(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3639120号

(P3639120)

(45)発行日　平成17年4月20日(2005.4.20)　(24)登録日　平成17年1月21日(2005.1.21)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
H04B	1/707	H04J	13/00	D
G01S	1/02	G01S	1/02	
G01S	3/02	G01S	3/02	

請求項の数 2　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平10-197513
(22)出願日　平成10年7月13日(1998.7.13)
(65)公開番号　特開2000-31864(P2000-31864A)
(43)公開日　平成12年1月28日(2000.1.28)
審査請求日　平成14年11月1日(2002.11.1)

(73)特許権者　000010098
アルプス電気株式会社
東京都大田区雪谷大塚町１番７号
(74)代理人　100078134
弁理士　武　顕次郎
(74)代理人　100087354
弁理士　市村　裕宏
(74)代理人　100099520
弁理士　小林　一夫
(72)発明者　大滝　幸夫
東京都大田区雪谷大塚町１番７号　アルプス電気株式会社内

審査官　高野　洋

最終頁に続く

(54)【発明の名称】拡散変調信号受信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ＰＮ符号で拡散変調した拡散変調信号を含む電波を受信し、ベースバンド拡散変調信号を発生する受信部と、前記ＰＮ符号と相関がある参照信号を発生する参照信号発生部と、前記ベースバンド拡散変調信号及び前記参照信号をフーリエ変換する第１及び第２フーリエ変換部と、前記フーリエ変換したベースバンド拡散変調信号を前記フーリエ変換した参照信号で除算し、正規化信号を発生する除算部と、前記正規化信号に含まれる雑音成分を除去するフィルタ部と、前記雑音成分を除去した正規化信号の中の主信号成分と遅延信号成分を分離判別する高分解能信号処理部とを備え、前記フィルタ部は、前記正規化信号に窓関数を乗算して窓乗算正規化信号を形成する窓乗算部と、前記窓乗算正規化信号をフーリエ変換して正規化信号を形成するフーリエ変換部と、正規化信号におけるスレッシュホールドレベル以下の雑音を除去する雑音除去部と、前記窓関数を用いて雑音成分を除去した正規化信号の裾部分の信号波形を補正する信号波形補正部と、信号波形補正を行い雑音成分を除去した正規化信号を逆フーリエ変換して正規化信号を再生する逆フーリエ変換部と、再生した正規化信号から窓関数を除算して雑音成分を除去した正規化信号を形成する窓除算部とからなっていることを特徴とする拡散変調信号受信装置。

【請求項２】

前記フーリエ変換したベースバンド拡散変調信号及び前記フーリエ変換した参照信号は、周波数帯域が制限されているものであることを特徴とする請求項１に記載の拡散変調信号受信装置。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、拡散変調信号受信装置に係わり、特に、ベースバンド拡散変調信号を参照信号で除算して得られた正規化信号に含まれる雑音成分を除去することにより、正規化信号中の主信号成分と遅延信号成分とを高い時間分解能で分離判別することを可能にした拡散変調信号受信装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、所定領域内を適宜移動する移動体の現在位置を追尾するために、電波を利用した移動体追尾方式が知られている。この移動体追尾方式は、移動体が電波を送信する送信機を携帯し、送信機から放射された電波を受ける複数のアンテナを備えた基地局を所要領域の近傍に配置したもので、基地局において、受信電波に含まれる複数の信号成分から最も早く到達する主信号成分を抽出し、主信号成分の到来方向等を解析することにより、移動体の現在位置を知るものである。この移動体追尾方式においては、移動体が携帯する送信機と基地局との間で送受信する信号変調方式としては種々の信号変調方式が用いられているが、その信号変調方式の中の１つにＰＮ符号を用いた拡散変調方式がある。
【０００３】
ところで、ＰＮ符号を用いた拡散変調方式は、通常、送信側において、送信データによりＰＳＫ（位相シフトキーイング）等の１次変調信号を形成した後、１次変調信号にＰＮ（疑似ランダムノイズ）符号を乗算してベースバンド拡散変調信号（２次変調信号）を形成し、さらに、ベースバンド拡散変調信号を周波数変換手段により送信信号に周波数変換し、信号電波として送信するものである。また、受信側において、アンテナで受信した信号電波を周波数変換手段に供給してベースバンド拡散変調信号を抽出し、得られたベースバンド拡散変調信号と送信側で乗算したＰＮ符号と同じ符号との積和をとって相関信号を発生する。そして、この相関信号を参照し、相関値が最大となる時間においてデータを判別するというＰＳＫ復調を行えば、送信データに対応した受信データを再生することができる。
【０００４】
図１６は、前記既知のＰＮ符号を用いた拡散変調方式に用いられる拡散変調信号波形の一例を示す信号波形図であって、（イ）は１次変調（ＰＳＫ）信号、（ロ）はＰＮ符号、（ハ）は１次変調（ＰＳＫ）信号とＰＮ符号を乗算して得られる拡散変調信号、（ニ）は周波数帯域が制限された拡散変調信号の各波形を示すものである。
【０００５】
図１６（イ）、（ロ）に示されるように、１次変調（ＰＳＫ）信号とＰＮ符号との関係は、１次変調（ＰＳＫ）信号のそれぞれのビット間隔ＴにＰＮ符号の複数のチップ間隔Ｔｃが割り当てられるもので、通常、Ｔ≫Ｔｃになるように選ばれる。
【０００６】
次に、図１７は、ＰＮ符号を用いた拡散変調方式に用いられる拡散変調信号の周波数スペクトラムを示す特性図である。
【０００７】
図１７において、曲線（ａ）は１次変調（ＰＳＫ）信号の周波数スペクトラム、曲線（ｂ）は拡散変調信号の周波数スペクトラム、（ｃ）は周波数帯域が制限された拡散変調信号の周波数スペクトラムをそれぞれ示す。
【０００８】
図１７の曲線（ａ）、（ｂ）に示されるように、１次変調（ＰＳＫ）信号と拡散変調信号との周波数スペクトラム分布関係を見ると、１次変調（ＰＳＫ）信号の周波数スペクトラムは比較的狭い周波数範囲内だけに分布しているのに対し、拡散変調信号の周波数スペクトラムは広い周波数範囲にわたって分布している。
【０００９】

この場合、拡散変調信号の周波数スペクトラムが周波数が隣接する他の信号に対して妨害を与えるときは、周波数帯域の制限を行い、曲線（ｂ）に示す周波数スペクトラムを曲線（ｃ）に示す周波数スペクトラムになるように周波数帯域の制限を行う。そして、周波数帯域が制限された拡散変調信号は、図１６（ニ）に示されるように、信号振幅の変化が滑らかな信号波形になる。

【００１０】

次いで、図１８は、ＰＮ符号を用いた拡散変調方式を移動体追尾方式に適用した既知の拡散変調信号受信装置の要部構成の一例を示すブロック図であって、受信信号の主信号成分と遅延信号成分とに分離するための構成部分を示すものである。また、図１３に図示された拡散変調受信装置は、１系統のアンテナに対応した部分を示すもので、基地局に何本か設置される複数のアンテナ系統に対して複数台の拡散変調受信装置が用いられる。

【００１１】

図１８に示されるように、既知の拡散変調信号受信装置は、受信部４１と、第１フーリエ変換部４２と、第１フィルタ手段４３と、参照信号発生部４４と、第２フーリエ変換部４５と、第２フィルタ手段４６と、除算部４７と、高分解能信号処理部４８と、制御部４９と、アンテナ５０と、信号出力端子５１とからなっている。受信部４１は、ベースバンド信号発生部５２と、アナログ－ディジタル（Ａ／Ｄ）変換部５３と、メモリ５４とからなっている。

【００１２】

この場合、高分解能信号処理部４８は、多重遅延信号を高い時間分解能で分離する信号処理部であって、例えば、Ｒ、Ｏ、Ｓｃｈｍｉｄｔによる「Ｍｕｌｔｉｐｌｅ ｅｍｉｔｔｅｒ ｌｏｃａｔｉｏｎ ａｎｄ ｓｉｇｎａｌ ｐａｒａｍｅｔｅｒ ｅｓｔｉｍａｔｉｏｎ」（ＩＥＥＥ、ｖｏｌ．ＡＰ－３４、ｎｏ．３、ｐｐ２７６－２８０、１９８６年３月）に開示されている「マルチプル・シグナル・クラシフィケーション（ＭＵＳＩＣ）」法による高分解能信号処理が用いられる。また、受信部４１のベースバンド信号発生部５２は、アンテナ５０で受信した信号電波を、周波数変換手段及び信号フィルタ手段を用いてベースバンド拡散変調信号に変換するものである。

【００１３】

そして、受信部４１は、入力端がアンテナ５０に接続され、出力端が第１フーリエ変換部４２の入力端に接続される。第１フィルタ手段４３は、入力端が第１フーリエ変換部４２の出力端に接続され、出力端が除算部４７の第１入力端に接続される。参照信号発生部４４は、出力端が第２フーリエ変換部４５の入力端に接続される。第２フィルタ手段４６は、入力端が第２フーリエ変換部４５の出力端に接続され、出力端が除算部４７の第２入力端に接続される。高分解能信号処理部４８は、入力端が除算部４７の出力端に接続され、出力端が信号出力端子５１に接続される。制御部４９は、受信部４１、第１フーリエ変換部４２、参照信号発生部４４、第２フーリエ変換部４５、除算部４７、高分解能信号処理部４８に各々接続される。また、受信部４１において、ベースバンド信号発生部５２は、入力端が受信部４１の入力端に接続され、出力端がＡ／Ｄ変換部５３の入力端に接続される。メモリ５４は、入力端がＡ／Ｄ変換部５３の出力端に接続され、出力端が受信部４１の出力端に接続される。

【００１４】

図２は、送信機側で用いられるＰＮ符号の一例を示す信号波形図であり、図３は、受信部４１から出力されるベースバンド拡散変調信号の一例を示す信号波形図である。

【００１５】

図４は、図３に図示されたベースバンド拡散変調信号を、第１フーリエ変換部４２においてフーリエ変換した後に得られる変換信号（周波数領域受信信号）の周波数特性を示す特性図である。

【００１６】

図４に示されるように、周波数領域受信信号は、第１フィルタ手段４３において周波数帯域Ａ内の有効周波数帯域、図示の例では、－１／（２Ｔｃ）から１／（２Ｔｃ）までの周

波数帯域内の信号が抽出され、除算部４７に供給される。なお、この例では、受信部４１から出力されるベースバンド拡散変調信号が、主信号成分と、主信号成分に対して時間的に０．３８チップ（０．３８Ｔｃ）だけ遅延した遅延信号成分の２つの信号波を含み、さらに雑音も含んでいるものとしている。

【００１７】

図５は、参照信号発生部４４が出力する参照信号の一例を示す信号波形図である。

【００１８】

図６は、図５に図示された参照信号を、第２フーリエ変換部４５においてフーリエ変換した後に得られる変換信号（周波数領域参照信号）の周波数特性を示す特性図である。

【００１９】

図６に示されるように、周波数領域参照信号は、第２フィルタ手段４６において周波数帯域Ａ’内の有効周波数帯域、図示の例では、－１／（２Ｔｃ）から１／（２Ｔｃ）までの周波数帯域内の信号が抽出され、除算部４７に供給される。

【００２０】

図７は、除算部４７に、第１フィルタ手段４３から周波数帯域Ａ内の周波数領域受信換信号、第２フィルタ手段４６から周波数帯域Ａ’内の周波数領域参照信号がそれぞれ入力されたときに得られる正規化信号を示す特性図である。

【００２１】

さらに、図１９は、高分解能信号処理部４８が出力する相関計量信号の一例を示す特性図である。

【００２２】

図１９において、曲線（ａ）は相関計量信号の全体を示し、曲線（ｂ）は曲線（ａ）の中の相関計量値が一定値以上の箇所を拡大して示したものである。

【００２３】

ここで、前記構成による既知の拡散変調信号受信装置の動作を説明すると、概略、次のとおりである。

【００２４】

まず、送信機側においては、送信データが図２に示すようなＰＮ符号により拡散変調され、得られた拡散変調信号の周波数帯域の制限を行った後、周波数変換により送信信号に変換され、送信信号が信号電波として送信される。

【００２５】

拡散変調信号受信装置側においては、送信機から送信された信号電波をアンテナ５０で捉えると、受信信号として受信部４１に供給される。このとき、受信部４１においては、ベースバンド信号発生部５２が、よく知られているように受信信号の増幅及び周波数変換等の処理を行ってアナログ形式のベースバンド拡散変調信号を発生し、Ａ／Ｄ変換部５３に供給する。Ａ／Ｄ変換部５３は、ベースバンド拡散変調信号をＡ／Ｄ変換し、図３に示されるようなベースバンド拡散変調信号を得た後、メモリ５４に一時的に記憶される。

【００２６】

メモリ５４から読み出されたベースバンド拡散変調信号は、第１フーリエ変換部４２において図４に示されるような周波数領域受信信号にフーリエ変換され、次いで、第１フィルタ手段４３において周波数帯域が周波数帯域Ａになるように周波数制限された後、除算部４７の第１入力端に供給される。一方、参照信号発生部４４から発生された図５に示すような参照信号は、第２フーリエ変換部４５において図６に示されるような周波数領域参照信号にフーリエ変換され、次いで、第２フィルタ手段４６において周波数帯域が周波数帯域Ａ’になるように周波数制限された後、除算部４７の第２入力端に供給される。この場合、参照信号発生部４４が発生する参照信号は、図２に示されるようなＰＮ符号を帯域制限した信号であって、その特性は送信機側で拡散変調信号に周波数帯域制限を行ったときの特性と同一である。

【００２７】

除算部４７は、第１フィルタ手段４３から供給された周波数領域受信信号を、第２フィル

タ手段４５から供給された周波数領域参照信号で割ることにより、各周波数成分の比を算出して図７に示されるような正規化信号を発生する。この正規化信号は、参照信号の占有周波数帯域の中の有効周波数帯域Ａ’における演算を行うことにより得たもので、得られた正規化信号は高分解能信号処理部４８に供給される。

【００２８】

高分解能信号処理部４８は、例えば、ＭＵＳＩＣ法を用いて、供給された正規化信号に含まれている主信号成分と遅延信号成分とを分離判別するような信号処理を行い、図１９に示されるように、参照信号に対する相関の程度を示す相関計量信号を発生するもので、発生した相関計量信号は信号出力端子５１から利用回路に供給される。このとき、相関計量信号としては、図１９の曲線（ａ）に示されるように、所定以上の相関計量値を示す時間領域を１箇所観測することができる。そして、その時間領域の近傍を拡大表示した図１９の曲線（ｂ）を見たときにも、相関計量値のピークは１つであるので、到来波信号の数が１つであると判別される。なお、拡散変調信号受信装置におけるこれらの一連の動作は、制御部４９の制御の基に実行される。

【００２９】

なお、図示はないが、送信機を携帯している移動体の現在位置を求めるためには、次のような動作過程を経て求めることができる。

【００３０】

前記拡散変調信号受信装置は、基地局に設けられた複数系統のアンテナのそれぞれにおいて、移動体から送信される信号電波を受信し、受信した信号電波に基づいて得られた前述の相関計量信号が信号出力端子５１から出力されたとき、この相関計量信号を参照して、相関計量値が一定以上あり、かつ、一定以上の相関計量値の中のピーク値が得られる時刻を探索するという処理を行い、主信号成分及び遅延信号成分の各到来遅延時間を算出する。続いて、この遅延時間に起因する信号位相の変化分をメモリ５４に記憶されているベースバンド拡散変調信号に対して補正を行い、主信号成分を抽出する。複数系統のアンテナ毎に得られる主信号成分は、基地局のアンテナの構成配置と信号電波の到来方向に依存するので、複数系統のアンテナ毎に得られる主信号成分の振幅・位相を比較し、主信号成分のみを含む信号電波の到来方向を算出する。このような計算を行うことにより、主信号成分のみを含む信号電波を送信する移動体の現在位置を求めるができる。

【００３１】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記既知の拡散変調信号受信装置は、除算部４７から出力された正規化信号を高分解能信号処理部４８に供給し、正規化信号中の主信号成分及び遅延信号成分を高い時間分解能で分離処理する際に、正規化信号に多くの雑音成分が重畳されていた場合、主信号成分と遅延信号成分との間に到来時間差が存在するにも係わらず、高分解能信号処理部４８において演算した結果、図１９の曲線（ｂ）の拡大波形図に示されるように、主信号成分と遅延信号成分とが時間的に重なり合ってしまい、主信号成分と遅延信号成分とを正確に分離できないという問題を有するものである。

【００３２】

このような問題点を解決するために、本出願人は、除算部４７と高分解能信号処理部４８との間に、正規化信号に重畳した雑音成分を除去するフィルタ部を設け、高分解能信号処理部４８に入力される正規化信号が雑音成分による影響を受けないようにして、高分解能信号処理部４８で主信号成分と遅延信号成分とを高い時間分解能をもって分離することを可能にした拡散変調信号受信装置を特願平１０－５６７５３号として提案している。このフィルタ部は、周波数領域の正規化信号をフーリエ変換して時間領域の正規化信号を形成するフーリエ変換部と、時間領域の正規化信号におけるスレッシュホールドレベル以下の雑音成分を除去する雑音除去部と、雑音成分を除去した時間領域の正規化信号を逆フーリエ変換して雑音成分を除去した周波数領域の正規化信号を発生させる逆フーリエ変換部とから構成されている。

【００３３】

しかるに、前記提案による拡散変調信号受信装置は、前述のような構成のフィルタ部を設けたことにより、高分解能信号処理部４８に供給される正規化信号中に含まれる雑音成分が時間領域で除去され、雑音成分を含んでいない正規化信号を高分解能信号処理部４８の高い時間分解能によって処理し、主信号成分と遅延信号成分とを分離することが可能になるものである。ところが、デジタル信号処理技術の分野においてよく知られているように、フーリエ変換または逆フーリエ変換を行う際に、変換前の信号の所定部分を切り出した後で当該変換を行ったとき、切り出した変換前の信号の両端部分の振幅・位相が連続した状態になっていれば、特に問題を生じることはないが、切り出した変換前の信号の両端部分の振幅・位相が不連続の状態になっていれば、デジタル信号処理を行ったときに不要な振幅歪や位相歪が発生し、かかる不要な歪成分が逆フーリエ変換後の正規化信号に重畳することがある。このような正規化信号が高分解能信号処理部４８に入力されると、不要な歪成分を信号成分と誤って判別してしまい、分離判別に正確さを欠くことがある。

【００３４】

本発明は、このような技術的背景に鑑みてなされたもので、その目的は、正規化信号中の雑音成分を時間領域で除去するとともに、雑音成分除去後の正規化信号に生じる不連続部分をなくし、高分解能信号処理部で主信号成分と遅延信号成分とを高い時間分解能でかつ正確に分離判別可能にした拡散変調信号受信装置を提供することにある。

【００３５】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明による拡散変調信号受信装置は、除算部から出力された正規化信号を、その正規化信号に窓関数を乗算して窓乗算正規化信号を形成する窓乗算部と、窓乗算正規化信号をフーリエ変換して正規化信号を形成するフーリエ変換部と、正規化信号におけるスレッシュホールドレベル以下の雑音を除去する雑音除去部と、窓関数を用いて雑音成分を除去した正規化信号の裾部分の信号波形を補正する信号波形補正部と、信号波形補正を行い雑音成分を除去した正規化信号を逆フーリエ変換して正規化信号を再生する逆フーリエ変換部と、再生した正規化信号から窓関数を除算して雑音成分を除去した正規化信号を形成する窓除算部とからなるフィルタ部を通して高分解能信号処理部に供給する手段を具備する。

【００３６】

前記手段によれば、フィルタ部においては、供給された正規化信号に対し、まず、周波数領域で窓関数の乗算を行って周波数窓乗算正規化信号を形成し、この周波数窓乗算正規化信号をフーリエ変換して変換領域（時間領域）正規化信号に変換する。次に、平均雑音成分レベルに一定マージンを加えて設定したスレッシュホールドレベルで時間領域正規化信号の雑音を除去して時間領域における信号成分のみを抽出し、抽出した時間領域の信号成分に対して窓関数のスペクトラムによる近似処理を行って時間領域正規化信号の波形を補正し、その不連続部分をなくす。次いで、補正された時間領域正規化信号を逆フーリエ変換して周波数領域の正規化信号に再変換し、再変換した周波数領域の正規化信号に対して周波数領域で窓関数の除算を行って、雑音成分や不要な成分を含まない正規化信号を生成する。このようにして得られる正規化信号を高分解能信号処理部に供給するようにしたので、高分解能信号処理部において、雑音成分や不要な成分の影響を受けずに、主信号成分と遅延信号成分とが高い時間分解能で正確に分離判別される。

【００３７】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態において、拡散変調信号受信装置は、ＰＮ符号で拡散変調した拡散変調信号を含む電波を受信し、ベースバンド拡散変調信号を発生する受信部と、ＰＮ符号と相関がある参照信号を発生する参照信号発生部と、ベースバンド拡散変調信号及び参照信号をフーリエ変換する第１及び第２フーリエ変換部と、フーリエ変換したベースバンド拡散変調信号をフーリエ変換した参照信号で除算し、正規化信号を発生する除算部と、正規化信号に含まれる雑音成分を除去するフィルタ部と、雑音成分を除去した正規化信号の中の主信号成分と遅延信号成分を分離判別する高分解能信号処理部とを備え、フィルタ部

は、正規化信号に窓関数を乗算して窓乗算正規化信号を形成する窓乗算部と、窓乗算正規化信号をフーリエ変換して正規化信号を形成するフーリエ変換部と、正規化信号におけるスレッシュホールドレベル以下の雑音を除去する雑音除去部と、窓関数を用いて雑音成分を除去した正規化信号の裾部分の信号波形を補正する信号波形補正部と、信号波形補正を行い雑音成分を除去した正規化信号を逆フーリエ変換して正規化信号を再生する逆フーリエ変換部と、再生した正規化信号から窓関数を除算して雑音成分を除去した正規化信号を形成する窓除算部とからなっているものである。

【００３８】

本発明の実施の形態の具体例において、拡散変調信号受信装置は、フーリエ変換したベースバンド拡散変調信号及びフーリエ変換した参照信号は、周波数帯域が制限されているものである。

【００３９】

これらの本発明の実施の形態によれば、除算部において、フーリエ変換したベースバンド拡散変調信号をフーリエ変換した参照信号で除算して正規化信号を発生させ、フィルタ部において、供給された周波数領域の正規化信号に対し、最初に、周波数領域で窓関数を乗算して周波数窓乗算正規化信号を形成し、形成した周波数窓乗算正規化信号をフーリエ変換して変換領域（時間領域）正規化信号に変換する。次に、平均雑音成分レベルに一定マージンを加えて設定したスレッシュホールドレベルを用いて時間領域正規化信号の雑音を除去し、時間領域における信号成分のみを抽出し、抽出した時間領域の信号成分に対して窓関数のスペクトラムによる近似処理を行って、時間領域正規化信号の波形を補正し、その不連続部分をなくす。次いで、補正された時間領域正規化信号を逆フーリエ変換して周波数領域の正規化信号に再変換し、再変換した周波数領域の正規化信号に対して周波数領域で窓関数の除算を行って、雑音成分や不要な成分を含まない正規化信号を高分解能信号処理部に供給するようにしたので、高分解能信号処理部においては、雑音成分や不要な成分の影響を受けることなく、主信号成分と遅延信号成分とを高い時間分解能で正確に分離判別することができるようになる。

【００４０】

【実施例】

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【００４１】

図１は、本発明による拡散変調信号受信装置の一実施例の構成を示すブロック構成図であって、ＰＮ符号を用いた拡散変調方式を移動体追尾方式に適用した拡散変調信号受信装置における受信信号の主信号成分と遅延信号成分とに分離するのに必要な要部構成の一例を示すものである。

【００４２】

この場合、図１に図示された拡散変調受信装置は、１系統のアンテナに対応した部分を示すもので、基地局に何本か設置される複数のアンテナ系統に対して複数台の拡散変調受信装置が用いられる。

【００４３】

図１に示されるように、本実施例の拡散変調信号受信装置は、受信部１と、第１フーリエ変換部２と、第１フィルタ手段３と、参照信号発生部４と、第２フーリエ変換部５と、第２フィルタ手段６と、除算部７と、フィルタ部８と、高分解能信号処理部９と、制御部１０と、アンテナ１１と、信号出力端子１２とからなっている。また、受信部１は、ベースバンド信号発生部１３と、アナログ－ディジタル（Ａ／Ｄ）変換部１４と、メモリ１５とを備えており、フィルタ部８は、周波数窓乗算部１６と、フーリエ変換部１７と、雑音除去部１８と、信号波形補正部１９と、逆フーリエ変換部２０と、周波数窓除算部２１とを備えている。

【００４４】

そして、受信部１は、入力端がアンテナ１１に接続され、出力端が第１フーリエ変換部２の入力端に接続されている。第１フィルタ手段３は、入力端が第１フーリエ変換部２の出

力端に接続され、出力端が除算部７の第１入力端に接続されている。参照信号発生部４は、出力端が第２フーリエ変換部５の入力端に接続されている。第２フィルタ手段６は、入力端が第２フーリエ変換部５の出力端に接続され、出力端が除算部７の第２入力端に接続されている。フィルタ部８は、入力端が除算部７の出力端に接続され、出力端が高分解能信号処理部９の入力端に接続されている。高分解能信号処理部９は、出力端が信号出力端子１２に接続されている。制御部１０は、受信部１、第１フーリエ変換部２、参照信号発生部４、第２フーリエ変換部５、除算部７、フィルタ部８、高分解能信号処理部９にそれぞれ接続されている。

【００４５】

受信部１において、ベースバンド信号発生部１３は、入力端が受信部１の入力端に接続され、出力端がＡ／Ｄ変換部１４の入力端に接続されている。メモリ１５は、入力端がＡ／Ｄ変換部１４の出力端に接続され、出力端が受信部１の出力端に接続されている。また、フィルタ部８において、周波数窓乗算部１６は、入力端がフィルタ部８の入力端に接続され、出力端がフーリエ変換部１７の入力端に接続されている。雑音除去部１８は、入力端がフーリエ変換部１７の出力端に接続され、出力端が信号波形補正部１９の入力端に接続されている。逆フーリエ変換部２０は、入力端が信号波形補正部１９の出力端に接続され、出力端が周波数窓除算部２１の入力端に接続されている。周波数窓除算部２１は、出力端がフィルタ部８の出力端に接続されている。

【００４６】

前記構成による本実施例の拡散変調信号受信装置の動作を、図２乃至図１５を併用して説明する。

【００４７】

ここで、前述の既知の拡散変調信号受信装置の動作においては、図３乃至図７に示された信号波形図または特性図が、それぞれ、受信部４１、第１フーリエ変換部４２、参照信号発生部４４、第２フーリエ変換部４５、除算部４７から出力される各信号に対するものであるとして説明したが、本実施例の拡散変調信号受信装置の動作においては、図３乃至図７に示された信号波形図または特性図が、それぞれ、受信部１、第１フーリエ変換部２、参照信号発生部４、第２フーリエ変換部５、除算部７から出力される信号に対するものであるとして説明する。

【００４８】

この他に、図８は、周波数窓乗算部１６において乗算に用いられる周波数窓関数の特性の一例を示す特性図であって、周波数窓として代表的なハニング窓の特性を示すものである。

【００４９】

図９は、周波数窓乗算部１６から出力される周波数窓乗算正規化信号の周波数特性の一例を示す特性図である。

【００５０】

図１０は、雑音除去部１８と信号波形補正部１９とにより雑音除去と信号波形補正が行われる前後の時間領域正規化信号の各一例を示す信号波形図である。

【００５１】

図１０において、黒色菱形で示される曲線（ａ）はフーリエ変換部１７から出力される時間領域正規化信号、白色丸形で示される曲線（ｂ）は雑音除去と信号波形補正が行われた後に信号波形補正部１９から出力される時間領域正規化信号であり、レベルL_Mは曲線（ａ）における平均雑音成分レベル、レベルL_Tは曲線（ａ）における雑音除去用のスレッシュホールドレベルである。ここで、レベルL_TはレベルL_Mに一定のマージンＭを加えて設定される。

【００５２】

図１１は、逆フーリエ変換部２０から出力された雑音除去後の周波数領域正規化信号の周波数特性の一例を示す特性図である。

【００５３】

図１２は、周波数窓除算部２１で用いられる周波数窓関数の周波数特性の一例を示す特性図であり、図８に図示のハニング窓の逆特性を示す特性図である。

【００５４】

図１３は、周波数窓除算部２１から出力された雑音除去後の正規化信号の周波数特性の一例を示す特性図である。

【００５５】

図１４は、時間領域におけるハニング窓のスペクトラムにより、雑音除去後に抽出された時間領域の信号成分を近似する際に使用される信号の波形図であり、（イ）は時間領域におけるハニング窓のスペクトル、（ロ）は雑音除去後に抽出された時間領域の信号成分を（イ）に示されるハニング窓のスペクトルで近似した信号波形図である。

【００５６】

図１４（ロ）において、黒色菱形で示される曲線（ａ）は雑音除去後に抽出された時間領域の信号成分、白色丸形で示される曲線（ｂ）は雑音除去後に抽出されたの時間領域の信号成分に対して信号波形の補正を行って得られた時間領域正規化信号、曲線（ｃ）は信号波形の補正を行うために、時間領域の信号成分に対して近似されたハニング窓のスペクトルである。

【００５７】

図１５は、高分解能信号処理部９が図１３に示されるような雑音除去後の正規化信号を入力した場合に出力される相関計量信号の一例を示す特性図である。

【００５８】

図１５において、曲線（ａ）は相関計量信号の全体であり、曲線（ｂ）は曲線（ａ）の中の相関計量値が一定値以上ある箇所を拡大して示す相関計量信号である。

【００５９】

ところで、本実施例の拡散変調信号受信装置の動作は、フィルタ部８の動作を除けば、図１８に図示された既知の拡散変調信号受信装置の動作と殆んど同じ動作であるが、ここではフィルタ部８以外の動作を含め、拡散変調信号受信装置の全体の動作について説明する。

【００６０】

始めに、送信機側においては、送信データを図２に示されるようなＰＮ符号で拡散変調し、得られた拡散変調信号の周波数帯域の制限を行った後、周波数変換を行って送信信号に変換し、この送信信号が信号電波として送信される。

【００６１】

拡散変調信号受信装置側においては、送信機から送信された信号電波をアンテナ１１で捉えると、受信信号として受信部１に供給される。このとき、受信部１においては、ベースバンド信号発生部１３が受信信号の増幅及び周波数変換等の処理を行ってアナログ形式のベースバンド拡散変調信号を発生し、Ａ／Ｄ変換部１４に供給する。Ａ／Ｄ変換部１４は、アナログ信号形式のベースバンド拡散変調信号をアナログ－ディジタル変換（Ａ／Ｄ変換）し、図３に示されるようなディジタル形式のベースバンド拡散変調信号に変換し、変換されたベースバンド拡散変調信号は、メモリ１５に一時的に記憶される。

【００６２】

次いで、メモリ１５から読み出されたベースバンド拡散変調信号は、第１フーリエ変換部２において、フーリエ変換されて図４に示されるような周波数領域受信信号に変換され、続いて、第１フィルタ手段３において、周波数帯域が制限されて周波数帯域Ａの範囲内の有効周波数帯域、この場合、－１／（２Ｔｃ）から１／（２Ｔｃ）までの周波数範囲内の信号からなる周波数領域受信信号が抽出され、除算部７の第１入力端に供給される。

【００６３】

一方、参照信号発生部４から発生された図５に示すような参照信号は、第２フーリエ変換部５において、フーリエ変換されて図６に示されるような周波数領域参照信号に変換され、次いで、第２フィルタ手段６において、周波数帯域が制限されて周波数帯域Ａ’の範囲内の有効周波数帯域、この場合も、－１／（２Ｔｃ）から１／（２Ｔｃ）までの周波数範

囲内の信号からなる周波数領域参照信号が抽出され、除算部７の第２入力端に供給される。

【００６４】

この場合においても、参照信号発生部４が発生する参照信号は、図２に示されるようなＰＮ符号の周波数帯域を制限した信号と同じであり、その特性は送信機側で拡散変調信号に対して周波数帯域の制限を行ったときの特性と同一のものである。

【００６５】

除算部７は、第１フィルタ手段３から供給された周波数領域受信信号を、第２フィルタ手段６から供給された周波数領域参照信号で割ることにより、各周波数成分の比を算出して図７に示されるような周波数領域の正規化信号を発生し、フィルタ部８に供給する。

【００６６】

フィルタ部８は、始めに、周波数窓乗算部１６において、正規化信号に、図８に示されるようなハニング窓を周波数窓関数として乗算し、図９に示されるような周波数窓乗算正規化信号を形成し、フーリエ変換部１７に供給する。次に、フーリエ変換部１７において、周波数窓乗算正規化信号をフーリエ変換し、図１０の曲線（ａ）に示されるような時間領域正規化信号に変換して、雑音除去部１８に供給する。この場合、時間領域正規化信号は、振幅の突出した領域内に主信号成分と遅延信号成分とを含むもので、振幅の略平坦な領域内に雑音成分だけを含むものである。

【００６７】

次いで、雑音除去部１８において、時間領域正規化信号中の雑音成分を除去する。即ち、供給された図１０の曲線（ａ）に示されるような時間領域正規化信号に対し、その平均雑音成分レベルL_MよりもマージンMだけ大きいスレッシュホールドレベルL_Tを設定してスレッシュホールドレベルL_T以下となる成分を除去する。その後、スレッシュホールドレベルL_Tよりも大きい時間領域の信号成分を抽出して信号波形補正部１９に出力する。

【００６８】

続いて、信号波形補正部１９においては、雑音成分を除去した後の時間領域正規化信号の裾部分の再生を行うもので、信号波形の裾部分の再生は、主信号成分と遅延信号成分とが時間的に近接している場合に、時間領域正規化信号を、周波数窓乗算部１６で用いている周波数窓をフーリエ変換した窓スペクトラムで近似できることを利用したものである。即ち、抽出した時間領域の信号成分における中心時間の左右両側の時間領域に対し、図１４（イ）に示されるようなハニング窓のスペクトラムを当て嵌め、図１４（ロ）の曲線（ｃ）に示すような近似曲線を形成する。次いで、近似されたハニング窓のスペクトラムにおいて、図１４（ロ）の曲線（ａ）の領域を除いた裾部分の領域においてサンプル点毎に時間窓の値を計算し、図１４（ロ）の曲線（ｂ）に示すように、図１４（ロ）の曲線（ａ）の領域に連なる裾部分の領域を再生する。このような経緯により、信号波形補正部１９から出力される時間領域正規化信号は、図１０の曲線（ロ）に示されるように裾部分の信号波形が補正され、雑音成分が除去された時間領域正規化信号（雑音成分除去後の時間領域正規化信号）になり、逆フーリエ変換部１９に供給される。

【００６９】

続く、逆フーリエ変換部２０において、雑音成分除去後の時間領域正規化信号を逆フーリエ変換し、図１１に示されるような雑音成分除去後の周波数領域正規化信号を形成し、周波数窓除算部２１に供給する。続いて、周波数窓除算部２１において、供給された雑音成分除去後の周波数領域正規化信号を、図８に示されるハニング窓の周波数窓で割って、ハニング窓の影響を補正する。これは、いいかえると、図１２に示されるようなハニング窓の周波数特性と逆の特性を持つ周波数窓を乗算することと同じである。この結果、図１３に示されるような周波数領域の正規化信号を得て、高分解能信号処理部９に供給する。

【００７０】

高分解能信号処理部９は、図１３に示されるような雑音成分除去後の周波数領域の正規化信号を高分解能処理手段、例えば、ＭＵＳＩＣ法によって高い時間分解能によって処理し、雑音成分除去後に得られる周波数領域の正規化信号に含まれている主信号成分と遅延信

号成分との分離判別を行う。この分離判別処理によって、高分解能信号処理部９は、図１５の曲線（ａ）に示されるような相関計量信号を発生する。この場合、得られた相関計量信号は、図１５の曲線（ａ）に図示されるように、一部に所定値以上の相関計量値を有する時間領域が１箇所あることが観測されるもので、その時間領域の近傍を拡大表示した図１５の曲線（ｂ）を見れば、現実の相関計量値のピークが所期に設定した遅延時間、即ち、０．３８Ｔｃ（０．３８チップ）の遅延時間をもって生じていることが判り、主信号成分と遅延信号成分との２つの信号成分を明瞭に分離判別することができる。

【００７１】

なお、本実施例の拡散変調信号受信装置における送信機を携帯する移動体の現在位置を求める動作過程は、既に説明した既知の拡散変調信号受信装置におけるこの種の動作過程と同じであるので、その動作過程の説明は、省略する。

【００７２】

このように、本実施例の拡散変調信号受信装置によれば、除算部７から出力された周波数領域の正規化信号がフィルタ部８に供給された際に、フィルタ部８は、供給された正規化信号に対し、まず、周波数領域で窓関数の乗算を行って周波数窓乗算正規化信号を形成し、この周波数窓乗算正規化信号をフーリエ変換して変換領域（時間領域）正規化信号に変換する。次に、平均雑音成分レベルに一定マージンを加えて設定したスレッシュホールドレベルで時間領域正規化信号の雑音を除去して時間領域における信号成分のみを抽出し、抽出した時間領域の信号成分に対して窓関数のスペクトラムによる近似処理を行って時間領域正規化信号成分の波形を補正して、その不連続部分をなくす。次いで、補正された時間領域正規化信号を逆フーリエ変換して周波数領域の正規化信号に再変換し、再変換した周波数領域の正規化信号に対して周波数領域で窓関数の除算を行い、雑音成分や不要な成分を含まない周波数領域の正規化信号を生成する。このようにして得られる正規化信号を高分解能信号処理部に供給するようにしているので、高分解能信号処理部において、雑音成分や不要な成分の影響を受けることなく、主信号成分と遅延信号成分とが高い時間分解能で正確に分離判別することが可能になる。

【００７３】

なお、本実施例の拡散変調信号受信装置においては、参照信号発生部４が発生する参照信号を、送信機側で拡散変調に用いたＰＮ符号の周波数帯域を制限した信号と同じものにし、さらにその周波数帯域制限の特性を送信機側で得られた拡散変調信号に周波数帯域制限を行ったものと同一の特性のものにしているが、本発明による参照信号はこのようなものに限られるものでなく、例えば、送信機側でＰＮ符号で拡散変調した拡散変調信号が周波数帯域制限されていない場合、参照信号として送信機側で用いたＰＮ符号と同一の符号のものを選べばよいものであり、本発明による参照信号については、送信機側で得られた拡散変調信号と極めて相関が高い参照信号が選択されるものである。

【００７４】

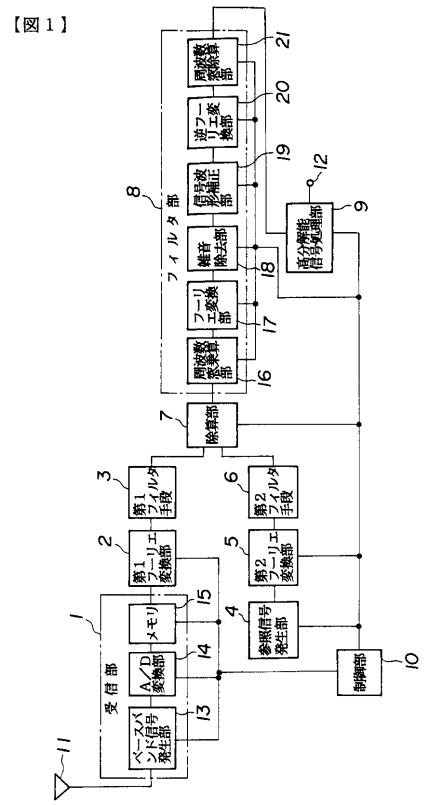
【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、フィルタ部において、供給された周波数領域の正規化信号に対し、最初に、周波数領域で窓関数を乗算して周波数窓乗算正規化信号を形成し、形成した周波数窓乗算正規化信号をフーリエ変換して変換領域（時間領域）正規化信号に変換する。次に、平均雑音成分レベルに一定マージンを加えて設定したスレッシュホールドレベルを用いて時間領域正規化信号の雑音を除去し、時間領域の信号成分のみを抽出し、抽出した時間領域の信号成分に対して窓関数のスペクトラムによる近似処理を行って、時間領域正規化信号の波形を補正してその不連続部分をなくす。次いで、補正された時間領域正規化信号を逆フーリエ変換して周波数領域の正規化信号に再変換し、再変換した周波数領域の正規化信号に周波数領域で窓関数の除算を行って、雑音成分や不要な成分を含まない正規化信号を生成する。このようにして得られる正規化信号を高分解能信号処理部に供給するようにしたので、高分解能信号処理部において、雑音成分や不要な成分の影響を受けずに主信号成分と遅延信号成分とを高い時間分解能で正確に分離判別することができるという効果がある。

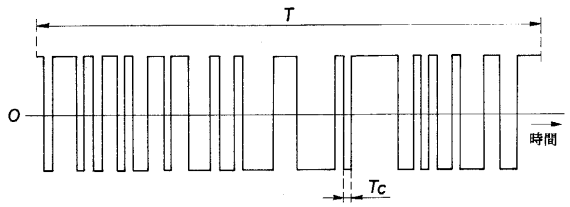
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明による拡散変調信号受信装置の一実施例の構成を示すブロック構成図である。
【図２】送信機側で拡散変調を行うときに用いられるＰＮ符号の一例を示す波形図である。
【図３】受信部から出力されるベースバンド拡散変調信号の一例を示す波形図である。
【図４】ベースバンド拡散変調信号を第１フーリエ変換部でフーリエ変換した後に得られる周波数領域受信信号の特性図である。
【図５】参照信号発生部から出力される参照信号の一例を示す波形図である。
【図６】参照信号を第２フーリエ変換部でフーリエ変換した後に得られる周波数領域参照信号の特性図である。
【図７】除算部から出力される周波数領域の正規化信号の一例を示す特性図である。
【図８】周波数窓乗算部で乗算される周波数窓関数の周波数特性の一例を示す特性図である。
【図９】周波数窓乗算部から出力される周波数窓乗算正規化信号の周波数特性の一例を示す特性図である。
【図１０】雑音除去部と信号波形補正部とにより雑音除去と信号波形補正が行われる前後の時間領域正規化信号の各一例を示す信号波形図である。
【図１１】逆フーリエ変換部から出力された雑音除去後の周波数領域の正規化信号の周波数特性の一例を示す特性図である。
【図１２】周波数窓除算部で用いられる周波数窓関数の周波数特性の一例を示す特性図である。
【図１３】周波数窓除算部から出力された雑音除去後の正規化信号の周波数特性の一例を示す特性図である。
【図１４】時間領域におけるハニング窓のスペクトラムにより、雑音除去後に抽出された時間領域の信号成分を近似する際に使用される信号の波形図である。
【図１５】高分解能信号処理部が雑音成分除去後の正規化信号を入力した場合に出力される相関計量信号の一例を示す特性図である。
【図１６】既知のＰＮ符号を用いた拡散変調方式に用いられる拡散変調信号波形の一例を示す信号波形図である。
【図１７】ＰＮ符号を用いた拡散変調方式に用いられる拡散変調信号の周波数スペクトラムを示す特性図である。
【図１８】ＰＮ符号を用いた拡散変調方式を移動体追尾方式に適用した既知の拡散変調信号受信装置の要部構成の一例を示すブロック図である。
【図１９】図１８に図示の既知の拡散変調信号受信装置において高分解能信号処理部から出力される相関計量信号の一例を示す特性図である。
【符号の説明】
１　受信部
２　第１フーリエ変換部
３　第１フィルタ手段
４　参照信号発生部
５　第２フーリエ変換部
６　第２フィルタ手段
７　除算部
８　フィルタ部
９　高分解能信号処理部
１０　制御部
１１　アンテナ
１２　信号出力端子
１３　ベースバンド信号発生部

１４　アナログ－ディジタル（Ａ／Ｄ）変換部
１５　メモリ
１６　周波数窓乗算部
１７　フーリエ変換部
１８　雑音除去部
１９　信号波形補正部
２０　逆フーリエ変換部
２１　周波数窓除算部

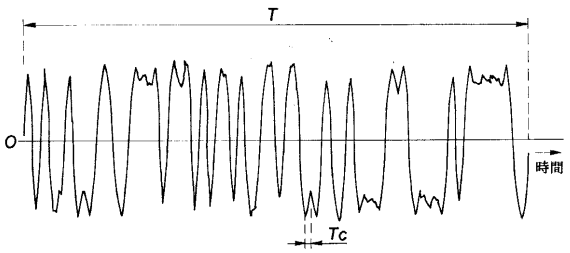
【図１】



【図２】

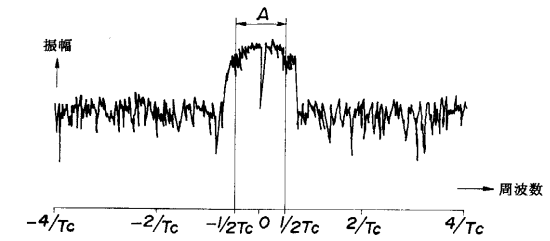


【図３】



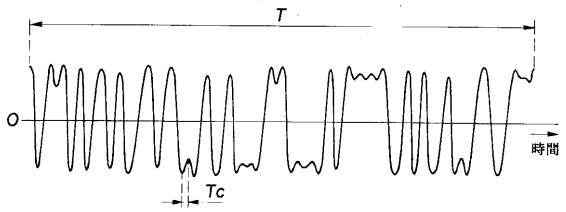
【図４】

【図４】



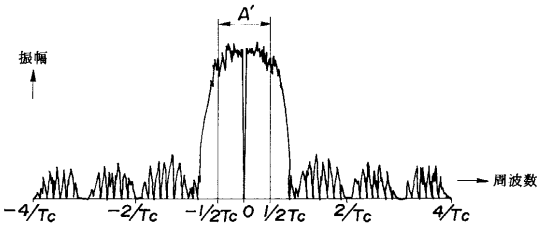
【図５】

【図５】



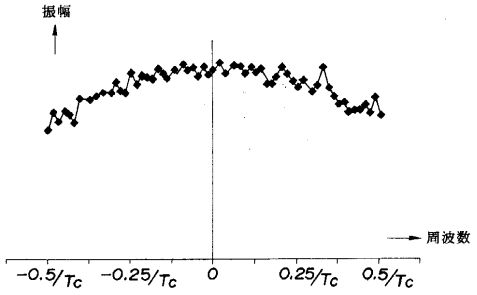
【図６】

【図６】



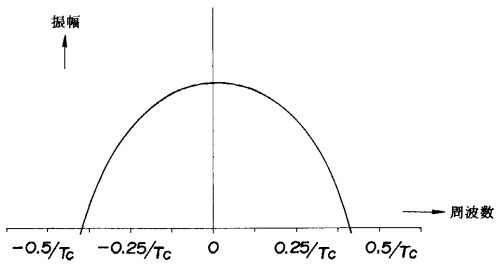
【図７】

【図７】



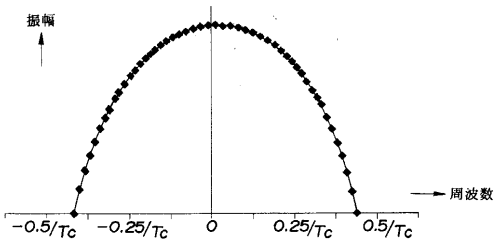
【図８】

【図８】



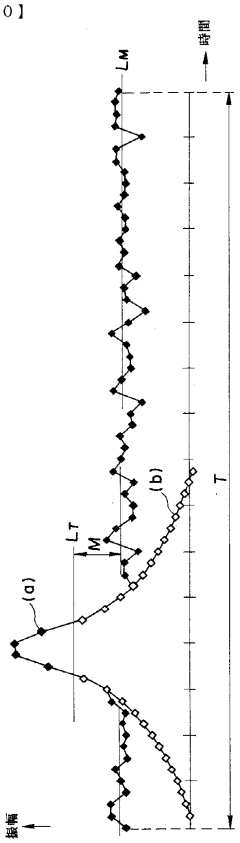
【図９】

【図９】



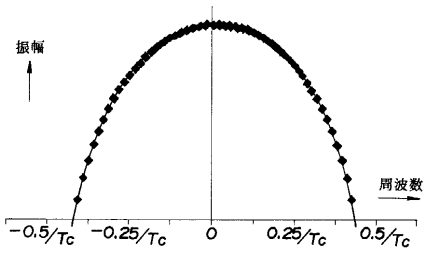
【図１０】

【図１０】



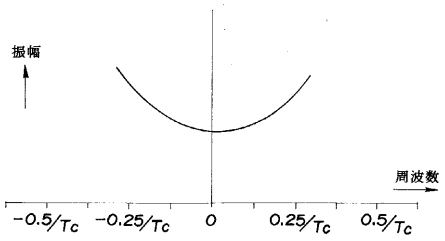
【図１１】

【図１１】



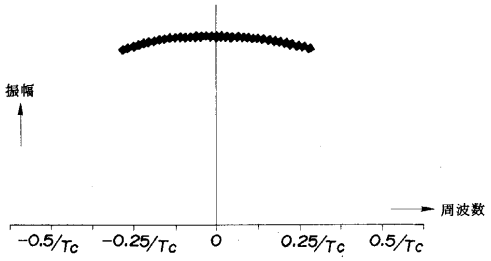
【図１２】

【図１２】



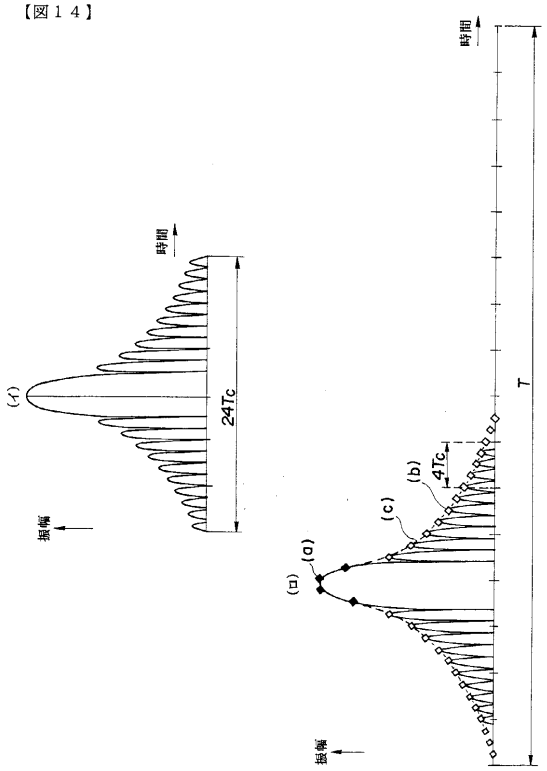
【図１３】

【図１３】



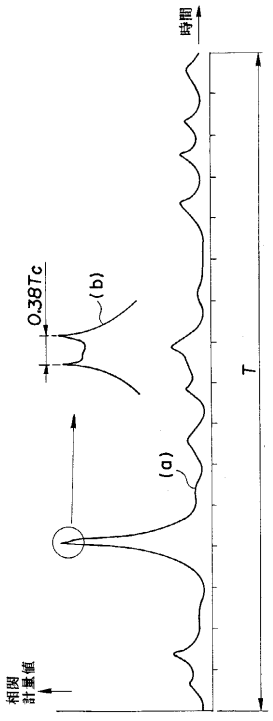
【図１４】

【図１４】



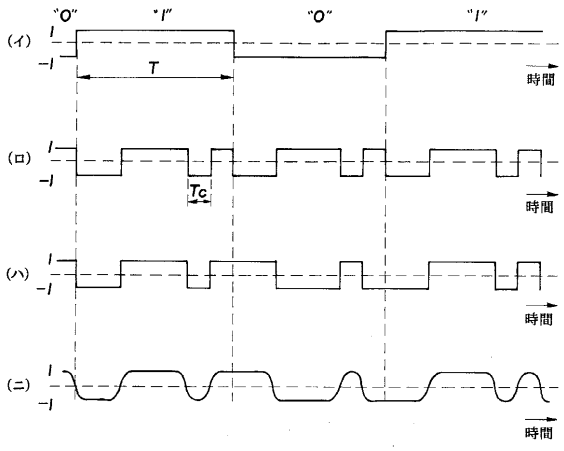
【図１５】

【図１５】



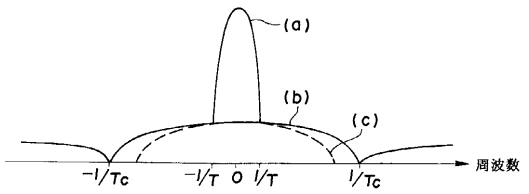
【図１６】

【図１６】



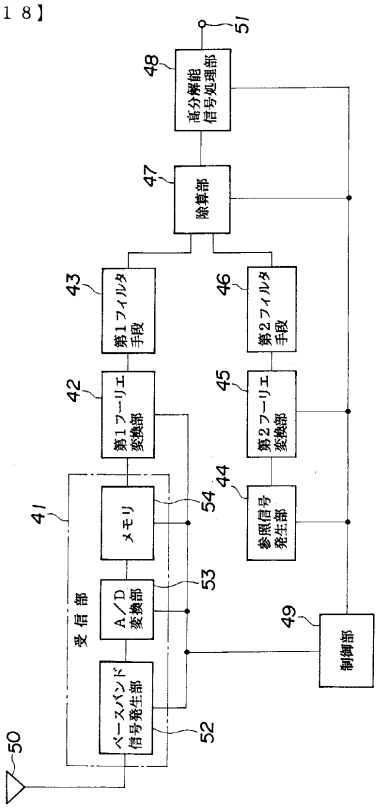
【図１７】

【図１７】



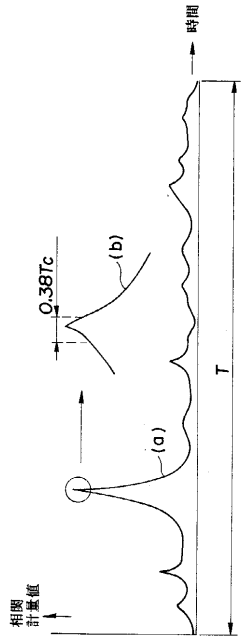
【図１８】

【図１８】



【図１９】

【図１９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－１９７０９３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３２１７６３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２２３１３２（ＪＰ，Ａ）
中原 秀樹 外3名，「ＦＦＴ－MUＳＩＣ法とＦＦＴ演算型相関法の多重波伝搬遅延時間分解能の比較検討」，１９９５年電子情報通信学会総合大会講演論文集，１９９５年 3月１０日，通信1，p.25，Ｂ－２５

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04J 13/00 - 13/06
H04B 1/69 - 1/713
G01S 1/02
G01S 3/02