

(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2010-141448

(P2010-141448A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 4 B 17/00 (2006.01)	H 0 4 B 17/00 R	5 K 0 4 2
G 0 1 R 29/08 (2006.01)	G 0 1 R 29/08 B	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-313815 (P2008-313815)	(71) 出願人	000004237
(22) 出願日	平成20年12月10日 (2008.12.10)		
		(74) 代理人	100088812
			弁理士 ▲柳▼川 信
		(72) 発明者	宮本 勝男
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
		(72) 発明者	樋口 利光
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
		Fターム(参考)	5K042 AA06 BA11 CA02 DA16 EA15
			FA11 FA21 GA02 GA06 GA15
			JA01

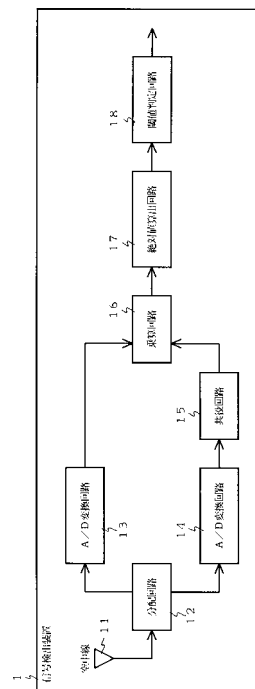
(54) 【発明の名称】 信号検出装置及びそれに用いる信号検出方法並びにそのプログラム

(57) 【要約】

【課題】 微弱な違法電波を検出可能な信号検出装置を提供する。

【解決手段】 信号検出装置(1)は、到来信号を2分配する2分配回路(12)と、2分配回路(12)で2分配した信号をそれぞれアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換回路(13, 14)と、第2のA／D変換回路(14)でアナログ／デジタル変換したデータに対して共役をとる共役回路(15)と、第1のA／D変換回路(13)でアナログ／デジタル変換したデータと共役回路(15)で共役をとったデータとを乗算する乗算回路(16)とを有し、乗算回路(16)の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

到来信号を 2 分配する 2 分配回路と、

前記 2 分配回路で 2 分配した信号をそれぞれアナログ／ディジタル変換する第 1 及び第 2 の A／D 変換回路と、

前記第 2 の A／D 変換回路でアナログ／ディジタル変換したデータに対して共役をとる共役回路と、

前記第 1 の A／D 変換回路でアナログ／ディジタル変換したデータと前記共役回路で共役をとったデータとを乗算する乗算回路とを有し、

前記乗算回路の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出することを特徴とする信号検出装置。 10

【請求項 2】

到来信号を 2 分配する 2 分配回路と、

ローカル信号を発生させる第 1 及び第 2 の信号発生回路と、

前記第 1 及び第 2 の信号発生回路各々で発生させたローカル信号と前記 2 分配回路で 2 分配した信号とを合成する第 1 及び第 2 のミキサ回路と、

前記第 1 及び第 2 のミキサ回路各々で合成した信号をそれぞれアナログ／ディジタル変換する第 1 及び第 2 の A／D 変換回路と、

前記第 1 及び第 2 の A／D 変換回路各々からのデータを帯域制限する第 1 及び第 2 のフィルタ回路と、 20

前記第 2 のフィルタ回路で帯域制限したデータに対して共役をとる共役回路と、

前記第 1 のフィルタ回路で帯域制限したデータと前記共役回路で共役をとったデータとを乗算する乗算回路とを有し、

前記乗算回路の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出することを特徴とする信号検出装置。

【請求項 3】

前記共役回路及び前記乗算回路にて複素共役乗算の加算平均を行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の信号検出装置。

【請求項 4】

到来信号を 2 分配する 2 分配処理と、 30

前記 2 分配処理で 2 分配した信号をアナログ／ディジタル変換する第 1 及び第 2 の A／D 変換処理と、

前記第 2 の A／D 変換処理でアナログ／ディジタル変換したデータに対して共役をとる共役処理と、

前記第 1 の A／D 変換処理でアナログ／ディジタル変換したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを有し、

前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出することを特徴とする信号検出方法。

【請求項 5】

到来信号を 2 分配する 2 分配処理と、 40

ローカル信号を発生させる第 1 及び第 2 の信号発生処理と、

前記第 1 及び第 2 の信号発生処理各々で発生させたローカル信号と前記 2 分配回路で 2 分配した信号とを合成する第 1 及び第 2 のミキサ処理と、

前記第 1 及び第 2 のミキサ処理各々で合成した信号をアナログ／ディジタル変換する第 1 及び第 2 の A／D 変換処理と、

前記第 1 及び第 2 の A／D 変換処理各々からのデータをそれぞれ帯域制限する第 1 及び第 2 のフィルタ処理と、

前記第 2 のフィルタ処理で帯域制限したデータに対して共役をとる共役処理と、

前記第 1 のフィルタ処理で帯域制限したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを有し、 50

前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出することを特徴とする信号検出方法。

【請求項 6】

前記共役処理及び前記乗算処理にて複素共役乗算の加算平均を行うことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載の信号検出方法。

【請求項 7】

コンピュータに実行させるためのプログラムであって、

到来信号を 2 分配する 2 分配処理と、

前記 2 分配処理で 2 分配した信号をアナログ／デジタル変換する第 1 及び第 2 の A／D 変換処理と、

前記第 2 の A／D 変換処理でアナログ／デジタル変換したデータに対して共役をとる共役処理と、

前記第 1 の A／D 変換処理でアナログ／デジタル変換したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを含み、

前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出させることを特徴とするプログラム。

【請求項 8】

コンピュータに実行させるためのプログラムであって、

到来信号を 2 分配する 2 分配処理と、

ローカル信号を発生させる第 1 及び第 2 の信号発生処理と、

前記第 1 及び第 2 の信号発生処理各々で発生させたローカル信号と前記 2 分配回路で 2 分配した信号とを合成する第 1 及び第 2 のミキサ処理と、

前記第 1 及び第 2 のミキサ処理各々で合成した信号をアナログ／デジタル変換する第 1 及び第 2 の A／D 変換処理と、

前記第 1 及び第 2 の A／D 変換処理各々からのデータをそれぞれ帯域制限する第 1 及び第 2 のフィルタ処理と、

前記第 2 のフィルタ処理で帯域制限したデータに対して共役をとる共役処理と、

前記第 1 のフィルタ処理で帯域制限したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを含み、

前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は信号検出装置及びそれに用いる信号検出方法並びにそのプログラムに関し、特に信号放射源から放射された信号の有無を検出する信号検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明に関連する信号検出装置は、図 5 に示すように、空中線 31 と、A／D（アナログ／デジタル）変換回路 32 と、絶対値算出回路 33 と、閾値判定回路 34 とから構成されている。

【0003】

信号検出装置 3 に到来した電波は、空中線 31 で受信される。受信電波の RF（Radio Frequency）信号は、A／D 変換回路 32 で A／D 変換される。A／D 変換後の IQ [I：Inphase（同相成分），Q：Quadrature（直交成分）] 信号は、絶対値算出回路 33 に送られ、IQ 信号の絶対値が算出される。

【0004】

算出された値は、閾値判定回路 34 に送られ閾値判定される。閾値判定回路 34 において、算出された値が閾値より大きいと判定された場合は、算出された値が外部に出力される。閾値判定回路 34 において、算出された値が閾値より小さいと判定された場合は、算

10

20

30

40

50

出された値が廃棄される。

【0005】

この種の信号検出装置としては、下記の特許文献1、2に記載の技術がある。

【特許文献1】特開2000-196541号公報

【特許文献2】特開2006-340212号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明に関連する信号検出装置では、信号検出時間を長くしても、算出される値に変化がなく、時間による信号の積分効果がないという課題がある。電波監視事業においては、上記のように、これまで微弱な電波の検出が困難でふるため、微弱な違法電波を受信することができないという課題がある。

10

【0007】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、微弱な違法電波を検出することができる信号検出装置及びそれに用いる信号検出方法並びにそのプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明による第1の信号検出装置は、
到来信号を2分配する2分配回路と、
前記2分配回路で2分配した信号をそれぞれアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換回路と、
前記第2のA／D変換回路でアナログ／デジタル変換したデータに対して共役をとる共役回路と、
前記第1のA／D変換回路でアナログ／デジタル変換したデータと前記共役回路で共役をとったデータとを乗算する乗算回路とを備え、
前記乗算回路の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出している。

20

【0009】

本発明による第2の信号検出装置は、
到来信号を2分配する2分配回路と、
ローカル信号を発生させる第1及び第2の信号発生回路と、
前記第1及び第2の信号発生回路各々で発生させたローカル信号と前記2分配回路で2分配した信号とを合成する第1及び第2のミキサ回路と、
前記第1及び第2のミキサ回路各々で合成した信号をそれぞれアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換回路と、
前記第1及び第2のA／D変換回路各々からのデータを帯域制限する第1及び第2のフィルタ回路と、
前記第2のフィルタ回路で帯域制限したデータに対して共役をとる共役回路と、
前記第1のフィルタ回路で帯域制限したデータと前記共役回路で共役をとったデータとを乗算する乗算回路とを備え、
前記乗算回路の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出している。

30

40

【0010】

本発明による第1の信号検出方法は、
到来信号を2分配する2分配処理と、
前記2分配処理で2分配した信号をアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換処理と、
前記第2のA／D変換処理でアナログ／デジタル変換したデータに対して共役をとる共役処理と、
前記第1のA／D変換処理でアナログ／デジタル変換したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを備え、

50

前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出している。

【0011】

本発明による第2の信号検出方法は、
到来信号を2分配する2分配処理と、
ローカル信号を発生させる第1及び第2の信号発生処理と、
前記第1及び第2の信号発生処理各々で発生させたローカル信号と前記2分配回路で2分配した信号とを合成する第1及び第2のミキサ処理と、
前記第1及び第2のミキサ処理各々で合成した信号をアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換処理と、
前記第1及び第2のA／D変換処理各々からのデータをそれぞれ帯域制限する第1及び第2のフィルタ処理と、
前記第2のフィルタ処理で帯域制限したデータに対して共役をとる共役処理と、
前記第1のフィルタ処理で帯域制限したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを備え、
前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出している。

【0012】

本発明による第1のプログラムは、コンピュータに実行させるためのプログラムであって、
到来信号を2分配する2分配処理と、
前記2分配処理で2分配した信号をアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換処理と、
前記第2のA／D変換処理でアナログ／デジタル変換したデータに対して共役をとる共役処理と、
前記第1のA／D変換処理でアナログ／デジタル変換したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを含み、
前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出させることを特徴とする。

【0013】

本発明による第2のプログラムは、コンピュータに実行させるためのプログラムであって、
到来信号を2分配する2分配処理と、
ローカル信号を発生させる第1及び第2の信号発生処理と、
前記第1及び第2の信号発生処理各々で発生させたローカル信号と前記2分配回路で2分配した信号とを合成する第1及び第2のミキサ処理と、
前記第1及び第2のミキサ処理各々で合成した信号をアナログ／デジタル変換する第1及び第2のA／D変換処理と、
前記第1及び第2のA／D変換処理各々からのデータをそれぞれ帯域制限する第1及び第2のフィルタ処理と、
前記第2のフィルタ処理で帯域制限したデータに対して共役をとる共役処理と、
前記第1のフィルタ処理で帯域制限したデータと前記共役処理で共役をとったデータとを乗算する乗算処理とを含み、
前記乗算処理の乗算結果に基づいて微弱な電波を検出させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明は、上記のような構成及び動作とすることで、微弱な違法電波を検出することができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。まず本発明による信号検出装置の概要について説明する。本発明による信号検出装置は、到来した電波のRF（Radio Frequency）信号を2分配し、2分配された信号各々をA／D（アナ

ログ／デジタル）変換した後で複素共役乗算の加算平均を行っている。

【0016】

これによって、本発明による信号検出装置は、加算平均にてノイズを0に近づけることができ、S/N（Signal to Noise Ratio）比を向上させることができるので、微弱な違法電波を検出することができる。

【0017】

図1は本発明の第1の実施の形態による信号検出装置の構成例を示すブロック図である。図1において、信号検出装置1は、空中線11と、分配回路12と、A/D変換回路13、14と、共役回路15と、乗算回路16と、絶対値算出回路17と、閾値判定回路18とから構成されている。

10

【0018】

図2は図1の信号検出装置1における処理を示すフローチャートである。これら図1及び図2を参照して本発明の第1の実施の形態による信号検出装置1における処理について説明する。尚、図2に示す処理は、図示せぬコンピュータがプログラムを実行することでも実現可能である。

【0019】

空中線11が到来電波を受信すると（図1のステップS1）、分配回路12は、空中線11から出力されたRF信号を入力し、そのRF信号を2分配してA/D変換回路13、14各々に出力する（図1のステップS2）。

【0020】

A/D変換回路13は、分配回路12から出力されたRF信号をA/D変換し、I Q [I : In phase（同相成分）、Q : Quadrature（直交成分）] 信号を乗算回路16に出力する（図1のステップS3）。

20

【0021】

A/D変換回路14は、分配回路12から出力されたRF信号をA/D変換し、I Q 信号を共役回路15に出力する（図1のステップS4）。共役回路15は、入力されたI Q 信号の複素共役を算出し、その結果を乗算回路16に出力する（図1のステップS5）。

【0022】

乗算回路16は、A/D変換回路13から出力されたI Q 信号と、共役回路15から出力された複素共役I Q 信号とを乗算し、サンプリング回数分の和をとり、平均した結果を絶対値算出回路17に出力する（図1のステップS6）。絶対値算出回路17は、乗算回路16から出力された乗算結果の絶対値を閾値判定回路18に出力する（図1のステップS7）。

30

【0023】

閾値判定回路18は、絶対値算出回路17から出力された乗算結果の絶対値を予め設定された閾値と比較し（図1のステップS8）に対して、乗算結果の絶対値が閾値より大きいと判定した場合（図1のステップS9）、その乗算結果の絶対値を外部に出力する（図1のステップS10）。また、閾値判定回路18は、乗算結果の絶対値が閾値より小さいと判定した場合（図1のステップS9）、その乗算結果の絶対値を廃棄する（図1のステップS11）。

40

【0024】

次に、図1に示す本実施の形態による信号検出装置1の処理について具体的に説明する。A/D変換回路13から出力されるI Q 信号d1(k)及びA/D変換回路4から出力されるI Q 信号d2(k)を、

$$d1(k) = s(k) + n1(k) \quad \dots (1)$$

$$d2(k) = s(k) + n2(k) \quad \dots (2)$$

というように表す。

【0025】

上記の式において、kはA/D変換回路13でのサンプル数、s(k)は到来電波のRF信号をサンプリングした複素データ、n1(k)はA/D変換回路13内部の雑音をサンプ

50

リングした複素データ、 $n_2(k)$ はAD変換回路14内部のノイズをサンプリングした複素データである。

【0026】

(2)式の $d_2(k)$ は、共役回路15で複素共役に変換される。複素共役に変換後のデータを $d_2(k)^*$ とすると、

$$d_2(k)^* = s(k)^* + n_2(k)^* \quad \dots (3)$$

という式で表される。

【0027】

乗算回路16では、(1)式の $d_1(k)$ と(3)式の $d_2(k)^*$ との積が計算される。つまり、

$$\begin{aligned} d_1(k) \times d_2(k)^* = \\ |s(k)|^2 + n_1(k) \times s(k)^* + n_2(k)^* \times s(k) \\ + n_1(k) \times n_2(k)^* \quad \dots (4) \end{aligned}$$

となる。

【0028】

(4)式は、サンプリング回数を m 回とし、平均化すると、

$$\begin{aligned} (1/m) \times \Sigma \{d_1(k) \times d_2(k)^*\} = \\ |s(k)|^2 + (1/m) \times \Sigma \{n_1(k) \times s(k)^* \\ + n_2(k)^* \times s(k) + n_1(k) \times n_2(k)^*\} \\ \dots (5) \end{aligned}$$

という式で表せる。

【0029】

(5)式において、「 $(1/m) \times \Sigma \{n_1(k) \times s(k)^* + n_2(k)^* \times s(k) + n_1(k) \times n_2(k)^*\}$ 」は、 $n_1(k)$ と $n_2(k)$ とが別回路の雑音なので、無相関である。また、 $s(k)$ と $n_1(k)$ 、 $n_2(k)$ も無相関である。

【0030】

そのため、「 $(1/m) \times \Sigma \{n_1(k) \times s(k)^* + n_2(k)^* \times s(k) + n_1(k) \times n_2(k)^*\}$ 」は、0に近似でき、(5)式は、

$$\begin{aligned} (1/m) \times \Sigma \{d_1(k) \times d_2(k)^*\} \\ = |s(k)|^2 \quad \dots (6) \end{aligned}$$

という式で表すことができる。(6)式には、雑音の項がなくなるため、 S/N 比が向上する。

【0031】

絶対値算出回路17では、(6)式の絶対値が算出され、閾値判定回路18に出力される。閾値判定回路18では、絶対値算出回路17で出力された値が、閾値より大きいと判定すると、その値を外部に出力し、小さいと判定すると、その値を廃棄する。

【0032】

このように、本実施の形態では、上記の(6)式に示したように、乗算回路16での演算によりノイズが0に近づくので、 S/N 比を向上させることができるので、微弱な違法電波を検出することができる。

【0033】

図3は本発明の第2の実施の形態による信号検出装置の構成例を示すブロック図である。図3において、本発明の第2の実施の形態による信号検出装置2は、信号発生回路21、23と、ミキサ回路22、24と、フィルタ回路25、26とを追加した以外は図1に示す本発明の第1の実施の形態による信号検出装置1と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。また、同一構成要素の動作は、本発明の第1の実施の形態と同様である。以下、本実施の形態において追加した回路について説明する。

【0034】

信号発生回路21、23は、ローカル信号を発生させてミキサ回路22、24に出力する。ミキサ回路22、24は、そのローカル信号を空中線11からのRF信号と合成して

10

20

30

40

50

A/D変換回路13, 14に出力する。

【0035】

フィルタ回路25は、A/D変換回路13からのデータを帯域制限して乗算回路16に出力する。フィルタ回路26は、A/D変換回路14からのデータを帯域制限して共役回路15に出力する。

【0036】

図4は図3の信号検出装置2における処理を示すフローチャートである。これら図3及び図4を参照して本発明の第2の実施の形態による信号検出装置2における処理について説明する。尚、図4に示す処理は、図示せぬコンピュータがプログラムを実行することでも実現可能である。

【0037】

空中線11が到来電波を受信すると(図4のステップS21)、分配回路12は、空中線11から出力されたRF信号を入力し、そのRF信号を2分配してミキサ回路22, 24各々に出力する(図4のステップS22)。

【0038】

ミキサ回路22は、信号発生回路21で発生させたローカル信号を分配回路12からのRF信号と合成してA/D変換回路13に出力する(図4のステップS23)。A/D変換回路13は、ミキサ回路22から出力された信号をA/D変換し、IQ信号をフィルタ回路25に出力する(図4のステップS24)。フィルタ回路25は、A/D変換回路13からのデータを帯域制限して乗算回路16に出力する(図4のステップS25)。

【0039】

ミキサ回路24は、信号発生回路23で発生させたローカル信号を分配回路12からのRF信号と合成してA/D変換回路14に出力する(図4のステップS26)。A/D変換回路14は、ミキサ回路24から出力された信号をA/D変換し、IQ信号をフィルタ回路26に出力する(図4のステップS27)。

【0040】

フィルタ回路26は、A/D変換回路14からのデータを帯域制限して共役回路15に出力する(図4のステップS28)。共役回路15は、入力されたデータの複素共役を算出し、その結果を乗算回路16に出力する(図4のステップS29)。

【0041】

乗算回路16は、フィルタ回路25から出力された信号と、共役回路15から出力された複素共役信号とを乗算し、サンプリング回数分の和をとり、平均した結果を絶対値算出回路17に出力する(図4のステップS30)。絶対値算出回路17は、乗算回路16から出力された乗算結果の絶対値を閾値判定回路18に出力する(図4のステップS31)。

【0042】

閾値判定回路18は、絶対値算出回路17から出力された乗算結果の絶対値を予め設定された閾値と比較し(図4のステップS32)に対して、乗算結果の絶対値が閾値より大きいと判定した場合(図4のステップS33)、その乗算結果の絶対値を外部に出力する(図4のステップS34)。また、閾値判定回路18は、乗算結果の絶対値が閾値より小さいと判定した場合(図4のステップS33)、その乗算結果の絶対値を廃棄する(図4のステップS35)。

【0043】

このように、本実施の形態では、信号発生回路21及びミキサ回路22、信号発生回路23及びミキサ回路24を付加することによって、空中線11で受信する信号の周波数を高周波でも受信可能となる。

【0044】

ここで、信号発生回路21, 23の雑音が増えると、これらの雑音は、上記の(5)式における $n_1(k)$ と $n_2(k)$ との信号レベルを上昇させることになるが、複素共役の平均加算を行うことにより雑音の影響は受けないことになる。

10

20

30

40

50

【0045】

また、本実施の形態では、フィルタ回路25、26を付加することによって、所望の周波数の信号だけを抽出することが可能となる。以上説明したように、本実施の形態では、本発明の第1の実施の形態の効果に加えて、対象とする信号の周波数範囲を拡張し、かつ所望の周波数の信号を抽出することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の第1の実施の形態による信号検出装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の信号検出装置における処理を示すフローチャートである。

10

【図3】本発明の第2の実施の形態による信号検出装置の構成例を示すブロック図である。

【図4】図3の信号検出装置における処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明に関連する信号検出装置の構成例を示すブロック図である。

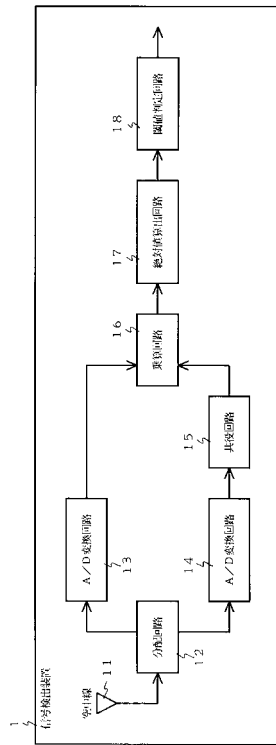
【符号の説明】

【0047】

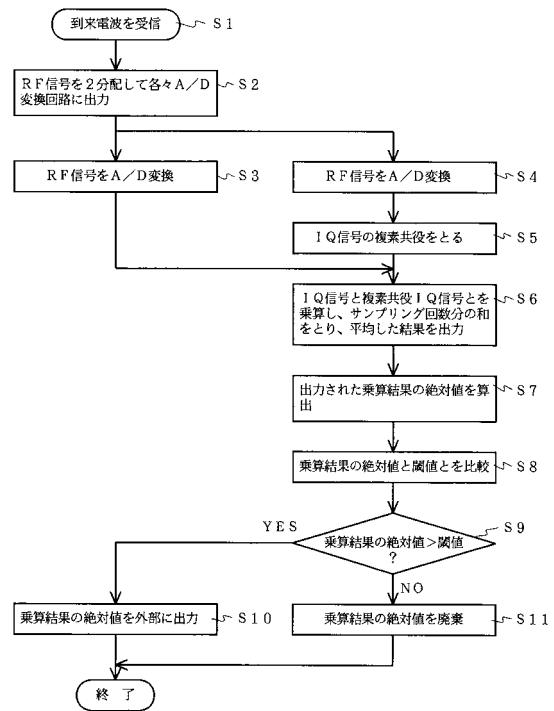
- 1, 2 信号検出装置
- 11 空中線
- 12 分配回路
- 13, 14 A/D変換回路
- 15 共役回路
- 16 乗算回路
- 17 絶対値算出回路
- 18 閾値判定回路
- 21, 23 信号発生回路
- 22, 24 ミキサ回路
- 25, 26 フィルタ回路

20

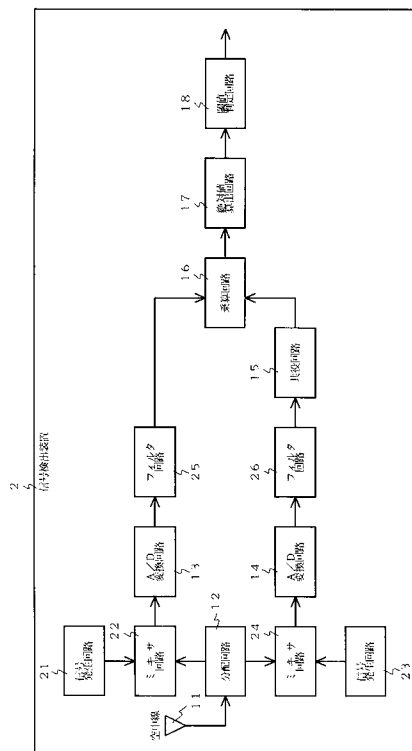
【図 1】



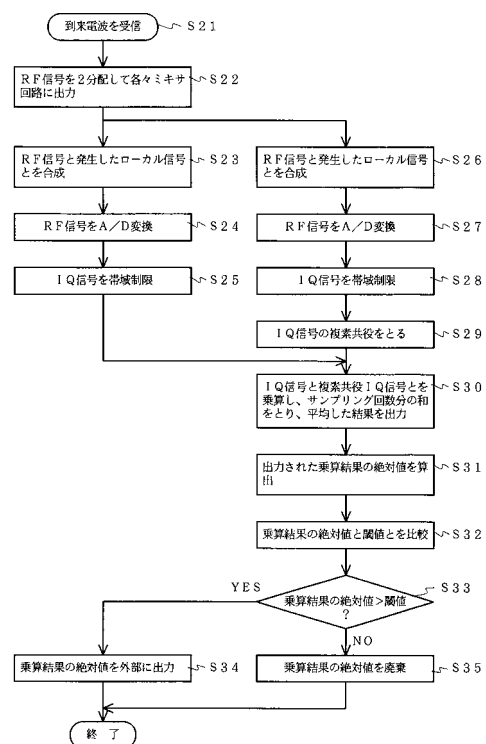
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

