

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4861428号  
(P4861428)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl. F I  
**HO4B 1/707 (2011.01)** HO4J 13/00 400  
**HO4J 13/10 (2011.01)** HO4J 13/00 101

請求項の数 22 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-540708 (P2008-540708)	(73) 特許権者	398012616
(86) (22) 出願日	平成17年11月18日 (2005.11.18)		ノキア コーポレイション
(65) 公表番号	特表2009-516452 (P2009-516452A)		フィンランド エフイーエンー02150
(43) 公表日	平成21年4月16日 (2009.4.16)		エスプー ケイララーデンティエ 4
(86) 国際出願番号	PCT/IB2005/003446	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02007/057722		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成19年5月24日 (2007.5.24)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成20年6月24日 (2008.6.24)		弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100108383
			弁理士 下道 晶久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号のサンプル・シーケンスの処理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号のサンプルのシーケンスを処理する方法であって、前記信号はチップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含み、前記方法は、

a) 前記キャリアによる前記サンプルのシーケンスへの影響を除去し、前記サンプルのシーケンスをダウンサンプリングするステップであって、

前記除去およびダウンサンプリングは、

ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、前記サンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルをそれぞれ結合するステップを含み、結合値はそれぞれ所定範囲内または所定範囲外にあり、

結合値が前記所定範囲内にある場合、前記除去およびダウンサンプリングは、

前記サンプルのシーケンスを1サンプル分シフトするステップと、

前記シフトされたサンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルを、結合値シーケンスを、前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして、得るべくそれぞれ結合するステップと、

を更に含む、ステップと、

b) 前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスを、さらなる処理用の新たなサンプルのシーケンスとして利用するステップと、を含む方法。

## 【請求項 2】

前記サンプルは、前記キャリアの周波数に少なくとも等しく前記符号のチップレートの少なくとも倍であるサンプリング・レートで前記信号から得られる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記所定範囲はゼロという単一値のみを含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

順次サンプルをそれぞれ結合する前記ステップは、2つの順次サンプルをそれぞれ結合することを含む、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記キャリアはバイナリ・オフセット・キャリアであり、前記符号は擬似ランダム雑音符号である、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記バイナリ・オフセット・キャリアは  $BOC(n, n)$  であり、 $n$  は自然数であり、前記サンプリング・レートは前記擬似ランダム雑音符号のチップ毎に 4 サンプルであり、前記サンプルのシーケンスは  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots\}$  によって示され、前記結合は、次の式：

$$Y = \{[y_1, y_2], \dots, [y_{2n+1}, y_{2n+2}], \dots\}$$

ここで、

$$y_{2n+1} = (x_{4n+1} + x_{4n+2}) / 2$$

$$y_{2n+2} = -(x_{4n+3} + x_{4n+4}) / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

を前記サンプルのシーケンスに適用することによって実行され、 $Y$  は前記結合値シーケンスである、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記バイナリ・オフセット・キャリアは  $BOC(2n, n)$  であり、 $n$  は自然数であり、前記サンプリング・レートは前記擬似ランダム雑音符号のチップ毎に 4 サンプルであり、前記サンプルのシーケンスは  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots\}$  によって示され、前記結合は、次の式：

$$Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots\}$$

ここで

$$y_n = (x_{2n+1} - x_{2n+2}) / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

を前記サンプルのシーケンスに適用することによって実行され、 $Y$  は前記結合値シーケンスである、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 8】

ステップ b) での前記さらなる処理は、整合フィルタおよび相関器のうちの少なくとも 1 つを使用して復号することを含む、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記信号は、前記変調されているキャリアを用いて変調されている全地球的航法衛星システム信号からのものである、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 10】

信号のサンプルのシーケンスを処理する装置であって、前記信号はチップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含み、

前記装置は、

前記キャリアによる前記サンプルのシーケンスへの影響を除去し、前記サンプルのシーケンスをダウンサンプリングするようになっている除去およびダウンサンプリング部であって、

前記除去およびダウンサンプリング部は、前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、前記サンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルをそれぞれ結合するように適合され、

10

20

30

40

50

結合値はそれぞれ所定範囲内または所定範囲外にあり、

結合値が前記所定範囲内にある場合、前記除去およびダウンサンプリング部は、前記サンプルのシーケンスを1サンプル分シフトし、前記シフトされたサンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルを、前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、それぞれ結合するように更に適合される、  
除去およびダウンサンプリング部と、

前記除去およびダウンサンプリング部によって提供されるダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスを、さらなる処理用の新たなサンプルのシーケンスとして利用されている処理コンポーネントと、  
を含む、装置。

10

【請求項11】

前記サンプルは、前記キャリアの周波数に少なくとも等しく前記符号のチップレートの少なくとも倍であるサンプリング・レートを持つ、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

前記所定範囲はゼロという単一値のみを含む、請求項10または11に記載の装置。

【請求項13】

前記除去およびダウンサンプリング部は、2つの順次サンプルをそれぞれ結合するように適合される、請求項10ないし12のいずれか1項に記載の装置。

【請求項14】

前記キャリアはバイナリ・オフセット・キャリアであり、前記符号は擬似ランダム雑音符号である、請求項11に記載の装置。

20

【請求項15】

前記バイナリ・オフセット・キャリアはBOC(n, n)であり、nは自然数であり、前記サンプリング・レートは前記擬似ランダム雑音符号のチップ毎に4サンプルであり、前記サンプルのシーケンスは $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots\}$ によって示され、前記除去およびダウンサンプリング部は、次の式：

$$Y = \{ [y_1, y_2], \dots, [y_{2n+1}, y_{2n+2}], \dots \}$$

ここで、

$$y_{2n+1} = (x_{4n+1} + x_{4n+2}) / 2$$

$$y_{2n+2} = -(x_{4n+3} + x_{4n+4}) / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

30

を前記サンプルのシーケンスに適用することによって前記結合を実行するように適合され、Yは前記結合値シーケンスである、請求項14に記載の装置。

【請求項16】

前記バイナリ・オフセット・キャリアはBOC(2n, n)であり、nは自然数であり、前記サンプリング・レートは前記擬似ランダム雑音符号のチップ毎に4サンプルであり、前記サンプルのシーケンスは $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots\}$ によって示され、前記除去およびダウンサンプリング部は、次の式：

$$Y = \{ y_1, y_2, y_3, \dots \}$$

ここで

$$y_n = (x_{2n+1} - x_{2n+2}) / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

40

を前記サンプルのシーケンスに適用することによって前記結合を実行するように適合され、Yは前記結合値シーケンスである、請求項14に記載の装置。

【請求項17】

前記処理コンポーネントは、整合フィルタおよび相関器のうちの少なくとも1つを使用して復号することを含むさらなる処理を適用するように適合される、請求項10ないし16のいずれか1項に記載の装置。

【請求項18】

前記信号は、前記変調されているキャリアを用いて変調されている全地球的航法衛星システム信号からのものである、請求項10ないし17のいずれか1項に記載の装置。

50

## 【請求項 19】

前記装置は、

電子装置のためのモジュールと、電子装置と、衛星信号受信機と、GALILEO受信機と、移動局と、  
 のうちの1つである、請求項10ないし18のいずれか1項に記載の装置。

## 【請求項 20】

信号のサンプルのシーケンスを処理するソフトウェア・プログラムであって、前記信号はチップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含み、前記ソフトウェア・プログラムは、処理ユニットによって実行されると、

a) 前記キャリアによる前記サンプルのシーケンスへの影響を除去し、前記サンプルのシーケンスをダウンサンプリングすることであって、

前記除去およびダウンサンプリングは、ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、前記サンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルをそれぞれ結合するステップを含み、

結合値はそれぞれ所定範囲内または所定範囲外にあり、

結合値が前記所定範囲内にある場合、前記除去およびダウンサンプリングは、前記サンプルのシーケンスを1サンプル分シフトするステップと、

前記シフトされたサンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルを、前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、それぞれ結合するステップと、を更に含む、ことと、

b) 前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスを、さらなる処理用の新たなサンプルのシーケンスとして利用するステップと、を実現するようになっているソフトウェア・プログラム。

## 【請求項 21】

請求項20に記載のソフトウェア・プログラムが格納されている記憶装置。

## 【請求項 22】

信号のサンプルのシーケンスを処理する装置であって、前記信号はチップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含み、

前記装置は、

前記キャリアによる前記サンプルのシーケンスへの影響を除去し、前記サンプルのシーケンスをダウンサンプリングする手段であって、前記除去およびダウンサンプリングは、

サンプルの前記シーケンスの所定数の順次サンプルを、ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、それぞれ結合するステップとを含み、結合値はそれぞれ所定範囲内または所定範囲外にあり、

結合値が前記所定範囲内にある場合、前記除去およびダウンサンプリングは、前記サンプルのシーケンスを1サンプル分シフトするステップと、

前記シフトされたサンプルのシーケンスの所定数の順次サンプルを、前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスとして結合値シーケンスを得るべく、それぞれ結合するステップと、を更に含む、手段と、

前記ダウンサンプリングされたサンプルのシーケンスを、さらなる処理用の新たなサンプルのシーケンスとして利用する手段と、  
 を含む、装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、拡散符号によって変調されているキャリアを含む信号のサンプル・シーケンスを処理する方法に関する。本発明は、対応する処理コンポーネントと、対応する電子デバイスと、対応するシステムと、対応するソフトウェア・プログラム・コードと、対応するソフトウェア・プログラム製品とに等しく関する。

## 【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

基本的な形態のスペクトル拡散通信では、伝送ユニットによりデータ・シーケンスが使用されて正弦キャリアが変調され、続いて、結果として生じた信号の帯域幅がはるかに大きな値に拡散される。帯域幅を拡散するために、単一周波数キャリアに、例えば、-1および1の値を含む高速バイナリ擬似ランダム雑音(PN: pseudo-random noise)符号シーケンスを乗算することも可能であり、この符号シーケンスは受信機に知られている。PN符号期間には通常1023チップが含まれている。このチップという言葉は、データ・シーケンスのビットとは対照的に、伝送信号によって伝達される符号のビットを示すのに使用される。

## 【 0 0 0 3 】

拡散符号は、例えば全地球的航法衛星システム(GNSS: Global Navigation Satellite Systems)で使われているが、これに限られない。

## 【 0 0 0 4 】

例えば、米国のGNSS GPS(Global Positioning System: 全地球測位システム)用に、20を超える衛星が地球を周回している。衛星はそれぞれ2つのキャリア信号L1およびL2を伝送する。これらキャリア信号の1つであるL1は、1575.42MHzの周波数を有し、標準測位サービス(SPS: standard positioning service)のナビゲーション・メッセージおよび符号信号を伝えるために使われている。L1キャリア位相は、各衛星によって別々のC/A(粗捕捉: Coarse Acquisition)符号を用いて変調される。したがって、異なる衛星による伝送用に別々のチャンネルが得られる。C/A符号は擬似ランダム雑音(PN)符号であり、これは、20.46MHzの公称帯域幅上にスペクトルを拡散させる。これは1023ビット毎に繰り返され、符号のエポックは1msである。L1信号のキャリア周波数は、ナビゲーション情報を用いて50ビット/sのビット・レートでさらに変調される。

## 【 0 0 0 5 】

位置決定されるべきGPS受信機は、現在利用可能な複数の衛星によって伝送される信号を受信し、含まれている種々のC/A符号に基づき、別々の衛星によって使用されたチャンネルを検出および追跡する。衛星信号の捕捉および追跡を目的として、まず、GPS受信機の無線周波数(RF: radio frequency)部によって受信された信号がベースバンドに変換される。続いて、信号はアナログ-デジタル(A/D: analog-digital)変換でサンプリングされ、サンプルは、すべての衛星に関して利用可能なレプリカ符号のサンプルと相関される。この相関は、例えば整合フィルタを使用して実行することができる。閾値を超える相関値はC/A符号および符号位相を示しており、これらは、信号を広げて、それによってナビゲーション情報を回復するために必要である。

## 【 0 0 0 6 】

このように、GPS衛星信号はデータ・コンポーネント、PNコンポーネント、正弦キャリア・コンポーネントを含むが、その他のスペクトル拡散信号にはさらなるサブキャリア変調が含まれることもある。

## 【 0 0 0 7 】

例えば、欧州製GNSS GALILEOに対しては、4つのキャリア信号E5a、E5b、E6およびL1が選択されている。これらキャリア信号の基本的な使用法は、GPS L1キャリア信号について説明したのと似ている。なお、正弦キャリア信号E6およびL1のスペクトルは、バイナリ・オフセット・キャリア(BOC: binary offset carrier)変調を使用して拡散されるが、これはBOCサブキャリアおよびPN符号から成る。この変調はBOC(n, m)として表記され、nはPN符号のチップレートを示し、mは1.023MHz単位でサブキャリア周波数を示す。BOCサブキャリアは、以下では単にBOCキャリアとも呼ばれる。

10

20

30

40

50

## 【0008】

GALILEO L1 キャリア信号にはBOC(1, 1)変調が指定されている。図1は変調原理を示している。先頭の図は、BOC(1, 1)キャリアの進行を経時的に例示している。BOC(1, 1)キャリアは、+1および-1の交互に替わる値を有する複数のサブチップから成り、各サブチップは、0.5msの持続時間を有する。2番目の図は、例示的なPN符号の進行を経時的に例示している。PN符号は、+1または-1の値を有するチップのシーケンスから成り、各チップは1msの持続時間を有する。PN符号の各チップの始まりはBOC(1, 1)キャリアの立ち上がりと同じである。3番目の図は、BOC(1, 1)キャリアとPN符号とを混ぜることで得られるBOC(1, 1)信号を経時的に例示している。

10

## 【0009】

図2は、GALILEO BOC(1, 1)変調およびGPS C/A符号変調を使用したキャリア信号L1の拡散を比較する図である。この図は、被変調キャリアのスペクトルの振幅を、キャリア信号の周波数を中心とする-4MHzから+4MHzの範囲内で示している。BOC(1, 1)変調を用いると、信号帯域はC/A符号変調に比べて倍を超えていることが分かる。BOC(1, 1)変調を用いると、C/A符号変調を用いた結果の単一主ローブの両側にある2つの主ローブにエネルギーの多くが集中する。さらに、BOC(1, 1)変調を用いた結果のサイドローブはC/A符号変調を用いた結果のものに比べて強い。C/A符号変調およびBOC(1, 1)変調のエネルギー分布を次の表に示す。

20

## 【0010】

## 【表1】

	主ローブ (単数または複数)	一次ローブ	二次ローブ
C/A	90%	4.9% (2×2.4%)	1.7% (2×0.84%)
BOC(1, 1)	86% (2×43%)	7.1% (2×3.6%)	2.7% (2×1.33%)

30

## 【0011】

BOC(1, 1)信号の捕捉は整合フィルタを用いても同様に実現できる。このために、受信されたRF信号がダウンコンバートおよびサンプリングされる。信号エネルギーを大きく生かし、重複干渉を最小限に抑えるには、サンプリング・レートが一次サイドローブを対象とするのに十分高いことが必要である。最小のサンプリング・レートは、チップ毎に4サンプル(複雑(complex))である必要があり、これはサブチップ毎に2サンプル(複雑(complex))に相当する。図3は、このようなBOC(1, 1)信号を用いた結果の典型的な整合フィルタ出力の図である。

40

## 【0012】

BOC(1, 1)変調が、必要なサンプリング・レート、ひいては必要な相関器の数を倍増させるということは、BOC(1, 1)信号に基づく信号捕捉の欠点である。信号が相関器のレプリカ符号配列の間にあるときの精度低下を制限するために、捕捉チェーン全体でより高いサンプリング・レートが使用される。結果として、ハードウェアの複雑性は、非BOC信号のハードウェアの複雑性よりも約4倍高くなる。

## 【0013】

GALILEO E6 キャリア信号に対してはBOC(10, 5)変調が指定されている。BOC(10, 5)変調は、 $n = 2m$ であるBOC(n, m)変調の一例である。このタイプのBOC変調については、チップとサブチップとの間の関係はBOC(2, 1)

50

の場合と同じである。

【0014】

図4は、典型的なBOC(2,1)変調の変調原理を提示している。先頭の図は、BOC(2,1)キャリアの進行を経時的に例示している。BOC(2,1)キャリアは+1および-1の交互に替わる値を有する複数のサブチップから成り、各サブチップは0.25msの持続期間を有する。2番目の図は、例示的なPN符号の進行を経時的に例示している。PN符号は、+1または-1の値を有するチップのシーケンスから成り、各チップは1msの持続時間を有する。PN符号の各チップの始まりはBOC(2,1)キャリアの立ち上がりと同じである。3番目の図は、BOC(2,1)キャリアとPN符号とを混ぜることで得られるBOC(2,1)変調を経時的に例示している。

10

【0015】

図5は、GALILEO BOC(2,1)変調およびGPS C/A符号変調を使用したキャリア信号L1の拡散を比較する図である。この図は、被変調キャリア信号のスペクトルの振幅を、キャリア信号の周波数を中心とする-8MHzから+8MHzの範囲内で示している。BOC(2,1)変調を用いるとBOC(2,1)信号の2つの主ローブを対象とするための最小帯域幅は±3MHzであることが分かる。BOC(2,1)に関しては、最小有効サンプリング・レートは4MHz(複雑)であり、第1のサイドローブも対象とするのであれば8MHzのサンプリング・レートが使用される必要がある。8MHzのサンプリング・レートを用いると、必要な捕捉ハードウェアの複雑性が4MHzのサンプリング・レートを用いるよりもさらに高くなることは明らかである。

20

【0016】

当然のことながら、拡散符号によって変調されているキャリアまたはサブキャリアを含む他の信号の処理に対しても比較的高いハードウェアの複雑性が同じく必要とされると思われる。

【0017】

BOC信号はキャリア周波数の両側の対称信号(symmetric signal)であることから、整合フィルタまたは相関器によって処理される帯域幅を減らすために、二重帯域受信機(dual-band receiver)構造が使用されることもあり得る。対応する捕捉が図6に図示されている。対称信号60は、一方では上側波帯フィルタ61に渡され、他方では下側波帯フィルタ65に渡される。上側波帯フィルタ61は、ダウンコンバートを目的として、上側波帯信号をダウンコンバータ62に渡す。続いて、ダウンコンバートされた信号は第1整合フィルタまたは第1相関器バンク(correlator bank)63に渡される。下側波帯フィルタ65は、ダウンコンバートを目的として、下側波帯信号を第2ダウンコンバータ66に渡す。続いて、ダウンコンバートされた信号が第2整合フィルタまたは第2相関器バンク67に渡される。次に、両整合フィルタまたは両相関器バンク63、67の出力が加算器69によって加算され、最終相関結果が得られる。

30

【0018】

各側波帯に関して、側波帯のフィルタリングで狭いベースバンド信号を実現できるため、この手法はBOC(5,1)信号など広く拡散した信号に効果的である。しかし、例えば2つの側波帯が互いに近いこと、フィルタ・ロスが懸念されること、およびドップラー環境において重複干渉が強い可能性があることから、BOC(1,1)信号については利点が大きくない。

40

【0019】

文献、欧州特許出願公開第1 315 308(A1)号明細書には、受信される無線信号の追跡を強化するためにBOC変調のサブキャリアの除外を利用する信号追跡ユニットが提示されている。除外は、位相および直角位相におけるサブキャリアのレプリカをサブキャリアに乗算することに基づく。

【0020】

それでもやはり、高いサンプリング・レートは効率的な処理を妨げる。

50

## 【発明の開示】

## 【0021】

本発明は、拡散符号によって変調されているキャリアを含む信号をより効率的に処理できるようにする。

## 【0022】

信号のサンプル・シーケンスを処理する方法が提案される。信号は、チップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含んでいると想定される。提案される方法は、

a) キャリアによるサンプル・シーケンスへの影響を除去し、サンプル・シーケンスをダウンサンプリングすることと、

b) ダウンサンプリングされたサンプル・シーケンスを、さらなる処理用の新たなサンプル・シーケンスとして利用することとを含む。

## 【0023】

さらに、信号のサンプル・シーケンスを処理する処理モジュールが提案される。信号は、ここでもやはり、チップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含んでいると想定される。提案される処理モジュールは、キャリアによるサンプル・シーケンスへの影響を除去しサンプル・シーケンスをダウンサンプリングするようになっているキャリア除去およびダウンサンプリング部を含む。提案される処理モジュールはさらに、キャリア除去およびダウンサンプリング部によって提供されるダウンサンプリングされたサンプル・シーケンスをさらなる処理用の新たなサンプル・シーケンスとして利用するようになっている処理コンポーネントを含む。

## 【0024】

さらに、そのような処理モジュールを含む電子デバイスが提案される。

## 【0025】

さらに、そのような電子デバイスを含むシステムが提案される。

## 【0026】

さらに、信号のサンプル・シーケンスを処理するソフトウェア・プログラム・コードが提案される。信号は、チップ・シーケンスから成る符号によって変調されているキャリアを含んでいると想定される。ソフトウェア・プログラム・コードは、処理ユニットによって実行されると、提案される方法を実現するようになっている。

## 【0027】

最後に、そのようなソフトウェア・プログラム・コードが格納されているソフトウェア・プログラム製品が提案される。ソフトウェア・プログラム製品は、例えば、個別の記憶装置、電子デバイスに統合される記憶装置、ソフトウェア・プログラム・コードが実行用にバッファリングされるバッファを有する処理ユニットなどであればよい。

## 【0028】

本発明は、キャリアが除去されれば、拡散符号によって変調されているキャリアを含むサンプル・シーケンスを、低減されたサンプリング・レートで処理できるという見地に基づいている。

## 【0029】

したがって、キャリア除去の実行が提案され、これはサンプル・シーケンスのダウンサンプリングを伴う。

## 【0030】

低減されたサンプリング・レートを、後続の処理ステップの処理電力を低減させるために使用できるということが、本発明の利点である。例えば、クロック・レートが半減されれば、関連ハードウェアの消費電力は約半分減る。あるいは、低減されたサンプリング・レートは、例えば、その後の処理コンポーネント・ハードウェアの時分割多重化を拡大するために利用することもでき、必要とされるハードウェア、ひいては必要とされるシリコン面積の減少を意味する。

## 【 0 0 3 1 】

キャリア除去およびダウンサンプリングは、連続した動作として、または単一プロセスで実装できる。

## 【 0 0 3 2 】

第1の例示的な手法では、サンプル・シーケンスに既知のキャリアの対応するサンプルが乗算され、キャリア除去済みのサンプル・シーケンスが得られるとよい。続いて、このサンプル・シーケンスはダウンサンプリングされるとよい。

## 【 0 0 3 3 】

第2の例示的な手法は、被変調キャリアを含む信号のサンプルは単純なキャリア除去に利用可能な規則性を見せるという考えに基づき、この単純なキャリア除去は、或る数の順次サンプルをそれぞれ適切な方法で結合させ、結果として生じるシーケンスがキャリア除去済みの新たなシーケンスになるようにすることによる。この第2の手法では、キャリアの周波数に少なくとも等しく符号のチップレートの少なくとも2倍であるサンプリング・レートで、信号からサンプルが得られるとよい。続いて、サンプル・シーケンスの所定数の順次サンプルをそれぞれ結合して、結合値シーケンス、すなわちダウンサンプリングされたサンプル・シーケンスを得ることによって、キャリア除去およびダウンサンプリングが単一の処理ステップで実行されるとよい。

## 【 0 0 3 4 】

この第2の手法の一実施形態では、それぞれの結合値は所定範囲内または所定範囲外にある。その結果、提案される方法は、ステップb)に先行して次のステップ：結合値が所定範囲内であれば、サンプル・シーケンスを1サンプル分シフトさせ、シフトされたサンプル・シーケンスの所定数の順次サンプルを、結合値シーケンスを得るためにそれぞれ結合するステップをさらに含むとよい。このステップは、サンプルの結合では、程度の差はあるがさらなる処理に適している利用可能な信号の位相に応じて、異なる結合値シーケンスがもたらされ得るということを考慮に入れたものである。なお、この中間のステップは、いくつかのサンプルの各結合の後に実施されても、またはサンプル・シーケンスの全サンプルが結合された後に初めて実施されてもよい。

## 【 0 0 3 5 】

+ 1または- 1の値を有する2つの順次サンプルがそれぞれ結合される場合、所定範囲には、例えばゼロの単一値しか含まれないこともある。つまり、ゼロの値を全く含まない結合値シーケンスのみが考慮される。

## 【 0 0 3 6 】

第2の手法の別の実施形態では、提案される方法は、サンプル・シーケンスを1サンプル分シフトさせ、シフトされたサンプル・シーケンスの所定数の順次サンプルを、さらなる結合値シーケンスを得るためにそれぞれ結合するさらなるステップをさらに含む。ステップb)は、この場合、結合値シーケンスおよびさらなる結合値シーケンスを、キャリアによる影響が除去されているさらなる処理用の新たなサンプル・シーケンスとしてそれぞれ利用することを含むとよい。続いて、処理された結合値シーケンスおよび処理されたさらなる結合値シーケンスは、複数值の単一シーケンスに結合されるとよい。当然のことながら、元のシーケンスのサンプルおよびシフトされたシーケンスのサンプルの結合は、例えば同じキャリア除去コンポーネントによって順に実施することも、または並行して実施することも可能である。さらに、当然のことながら、元のシーケンスのさらなるシフトおよび結合動作も実施可能である。さらに、当然のことながら、両結合値シーケンスのさらなる処理は、同じ処理コンポーネントによって順に実施することも、または専用処理コンポーネントによって並行して実施することも可能である。この実施形態は、必要に応じて、さらなる処理をもたらず値の数が、キャリア除去のない場合と同じであってもよいという利点をもつ。

## 【 0 0 3 7 】

第2の手法の両実施形態において、各順次サンプルの結合は、例えば、2つの順次サンプルをそれぞれ結合することを含んでもよい。なお、特にサンプリング・レートが高くな

10

20

30

40

50

ると、さらに多くのサンプルも結合され得ることに注目されたい。

【0038】

結合動作によってキャリア除去および縮小が実行される場合、各キャリア、各符号、符号チップレートとキャリア周波数との間の比率、および使われているサンプリング・レートに、結合をうまく適応させるとよい。

【0039】

ステップb)でのさらなる処理は、例えば整合フィルタおよび/または相関器を使用した復号などの信号捕捉を含むと思われる。

【0040】

符号は、例えば擬似ランダム雑音符号であるとよく、キャリアは、例えばBOC(n, n)またはBOC(2n, n)のようなバイナリ・オフセット・キャリアであるとよい。

10

【0041】

信号はさらに、例えば被変調キャリアを用いて変調されているGNSS信号からのものであってもよい。

【0042】

例えば、本発明がGALILEO信号に使われると、BOC変調の除去後、GALILEOおよびGPSのPN符号特性の多くが同じになるというさらなる利点がある。これによって、結合されたGPS/GALILEO受信機の受信機構造を簡素化し、ハードウェア要件を緩和することができる。

【0043】

20

当然のことながら、提案される処理モジュールおよび提案されるソフトウェア・プログラム・コードは、提示されている実施形態のうちのいずれかからのステップを実施するようになっていけばよい。

【0044】

以下の詳細な説明を添付の図面と併せて検討することで、本発明の他の目的および特徴が明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

図7は例示的なシステムの概略ブロック図である。このシステムはキャリア除去を可能にし、その結果、本発明の実施形態に従って、必要な処理能力を低減できるようにする。

30

【0046】

このシステムは、移動局71と、GALILEO衛星(SV)75と、ネットワーク構成要素77によって表されている移動体通信ネットワークとを含む。

【0047】

移動局71は、GALILEO受信機72およびセルラ・エンジン(cellular engine)73を備えている。

【0048】

図8は、GALILEO受信機72の選択されたコンポーネントを示している。GALILEO受信機72はアンテナ80を含み、このアンテナ80は、RFフィルタ81を介してダウンコンバージョン・ミキサ82に接続されている。さらに、ダウンコンバージョン・ミキサ82は、A/D変換器83を介してBOCキャリア除去およびダウンサンプリング部84に接続されている。BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部84の出力は整合フィルタ85に接続されている。整合フィルタ85の出力は信号捕捉およびデータ復調ユニット86に渡される。最後に、信号捕捉およびデータ復調ユニット86は何らかのナビゲーション・プロセッサ87に接続されている。なお、例えばドップラー効果に起因する周波数誤差を取り除くミキサなど、追加の処理コンポーネントが提供されてもよい。さらに、示されているコンポーネントの一部が別の方法で実現されることも考えられる。例えば、整合フィルタ85の代わりに相関器バンクが使われることもあり得る。概して、GALILEO受信機72は、本発明の実施形態を実現するために追加されているBOCキャリア除去およびダウンサンプリング部84を別にすれば、あらゆる従来型のGA

40

50

L I L E O 受信機 7 2 と一致すると思われる。さらに、G A L I L E O 受信機 7 2 はハードウェアおよび/またはソフトウェアにおいて実現されてもよい。例えば、G A L I L E O 衛星 7 5 から受信される信号を捕捉および追跡するために、関連タスクを含む信号測定タスクが、G A L I L E O 受信機 7 2 の処理ユニットによって実行されるソフトウェア・コードに制御されるハードウェアによって実行されることも考えられる。

【 0 0 4 9 】

移動局 7 1 のセルラ・エンジン 7 3 は、移動電話 7 1 と移動体通信ネットワークとの間の従来の移動体通信に必要なすべてのコンポーネントを含み、追加の機能でさらに強化されているモジュールである。セルラ・エンジン 7 3 は、例えば、G A L I L E O 受信機 7 2 によって提供されるナビゲーション・データおよび測定結果に基づき G A L I L E O 受信機 7 2 の代わりにナビゲーション処理を実行できるデータ処理ユニットを含むとよい。さらに、セルラ・エンジン 7 3 は、ナビゲーション・データ、測定結果またはナビゲーション処理結果を、さらなる活用を目的として移動体通信ネットワークに送ることに関与するようになっていることも考えられる。

10

【 0 0 5 0 】

移動体通信ネットワークのネットワーク構成要素 7 7 は、従来型の任意のネットワーク構成要素 7 7 であればよい。ネットワーク構成要素 7 7 は処理ユニット 7 8 を含み、処理ユニット 7 8 も同様に、G A L I L E O 受信機 7 2 によって提供されセルラ・エンジン 7 3 によって送られるナビゲーション・データおよび測定結果に基づき、ナビゲーション処理を実行するようになっているとよい。あるいは、またはこれに加えて、処理ユニット 7 8 は、支援データを提供することで G A L I L E O 受信機 7 2 の動作をサポートするようになっていることも考えられる。

20

【 0 0 5 1 】

ここからは、図 7 および 8 の G A L I L E O 受信機 7 2 における、B O C ( 1 , 1 ) 変調を使用した G A L I L E O 信号の考えられる捕捉について、図 9 の流れ図を参照して説明する。

【 0 0 5 2 】

G A L I L E O 受信機 7 2 はそのアンテナ 8 0 を介して衛星信号を受信する ( ステップ 1 0 1 ) 。

【 0 0 5 3 】

受信された信号は、まず、例えばキャリア信号 L 1 に関連付けられている周波数帯域など、選択された G A L I L E O 周波数帯域で、R F フィルタ 8 1 によってフィルタリングされる ( ステップ 1 0 2 ) 。

30

【 0 0 5 4 】

続いて、フィルタリングされた信号はミキサ 8 2 によって中間周波数 I F ( i n t e r m e d i a t e f r e q u e n c y ) にダウンコンバートされる ( 1 0 3 ) 。

【 0 0 5 5 】

アナログ・ダウンコンバートされた信号は A / D 変換器 8 3 によってデジタル・ドメインに変換されるが、A / D 変換器 8 3 はこの目的のために、4 M H z のサンプリング・レートでアナログ信号をサンプリングする ( ステップ 1 0 4 ) 。

40

【 0 0 5 6 】

A / D 変換器 8 3 は、以下のサンプル・シーケンス X を出力する。

$$X = \{ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots \} \quad ( 1 )$$

【 0 0 5 7 】

サンプリングは図 1 0 にも例示されている。図 1 0 は B O C ( 1 , 1 ) 信号を経時的に示す図である。信号は、+ 1 および - 1 の値を繰り返す。チップおよびサブチップの持続時間が示されている。選択されている 4 M H z のサンプリング・レートは、チップ毎に 4 つのサンプル、すなわちサブチップ毎に 2 サンプルをもたらす。サンプル  $x_{4n+1}$  から  $x_{4n+4}$  が示されている。

【 0 0 5 8 】

50

次に、BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部84によってBOCキャリア除去が実行される(ステップ105から107)。

【0059】

BOCキャリア除去は以下の考えに基づく。

【0060】

BOC(1,1)キャリアでは、2つの隣接サンプルの符号は同じであるかまたは互いに正反対である。さらに、2つの隣接サンプルが同じ符号を有すると、次の2つの隣接サンプルも同じ符号を有し、符号が正反対であるだけである。その結果として、シーケンスX内の2つの隣接サンプルが同じ符号を有する場合も、次の2つの隣接サンプルは同じ符号を有する。この場合、PN符号が原因で、符号は正反対であることもそうでないこともある。BOC(1,1)キャリアの2つの隣接サンプルが異なる符号を有すると、次の2つの隣接サンプルも異なる符号を有し、逆の関連性があるだけである。シーケンスX内の2つの隣接サンプルが異なる符号を有すれば、結果として次の2つの隣接サンプルも同じく異なる符号を有することもあり、場合によっては逆の関連性がある。

10

【0061】

シーケンスXの最初の2つの隣接サンプル、および次のそれぞれの2つの隣接サンプルが同じ符号を有すると、第1のケースAが提供されるよう定義される。最初の2つの隣接サンプルから始まる、シーケンスXの連続した2つの隣接サンプルのうちのいずれかが異なる符号を有すると、第2のケースBが提供されるよう定義される。

【0062】

20

さらに、シーケンスXが1サンプル分後方または前方にシフトされると、ケースAおよびケースBはその位置を交代する。そのため、起こり得る2つのケースのみが考慮されればよい。

【0063】

入力シーケンスXのサンプルは、4つの連続したサンプル毎に1グループと見なすことによりグループ化できる。

$$X = \{ [x_1, x_2, x_3, x_4], \dots, [x_{4n+1}, x_{4n+2}, x_{4n+3}, x_{4n+4}], \dots \} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (2)$$

【0064】

続いて、以下の一連の式を適用することによってBOC(1,1)信号の復調が実行される。

30

$$Y = \{ [y_1, y_2], \dots, [y_{2n+1}, y_{2n+2}], \dots \} \quad (3)$$

ここで

$$y_{2n+1} = (x_{4n+1} + x_{4n+2}) / 2$$

$$y_{2n+2} = -(x_{4n+3} + x_{4n+4}) / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

【0065】

つまり、2つの連続したサンプル $x_i$ がそれぞれ加算によって結合され、結果として生じる和が2で割られる。さらに、演算結果に交互に正および負の符号が与えられ、サンプル $y_i$ が得られる。結果として生じるサンプル $y_i$ が新たなシーケンスYを形成する。(ステップ105)

40

【0066】

新たなシーケンスYについて、ゼロに等しい値を有するサンプル $y_i$ を含むかどうかを確認される(ステップ106)が、これは、上で定義されたケースBの状況でのみ生じると思われる。ゼロの値を有するサンプル $y_i$ が検出されなければ、この新たなシーケンスYは、さらなる処理を目的としてすぐに提供される。ゼロの値を有するサンプル $y_i$ が検出されれば、ケースAの状況を得るために、シーケンスX全体が1サンプル後方または前方にシフトされ(ステップ107)、結合が新たに開始される(ステップ105)。新たな結合において結果として生じるシーケンスYが、さらなる処理を目的として提供される。

【0067】

50

さらなる処理を目的として提供されるシーケンスYは、BOCキャリアが除去されているシーケンスである。さらに、サンプリング・レートが2低減されて2MHzになる。出力の精度は、それでもなお元のデータ・レートと同じであるよう保証される。式(3)は低域フィルタとしても役割を果たす。これは、雑音帯域幅を狭めるために雑音環境においてデータをダウンサンプリングするときに重要である。

【0068】

BOCキャリア除去を、図11に提示されている例を用いてさらに詳しく例示する。

【0069】

図11において、1段目は、4msの持続時間のBOC(1,1)キャリアを示している。

10

【0070】

2段目は、BOC(1,1)キャリアのサブチップ持続時間の2倍の長さのチップ持続時間を有する例示的なPN符号を示している。

【0071】

3段目は、BOC(1,1)信号、すなわちBOC(1,1)キャリアとPN符号との結合を示している。これはA/D変換器83に渡される信号に該当する。

【0072】

4段目は、A/D変換器83においてこのBOC(1,1)信号に関して得られるデータ・サンプルのシーケンスXを示している。既に記載したとおり、サブチップ毎に2つのサンプルがある。示されているシーケンスは、 $\{ (+1 \ +1 \ -1 \ -1) (-1 \ -1 \ +1 \ +1) (+1 \ +1 \ -1 \ -1) (-1 \ -1 \ +1 \ +1) (-1 \ -1 \ +1 \ +1) \dots \}$ である。

20

【0073】

ステップ105で、BOCキャリア除去を目的として、式(3)がこのシーケンスXに適用される。PN符号のチップ毎に4サンプルあるため、シーケンスの任意の開始点、ひいては式適用の任意の開始点は、チップの第1サンプル、チップの第2サンプル、チップの第3サンプルまたはチップの第4サンプルとすることができる。

【0074】

これら4つの考えられる状況が、図11の5段目から8段目にそれぞれケースA、B、C、Dとして例示されている。

30

【0075】

図11では、ケースAおよびケースCで、すべての結合結果が+1または-1であることが分かる。より具体的には、BOC(1,1)キャリアが除去されてPN符号が回復される。ケースAとケースCとの間には符号の違いしかなく、これは180°の一定の位相シフトに対応する。したがって、ケースAおよびCは、PN復号と同じケースと見なすことができる。

【0076】

ケースBおよびDについては、結合結果にはゼロの値も含まれている。PN符号化がなければすべての結果はゼロに等しくなる。出力はPN符号の差異である。

【0077】

したがって、図9のステップ105における手順は以下のとおりである。

40

【0078】

BOCキャリア除去がケースAまたはケースCで開始されると、ステップ106において、結合結果がゼロの値を含まないことが示される。したがって、結果として生じるシーケンスYは、さらなる使用を目的としてすぐに提供される。

【0079】

BOCキャリア除去がケースBまたはケースDで開始されると、ステップ106で、結合結果がゼロの値を含むことが示される。したがって、新たなシーケンスYはさらなる使用を目的として提供されない。代わりに、シーケンスXが1サンプル分シフトされ、シフトされたシーケンスXを用いて結合処理が新たに開始される。

50

## 【0080】

シフトされたシーケンスを用いた結果の新たなシーケンスYは、自動的にケースAまたはケースCとなり、さらなる使用を目的として提供される。なお、ケースBをもたらす最初のシーケンスYも、信号を強化するために使用されることも考えられるが、提示する例示の実施形態では考慮されない。

## 【0081】

新たなシーケンスYは、シーケンスYと種々の位相シフトで利用可能なレプリカ符号とを比較する整合フィルタ85を用いた従来のPN符号復号用に使用可能である(ステップ108)。

## 【0082】

サンプリング・レートの低減により、必要な最大演算処理用電力は、BOC変調を伴わない通常のPN復号器のたったの2倍である。

## 【0083】

整合フィルタの動作によって符号位相が判断されると、データを復調でき、その結果ナビゲーション・データが抽出されて(ステップ109)例えば位置決め演算の目的で使用される(ステップ110)。

## 【0084】

例えば、セルラ・エンジン73またはネットワーク構成要素77の受信機72の処理ユニットによって実行されるアプリケーションは、具体的には復号されたナビゲーション・メッセージ内のデータならびにPN符号のエポックおよびチップの総数に基づいて、複数の衛星75によって伝送される符号の伝送時間を判断してもよい。伝送時間と、受信機72に信号が到達した測定時間とによって、各衛星75から受信機72まで信号が伝播するのに信号が必要とする飛行時間を判断できる。この飛行時間に光の速度を乗算することで、受信機72と各衛星75との間の距離、すなわち範囲に変換できる。さらに、アプリケーションは、具体的には復号されたナビゲーション・メッセージ内のエフェメリス・パラメータ(ephemeris parameter)に基づいて、衛星75の伝送時の位置を推定してもよい。受信機72は一連の衛星75の範囲の交点に位置するため、算出距離および衛星75の推定位置は、続いて受信機72の現在位置を演算することを可能にする。

## 【0085】

概して、受信されるGALILEO信号の捕捉は、本発明の実施形態を実現するために追加されるBOCキャリア除去ステップ105~107を除き、任意の従来法を用いて実施されるとよい。

## 【0086】

提示されているBOCキャリア除去に対するドップラー周波数の影響をシミュレーションで見積もることができる。この目的のために、直接の整合フィルタ出力が、提示されている方法を用いた結果の整合フィルタ出力と比較される参照として使用されるとよい。両方法に関するシミュレーション結果は、捕捉確率、ならびに時間分解能、すなわち遅延推定の精度に基づいて比較することができる。ピーク値検出が捕捉に使用されると、両方法で同じ結果が得られるようである。シミュレーションでは、ドップラー・シフトをゼロから±に変えると、両方法の出力ピークが全く同じであることが示される。これは、ドップラー効果が両方法に対して同じであることを意味する。一方、トライアングル検出(triangle detection)が代用される場合、提示されている方法は直接MFフィルタ方法よりも優れている。より具体的には、トライアングル特性(triangle property)は、整合フィルタ適用前にBOCキャリアが除去されると、雑音環境においてよりよく保持されるようである。

## 【0087】

上記の例で考慮されたBOC(1,1)変調は、1MHzのPN符号チップ周波数に基づいていた。基本的なBOC(1,1)変調は、実質的に、 $n=m$ であるすべてのBOC( $n,m$ )変調を表す。つまり、これらの変調では、チップとサブチップとの関係ならび

10

20

30

40

50

に構造はBOC(1, 1)変調と同じということである。唯一の違いは基本的なチップレートである。したがって、BOC(1, 1)キャリア除去に関して提示された方法は、例えばBOC(2, 2)信号に対してなど、 $n = m$ であるあらゆるBOC( $n, m$ )信号に対して直接適用できる。

【0088】

さらに、当然のことながら、本発明に従ったキャリア除去は、他のBOC変調に対しても同様に使うことができる。サンプルのグループ化および各グループ内のサンプルの結合が適切な方法で適応させられるだけでよい。

【0089】

ここから、BOC(10, 5)変調のような、 $n = 2m$ であるBOC( $n, m$ )変調を使用したGALILEO信号の考えられる捕捉について、図12の流れ図を参照して説明する。この捕捉も同じく図7および8のGALILEO受信機72において実装可能である。この場合、図8のBOCキャリア除去およびダウンサンプリング部84は、BOC(1, 1)のような $n = m$ のBOC( $n, m$ )変調の代わりに、またはそれに加えて、 $n = 2m$ のBOC( $n, m$ )変調をサポートするように設計されているだけでよい。

【0090】

$n = 2m$ のBOC( $n, m$ )変調に関しては、チップとサブチップとの関係は、BOC(2, 1)変調に関するものと常に同じである。したがって、以下では、 $n = 2m$ の可能なすべてのBOC( $n, m$ )変調の代表であるBOC(2, 1)変調のみが考慮される。

【0091】

GALILEO受信機72はそのアンテナ80を介して衛星信号を受信する(ステップ201)。

【0092】

受信された信号は、まず、例えばキャリア信号E6に関連付けられている周波数帯域など、選択されたGALILEO周波数帯域で、RFフィルタ81によってフィルタリングされる(ステップ202)。

【0093】

続いて、フィルタリングされた信号はミキサ82によって中間周波数IFにダウンコンバートされる(203)。

【0094】

アナログ・ダウンコンバートされた信号はA/D変換器83によってデジタル・ドメインに変換されるが、A/D変換器83はこの目的のために、アナログ信号をサンプリングする(ステップ204)。BOC(2, 1)信号の2つの主ローブを対象とするための最小の帯域幅は $\pm 3$  MHzである。BOC(2, 1)の最小有効サンプリング・レートは4 MHz(複雑)であり、第1サイドローブも対象とするのであれば、8 MHzのサンプリング・レートが使用されなければならない。提示されている例では4 MHzのサンプリング・レートが選択されている。なお、当然のことながら、この原理は他のサンプリング・レートにも同じく拡大可能である。

【0095】

サンプリングは、ここでもやはり次のシーケンスをもたらす。

$$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots\}$$

【0096】

次に、BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部84によってBOCキャリア除去が実行される(ステップ205から208)。

【0097】

BOCキャリア除去は、BOC(2, 1)キャリア除去についても同じく、2つのケースAおよびBのみが考慮されればよいという考えに基づいている。2つのケースは、もう一方と1サンプル差がある(後方または前方)以外には、同じ入力サンプル・データ・シーケンスを共有する。入力シーケンスXにおいて、2つの隣接サンプルがそれぞれ次のようにグループ化される。

10

20

30

40

50

$$X = \{ [x_1, x_2], \dots, [x_{2n+1}, x_{2n+2}], \dots \} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (4)$$

【0098】

ケースAでは、シーケンスXの全グループ内の2つのサンプルは異なる符号を有する。ケースBでは、シーケンスXの一部のグループ内のサンプルが、PN符号が存在しているときはいつでも同じ符号を有する。

【0099】

続いて、次の式を適用することによってBOCキャリアを除去できる。

$$Y = \{ y_1, y_2, y_3, \dots \} \quad (5)$$

ここで

$$y_n = (x_{2n+1} - x_{2n+2}) / 2 \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

【0100】

つまり、2つの連続したサンプルがそれぞれ減算によって結合され、結果として生じる差が2で割られる。結果として生じるサンプル $y_i$ が新たなシーケンスYを形成する。(ステップ205)

【0101】

2つのサンプル $x_i$ 、 $x_{i+1}$ の各結合の後、結果がゼロに等しいかどうかを確認される(ステップ206)が、これはケースBでのみ起こり得る。ゼロの結果が検出されない限り、結合は、次の隣接サンプルを使用して続けられる(ステップ207、205)。一方、ゼロの結果が検出されるとすぐに、ケースAの状況を得るために、シーケンスX全体が1サンプル後方または前方にシフトされ(ステップ208)、結合が最初から新たに開始される(ステップ205)。

【0102】

結果として生じる結合値シーケンスYは、BOCキャリアが除去されているシーケンスである。さらに、サンプリング・レートが2低減される。これで、データ・フローのレートは、さらに2のダウンサンプリングが可能である。出力の精度は、それでもなお元のデータ・レートと同じであるよう保証される。

【0103】

BOC(2, 1)キャリア除去を、図13内に提示されている例を用いてさらに詳しく例示する。

【0104】

図13において、1段目は、4msの持続時間のBOC(2, 1)キャリアを示している。

【0105】

2段目は、BOC(2, 1)キャリアのサブチップ持続時間の4倍の長さのチップ持続時間を有する例示的なPN符号を示している。

【0106】

3段目は、BOC(2, 1)信号、すなわち、BOC(2, 1)キャリアとPN符号との結合を示している。これはA/D変換器83に渡される信号に該当する。

【0107】

4段目は、A/D変換器83においてこのBOC(2, 1)信号に関して得られるデータ・サンプルのシーケンスXを示している。選択されたサンプリング・レートでは、サブチップ毎に1つのサンプルがある。示されているシーケンスは、 $\{ (+1 \ -1 \ +1 \ -1) (-1 \ +1 \ -1 \ +1) (+1 \ -1 \ +1 \ -1) (-1 \ +1 \ -1 \ +1) (-1 \ +1 \ -1 \ +1) \dots \}$ である。

【0108】

ステップ205で、BOC(2, 1)除去を目的として、式(5)がこのシーケンスXに適用される。PN符号のチップ毎に4サンプルあり、式適用の任意の開始点は、チップの4つのサンプルのうちのいずれかでよい。なお、この場合、最初の2つのチップ・サンプルは、それに次ぐ2つのチップ・サンプルと常に同じとなる。したがって、シーケンス

10

20

30

40

50

がチップの1番目または2番目のサンプルから始まる状況を考慮すれば十分である。

【0109】

これら2つの状況が、図13の5段目および6段目にそれぞれケースAおよびBとして例示されている。

【0110】

図13では、ケースAで、すべての結合結果が+1または-1であることが分かる。より具体的には、BOC(2,1)変調が除去され、PN符号が回復されて、各チップは2つの連続した同じ値のデータ・サンプルによって表される。したがって、上記のとおり、データ・フローのレートはさらに2のダウンサンプリングが可能である。

【0111】

ケースBについては、PN符号がBOC(2,1)信号内に存在していれば結合結果は0の値も含む。

【0112】

したがって、図12のステップ205における手順は以下のとおりである。

【0113】

BOCキャリア除去がケースAで開始されると、シーケンス全体が処理され(ステップ206、205)、さらなる使用を目的として新たなシーケンスYとして提供される。

【0114】

キャリア除去がケースBで開始されると、ステップ206で、ある時点、本例では2つ目の結合の後に、結合結果がゼロの値を有することが示される。したがって、結合プロセスが中断され、シーケンスXは1サンプル分シフトされ(ステップ208)、シフトされたシーケンスXを用いて新たに結合プロセスが開始される(ステップ205)。

【0115】

その結果、シフトされたシーケンスの結果はケースAとなり、さらなる使用を目的として新たなシーケンスYとして提供される。

【0116】

新たなシーケンスYは、種々の位相シフトで、シーケンスYと利用可能なレプリカ符号とを比較する整合フィルタ85を用いた従来のPN符号復号用に使用可能である(ステップ209)。整合フィルタの動作によって符号位相が判断されると、例えばステップ109および110を参照して上に記載したように、ナビゲーション・データが読み出されて(ステップ210)、例えば位置決め演算の目的で使用されることが可能である(ステップ211)。

【0117】

図9および12を参照して説明されたBOC除去を用いると、入力されるサンプルの数が2で割られるため、整合フィルタは、BOC除去なしの信号を処理する整合フィルタに比べて半数の相関値しか出力しない。しかし、場合によっては、総相関値数が利用可能であることが望まれることもある。

【0118】

これは、図7のGALILEO受信機72の代わりに実装を用いて達成可能である。

【0119】

図14は、一例として、このような代替りのGALILEO受信機72の選択されたコンポーネントを示している。GALILEO受信機72は、ここでもやはりアンテナ、RFフィルタ、ダウンコンバージョン・ミキサおよびA/D変換器を含むが、これらは描かれていない。A/D変換器の出力は、第1BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部91と、第2BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部92とに並列接続されている。第1BOCキャリア除去部91の出力は、第1整合フィルタまたは相関器93を介して結合器95に接続されている。第2BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部92の出力は、第2整合フィルタまたは相関器94を介して結合器95に接続されている。結合器95の出力は、信号捕捉およびデータ復調ユニット96に接続されている。信号捕捉およびデータ復調ユニット96は、ここでもやはり、何らかのナビゲーション・プロ

10

20

30

40

50

セッサ（図示せず）に接続されているとよい。

【0120】

ここから、この代替の実装を使用した GALILEO 信号の考えられる捕捉について、図15の流れ図を参照して説明する。

【0121】

衛星信号は、図9および12を参照して説明したように、受信、フィルタリング、ダウンコンバートおよびデジタル・ドメインへの変換が行われ、ここでもやはり次のサンプル・シーケンス  $X$  をもたらす。

$$X = \{ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots \}$$

【0122】

第1BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部91は、BOC( $n, n$ )変調が使用されたかまたはBOC( $2n, n$ )変調が使用されたかに応じて、このサンプル・シーケンス  $X$  に式(3)または(5)を適用することでBOCキャリア除去を実行する(ステップ301)。結果として生じる値が、第1整合フィルタまたは相関器93に渡される(ステップ301)。

【0123】

さらに、シーケンスが1サンプル分シフトされる(ステップ303)。第2BOCキャリア除去およびダウンサンプリング部92は、BOC( $n, n$ )変調が使用されたかまたはBOC( $2n, n$ )変調が使用されたかに応じて、式(3)または(5)をこのシフトされたサンプルのシーケンス  $X$  に適用することによって、BOCキャリア除去を実行する(ステップ304)。結果として生じる値が、第2整合フィルタまたは相関器94に渡される(ステップ305)。

【0124】

第1整合フィルタまたは相関器93と、第2整合フィルタまたは相関器94との出力が、結合部95によって結合される(ステップ306)。

【0125】

続いて、結果として生じる結合された相関値を、従来の方法で信号捕捉などに使用することができる。

【0126】

図16a~16cは、一方の図9および12の手法を用いた結果の整合フィルタ出力と、他方の図15の手法を用いた結果の結合された整合フィルタ出力との間の違いを例示している。

【0127】

図16aは、よく知られているトライアングルを示し、この中のピークは、BOC変調なしの信号の場合の、PN符号と利用可能なレプリカ符号との間の符号シフトを示している。

【0128】

このトライアングルは、同じく、図9および12の手法を用いた結果の整合フィルタ出力を表している。

【0129】

さらに、図16aは、図15の手法における整合フィルタ93または94の出力を表し、これは、上記で定義された「ケースA」に参与している。図16bは、図15の手法における個別のもう一方の整合フィルタまたは相関器94もしくは93の出力を表し、これは上記で定義された「ケースB」に参与している。図16cは、整合フィルタまたは相関器94および93の結合された出力、すなわち結合部95の出力を表す。

【0130】

結合された出力は、図3に例示されている従来のN点の整合フィルタ出力に一致することが分かる。図3に例示されている従来のN点の整合フィルタ出力が、1つは出力されたシーケンス内のその奇数に基づき、1つはその偶数に基づき、2つのグループに分けられると、結果として生じる2つのN/2点の整合フィルタ出力は、実質的に、それぞれ、図

10

20

30

40

50

16aおよび16bで表されたものに等しい。したがって、これらは必要に応じて図16cに例示されているとおりのN点の直接MF出力を形成するよう結合可能である。

【0131】

最後に、図14の実施形態を用いて達成可能な電力またはシリコン面積の節約について、一例として説明するが、ここで、入力BOC(1,1)被変調信号は、1MHz方形波サブキャリア、および4092チップ長かつ1MHzのチップング・レートの拡散符号を有する。従来のBOC受信機では、4MHzのサンプリング・レートが捕捉チェーン全体を通して使用される。これは、4MHzで実行する合計16368の相関器が信号捕捉に必要とされるということの意味する。

【0132】

図14の実施形態では、BOCキャリアが除去され、同時にサンプリング・レートが低減される。この部分も4MHzのサンプリング・レートで実行する必要がある。なお、2つのオフセットのみが必要とされるが、これは相関乗算(correlation multiplication)後の最終結果が反転されるかどうかを知る必要はないためであり、これは、この反転が、非コヒーレント加算(non-coherent addition)の前に、結果として生じる複素信号の絶対値、すなわち振幅のみを取ることで削除可能であるためである。キャリア除去後、サンプリング・レートは2つのブランチにおいてたったの2MHzである。これは、信号損失が過大にならないよう符号全体を対象とするのに合計16468の相関器、すなわち両ブランチで2\*4092の相関器が依然として必要とされるということの意味する。しかしこれらの相関器はここからは2MHzのサンプリング・レートで実行することになる。ここから、節電のためにこのより低いサンプリング・レートを利用できる。または、4MHzのより高いクロック周波数がそれでもなお使用されるのであれば、キャリア除去後の処理用に使われている任意のハードウェアを時分割多重化してもよく、これは必要なハードウェアが減少してシリコン面積が節約されることを意味する。

【0133】

なお、説明された実施形態は、本発明の考えられる種々の実施形態の一部のみを構成する。特にキャリア除去は、GALILEOとは別のシステムにおいて使われているBOC信号に対しても、またはBOCキャリアとは別のキャリアを使用している信号に対してもさえもさらに実装可能である。

【図面の簡単な説明】

【0134】

【図1】BOC(1,1)変調を例示する図である。

【図2】C/A符号変調およびBOC(1,1)変調を用いた結果のL1スペクトルを比較する図である。

【図3】BOC(1,1)信号を用いた結果の整合フィルタ出力を例示する図である。

【図4】BOC(2,1)変調を例示する図である。

【図5】C/A符号変調およびBOC(2,1)変調を用いた結果のL1スペクトルを比較する図である。

【図6】二重側波帯受信を使用した信号捕捉を例示する概略図である。

【図7】本発明の実施形態に従ったシステムの概略ブロック図である。

【図8】図7のシステムにおけるGALILEO受信機の第1の例示の実施形態の概略ブロック図である。

【図9】図8の受信機における動作を例示する流れ図である。

【図10】BOC(1,1)信号のサンプリングを例示する図である。

【図11】図8の受信機における例示的なBOC(1,1)キャリア除去を例示する図である。

【図12】図8の受信機におけるさらなる動作を例示する流れ図である。

【図13】図8の受信機における例示的なBOC(2,1)キャリア除去を例示する図である。

10

20

30

40

50

【図14】図7のシステムにおけるGALILEO受信機の第2の例示的实施形態のコンポーネントの概略ブロック図である。

【図15】図14の受信機における動作を例示する流れ図である。

【図16】図14の受信機において生じる整合フィルタ出力を例示する図である。

【図1】

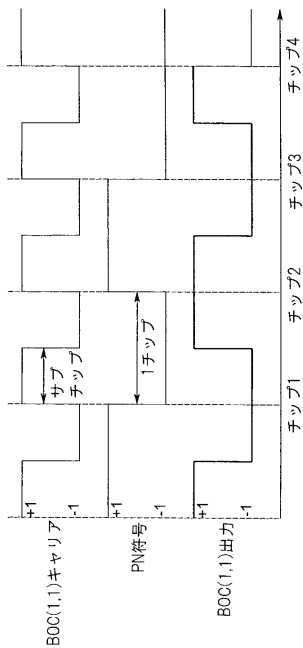


Fig. 1

【図2】

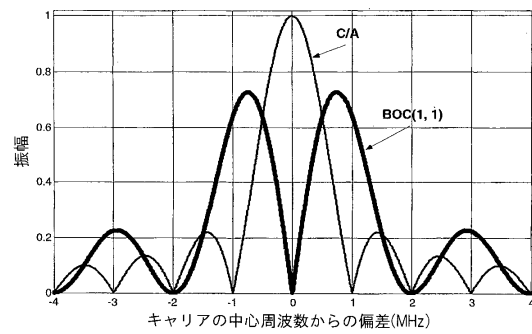


Fig. 2

【図3】

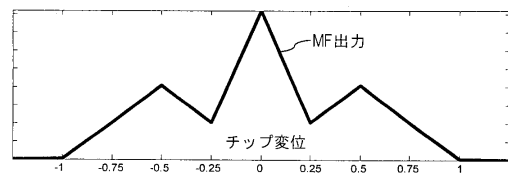


Fig. 3

【 図 4 】

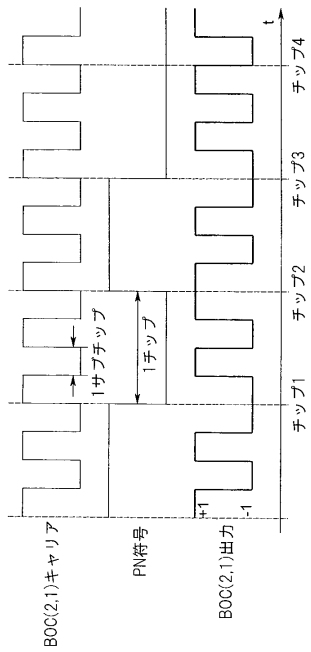


Fig. 4

【 図 5 】

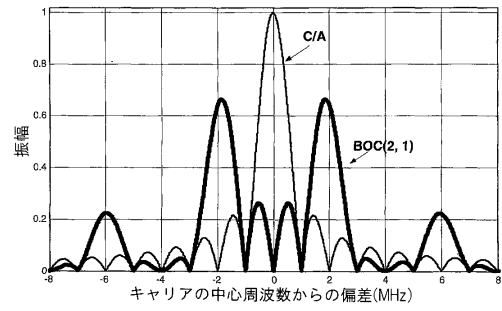


Fig. 5

【 図 6 】

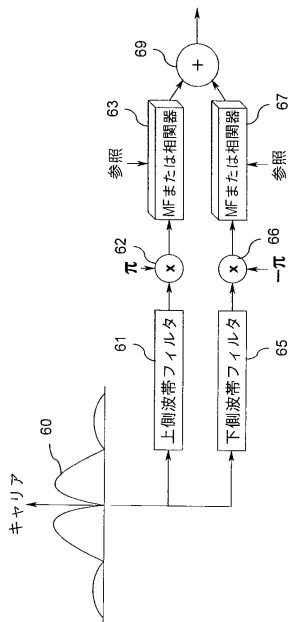


Fig. 6

【 図 7 】

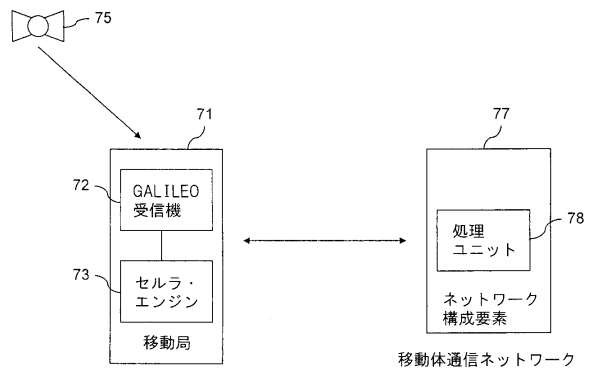


Fig. 7

【図8】

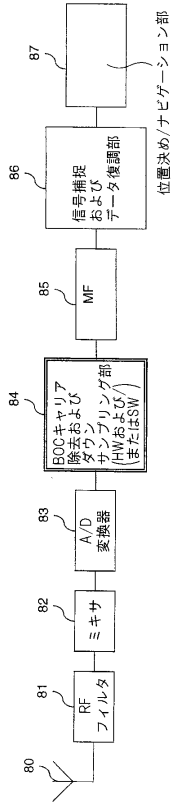


Fig. 8

【図9】

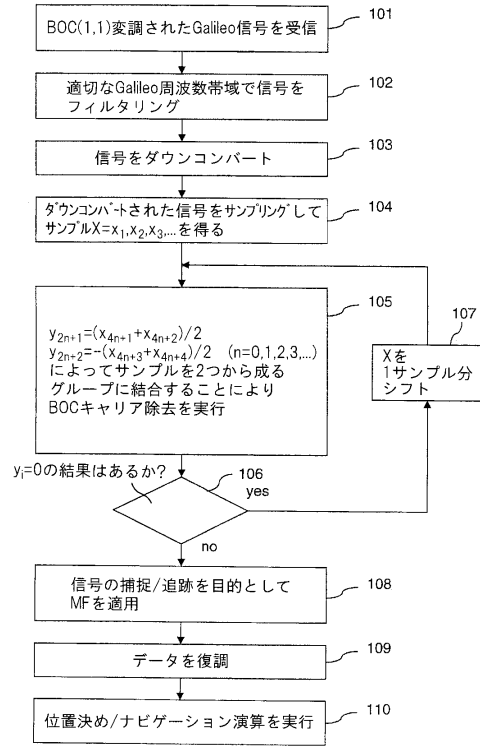


Fig. 9

【図10】

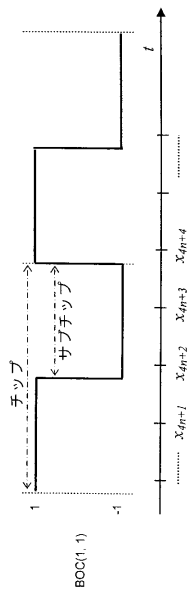


Fig. 10

【図11】

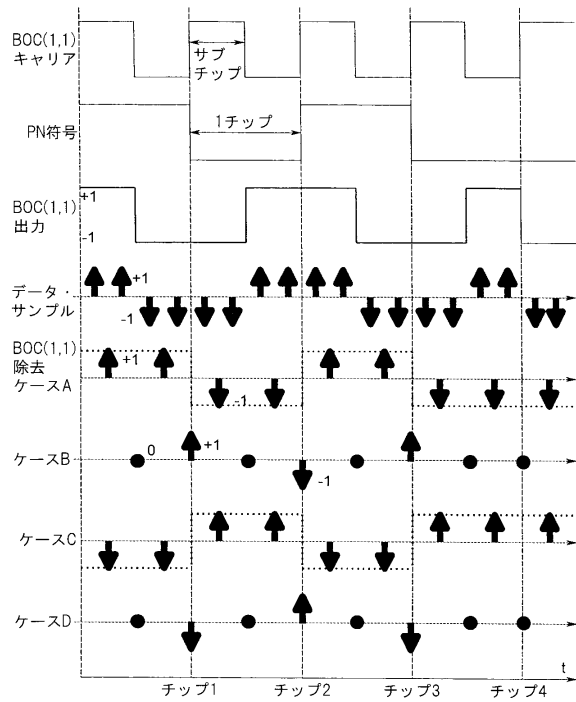


Fig. 11

【図12】

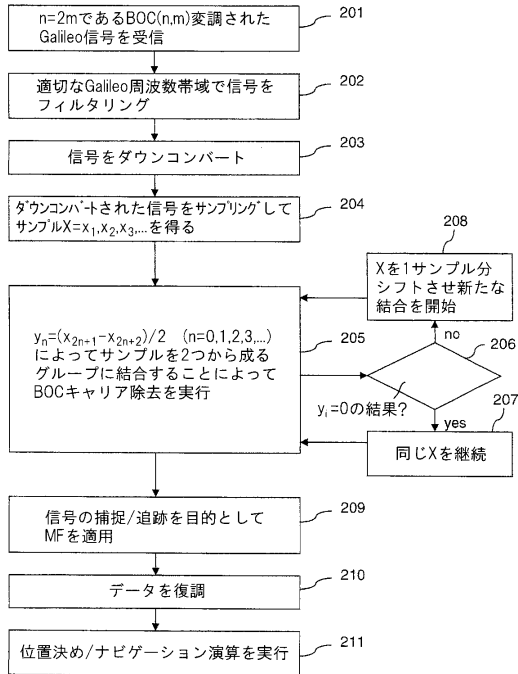


Fig. 12

【図13】

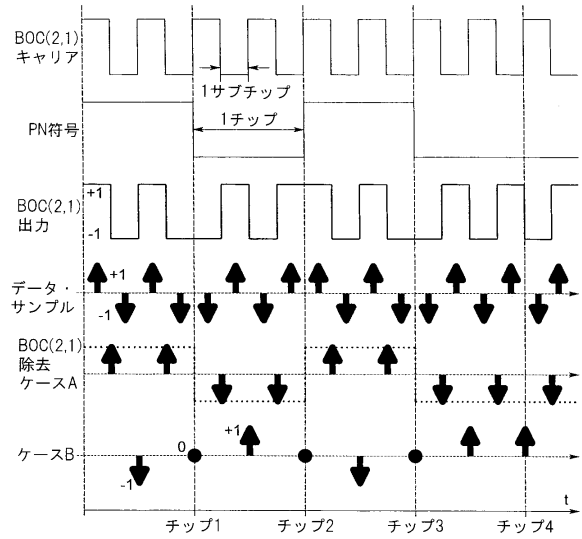


Fig. 13

【図14】

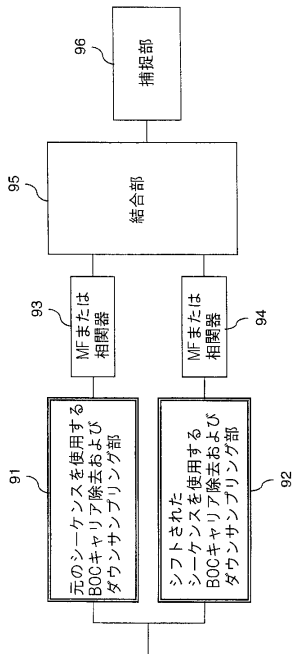


Fig. 14

【図15】

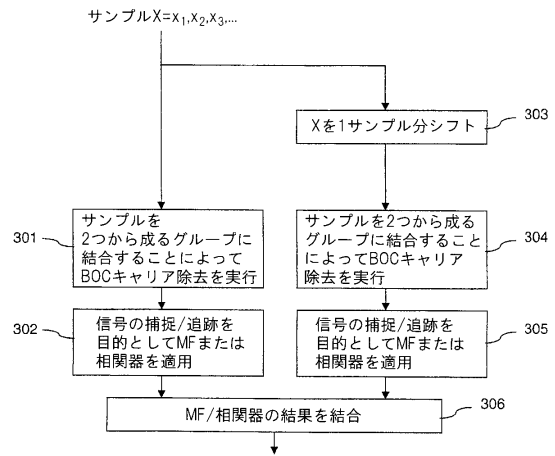


Fig. 15

【図16】

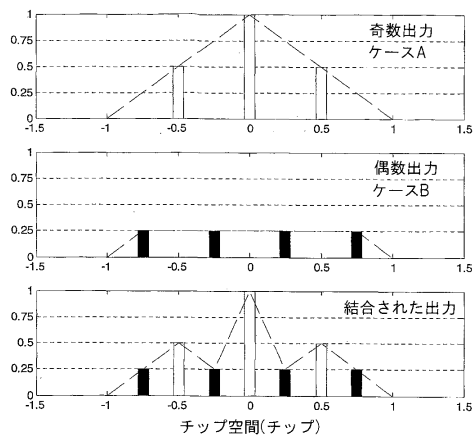


Fig. 16

---

フロントページの続き

(74)代理人 100122965

弁理士 水谷 好男

(72)発明者 バリオ, ハッリ

フィンランド国, エフィー - 3 4 2 4 0 ケメンニエミ, パットゥランティエ 1 7

(72)発明者 ツェンディ, キン

フィンランド国, エフィー - 3 3 4 0 0 タンペレ, リタランカトゥ 2 4

審査官 橘 均憲

(56)参考文献 特表 2 0 0 3 - 5 1 1 9 5 6 ( J P , A )

国際公開第 2 0 0 5 / 0 2 2 1 8 6 ( W O , A 1 )

国際公開第 2 0 0 4 / 0 3 4 6 0 4 ( W O , A 1 )

特開 2 0 0 6 - 2 4 6 0 5 9 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

H04J 13/00-13/22

H04B 1/69- 1/719