（ステップＳ８７）。周波数シフト設定済のブランチ数ｋがブランチ数Ｎ以下のときには（ステップＳ８７：Ｎｏ）、ｋの値を１加算し（ステップＳ８８）、ステップＳ８５に復帰する。これにより、ｋ≠ｉのとき（ステップＳ８５：Ｎｏ）の処理により、ブランチｋのフォワード系の可変周波数シフタ４７の周波数シフト量Ｇ［ｍ］（Ｈｚ）が設定される（ステップＳ８９）。また、他のブランチについての周波数シフト量インデックスｍを１加算する（ステップＳ９０）。これにより、例えば、ブランチ１のキャリブレーション時には、このブランチ１がＤＣ（０Ｈｚ），ブランチ２の周波数シフト量がｇ１，ブランチ３の周波数シフト量がｇ２，ブランチ４の周波数シフト量がｇ３となるように周波数シフトが設定される。キャリブレーションを行うブランチの周波数をＤＣ（０Ｈｚ）とすれば、他の周波数シフト量ｇ１，ｇ２，ｇ３は、任意に設定することができる。具体的には、第１３図（ｂ）に示すように、ブランチ３のキャリブレーション時には、このブランチ３がＤＣ（０Ｈｚ），ブランチ１の周波数シフト量がｇ１，ブランチ２の周波数シフト量がｇ２，ブランチ４の周波数シフト量がｇ３となるように周波数シフト量を設定することができる。

そして、ｋの値がブランチ数Ｎに一致すると（ステップＳ８７：Ｙｅｓ）、ブランチｉのキャリブレーションを行うため、このブランチｉの送信ベースバンド信号を参照信号ｒｅｆとする（ｒ［ｎ］＝x_i［ｎ］）（ステップＳ９１）。これにより、キャリブレーションを行うブランチｉから送信された信号だけがディジタルフィルタ４３を通過し、ブランチｉからの信号成分のみが抽出される。次に、適応制御部１６は、参照信号ｒｅｆ（ｒ［ｎ］）とフィードバック信号ｆｂ

（ｙ［ｎ］）からブランチｉのキャリブレーション値を算出し（ステップＳ９２）、得られたブランチｉのキャリブレーション補正値ｃａｌをキャリブレーション用補正部７に出力し、更新する（ステップＳ９３）。

そして、以上の処理を全ブランチ（ｉ≧Ｎ）に対して行ったか判断する（ステップＳ９４）。全ブランチのキャリブレーションが終了していなければ（ステップＳ９４：Ｎｏ）、ｉを１加算して（ステップＳ９５）、ステップＳ８４に復帰し、次のブランチに対するキャリブレーション処理を行う。全ブランチのキャリブレーションが終了すれば（ステップＳ９４：Ｙｅｓ）、全ブランチのスイッチ４１をポートＡ側に倒し（ステップＳ９６）、初期キャリブレーション処理を終了する。

以上説明したように、実施の形態７の構成によれば、各ブランチにおけるフォワード系の周波数シフト量を時間的に変化させることにより、各ブランチの送信ベースバンド信号に加える周波数シフト量をブランチ毎に異ならせ、また、キャリブレーションするブランチのみを所定の周波数とし、かつ他のブランチを他の周波数にシフトさせる構成としたので、ブランチ毎のキャリブレーションを時分割で行うことができるようになる。これにより、実施の形態７の構成によれば、キャリブレーション処理部４側に周波数シフタを設ける必要がなく、実施の形態６に比べてより簡単な構成にでき、また、低消費電力化を図ることができるようになる。

以上において本発明は、上述した実施の形態に限らず、種々変更可能である。たとえば、アンテナブランチ３の数は、所望する指向性等に応じて種々選択することができる。また、キャリブレーション処理は装置起動時に自動実行する構成としたが、非通信サービス期間中であればよく、例えば、保守点検の時間内にキャリブレーションを行うようにしてもよい。また、この発明によるアンテナブランチのキャリブレーションは、時分割２重化（ＴＤＤ）方式や、周波数分割２重化（ＦＤＤ）方式などの各種通信方式に適用することができる。

以上説明したように、本発明によれば、アレーアンテナ通信装置による通信サ

ービスを中断することなく、複数のアンテナブランチの位相や振幅偏差をキャリブレーションできるとともに、キャリブレーション処理を高速に短時間で収束させることができ、アレーアンテナ通信装置を安定して動作できるという効果を奏する。

産業上の利用可能性

以上のように本発明は、キャリブレーション処理時に適応アルゴリズムが発散せず、通信サービスが中断することなく安定したキャリブレーション処理を行えるアレーアンテナ通信装置を提供することに適している。また、本発明は、キャリブレーション処理時に適応アルゴリズムが発散せず通信サービスが中断することなく安定して行えるアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法を提供することに適している。

請 求 の 範 囲

1．複数のアンテナブランチとアレーアンテナを備えたアレーアンテナ通信装置において、

前記複数のアンテナブランチにそれぞれ設けられた無線送信手段が有する振幅または位相偏差をキャンセルする適応制御キャリブレーション処理に必要な初期値を非通信時に算出するキャリブレーション処理手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナ通信装置。

2．複数のアンテナブランチとアレーアンテナを備えたアレーアンテナ通信装置において、

複数の前記アンテナブランチからベースバンド信号を送信させ、該ベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、前記参照信号と前記フィードバック信号とに基づき、前記ベースバンド信号を送信したアンテナブランチの前記初期値を非通信時に算出するキャリブレーション処理手段を備えたことを特徴とするアレーアンテナ通信装置。

3．前記複数のアンテナブランチには、それぞれのアンテナブランチから信号の送信の有無を切り替える切替手段を備え、

前記キャリブレーション処理手段は、

前記切替手段を制御して、複数のアンテナブランチのうち一つのアンテナブランチずつ順にベースバンド信号を送信させ、該ベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、前記参照信号と前記フィードバック信号とに基づき、前記ベースバンド信号を送信したアンテナブランチの前記初期値を算出することを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

４．前記複数のアンテナブランチには、それぞれのアンテナブランチからベースバンド信号の送信の有無を切り替える切替手段を備え、

前記キャリブレーション処理手段は、

前記切替手段を制御して、ベースバンド信号を送信させるアンテナブランチを一つずつ増加させ、該増加した一つのアンテナブランチから送信されたベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた複数のアンテナブランチの信号のうち、前記増加した一つのアンテナブランチから送信された信号をフィードバック信号として、前記参照信号とフィードバック信号とに基づき、前記増加したアンテナブランチの前記初期値を算出することを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

５．前記複数のアンテナブランチには、それぞれのアンテナブランチから送信するベースバンド信号の位相を可変させる位相可変手段を備え、

前記キャリブレーション処理手段は、

前記位相可変手段を制御して、複数のアンテナブランチのうち一つのアンテナブランチのベースバンド信号の位相を可変させ、該ベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、前記参照信号と前記フィードバック信号の誤差が最小となるときの位相を、前記位相を可変させたアンテナブランチの前記初期値とすることを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

６．前記可変位相手段は、

前記送信するベースバンド信号の位相を所定の固定量ずつ回転させることを特徴とする請求の範囲第５項に記載のアレーアンテナ通信装置。

７．前記キャリブレーション処理手段は、

前記位相可変手段を制御し、前記送信するベースバンド信号の位相を前記固定量で回転させて前記初期値を求めた後、該初期値を求めた際の位相の回転角度を基準として前後所定角度の範囲の位相を連続的に回転させて前記誤差が最小となる位相により前記初期値を再度求めることを特徴とする請求の範囲第５項に記載のアレーアンテナ通信装置。

８．キャリブレーション用の信号として既知のベースバンド信号を前記各アンテナブランチに供給する既知キャリブレーション信号発生手段と、

前記複数のアンテナブランチにそれぞれ設けられ、前記既知キャリブレーション信号発生手段により供給される前記ベースバンド信号の位相を反転させる位相反転手段とを備え、

前記キャリブレーション処理手段は、

前記既知キャリブレーション信号発生手段から前記既知のベースバンド信号を複数のアンテナブランチ全てに供給し、うち一つのアンテナブランチには前記既知のベースバンド信号を位相反転して供給し、

前記既知のベースバンド信号を参照信号とし、前記複数のアンテナブランチの前記無線送信手段を介してアップコンバートされた複数の信号をフィードバック信号として、全てのアンテナブランチにおける前記初期値を同時に算出することを特徴とする請求の範囲第１項に記載のアレーアンテナ通信装置。

９．前記複数のアンテナブランチには、各アンテナブランチから送信するベースバンド信号の周波数がそれぞれ異なるよう所定量ずつ周波数シフトさせる第１の周波数シフト手段を備え、

前記キャリブレーション処理手段には、前記各アンテナブランチの数に対応して前記第１の周波数シフト手段により周波数シフトされた前記ベースバンド信号を元の周波数に戻す複数の第２の周波数シフト手段を備え、

該キャリブレーション処理手段は、前記各アンテナブランチが送信し前記第１

の周波数シフト手段により周波数シフトする前段のベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされ、前記第２の周波数シフト手段により周波数シフトが戻されたベースバンド信号をフィードバック信号として、全てのアンテナブランチにおける前記初期値を同時に算出することを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

１０．前記第２の周波数シフト手段は、前記フィードバック信号の周波数シフト量を連続的に可変自在であり、

前記キャリブレーション処理手段は、前記各アンテナブランチから出力される前記フィードバック信号を前記第２の周波数シフト手段により各アンテナブランチに対応した周波数シフト量だけ可変させることにより、各アンテナブランチにおける前記初期値を順次算出することを特徴とする請求の範囲第９項に記載のアレーアンテナ通信装置。

１１．前記複数のアンテナブランチには、各アンテナブランチから送信するベースバンド信号の周波数がそれぞれ異なるよう周波数シフトを連続的に可変自在な可変周波数シフト手段を備え、

前記キャリブレーション処理手段は、キャリブレーションを行うアンテナブランチ以外のアンテナブランチが送信するベースバンド信号に対してそれぞれ異なる周波数シフトとなるよう前記可変周波数シフト手段を制御し、

該キャリブレーション処理手段は、

前記各アンテナブランチが送信し前記可変周波数シフト手段により周波数シフトする前段の信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、各アンテナブランチにおける前記初期値を順次算出することを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

１２．前記キャリブレーション処理手段は、装置の起動時に前記初期値を算出することを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

１３．前記アンテナブランチは、各アンテナブランチ毎の前記ベースバンド信号を生成する送信ベースバンド信号生成手段と、

前記初期値を更新自在に記憶し、該記憶された初期値を用いて前記送信ベースバンド信号生成手段が生成したベースバンド信号に対するキャリブレーション補正を行うキャリブレーション用補正手段と、

前記キャリブレーション用補正手段により前記キャリブレーション補正された後のベースバンド信号をＤ／Ａ変換するＤＡ変換手段と、

前記ＤＡ変換手段により変換されたベースバンド信号をアップコンバートし無線送信する無線送信手段と、

を備えたことを特徴とする請求の範囲第１項または第２項に記載のアレーアンテナ通信装置。

１４．前記キャリブレーション処理手段は、

前記アンテナブランチから送信された信号を合波する合波器と、

前記合波器によって合波された信号をベースバンド信号に変換するキャリブレーション用受信手段と、

前記キャリブレーション用受信手段の出力をＡ／Ｄ変換するＡＤ変換手段と、

前記ＡＤ変換手段の出力を前記フィードバック信号とし、前記参照信号と共に取り込んで前記初期値の算出処理を行い、得られた初期値を前記キャリブレーション用補正手段に更新記憶させる適応制御手段と、

を備えたことを特徴とする請求の範囲第１３項に記載のアレーアンテナ通信装置。

１５．複数のアンテナブランチとアレーアンテナを備えたアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法において、

前記複数のアンテナブランチにそれぞれ設けられた無線送信手段が有する振幅や位相偏差をキャンセルする適応制御キャリブレーション処理に必要な初期値を非通信時に算出するキャリブレーション処理工程を含むことを特徴とするアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

１６．複数のアンテナブランチとアレーアンテナを備えたアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法において、

複数の前記アンテナブランチからベースバンド信号を送信させるベースバンド送信工程と、

前記ベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、前記参照信号と前記フィードバック信号とに基づき、前記ベースバンド信号を送信したアンテナブランチの前記初期値を非通信時に算出するキャリブレーション処理工程と、

を含むことを特徴とするアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

１７．前記キャリブレーション処理工程は、

複数のアンテナブランチのうち一つのアンテナブランチずつ順にベースバンド信号を送信させ、該ベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、前記参照信号と前記フィードバック信号とに基づき、前記ベースバンド信号を送信したアンテナブランチの前記初期値を算出することを特徴とする請求の範囲第１５項または第１６項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

１８．前記キャリブレーション処理工程は、

前記ベースバンド信号を送信させるアンテナブランチを一つずつ増加させ、該

増加した一つのアンテナブランチから送信されたベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた複数のアンテナブランチの信号のうち、前記増加した一つのアンテナブランチから送信された信号をフィードバック信号として、前記参照信号とフィードバック信号とに基づき、前記増加したアンテナブランチの前記初期値を算出することを特徴とする請求の範囲第１５項または第１６項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

１９．前記キャリブレーション処理工程は、

前記複数のアンテナブランチのうち一つのアンテナブランチのベースバンド信号の位相を可変させる位相可変工程を含み、

前記ベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、前記参照信号と前記フィードバック信号の誤差が最小となるときの位相を、前記位相を可変させたアンテナブランチの前記初期値とすることを特徴とする請求の範囲第１５項または第１６項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

２０．前記位相可変工程は、

前記送信するベースバンド信号の位相を所定の固定量ずつ回転させることを特徴とする請求の範囲第１９項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

２１．前記キャリブレーション処理工程は、

前記送信するベースバンド信号の位相を前記固定量で回転させて前記初期値を求めた後、該初期値を求めた際の位相の回転角度を基準として前後所定角度の範囲の位相を連続的に回転させて前記誤差が最小となる位相により前記初期値を再度求めることを特徴とする請求の範囲第１９項に記載のアレーアンテナ通信装置

のキャリブレーション方法。

２２．前記キャリブレーション処理工程は、

キャリブレーション用の信号として既知のベースバンド信号を前記各アンテナブランチに供給する既知キャリブレーション信号供給工程を含み、

前記複数のアンテナブランチ全てに前記既知のベースバンド信号を供給し、うち一つのアンテナブランチには前記既知のベースバンド信号を位相反転して供給し、

前記既知のベースバンド信号を参照信号とし、前記複数のアンテナブランチの前記無線送信手段を介してアップコンバートされた複数の信号をフィードバック信号として、全てのアンテナブランチにおける前記初期値を同時に算出することを特徴とする請求の範囲第１５項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

２３．前記キャリブレーション処理工程は、

前記複数のアンテナブランチから送信するベースバンド信号の周波数がそれぞれ異なるよう所定量ずつ周波数シフトさせる第１の周波数シフト工程と、

前記各アンテナブランチの数に対応して前記周波数シフトされた前記ベースバンド信号を元の周波数に戻す第２の周波数シフト工程とを含み、

前記各アンテナブランチが送信し前記第１の周波数シフト工程により周波数シフトする前段のベースバンド信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされ、前記第２の周波数シフト工程により周波数シフトが戻されたベースバンド信号をフィードバック信号として、全てのアンテナブランチにおける前記初期値を同時に算出することを特徴とする請求の範囲第１５項または第１６項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

２４．前記キャリブレーション処理工程は、

前記各アンテナブランチから出力される前記フィードバック信号を前記第２の周波数シフト工程により各アンテナブランチに対応した周波数シフト量だけ連続的に可変させることにより、各アンテナブランチにおける前記初期値を順次算出することを特徴とする請求の範囲第２３項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

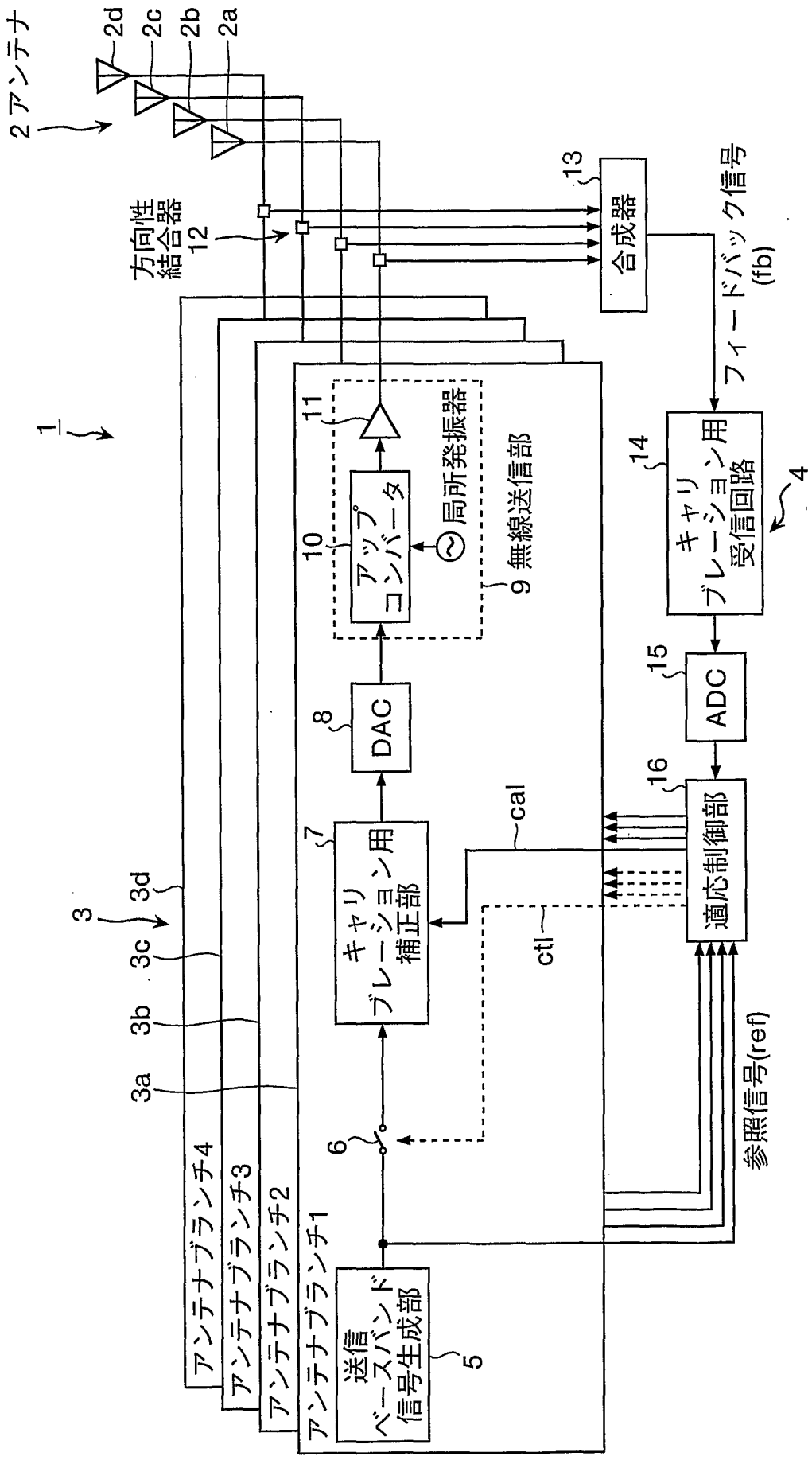
２５．前記キャリブレーション処理工程は、

キャリブレーションを行うアンテナブランチ以外のアンテナブランチが送信するベースバンド信号に対してそれぞれ異なる周波数シフトとなるよう周波数シフトさせる周波数シフト工程を含み、

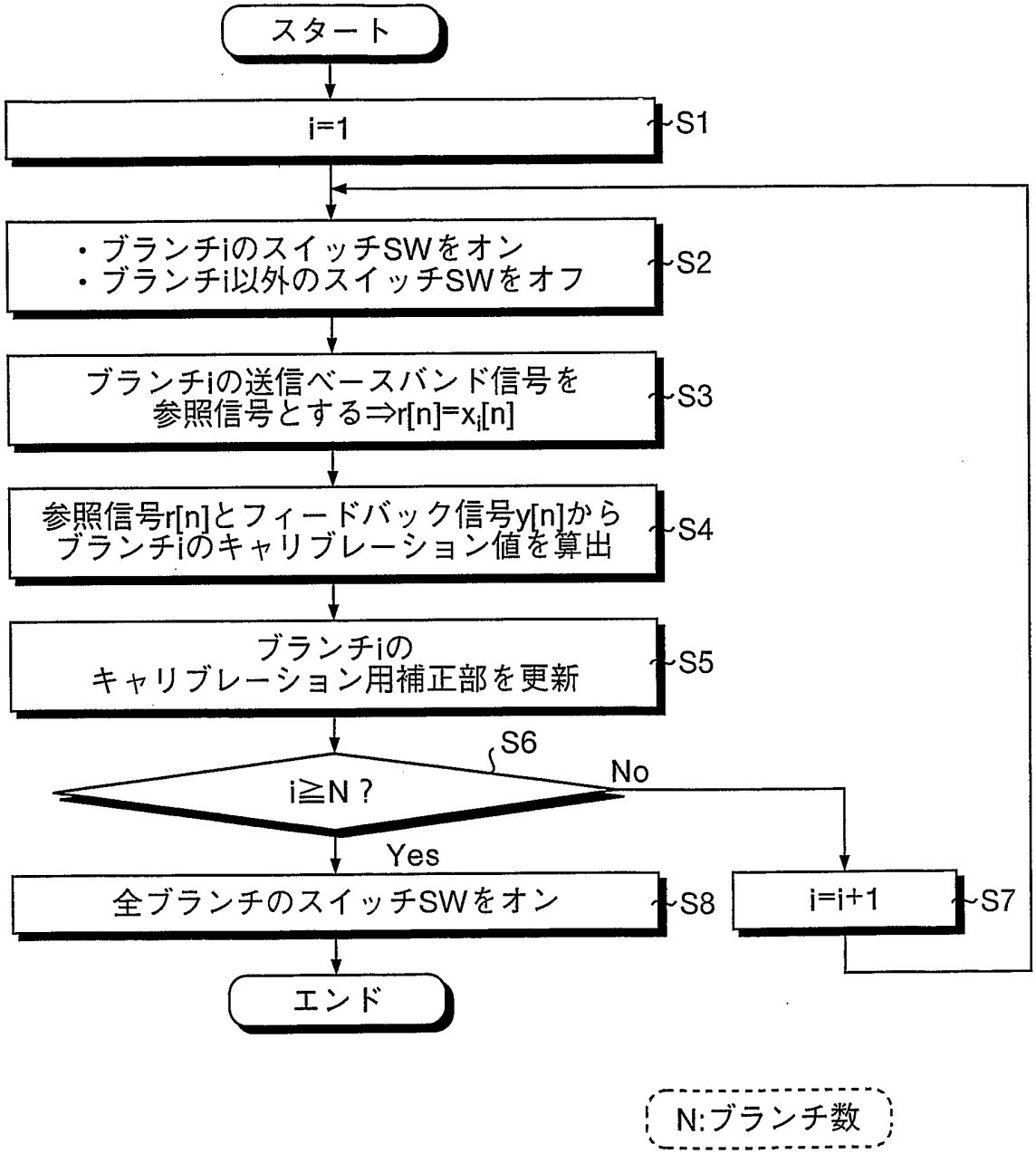
前記各アンテナブランチが送信し前記周波数シフト工程により周波数シフトする前段の信号を参照信号とし、前記無線送信手段を介してアップコンバートされた信号をフィードバック信号として、各アンテナブランチにおける前記初期値を順次算出することを特徴とする請求の範囲第１５項または第１６項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

２６．前記キャリブレーション処理工程は、装置の起動時に前記初期値を算出することを特徴とする請求の範囲第１５項または第１６項に記載のアレーアンテナ通信装置のキャリブレーション方法。

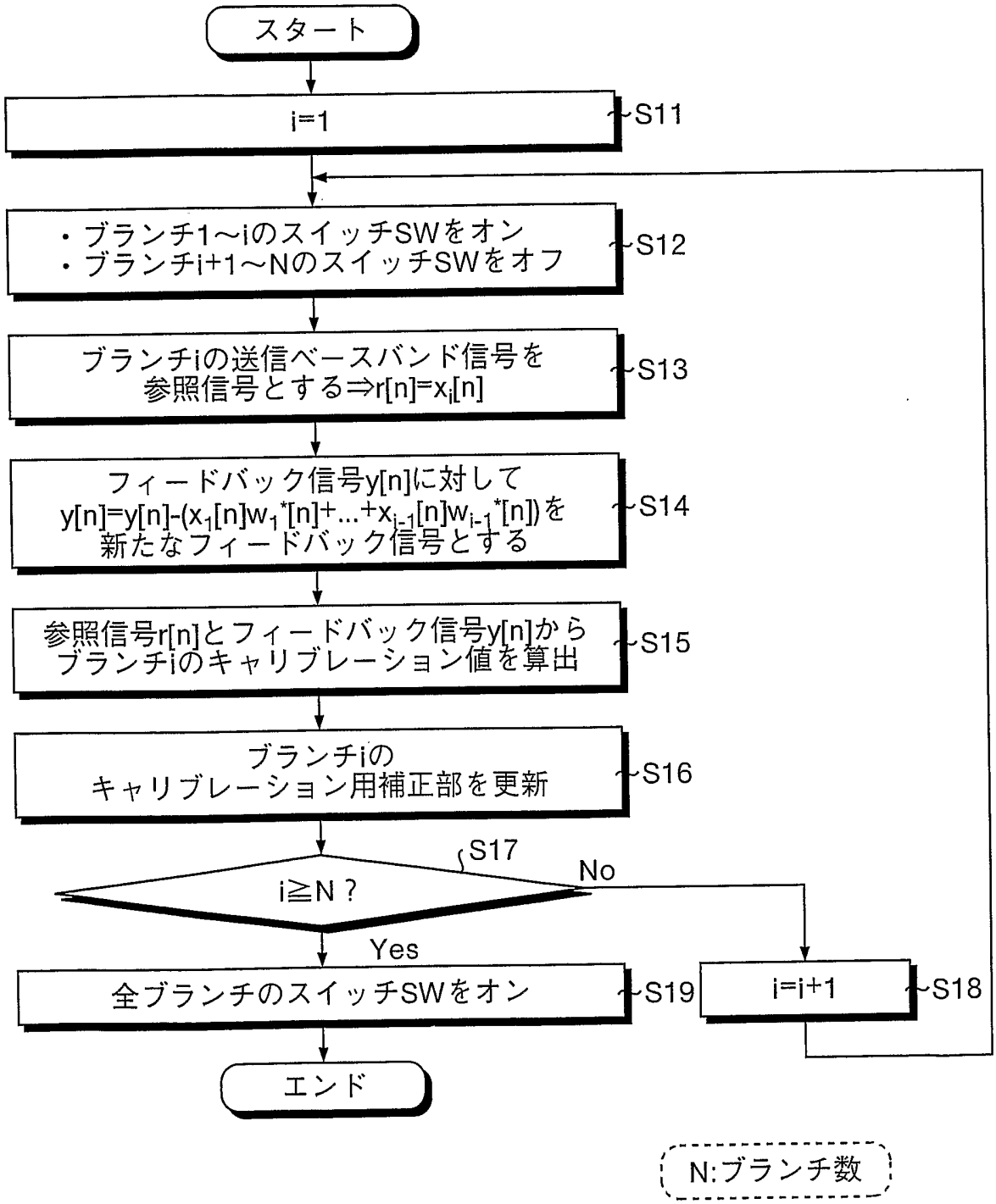
第１図


2 アンテナ
2d
2c
2b
2a
方向性結合器
12
13
合成器
フィードバック信号
(fb)
1
11
10
アップコンバータ
局所発振器
9 無線送信部
14
キャリブレーション用受信回路
4
8
DAC
15
ADC
7
キャリブレーション用補正部
cal
16
適応制御部
3
3d
3c
3b
3a
ctl
6
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信ベースバンド信号生成部
5
参照信号(ref)

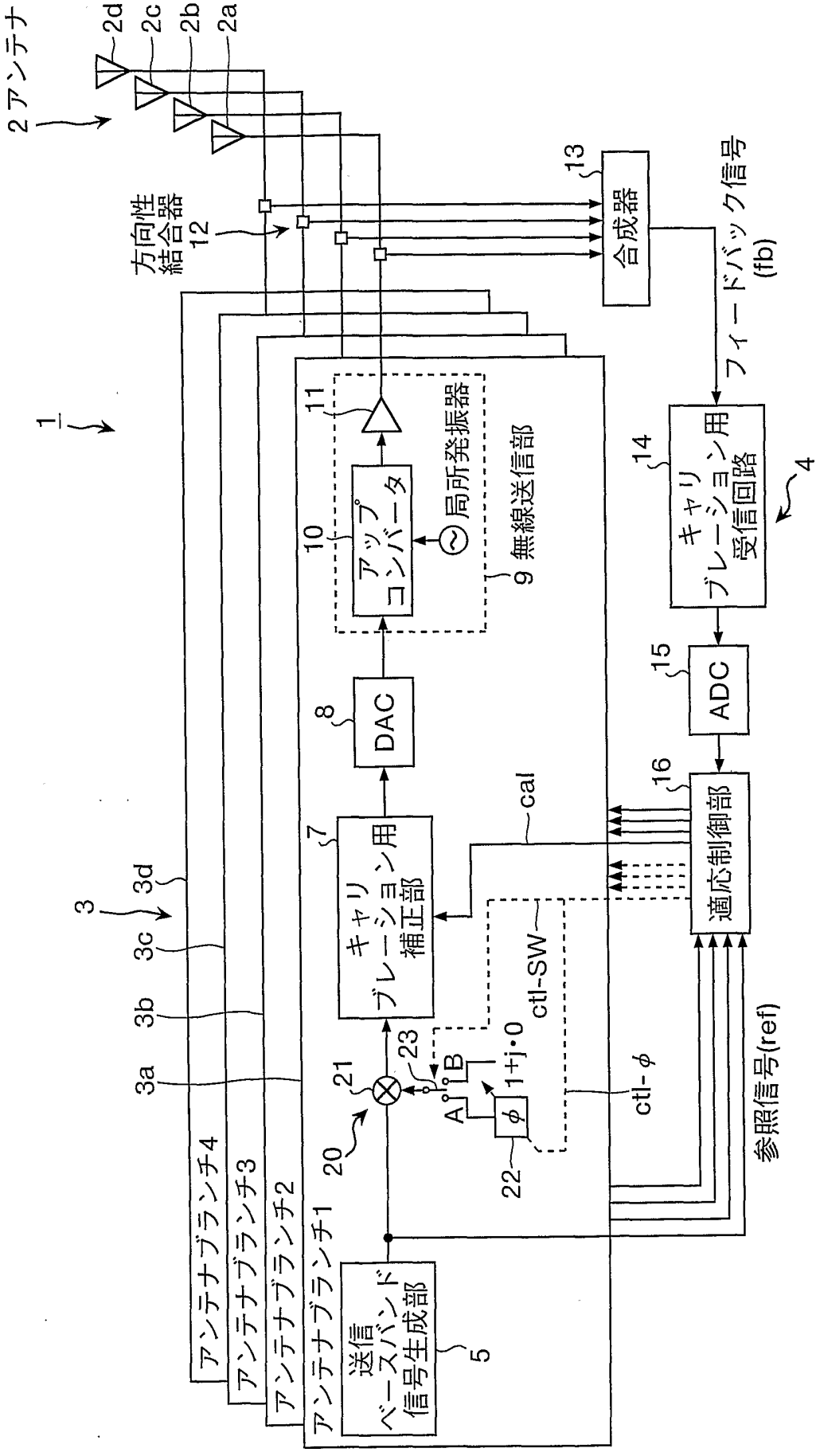
第２図


スタート
i=1
S1
・ブランチiのスイッチSWをオン
・ブランチi以外のスイッチSWをオフ
S2
ブランチiの送信ベースバンド信号を
参照信号とする⇒r[n]=x_i[n]
S3
参照信号r[n]とフィードバック信号y[n]から
ブランチiのキャリブレーション値を算出
S4
ブランチiの
キャリブレーション用補正部を更新
S5
S6
i≧N？
No
Yes
全ブランチのスイッチSWをオン
S8
i=i+1
S7
エンド
N:ブランチ数

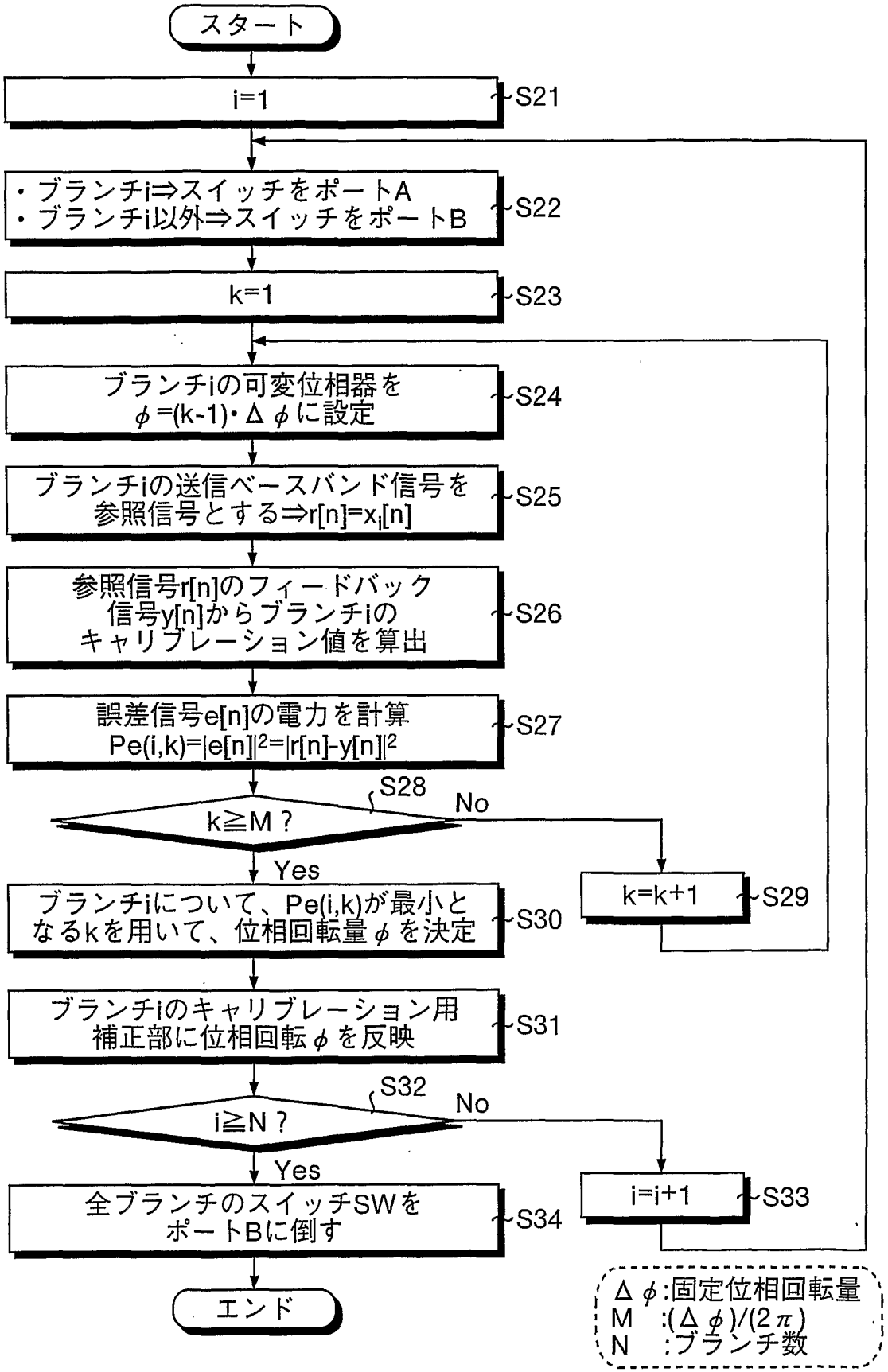
第３図


スタート
i=1
S11
・ブランチ1～iのスイッチSWをオン
・ブランチi+1～Nのスイッチ SWをオフ
S12
ブランチiの送信ベースバンド信号を
参照信号とする⇒r[n]=x_i[n]
S13
フィードバック信号y[n]に対して
y[n]=y[n]-(x_1[n]w_1*[n]+...+x_i-1[n]w_i-1*[n])を
新たなフィードバック信号とする
S14
参照信号r[n]とフィードバック信号y[n]から
ブランチiのキャリブレーション値を算出
S15
ブランチiの
キャリブレーション用補正部を更新
S16
S17
i≧N？
No
Yes
全ブランチのスイッチSWをオン
S19
i=i+1
S18
エンド
N:ブランチ数

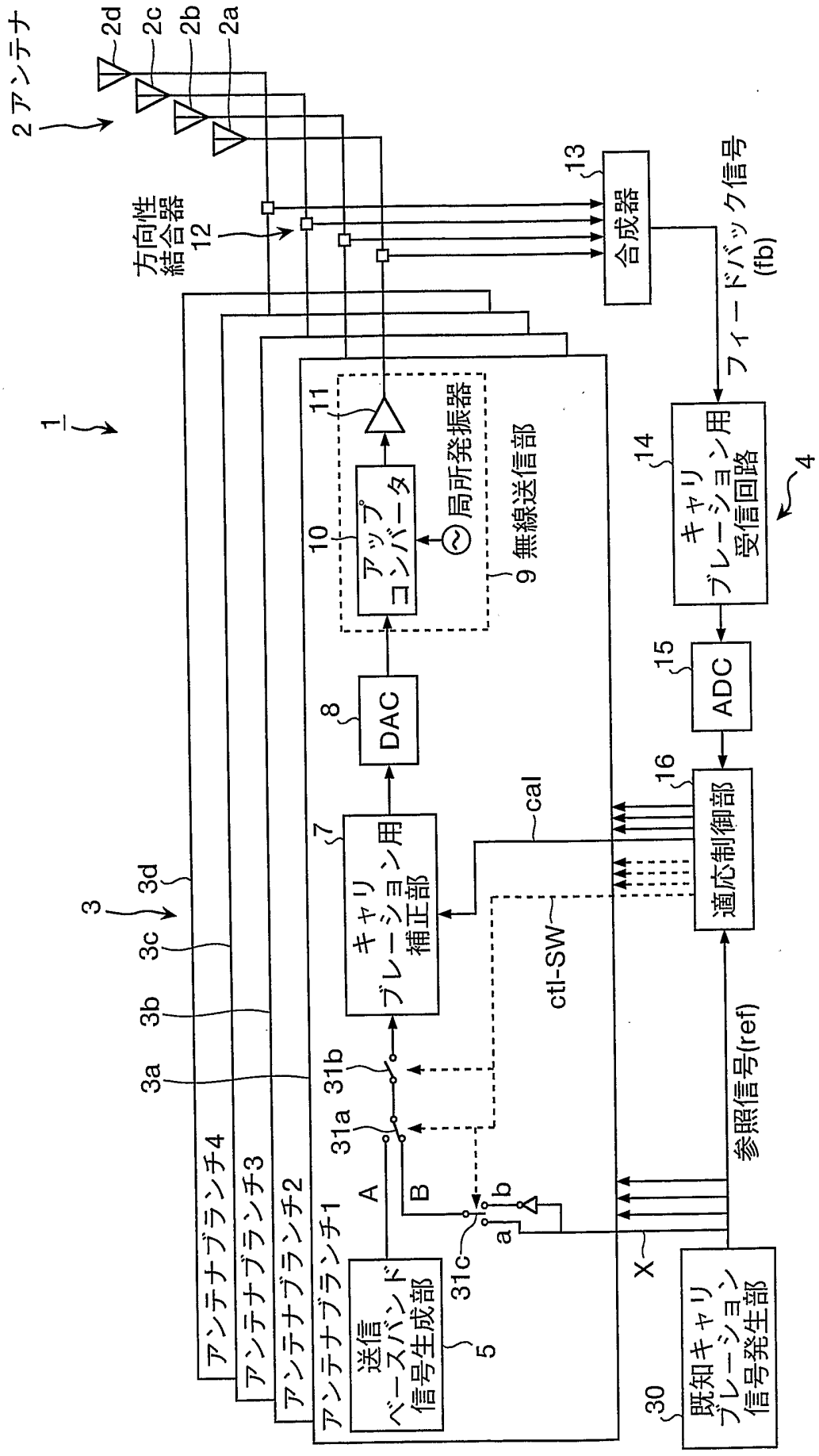
第４図


2 アンテナ
2d
2c
2b
2a
方向性結合器
12
13
合成器
フィードバック信号
(fb)
1
11
10
アップコンバータ
局所発振器
9 無線送信部
14
キャリブレーション用受信回路
4
8
DAC
15
ADC
7
キャリブレーション用補正部
cal
16
適応制御部
3
3d
3c
3b
3a
23
21
20
A
B
1+j・0
φ
22
ctl-SW
ctl-φ
参照信号(ref)
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信ベースバンド信号生成部
5

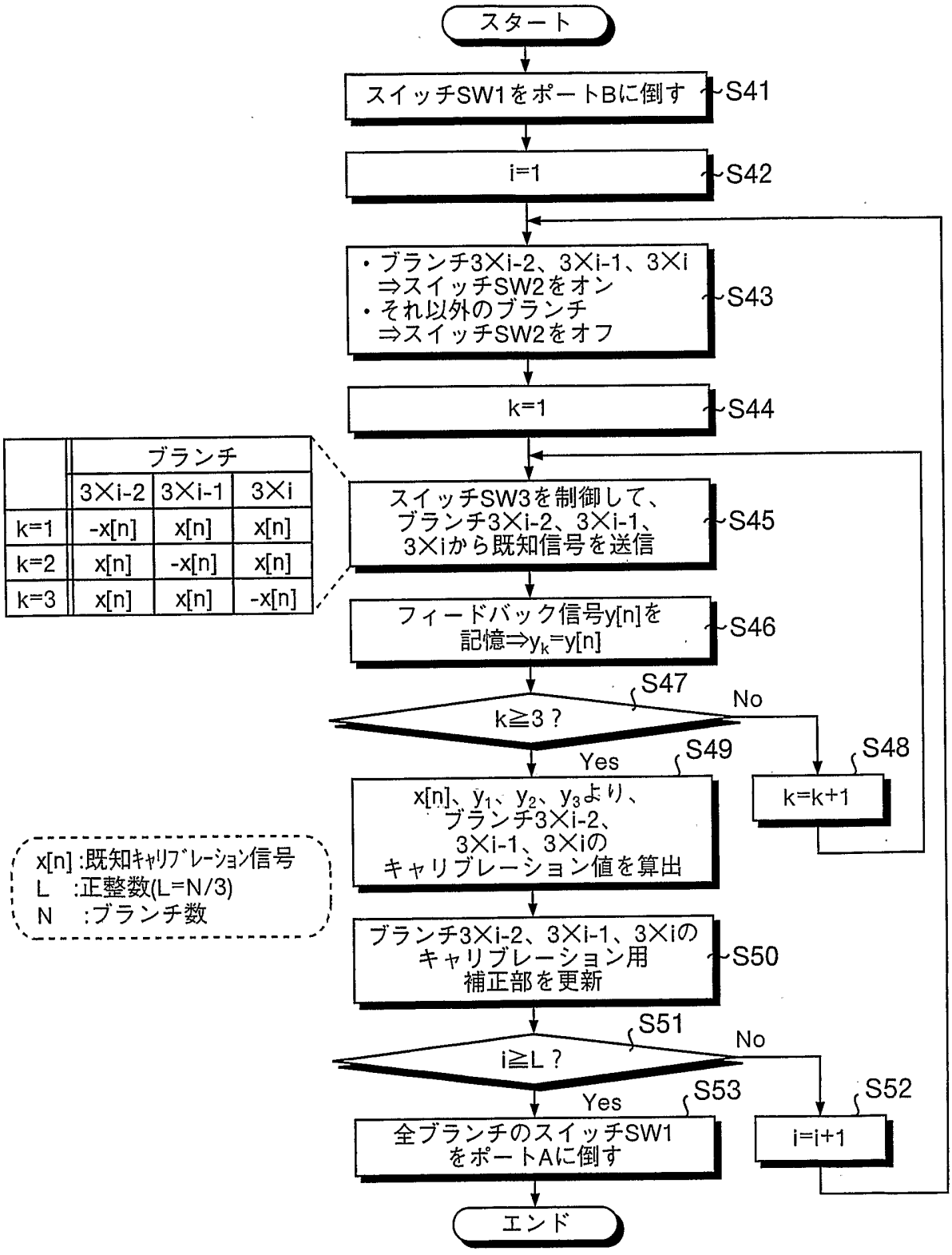
第5図


スタート
i=1
S21
・ブランチi⇒スイッチをポートA
・ブランチi以外⇒スイッチをポートB
S22
k=1
S23
ブランチiの可変位相器を
φ=(k-1)・Δφに設定
S24
ブランチiの送信ベースバンド信号を
参照信号とする⇒r[n]=x_i[n]
S25
参照信号r[n]のフィードバック
信号y[n]からブランチiの
キャリブレーション値を算出
S26
誤差信号e[n]の電力を計算
Pe(i,k)=|e[n]|²=|r[n]-y[n]|²
S27
S28
k≧M？
No
Yes
k=k+1
S29
ブランチiについて、Pe(i,k)が最小と
なるkを用いて、位相回転量φを決定
S30
ブランチiのキャリブレーション用
補正部に位相回転φを反映
S31
S32
i≧N？
No
Yes
i=i+1
S33
全ブランチのスイッチSWを
ポートBに倒す
S34
エンド
Δφ:固定位相回転量
M :(Δφ)/(2π)
N :ブランチ数

第6図

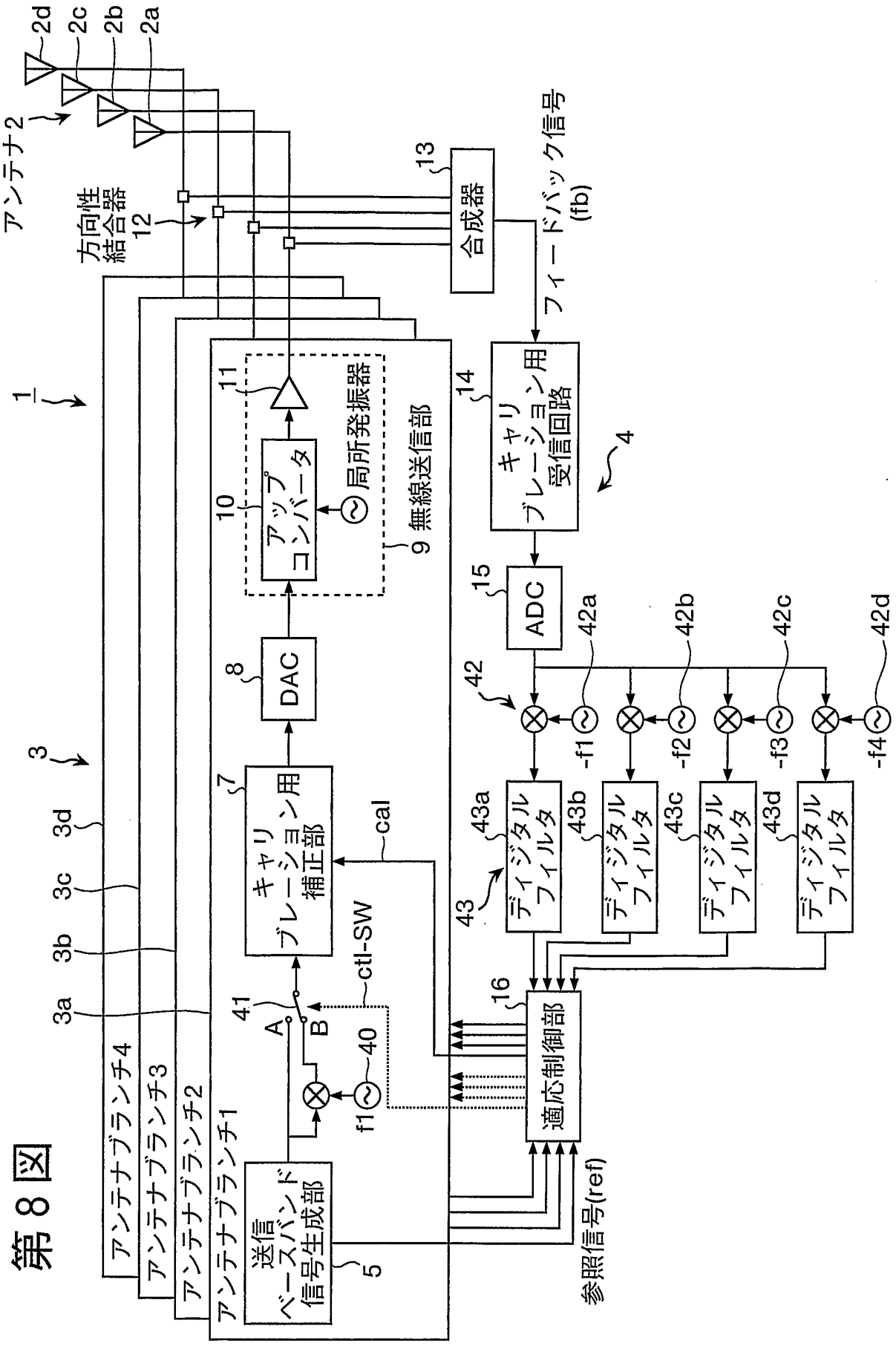

2 アンテナ
2d
2c
2b
2a
方向性結合器
12
13
合成器
フィードバック信号
(fb)
1
11
局所発振器
9 無線送信部
10
アップコンバータ
14
キャリブレーション用受信回路
4
8
DAC
15
ADC
7
キャリブレーション用補正部
cal
16
適応制御部
3
3d
3c
3b
3a
31b
31a
A
B
b
a
31c
ctl-SW
参照信号(ref)
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信ベースバンド信号生成部
5
X
既知キャリブレーション信号発生部
30

第7図

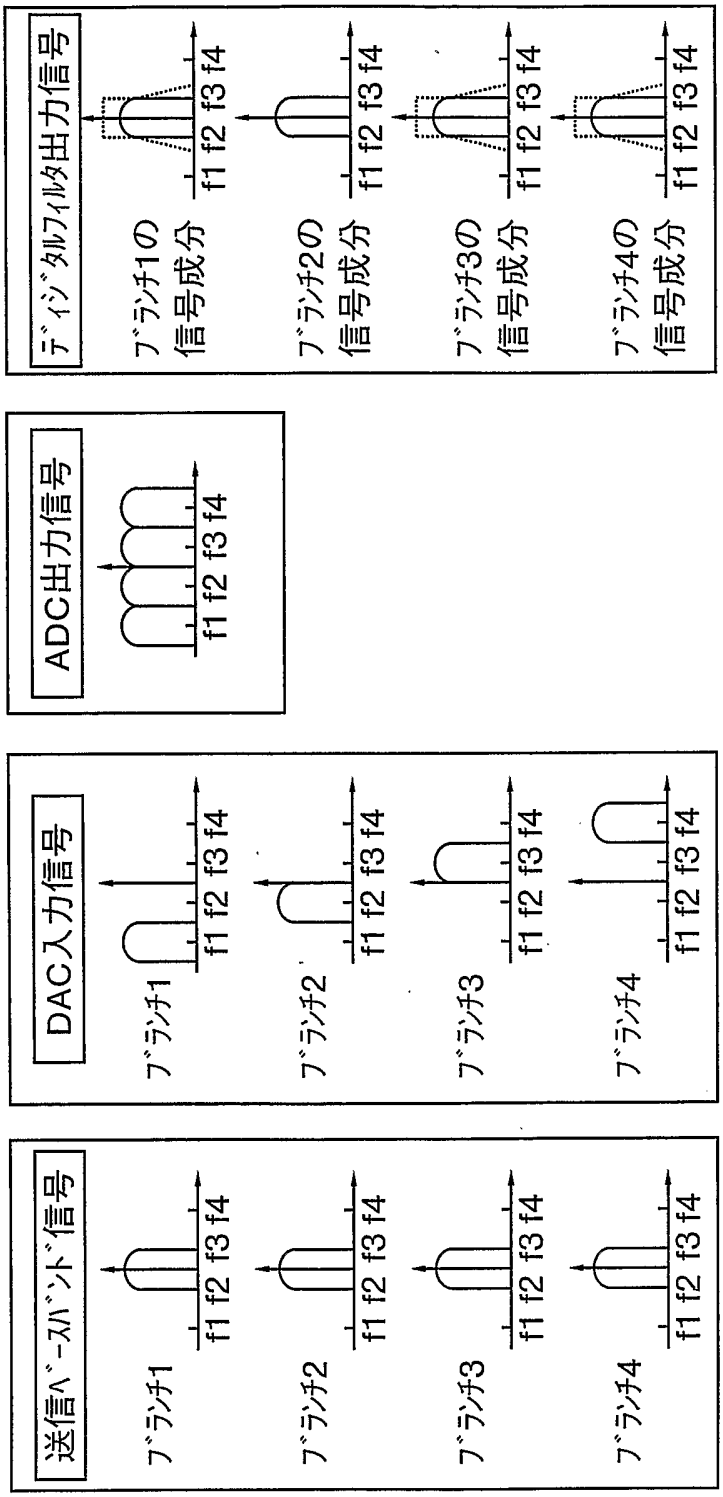


	ブランチ		
	3×i-2	3×i-1	3×i
k=1	-x[n]	x[n]	x[n]
k=2	x[n]	-x[n]	x[n]
k=3	x[n]	x[n]	-x[n]

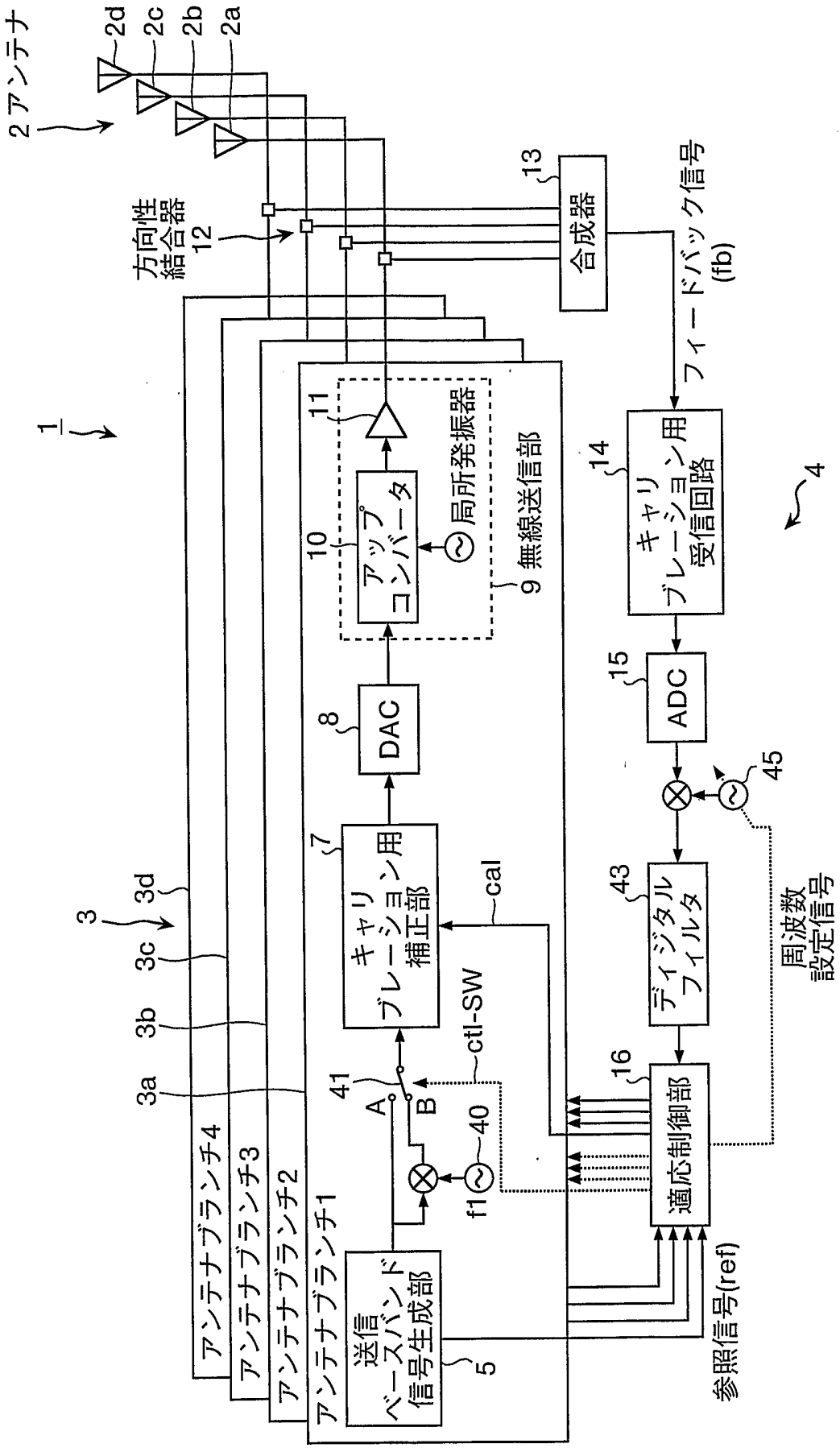
第８図


アンテナ2
2d
2c
2b
2a
方向性結合器
12
合成器
13
フィードバック信号
(fb)
1
3
3d
3c
3b
3a
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
11
アップコンバータ
局所発振器
9 無線送信部
10
8
DAC
7
キャリブレーション用補正部
cal
ctl-SW
41
A
B
40
f1
送信ベースバンド信号生成部
5
14
キャリブレーション用受信回路
4
15
ADC
42
42a
42b
42c
42d
-f1
-f2
-f3
-f4
43
43a
43b
43c
43d
ディジタルフィルタ
16
適応制御部
参照信号(ref)

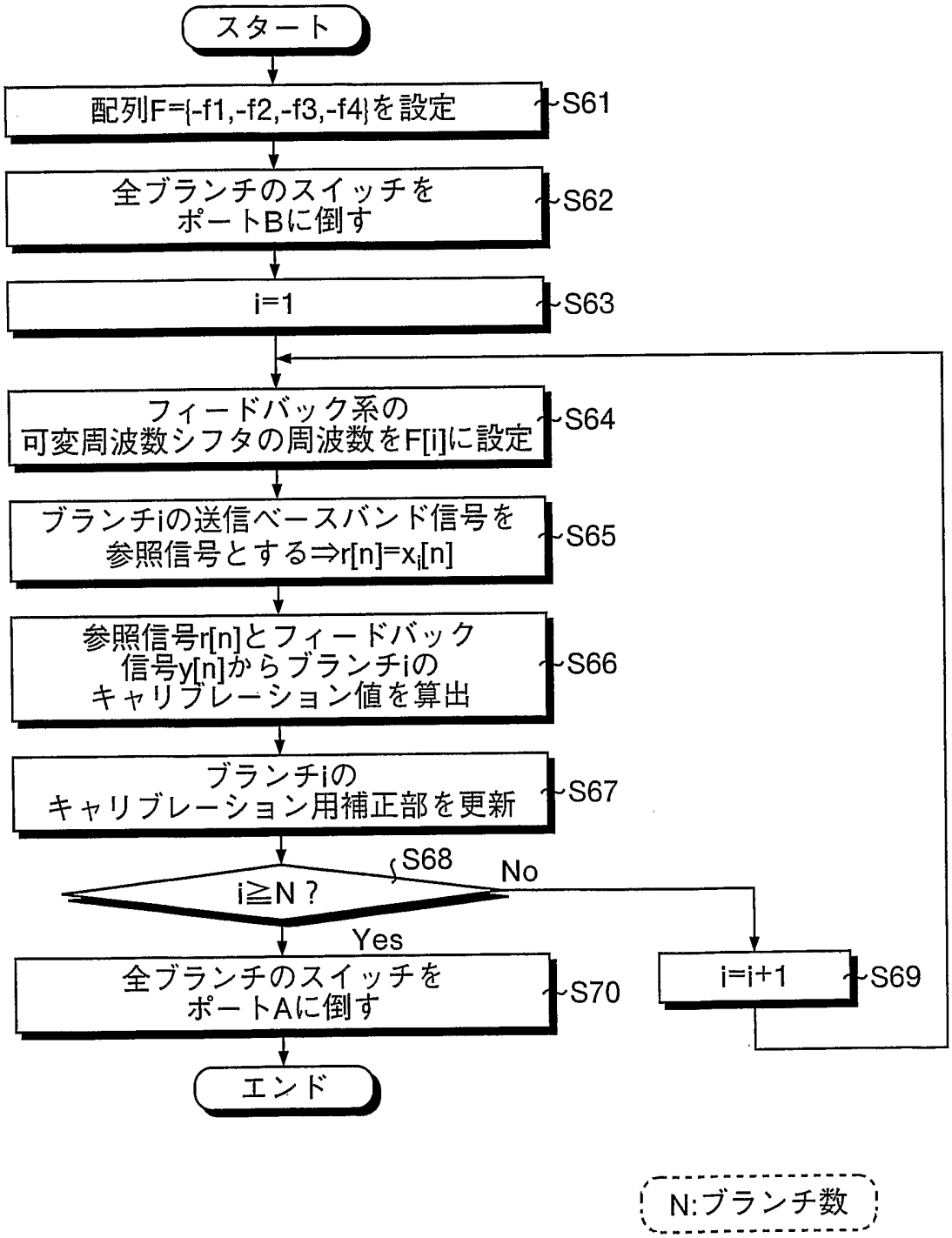
第９図


(a)
送信ベースバンド信号
ブランチ1
ブランチ2
ブランチ3
ブランチ4
f1 f2 f3 f4
(b)
DAC入力信号
ブランチ1
ブランチ2
ブランチ3
ブランチ4
f1 f2 f3 f4
(c)
ADC出力信号
f1 f2 f3 f4
(d)
ディジタルフィルタ出力信号
ブランチ1の信号成分
ブランチ2の信号成分
ブランチ3の信号成分
ブランチ4の信号成分
f1 f2 f3 f4

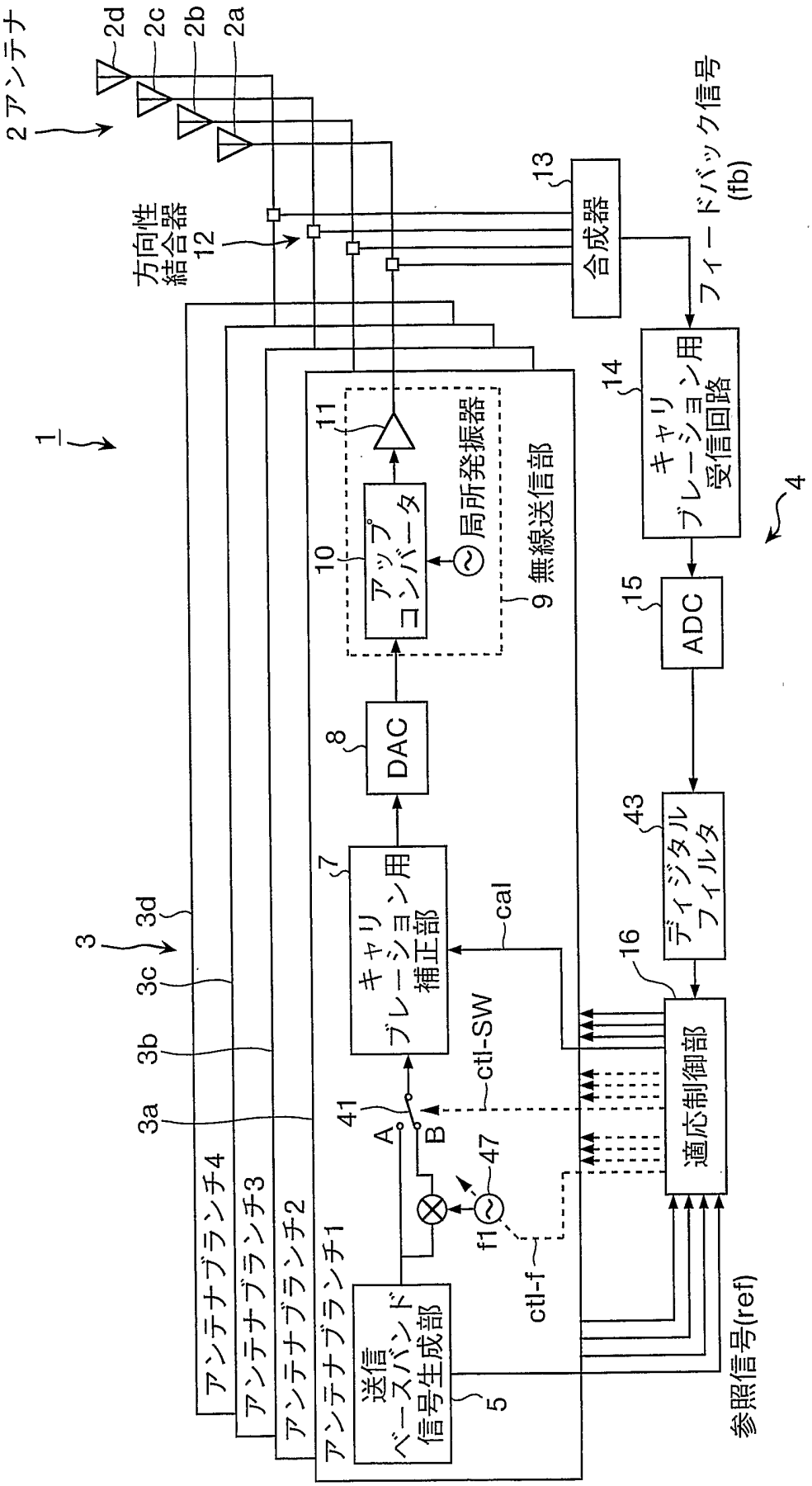
第10図


2 アンテナ
2d
2c
2b
2a
方向性結合器
12
13
合成器
フィードバック信号
(fb)
1
11
10
アップコンバータ
局所発振器
9 無線送信部
14
キャリブレーション用受信回路
4
8
DAC
15
ADC
45
7
キャリブレーション用補正部
cal
43
ディジタルフィルタ
周波数設定信号
3
3d
3c
3b
3a
ctl-SW
41
A
B
40
f1
16
適応制御部
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信ベースバンド信号生成部
5
参照信号(ref)

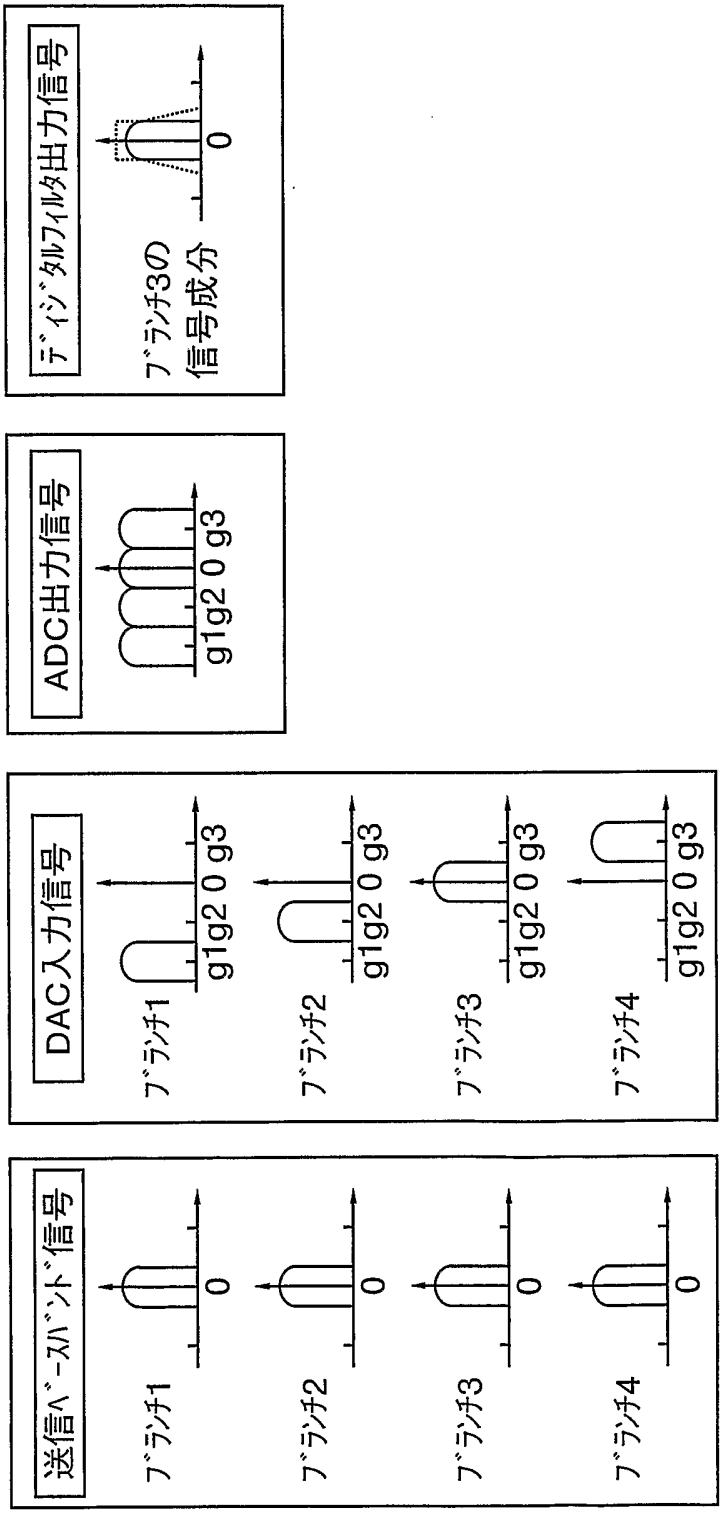
第11図


スタート
配列F={-f1,-f2,-f3,-f4}を設定
S61
全ブランチのスイッチを
ポートBに倒す
S62
i=1
S63
フィードバック系の
可変周波数シフタの周波数をF[i]に設定
S64
ブランチiの送信ベースバンド信号を
参照信号とする⇒r[n]=x_i[n]
S65
参照信号r[n]とフィードバック
信号y[n]からブランチiの
キャリブレーション値を算出
S66
ブランチiの
キャリブレーション用補正部を更新
S67
S68
i≧N ?
No
Yes
全ブランチのスイッチを
ポートAに倒す
S70
i=i+1
S69
エンド
N:ブランチ数

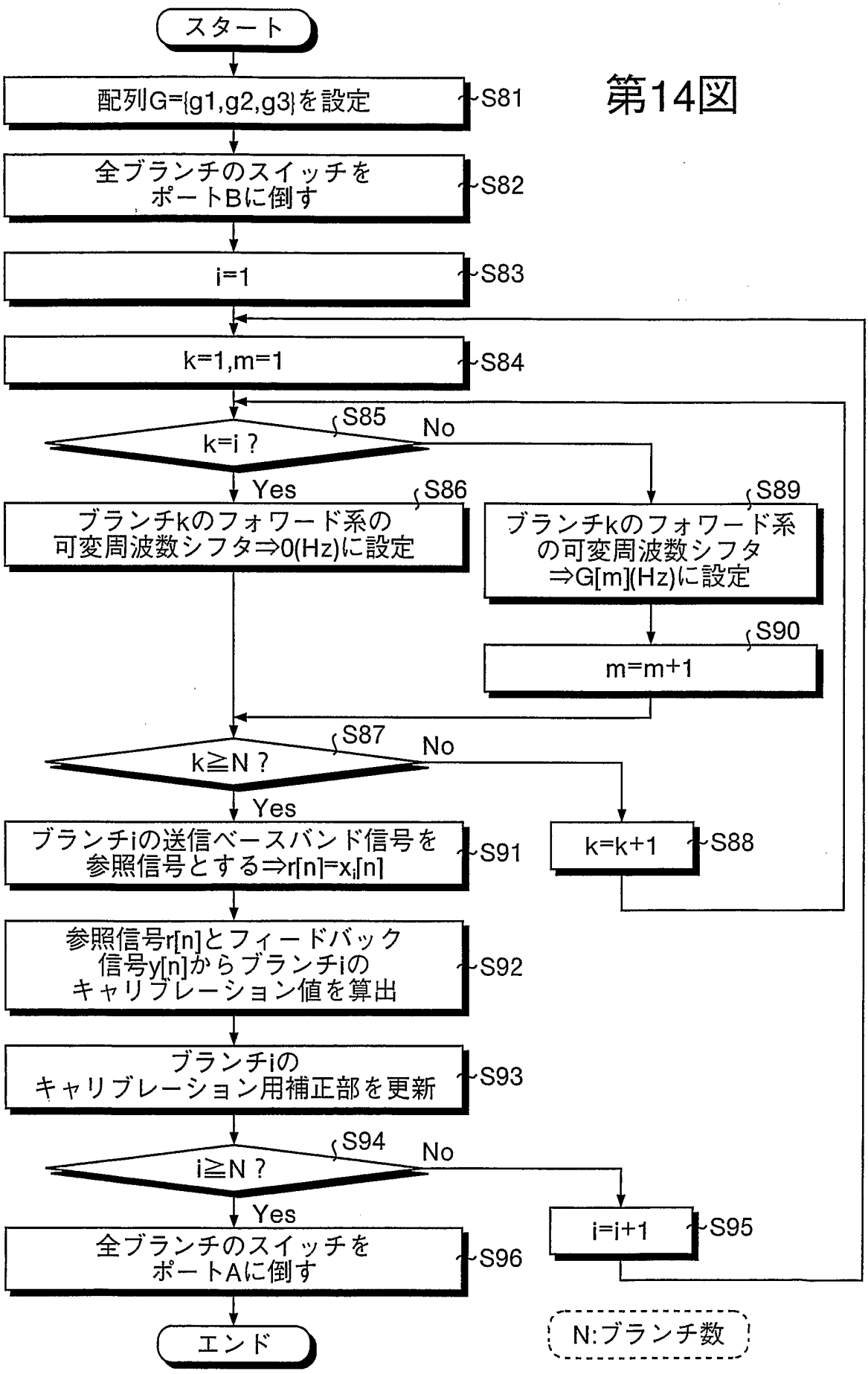
第12図


2 アンテナ
2d
2c
2b
2a
方向性結合器
12
1
13
合成器
フィードバック信号
(fb)
14
キャリブレーション用
受信回路
4
11
10
アップコンバータ
局所発振器
9 無線送信部
15
ADC
8
DAC
43
ディジタルフィルタ
7
キャリブレーション用
補正部
cal
16
3
3d
3c
3b
3a
ctl-SW
41
A
B
47
f1
適応制御部
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信
ベースバンド
信号生成部
5
ctl-f
参照信号(ref)

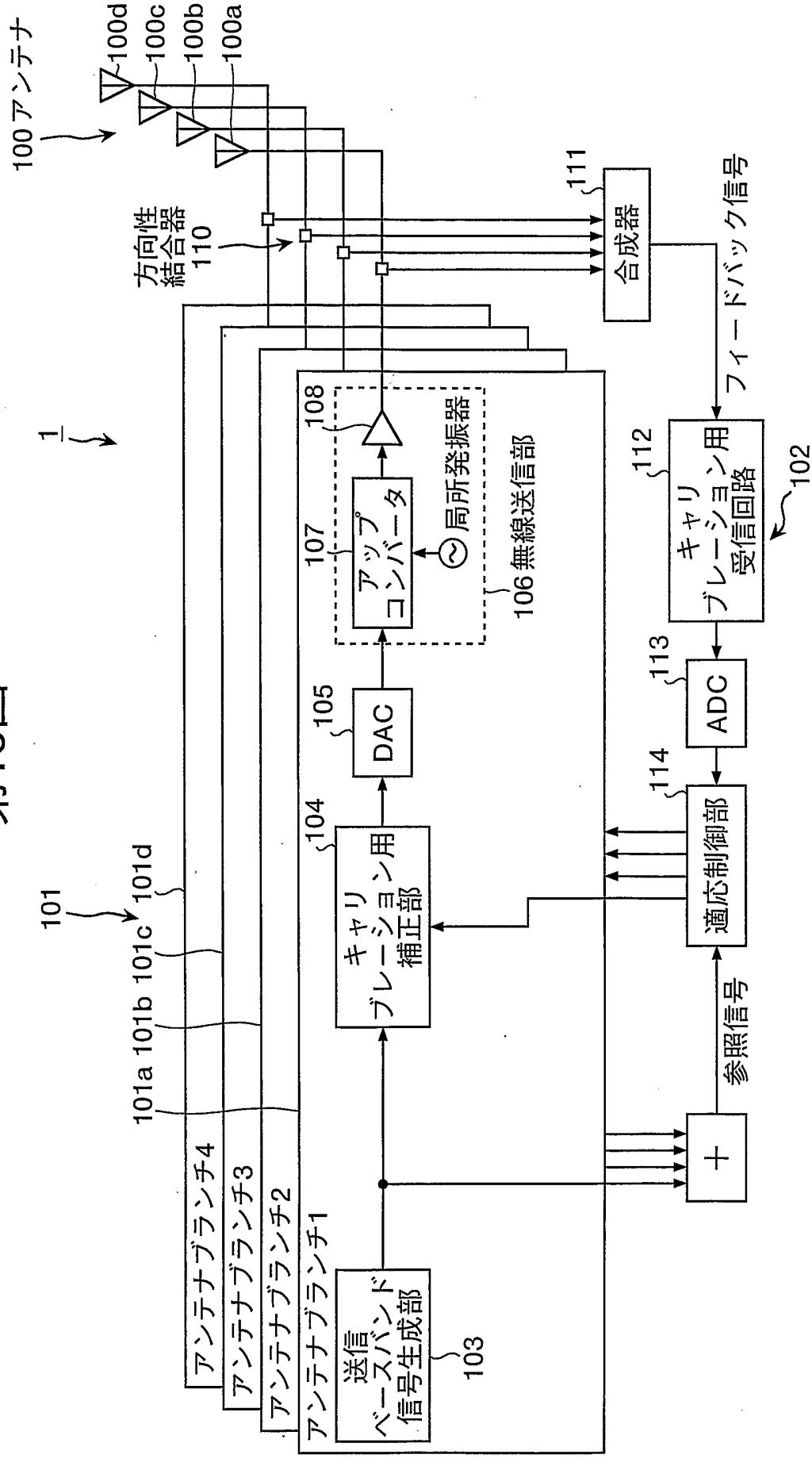
第13図


(a)
送信ベースバンド信号
ブランチ1
ブランチ2
ブランチ3
ブランチ4
0
(b)
DAC入力信号
ブランチ1
ブランチ2
ブランチ3
ブランチ4
g1g2 0 g3
(c)
ADC出力信号
g1g2 0 g3
(d)
ディジタルフィルタ出力信号
ブランチ3の
信号成分
0

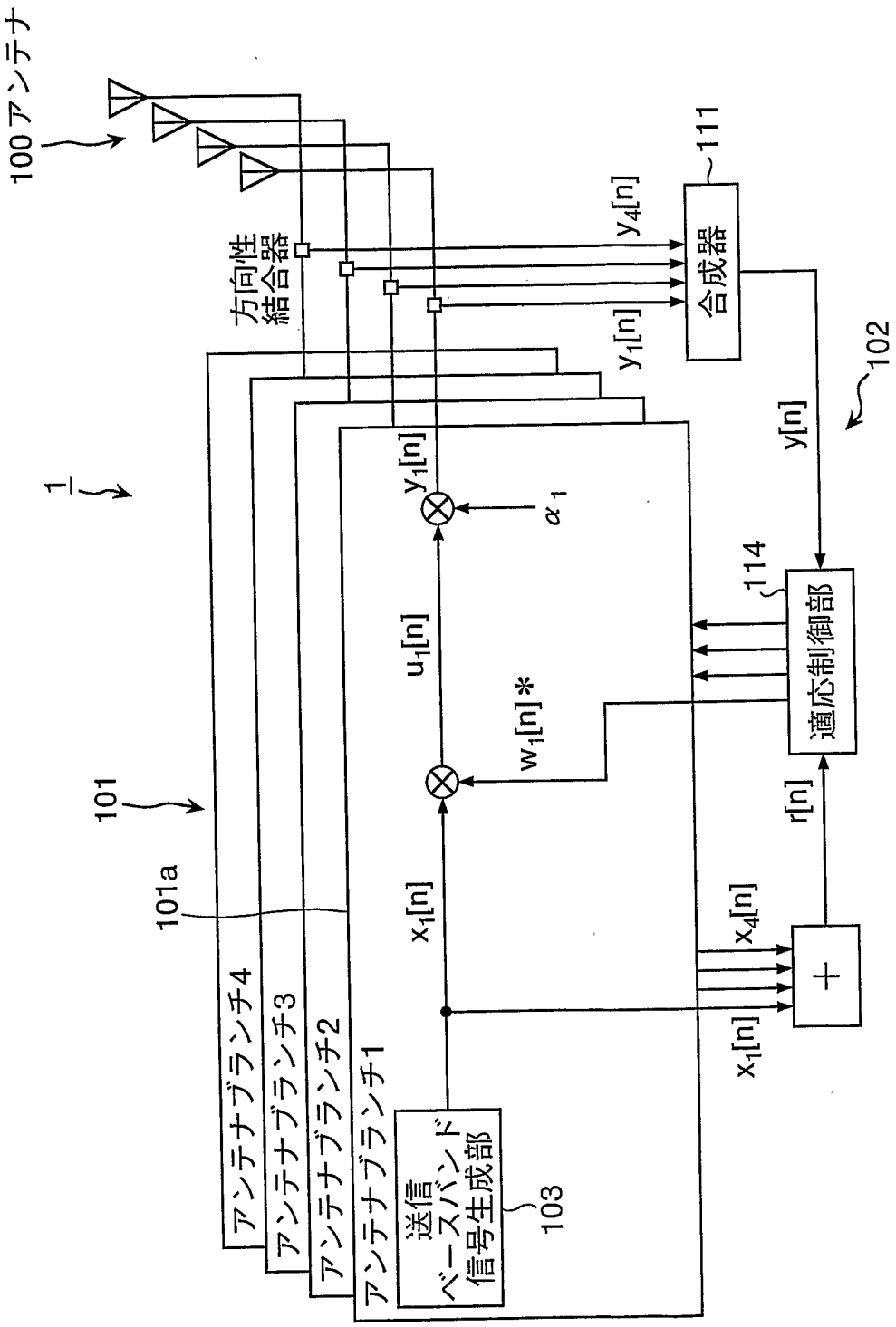
第14図


スタート
配列G={g1,g2,g3}を設定
S81
全ブランチのスイッチを
ポートBに倒す
S82
i=1
S83
k=1,m=1
S84
S85
k=i ?
No
Yes
S86
ブランチkのフォワード系の
可変周波数シフタ⇒0(Hz)に設定
S89
ブランチkのフォワード系
の可変周波数シフタ
⇒G[m](Hz)に設定
S90
m=m+1
S87
k≧N ?
No
Yes
ブランチiの送信ベースバンド信号を
参照信号とする⇒r[n]=x_i[n]
S91
k=k+1
S88
参照信号r[n]とフィードバック
信号y[n]からブランチiの
キャリブレーション値を算出
S92
ブランチiの
キャリブレーション用補正部を更新
S93
S94
i≧N ?
No
Yes
全ブランチのスイッチを
ポートAに倒す
S96
i=i+1
S95
エンド
N:ブランチ数

第15図


100 アンテナ
100d
100c
100b
100a
方向性結合器 110
111 合成器
フィードバック信号
1
101
101a 101b 101c 101d
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信ベースバンド信号生成部 103
104 キャリブレーション用補正部
105 DAC
107 アップコンバータ
局所発振器
108
106 無線送信部
112 キャリブレーション用受信回路
102
113 ADC
114 適応制御部
参照信号
+

第16図


100 アンテナ
方向性結合器
111
合成器
$y_4[n]$
$y_1[n]$
102
y[n]
1
101
101a
$y_1[n]$
α_1
$u_1[n]$
$w_1[n]^*$
114
適応制御部
r[n]
$x_1[n]$
$x_4[n]$
$x_1[n]$
+
アンテナブランチ4
アンテナブランチ3
アンテナブランチ2
アンテナブランチ1
送信ベースバンド信号生成部
103

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/06947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H04B7/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] H04B7/00, H04B7/02-7/12, H04L1/02-1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 10-336149 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18.12.98), & EP 0881704 A2 & CN 1200605 A & KR 98087443 A	1-3,12-17,26 4-11,18-24
A	WO 00/08777 A1 (Sanyo Electric Co., Ltd.), 17 February, 2000 (17.02.00), & AU 9949335 A & EP 1104122 A1 & JP 2000-564314 A & CN 1322414 A & KR 2001085330 A	1-26
A	JP 3-165103 A (NEC Corp.), 17 July, 1991 (17.07.91), (Family: none)	5-7,19-21

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* 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 document 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 05 September, 2003 (05.09.03)	Date of mailing of the international search report 24 September, 2003 (24.09.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／０６９４７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
Ｉｎｔ．Ｃｌ⁷　Ｈ０４Ｂ７／１０

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．Ｃｌ⁷　Ｈ０４Ｂ７／００
Ｈ０４Ｂ７／０２－７／１２
Ｈ０４Ｌ１／０２－１／０４

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　１９７１－２００３年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２００３年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２００３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）

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	関連する請求の範囲の番号
Ｘ	ＪＰ　１０－３３６１４９　Ａ（松下電器産業株式会社） １９９８．１２．１８	1-3, 12-17, 26
Ａ	＆　ＥＰ　０８８１７０４　Ａ２＆　ＣＮ　１２００６０５　Ａ ＆　ＫＲ　９８０８７４４３　Ａ	4-11, 18-24

☒ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ 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の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	国際調査報告の発送日
０５．０９．０３	24.09.03

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	伏本　正典	５Ｊ　９３７２
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４	

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９８年７月）

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／０６９４７

Ｃ（続き）．　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	関連する請求の範囲の番号
Ａ	ＷＯ　００／０８７７７　Ａ１（三洋電機株式会社） ２０００．０２．１７ ＆　ＡＵ　９９４９３３５　Ａ　＆　ＥＰ　１１０４１２２　Ａ１ ＆　ＪＰ　２０００－５６４３１４　Ａ ＆　ＣＮ　１３２２４１４　Ａ ＆　ＫＲ　２００１０８５３３０　Ａ	1-26
Ａ	ＪＰ　３－１６５１０３　Ａ（日本電気株式会社） １９９１．０７．１７ （ファミリーなし）	5-7, 19-21