

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4403010号
(P4403010)

(45) 発行日 平成22年1月20日(2010.1.20)

(24) 登録日 平成21年11月6日(2009.11.6)

(51) Int. Cl. F I
HO4B 1/10 (2006.01) HO4B 1/10 L
HO4J 99/00 (2009.01) HO4J 15/00

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-136663 (P2004-136663)	(73) 特許権者	392026693 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
(22) 出願日	平成16年4月30日(2004.4.30)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(65) 公開番号	特開2005-253032 (P2005-253032A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成17年9月15日(2005.9.15)		
審査請求日	平成19年4月23日(2007.4.23)	(72) 発明者	前田 浩次 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
(31) 優先権主張番号	特願2004-27279 (P2004-27279)	(72) 発明者	福元 暁 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
(32) 優先日	平成16年2月3日(2004.2.3)	(72) 発明者	吉野 仁 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号分離装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信信号のレプリカを生成して受信される複数の信号を分離する信号分離装置であって、
 前記複数の信号からなる受信信号の標本化を行う標本化手段と、
 前記標本化のタイミングを制御する標本化制御手段と、
 前記標本化手段における標本化回数を計測し、その計測された標本化回数を所定時間あたりの標本化回数で除算したときの剰余を受信信号のインデックス信号として出力するインデックス出力手段と、
 前記受信される複数の信号のレベル変動量及び位相回転量を推定する伝搬路推定手段と、
 受信される複数の信号について、信号空間上でインデックス出力手段が指定するインデックスに対応する信号点の候補を出力する信号発生手段と、
 前記伝搬路推定手段により推定されるレベル変動量及び位相回転量と、前記信号発生手段から出力される信号点候補とを用いて作成した前記受信信号のレプリカを出力する係数可変型フィルタと、
 前記係数可変型フィルタから出力される前記受信信号のレプリカを前記標本化後の受信信号から減算し、前記伝搬路推定手段及び自乗器へ入力する減算器と、
 前記減算器からの減算結果の自乗を尤度信号として、信号の状態遷移を考慮した状態推定手段から最尤系列推定により受信された複数の信号の信号系列を推定し、その推定された信号系列に基づいて送信された信号を復調し、インデックス出力手段からのインデック

ス信号に基づいて決定されるタイミングで出力する最尤系列推定手段と、を備え、
前記インデックス出力手段が出力するインデックスに基づいて標本化した信号を分類し、その分類ごとに信号点候補を生成して受信される複数の信号を分離することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 2】

受信信号のレプリカを生成して受信される複数の信号を分離する信号分離装置であって、
前記複数の信号からなる受信信号の標本化を行う標本化手段と、
前記標本化のタイミングを制御する標本化制御手段と、
前記標本化手段における標本化回数を計測し、その計測された標本化回数を所定時間あたりの標本化回数で除算したときの剰余を受信信号のインデックス信号として出力するインデックス出力手段と、
前記インデックス出力手段により指定されるインデックスごとに受信される複数の信号のレベル変動量及び位相回転量を推定する伝搬路推定手段と、
受信される複数の信号について、信号空間上で信号点の候補を出力する信号発生手段と、

10

前記伝搬路推定手段により推定されるレベル変動量及び位相回転量と、前記信号発生手段から出力される信号点候補とを用いて作成した前記受信信号のレプリカを出力する係数可変型フィルタと、

前記係数可変型フィルタから出力される前記受信信号のレプリカを前記標本化後の受信信号から減算し、前記伝搬路推定手段及び自乗器へ入力する減算器と、

20

前記減算器からの減算結果の自乗を尤度信号として、信号の状態遷移を考慮した状態推定手段から最尤系列推定により受信された複数の信号の信号系列を推定し、その推定された信号系列に基づいて送信された信号を復調し、インデックス出力手段からのインデックス信号に基づいて決定されるタイミングで出力する最尤系列推定手段と、を備え、

前記インデックス出力手段が出力するインデックスに基づいて標本化した信号を分類し、その分類ごとに受信信号のレベル変動及び位相回転量を推定して受信される複数の信号を分離することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の信号分離装置であって、

前記複数の受信信号のうち、いずれかの信号を被選択信号として選択し、選択した被選択信号の前記伝搬路推定手段における伝搬路推定値を所定時間分保持する記憶手段と、

30

前記最尤系列推定手段における被選択信号の判定結果に対応する信号点を出力する信号発生手段と、

前記記憶手段に保持されている伝搬路推定値を参照してフィルタ係数を定め、前記信号発生手段から出力される信号点を用いて被選択信号のレプリカ信号を出力する係数可変型フィルタと、

受信信号を所定時間遅延させる遅延手段と、

前記遅延手段からの出力と被選択信号のレプリカを減算する減算器と、

被選択信号を選択する信号選択手段と、を備え、

前記最尤系列推定手段における被選択信号の判定結果から得られる信号点及び前記伝搬路推定手段において推定され、前記記憶手段に保持されている被選択信号のレベル変動量及び位相回転量を用いて、係数可変型フィルタにおいて被選択信号のレプリカを生成し、受信信号から被選択信号のレプリカを減算することにより、受信信号から被選択信号を取り除いた信号を抽出することを特徴とする信号分離装置。

40

【請求項 4】

請求項 3 に記載の信号分離装置であって、

前記信号選択手段は、複数の受信信号のうち、受信品質が高い信号を被選択信号として選択することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の信号分離装置であって、

50

前記信号選択手段は、複数の受信信号のうち、シンボルレートの低い信号を被選択信号として選択することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれか記載の信号分離装置であって、

前記信号発生手段は、受信信号の全てのシンボル系列候補に対して、雑音又はフェージングの影響を受けていない信号波形を出力し、その信号波形を、前記標本化制御手段において指定される標本化タイミングで標本化を行うことにより、信号空間上で信号点候補を出力することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 いずれか記載の信号分離装置であって、

前記インデックス出力手段により指定されるインデックスごとに、自乗器から出力される信号に乗算する重み係数を定める重み係数制御手段を備えることを特徴とする信号分離装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 3 いずれか記載の信号分離装置であって、

前記標本化制御手段は、複数の受信信号それぞれのシンボルレートに合わせて受信信号を標本化し、それを時系列で並べて出力するように標本化手段を制御することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 3 いずれか記載の信号分離装置であって、

前記標本化制御手段は、複数の受信信号のシンボルレートの公倍数となるレートに応じて受信信号を標本化するように標本化手段を制御することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 3 いずれか記載の信号分離装置であって、

前記係数可変型フィルタは、遅延波の時間的広がりをもって到来する信号に対応する複数の係数入力タップを有し、遅延波を含む受信信号のレプリカを出力することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 11】

請求項 1 又は 2 に記載の信号分離装置であって、

前記信号発生手段は、時間的に前後する少なくとも 1 つのシンボルを考慮して現在の信号点候補を出力することを特徴とする信号分離装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の信号分離装置であって、

前記最尤系列推定手段は、信号の状態として、前記時間的に前後する少なくとも 1 つのシンボルを考慮し、信号の状態遷移に基づいて、送信された信号系列を推定することを特徴とする信号分離装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動無線及び固定無線の受信機に用いられる信号分離装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムにおいては、限られた周波数資源を効率的に使用するために、可能な限り多くの信号が同一周波数を用いるのが望ましい。例えば、干渉キャンセラは、このような背景から研究・開発が進められており、システムの容量を増大させることのできる技術として注目されている。

【0003】

図 18 は、従来の干渉キャンセラの一例を示す構成図である。同図に示す干渉キャンセラは無線通信システムの受信機に備えられ、受信信号のレプリカを生成して希望信号とその他の信号(干渉信号)を分離して取り出すレプリカ生成型干渉キャンセラと呼ばれている

10

20

30

40

50

【0004】

以下、図18を参照して、レプリカ生成型干渉キャンセラの動作を説明する。

【0005】

このレプリカ生成型干渉キャンセラ300は、伝搬路推定部318において希望信号及び干渉信号の伝搬路のレベル変動や位相回転量を推定し、係数可変形フィルタa314、及び係数可変形フィルタb315において上記推定したレベル変動及び位相回転量を、希望信号及び干渉信号の取り得る全てのシンボル系列候補に乗算することにより、全てのシンボル系列候補に対して希望信号レプリカと干渉信号レプリカを生成し、加算器316でそれらの和をとって受信信号レプリカを生成する。そして、実際の受信信号と最も近い受信信号のレプリカを与える希望信号及び干渉信号のシンボル系列候補を最尤系列推定部320で判定し、希望信号のシンボル系列候補を受信信号の判定結果として出力することにより、実効的に干渉を除去する。

10

【0006】

このように受信信号から適応的に干渉信号を除去することにより、異なる複数の信号が同一時刻に同一周波数にて使用することが可能となり、周波数利用効率を向上させることが可能となる。

【0007】

また、複数種類の伝送レートを含むマルチレート伝送システムにおける干渉キャンセラが提案されている。この技術によれば、伝送レートの高い高速チャンネルと、伝送レートの低い低速チャンネルとを混在して無線通信を行うDS-SS方式において、アレーアンテナにより受信する構成とし、かつ高速チャンネルによる干渉レプリカを生成するアレーアンテナ干渉レプリカ生成ユニットを設けて、受信信号に対する高速チャンネルによる干渉を除去することで、高速チャンネルによる干渉を除去して、低速チャンネルの伝送品質の向上を図る旨が記載されている(例えば、特許文献1参照)。

20

【特許文献1】特開平11-251959号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述した従来のレプリカ生成型干渉キャンセラは、希望信号及び干渉信号のレプリカを生成することにより、実効的に干渉を除去することが可能であるが、希望信号と干渉信号の信号帯域幅が等しい場合を想定しているため、広帯域を要求する希望信号と、狭帯域を要求する信号を対象とする干渉信号が合成されて受信される場合、十分な干渉抑圧効果を得ることができない。このため、レプリカ生成型干渉キャンセラによる周波数利用効率改善効果を得るためには、同一周波数上で広帯域信号に狭帯域信号を重ねて利用することができないという問題が発生する。

30

【0009】

本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたもので、その課題とするところは、信号帯域幅が異なる干渉信号に対して干渉除去を可能とし、同一周波数帯域に広帯域信号と狭帯域信号を共存させることのできる信号分離装置を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明は、請求項1に記載されるように、受信信号のレプリカを生成して受信される複数の信号を分離する信号分離装置であって、前記複数の信号からなる受信信号の標本化を行う標本化手段と、前記標本化のタイミングを制御する標本化制御手段と、前記標本化手段における標本化回数を計測し、その計測された標本化回数を所定時間あたりの標本化回数で除算したときの剰余を受信信号のインデックス信号として出力するインデックス出力手段と、前記受信される複数の信号のレベル変動量及び位相回転量を推定する伝搬路推定手段と、受信される複数の信号について、信号空間上でインデックス出力手段が指定するインデックスに対応する信号点の候補を出力する信号発生手段

50

と、前記伝搬路推定手段により推定されるレベル変動量及び位相回転量と、前記信号発生手段から出力される信号点候補とを用いて作成した前記受信信号のレプリカを出力する係数可変型フィルタと、前記係数可変型フィルタから出力される前記受信信号のレプリカを前記標本化後の受信信号から減算し、前記伝搬路推定手段及び自乗器へ入力する減算器と、前記減算器からの減算結果の自乗を尤度信号として、信号の状態遷移を考慮した状態推定手段から最尤系列推定により受信された複数の信号の信号系列を推定し、その推定された信号系列に基づいて送信された信号を復調し、インデックス出力手段からのインデックス信号に基づいて決定されるタイミングで出力する最尤系列推定手段と、を備え、前記インデックス出力手段が出力するインデックスに基づいて標本化した信号を分類し、その分類ごとに信号点候補を生成して受信される複数の信号を分離することを特徴としている。

10

【0011】

また、本発明の請求項2によれば、受信信号のレプリカを生成して受信される複数の信号を分離する信号分離装置であって、前記複数の信号からなる受信信号の標本化を行う標本化手段と、前記標本化のタイミングを制御する標本化制御手段と、前記標本化手段における標本化回数を計測し、その計測された標本化回数を所定時間あたりの標本化回数で除算したときの剰余を受信信号のインデックス信号として出力するインデックス出力手段と、前記インデックス出力手段により指定されるインデックスごとに受信される複数の信号のレベル変動量及び位相回転量を推定する伝搬路推定手段と、受信される複数の信号について、信号空間上で信号点の候補を出力する信号発生手段と、前記伝搬路推定手段により推定されるレベル変動量及び位相回転量と、前記信号発生手段から出力される信号点候補とを用いて作成した前記受信信号のレプリカを出力する係数可変型フィルタと、前記係数可変型フィルタから出力される前記受信信号のレプリカを前記標本化後の受信信号から減算し、前記伝搬路推定手段及び自乗器へ入力する減算器と、前記減算器からの減算結果の自乗を尤度信号として、信号の状態遷移を考慮した状態推定手段から最尤系列推定により受信された複数の信号の信号系列を推定し、その推定された信号系列に基づいて送信された信号を復調し、インデックス出力手段からのインデックス信号に基づいて決定されるタイミングで出力する最尤系列推定手段と、を備え、前記インデックス出力手段が出力するインデックスに基づいて標本化した信号を分類し、その分類ごとに受信信号のレベル変動及び位相回転量を推定して受信される複数の信号を分離することを特徴としている。

20

【0012】

また、本発明の請求項3によれば、前記信号分離装置であって、前記複数の受信信号のうち、いずれかの信号を被選択信号として選択し、選択した被選択信号の前記伝搬路推定手段における伝搬路推定値を所定時間分保持する記憶手段と、前記最尤系列推定手段における被選択信号の判定結果に対応する信号点を出力する信号発生手段と、前記記憶手段に保持されている伝搬路推定値を参照してフィルタ係数を定め、前記信号発生手段から出力される信号点を用いて被選択信号のレプリカ信号を出力する係数可変型フィルタと、受信信号を所定時間遅延させる遅延手段と、前記遅延手段からの出力と被選択信号のレプリカを減算する減算器と、被選択信号を選択する信号選択手段と、を備え、前記最尤系列推定手段における被選択信号の判定結果から得られる信号点及び前記伝搬路推定手段において推定され、前記記憶手段に保持されている被選択信号のレベル変動量及び位相回転量を用いて、係数可変型フィルタにおいて被選択信号のレプリカを生成し、受信信号から被選択信号のレプリカを減算することにより、受信信号から被選択信号を取り除いた信号を抽出することを特徴としている。

30

40

【0013】

また、本発明の請求項4によれば、前記信号分離装置であって、前記信号選択手段は、複数の受信信号のうち、受信品質が高い信号を被選択信号として選択することを特徴としている。

【0014】

また、本発明の請求項5によれば、前記信号分離装置であって、前記信号選択手段は、複数の受信信号のうち、シンボルレートの低い信号を被選択信号として選択することを特

50

徴としている。

【0015】

また、本発明の請求項6によれば、前記信号分離装置であって、前記信号発生手段は、受信信号の全てのシンボル系列候補に対して、雑音又はフェージングの影響を受けていない信号波形を出力し、その信号波形を、前記標本化制御手段において指定される標本化タイミングで標本化を行うことにより、信号空間上で信号点候補を出力することを特徴としている。

【0016】

また、本発明の請求項7によれば、前記信号分離装置であって、前記インデックス出力手段により指定されるインデックスごとに、自乗器から出力される信号に乗算する重み係数を定める重み係数制御手段を備えることを特徴としている。

10

【0017】

また、本発明の請求項8によれば、前記信号分離装置であって、前記標本化制御手段は、複数の受信信号それぞれのシンボルレートに合わせて受信信号を標本化し、それを時系列で並べて出力するように標本化手段を制御することを特徴としている。

【0018】

また、本発明の請求項9によれば、前記信号分離装置であって、前記標本化制御手段は、複数の受信信号のシンボルレートの公倍数となるレートに応じて受信信号を標本化するように標本化手段を制御することを特徴としている。

【0019】

また、本発明の請求項10によれば、前記信号分離装置であって、前記係数可変型フィルタは、遅延波の時間的広がりをもって到来する信号に対応する複数の係数入力タップを有し、遅延波を含む受信信号のレプリカを出力することを特徴としている。

20

【0020】

また、本発明の請求項10によれば、前記信号分離装置であって、前記信号発生手段は、時間的に前後する少なくとも1つのシンボルを考慮して現在の信号点候補を出力することを特徴としている。

【0021】

また、本発明の請求項11によれば、前記信号分離装置であって、前記最尤系列推定手段は、信号の状態として、前記時間的に前後する少なくとも1つのシンボルを考慮し、信号の状態遷移に基づいて、送信された信号系列を推定することを特徴としている。

30

【発明の効果】

【0022】

本願発明によれば、符号間干渉の条件により、標本化後の信号を分類し、その分類ごとに信号分離動作を行うことにより、異なるシンボルレートの信号が同一周波数上に存在する場合について、それぞれの信号を分離して取り出すことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、以下本発明の実施形態を図面と共に説明する。

【0024】

(第1の実施形態)

まず、図1を参照しながら、第1の実施形態に係る信号分離装置1の構成を説明する。図1は、第1の実施形態に係る信号分離装置1の構成を示すブロック図である。この信号分離装置1は、送信信号のシンボルレートが異なる複数の送信側無線局と複数の受信側無線局が存在し、同一周波数帯を用いて通信を行う無線通信システムにおいて用いられ、受信側の固定無線局または移動無線局に備えられる。

40

【0025】

図1において、上記信号分離装置1は、標本化部11と、標本化制御部12と、インデックス出力部13と、信号発生部a14と、信号発生部b15と、係数可変形フィルタa16と、係数可変形フィルタb17と、加算器18と、減算器19と、伝搬路推定部20

50

と、自乗器 2 1 と、最尤系列推定部 2 2 とから構成される。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では、入力信号は、ベースバンド信号とし、ローパスフィルタ等により帯域制限が行われた後の信号とする。また、説明を平易にするために、受信信号が 2 波（信号 1、信号 2）の場合を想定し、以下説明を進める。

【 0 0 2 7 】

図 1 において、まず、信号分離装置 1 に入力された信号は、標本化部 1 1 に入力され、標本化制御部 1 2 から出力される標本化タイミングにしたがって標本化されて離散時間信号に変換される。ここで、標本化制御部 1 2 は、受信信号のシンボルレート（信号 1 のシンボルレート f_{s1} 、信号 2 のシンボルレート f_{s2} ）に応じた標本化タイミングをタイ

10

【 0 0 2 8 】

次に、図 1 に示す標本化部 1 1 における標本化方法について図 2 を用いて説明する。図 2 は、図 1 に示す標本化部 1 1 の構成例を示す図である。

【 0 0 2 9 】

同図において、上記標本化部 1 1 は、サンプリング処理部 a 3 1、サンプリング処理部 b 3 2、スイッチ制御部 3 3、スイッチ 3 4 から構成される。

【 0 0 3 0 】

標本化部 1 1 に入力された入力信号は、サンプリング処理部 a 3 1、サンプリング処理部 b 3 2 に平行に入力される。これらの入力信号は、標本化制御部 1 2 から出力されるシンボルレートに応じた標本化タイミングで標本化された後、スイッチ部 3 4 に出力される。スイッチ制御部 3 3 は、標本化制御部 1 2 から出力されるシンボルレートに応じた標本化タイミングの情報に基づいてスイッチを切り替え、スイッチ 3 4 からサンプル値が時間順に並べられて出力されるように制御する。

20

【 0 0 3 1 】

上記のような操作を経ることで、入力信号が不等間隔で標本化されて次段に出力される。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、標本化部 1 1 で不等間隔サンプリングされた場合のアイパターン及びサンプルタイミングとインデックスの対応例を示す図である。同図上段は、信号 1 のアイパターンを、下段は信号 2 のアイパターンを示している。本例では、簡単のため、各信号のアイパターンが最も開いている点、すなわち、アイの中央のタイミング（アイ開口タイミング）をサンプリングタイミングとして理想的に標本化できているとし、シンボルレート比は（信号 1）：（信号 2）= 2：3 としている。

30

【 0 0 3 3 】

なお、同図に示されるサンプリングタイミングとインデックスの対応関係については、後述する。

【 0 0 3 4 】

上記したように、本実施形態における標本化制御部 1 2 では、複数の受信信号それぞれのシンボルレートに合わせて受信信号を標本化し、それを時系列で並べて出力するように標本化部を制御する。これにより、受信信号点が信号空間上で分散し、複数の信号を分離しやすくなるタイミングで標本化を行うことが可能となる。

40

【 0 0 3 5 】

また、本実施形態では、上記した不等間隔サンプリング法の他に、図 4 に示す処理手順にしたがって標本化周波数を定め、標本化する方法もある。以下、この方法について説明する。

【 0 0 3 6 】

図 4 に示す標本化方法では、複数の信号のシンボルレートの最小公倍数が求められ、その求められたシンボルレートの公倍数の整数倍のレートで標本化が行われるように標本化周波数を定め、等間隔でサンプリングされる。ここでは、この方法を、等間隔サンプリ

50

グ方法と呼ぶ。

【0037】

続いて、図4のフローチャートを参照して等間隔サンプリング法による標本化周波数の決定手順を説明する。

【0038】

図4において、ステップS1において、複数の信号のシンボルレート (f_{s1} , f_{s2} , ...) の最小公倍数 f_{LCM} (LCM: Least Common Multiple) が、まず計算される。次に、ステップS2において、上記最小公倍数 f_{LCM} と複数の信号のシンボルレートとが比較判定 (次式参照) される。

【0039】

$$f_{LCM} \div f_{s_k} \text{ for } k?$$

ここで、 f_{s_k} における k は1以上の整数を表し、

f_{LCM} は、複数の信号のすべてのシンボルレートを表す。

【0040】

すなわち、上記比較判定 (ステップS2) では、最小公倍数 f_{LCM} と複数の信号のシンボルレート (f_{s1} , f_{s2} , ...) とが比較され、最小公倍数 f_{LCM} が、複数の信号のうちの最も高いシンボルレートと一致すると判定された場合 (ステップS2でNo)、本等間隔標本化法では、ステップS4において、上記のようにして求めた最小公倍数 f_{LCM} の倍 (n は2以上の整数を表す) 以上に標本化周波数を設定し、その標本化周波数で標本化する。これにより、全ての受信信号のシンボルレートの2倍以上の標本化周波数で標本化を行うことができるため、同期を確保できない条件においても正確に信号波形を再生することが可能である。

【0041】

一方、上記比較判定 (ステップS2) で、上記シンボルレートの最小公倍数 f_{LCM} が、複数の信号のすべてのシンボルレートと一致しないと判定された場合 (ステップS2でYes)、標本化周波数として f_{LCM} が設定 (ステップS3) される。

【0042】

また、この等間隔サンプリング法では、標本化を実際に行う標本化器は1つでよく、装置構成を簡素できるという効果も得られる。

【0043】

図5は、上記した等間隔サンプリング法で標本化を行った場合のアイパターン及びサンプルタイミングとインデックスの対応例を示す図である。同図上段は、信号1のアイパターンを、下段は信号2のアイパターンを示している。また、本例でも図3に示すサンプルタイミングの例と同様に、シンボルレート比は (信号1 (f_{s1})) : (信号2 (f_{s2})) = 2 : 3 としており、この場合の標本化周波数は、 $3f_{s1}$ ($= 2f_{s2}$) となる。また、図3の例と同様、本実施形態においても等間隔のサンプルタイミングに対応したインデックスが付与される。

【0044】

このように、上記した標本化制御部12は、標本化部11において、複数の受信信号のシンボルレートの公倍数となるレートに応じて受信信号を標本化するように標本化タイミングに係る制御信号を出力する。これにより、簡単にサンプリングレートを定め、簡素な構成で受信信号の標本化を行うことが可能となる。

【0045】

図1に戻り、標本化部11は、入力信号を標本化する際、標本化回数 (サンプル回数 ($n1$)) をインデックス出力部13に入力し、標本化後の信号を減算器19へ入力する。標本化部11で標本化された信号は、同一シンボルを受信した場合であっても、サンプルタイミングによって、帯域制限フィルタの影響による符号間干渉が生じて信号点が異なるため、等しく扱うことは困難となる。そこで、インデックス出力部13は、上記標本化回数を元に、サンプルタイミングに応じて信号の性質が等しくなるように分類するように動作する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

次に、具体的なインデックス付与方法について図 3 を用いて説明する。この例では、信号 1 と信号 2 のシンボルレート比が 2 : 3 であるから、信号 1 の 2 シンボル分の時間と信号 2 の 3 シンボル分の時間（この時間を T とする）は同じになる。したがって、この場合、信号 1 と信号 2 との合成信号である受信信号は、時間 T 周期で同様の性質を持つ信号となる。

【 0 0 4 7 】

例えば、同図中のサンプルタイミング 0 と 0' の信号は時間 T だけ離れた関係となっており、同様の性質をもつ信号として取り扱うことが可能である。同様に、1 と 1'、2 と 2'、3 と 3' 及び 4 と 4' も同じ性質を有する信号として取り扱うことが可能である。そこで、それぞれの分類に対してインデックスを付与し、その結果をインデックス信号として出力する。

10

【 0 0 4 8 】

通常、信号が信号 1、信号 2 のように複数あり、そのシンボルレートが（信号 1）：（信号 2）・・・ = m : n : ・・・である場合は、信号 1 の m シンボル分の時間（信号 2 の n シンボル分の時間）内での、受信信号のサンプル回数（図 3 の例では 5 回）k で、トータルのサンプル回数 n₁ を割った余り（剰余）をインデックス n₂ とするようによい。

【 0 0 4 9 】

すなわち、インデックス出力部 1 3 は、 $n_2 = n_1 \text{ mod } k$ にしたがって演算が行わ

20

れる。例えば、本例の場合、

$$0 \text{ mod } 5 = 0$$

$$1 \text{ mod } 5 = 1$$

$$2 \text{ mod } 5 = 2$$

$$3 \text{ mod } 5 = 3$$

$$4 \text{ mod } 5 = 4$$

のようにして剰余が計算され、それがインデックスとして付与される。

【 0 0 5 0 】

上記のようにして求められたインデックスは、インデックス信号として、インデックス出力部 1 3 から信号発生部 a 1 4、信号発生部 b 1 5 及び最尤系列推定部 2 2 に出力される。

30

【 0 0 5 1 】

信号発生部 a 1 4、信号発生部 b 1 5 は、全ての取り得るシンボル系列候補に対して、入力されたインデックス信号に対応する信号点を出力する。

【 0 0 5 2 】

次に、信号発生部 a 1 4、信号発生部 b 1 5 の動作について図 6 を用いて説明する。なお、信号発生部 a 1 4 と信号発生部 b 1 5 は基本的に同一構成であるので、ここでは、信号 1 に対応する信号発生部 a 1 4 を例にして説明する。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、信号発生部 a 1 4 の構成を示す図である。信号発生部 a 1 4 の構成例としては同図（a）、（b）に示すように 2 つの態様が考えられる。

40

【 0 0 5 4 】

同図（a）、（b）において、シンボル発生器 4 1、5 1 において取り得る全てのシンボル系列候補が発生させられ、この取り得る全てのシンボル系列候補に対して、変調器 4 2、5 2 で変調される。その後、ルートロールオフフィルタや送信フィルタ等の帯域制限フィルタで帯域制限がかけられ、標本化制御部 1 2 により指定されるサンプルタイミングに応じて、上記フィルタから出力される信号が、標本化器 4 5、5 4 で標本化されて出力される。

【 0 0 5 5 】

このとき、ルートロールオフフィルタのように、送受信で対のフィルタを用いる場合で

50

、複数の信号のシンボルレートがそれぞれ異なる場合、受信側においては、その中に含まれる一つの信号のシンボルレートに対応した帯域制限フィルタをかけることになる。その場合は、図6の(a)に示すように、送信側で用いられたフィルタと、受信側で用いているフィルタを縦列(ルートロールオフフィルタa43、ルートロールオフフィルタb44)に接続し、その後には標本化するようにする。

【0056】

続いて、図6に示す信号発生部a14において生成される信号点候補の例を、図7及び図8を参照しながら説明する。なお、本例では変調方式としてQPSK変調を用いた場合の一例を示している。図7は、図6(a)の構成において送信フィルタと受信フィルタの制限帯域がそれぞれ異なる場合で出力される信号点候補の例を示し、送信フィルタの制限帯域幅が受信フィルタの制限帯域幅よりも狭い場合を例示している。

10

【0057】

図7(a)はルートロールオフフィルタ2を通過した後の信号波形(アイパターン)を示し、同図上段はI-channel出力波形を、下段はQ-channel出力波形を示している。また、この例の場合、サンプリングレートがシンボルレートの3倍であり、図中の点線のタイミングで標本化されるものとする、出力される信号点候補は、図7(b)に示されるようになる。ここで、 $t = T/3$ と $t = 2T/3$ ではほぼ同じ信号点を取るが、それぞれの点が異なるシンボル系列候補に対応しているため、異なる条件の信号として取り扱う必要がある。

【0058】

20

図8は、図6(b)の構成における信号点候補の例を示している。この場合、送信フィルタのみにより帯域制限を行っているため、 $t = 0$ においては、符号間干渉がなく、4つの信号点のみが現れる。すなわち、サンプルタイミングごとに信号点候補を得ることが可能となる。

【0059】

このように、信号発生部a14は、受信信号の全てのシンボル系列候補に対して、雑音やフェージングの影響を受けていない信号波形を出力し、その信号波形を標本化制御部において指定される標本化タイミングで標本化を行うことにより、信号空間上での信号点候補を出力する。これにより、様々なシンボル系列に対して、容易に符号間干渉のある信号の信号点を抽出することが可能となる。

30

【0060】

上記のようにして信号発生部a14で発生させられた信号点候補は係数可変型フィルタa16へ入力される。同様に、信号発生部b15で発生させられた信号点候補は係数可変型フィルタb17へと入力される。係数可変型フィルタa16及び係数可変型フィルタb17は基本的構成を同一とするので、以下では、係数可変型フィルタa16を例にして説明する。

【0061】

係数可変型フィルタa16では、複数の信号のフェージング等の影響によるレベル変動や位相回転を再現するように、伝搬路推定部20からの指示に従ってフィルタ係数が設定される。このとき、係数可変型フィルタa16は、複数の係数入力タップを有し、遅延波のレプリカをも生成する。図9は、係数可変型フィルタa16の構成を示すブロック図である。

40

【0062】

同図において、この係数可変型フィルタa16は、1シンボル遅延回路 $61_1 \sim 61_n$ を通じて1シンボル遅延した遅延波分の信号点候補を含む信号点候補系列を入力し、入力した遅延波分の信号点候補を含む信号点候補系列に対して、複数の可変移相器 $62_1 \sim 62_n$ 及び可変増幅器 $63_1 \sim 63_n$ により、位相回転及びレベル変動を加え、それを加算器64で加算することにより、レプリカ信号を生成する。このとき、複数の可変移相器 $62_1 \sim 62_n$ 及び可変増幅器 $63_1 \sim 63_n$ は、伝搬路推定部20から出力される伝搬路推定値に基づいて係数が制御される。

50

【 0 0 6 3 】

このようにして、複数の信号それぞれに対してレプリカ信号が生成されると、それぞれのレプリカを足し合わせることにより、複数の信号が混ざり合った受信信号のレプリカが生成される。

【 0 0 6 4 】

このように、係数可変型フィルタ a 1 6 は、遅延波等の時間的広がりをもって到来する信号に対応する複数の係数入力タップを有し、遅延波を含む受信信号のレプリカを出力する。すなわち、遅延波を考慮した信号レプリカを生成することにより、より高精度な受信信号レプリカを生成することが可能となる。

【 0 0 6 5 】

図 1 に戻り、上記のようにして生成された受信信号レプリカは、その後、減算器 1 9 へ入力される。減算器 1 9 は、入力された標本化後の受信信号から、上記生成された受信信号レプリカを減算した誤差信号を求め、その誤差信号を自乗器 2 1 及び伝搬路推定部 2 0 に入力する。自乗器 2 1 は、入力された誤差信号の自乗（複素数の場合は複素共役との乗算結果）を出力する。

【 0 0 6 6 】

最尤系列推定部 2 2 は、自乗器 2 1 から出力された誤差信号の自乗を基準として、状態遷移図を用いて複数の信号の送信シンボル系列を同時に推定し、判定結果を出力する。このときの、状態遷移図の例を、図 1 0 に示す。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 は、最尤系列推定部 2 2 の動作を示す状態遷移図を基に作成されたトレリス線図である。同図では、説明を簡単にするため、遅延波がなく、変調方式として B P S K 変調を用いる場合の例を示している。また、本例は、シンボルレート比が（信号 1）：（信号 2）＝ 1：3 の場合を例示し、信号 1 が 1 シンボル送信する間に信号 2 は 3 シンボル送信する。なお、同図中における状態の表記方法は、〔（希望信号の状態）、（干渉信号の状態）〕としている。

【 0 0 6 8 】

信号 2 が図 1 9（b）に示すように符号間干渉のないタイミングでのみ理想的に標本化を行うことが可能である場合、信号 2 は、上記サンプルタイミングにおいて前後のシンボルを考慮する必要がないため、信号 2 の状態として符号間干渉の状態を考慮する必要はない。

【 0 0 6 9 】

一方、信号 1 は、信号 2 に比べて 1 シンボルの時間が長いため、信号 2 のような高シンボルレート信号に合わせて標本化を行うと、図 1 9（a）のように符号間干渉成分を含む信号点を考慮する必要が生じる。このとき、信号 1 は、図 2 0 に示すように、現在のシンボルの時間的に前後するシンボル、すなわち、過去のシンボルのみならず、現在のシンボルを基準とした場合の未来のシンボルからも符号間干渉を受けた状態となる。このため、信号 1 の状態は、過去のシンボル、現在のシンボル、将来のシンボルを用いて、〔（過去のシンボル系列）（現在のシンボル）（将来のシンボル系列）〕などのように定義するのが望ましい。なお、図 2 0 では、過去 2 シンボル、現在 1 シンボル、将来 2 シンボルの合計 5 シンボル分を考慮した信号の状態を示している。

【 0 0 7 0 】

また、図 1 0 の例では、信号 1 の 1 シンボル分の時間が信号 2 の 3 シンボル分の時間となっているため、信号 1 が 1 回状態遷移をする間に信号 2 は 3 回状態遷移を行う。ここで、信号 1 は符号間干渉成分を考慮して状態遷移するため、前後のシンボルを考慮した状態遷移だけを考慮すればよく、例えば状態「0 0 1」からは、状態「0 1 0」及び状態「0 1 1」にしか移ることができない。これらをまとめると、信号 1 の状態遷移が起こらず信号 2 のみが状態遷移するときは、

〔 a 1 a 2 a 3 * 〕〔 a 1 a 2 a 3 * * 〕（ここで、「*」及び「* *」は 0 と 1 のどちらでもよい）となり、信号 1 が状態遷移するときには（信号 2 も同時に状

10

20

30

40

50

態遷移するとすれば)、 $[a_1 \ a_2 \ a_3 \ *]$ $[a_2 \ a_3 \ * \ * \ * , \ * \ *]$ (同様に、「*」、「**」及び「***」は0と1のどちらでもよい)となる。

【0071】

このようにして、前の状態、及び時間により、次に取り得る状態は限られ、図10に示すような状態遷移図を基にしたトレリス線図を得ることができる。ここで、図10の状態遷移可能であることを示す矢印を以下では「パス」と呼ぶ。

【0072】

自乗器21に入力された誤差信号の自乗は、状態遷移基準として、状態(シンボル候補)ごとに最尤系列推定部22に保存される。最尤系列推定部22は、この誤差を各パスに対して遡って相加する。例えば、図11に示すように、時間kでの状態[n, m]での誤差を $w_{n, m}(k)$ とすると、時間k+3での状態[111, 1]における累積の誤差は

10

【0073】

【数1】

$$w_{1,1}(k) + w_{1,1}(k+1) + w_{1,1}(k+2) + w_{1,1}(k+3)$$

$$w_{1,1}(k) + w_{1,1}(k+1) + w_{1,0}(k+2) + w_{1,1}(k+3)$$

⋮

$$w_{5,0}(k) + w_{5,0}(k+1) + w_{1,1}(k+2) + w_{1,1}(k+3)$$

20

のように計算される。この計算を全ての状態に対して行い、最小の累積誤差を与えるパスを探索する。そして、その最小誤差を与えるパスを構成するシンボルが送信されたものと判定し、複数の信号の判定結果を出力する。

【0074】

例えば、図11の太線で描かれているパスが最小の累積誤差を与える場合、信号1の状態は、[011]から[110]へ状態遷移しており、信号2は[0] [1] [0] [0]と状態遷移しており、この時点で、信号1は[0110]を、信号2は[0100]を送信していると予想することができる。

30

【0075】

なお、判定の際、インデックス出力部13から指定されるインデックスにより、信号1と信号2の判定出力タイミング指定する。この判定出力タイミングは最尤系列推定部22のバッファの大きさ等に基づいて定めればよい。

【0076】

また、この判定動作とは別に、最尤系列推定部22は各サンプルタイミングに対して、最も受信信号と近いレプリカ信号を与えるシンボルを、信号発生部a14、信号発生部b15に入力する。信号発生部a14、信号発生部b15は、この入力されたシンボルに対応する信号点を伝搬路推定部20に入力し、伝搬路推定部20は、この信号点と減算器19から出力される誤差信号を用いて、適応アルゴリズムにより、受信信号の伝搬路を遅延波成分まで含めて逐次推定し、係数可変型フィルタa16、係数可変型フィルタb17のフィルタ係数を制御する。

40

【0077】

以上の全動作を繰り返すことにより、シンボルレートの異なる複数の信号を分離して取り出すことが可能となる。

【0078】

このように、本発明に係る信号分離装置1によれば、インデックス出力部13が出力するインデックスにより標本化した信号を分類し、その分類ごとに信号点候補を生成して信

50

号を分離することにより、インデックス信号を用いて信号を分類して干渉除去動作を行うことができる。

【0079】

また、サンプルタイミングによって取り得る信号点の違いによるレプリカ生成精度の劣化を防ぐことができ、シンボルレートの異なる信号を同一周波数上で使用することが可能となり、同一周波数で多システムが共存する場合に、周波数利用効率を改善することができる。

【0080】

(第2の実施形態)

図12は、第2の実施形態に係る信号分離装置2の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る信号分離装置2は、第1の実施形態に係る信号分離装置1と比較して、信号発生部と伝搬路推定部の動作が異なり、他の機能については同様である。よって、同機能の部分については説明を省略すると共に、以下では、

第1の実施形態に係る信号分離装置1との差異、すなわち信号発生部と伝搬路推定部の動作についてのみ詳述する。また、第1の実施形態と同機能をもつ同様の構成要素については同一の符号を付す。

【0081】

本実施形態における信号発生部a101及び信号発生部b102は、基本的構成を同様とするので、ここでは、信号発生部a101を例にして説明する。

【0082】

図13は、信号発生部a101の構成を示すブロック図である。同図において、この信号発生部a101では、シンボル発生部器111にて発生した各シンボル候補が変調器112に入力されて変調され、符号間干渉のない信号点が出力される。つまり、従来の干渉キャンセラと同様の動作を行う。これに対して、本実施形態における伝搬路推定部103は、サンプルタイミングにより生じる符号間干渉を、伝搬路によるレベル変動や位相回転に含めて推定するようにする。この場合、インデックス出力部13により指定されるインデックスごとにレベル変動や位相回転量が異なるものとして、それぞれを独立に伝搬路推定を行わないと、その急激な信号点の変動に伝搬路推定部の適応アルゴリズムが追従できず、伝搬路推定値の推定精度が劣化するという問題が生じる。そこで、図14に示すように、本実施形態では、伝搬路推定部103内に、伝搬路推定値を記憶しておく記憶部122を用意し、伝搬路推定回路121により推定した伝搬路推定値を、インデックスと対応させて上記記憶部122に格納しておき、インデックスごとに伝搬路推定値を独立に推定するようにする。具体的には、以下のようにして伝搬路推定値が推定される。

【0083】

伝搬路推定部103は、インデックス信号をインデックス出力部13から受け取ると、そのインデックスに対応する伝搬路推定値を記憶部122から取り出し、その推定値を係数可変型フィルタa16、係数可変型フィルタb17のフィルタ係数として入力し、信号レプリカを生成させる。

【0084】

続いて、その生成された信号レプリカと実際の入力信号との差分である誤差信号と、誤差信号の大きさが最小となる信号1と信号2の信号点が伝搬路推定回路121に入力される。伝搬路推定回路121は、入力された信号点と誤差信号から、伝搬路推定値を適応アルゴリズムにより更新し、記憶部122へインデックスと対応させて格納する。伝搬路推定部103において以上の動作を繰り返し行うことにより、図1に示す第1の実施形態と同様に、シンボルレートの異なる信号を分離して取り出すことが可能となる。

【0085】

このように、本発明に係る信号分離装置2によれば、インデックス出力部13が出力するインデックスにより、標本化した信号を分類し、その分類ごとに受信信号のレベル変動及び位相回転量を推定して信号を分離することで、サンプルタイミングの違いによる符号間干渉成分を伝搬路による遅延波の影響として捉えることが可能となり、シンボルレート

10

20

30

40

50

の異なる複数の信号を分離することが可能となる。

【0086】

(第3の実施形態)

図15は、第3の実施形態に係る信号分離装置3の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る信号分離装置3は、第1の実施形態に係る信号分離装置1と比較して、被選択信号を指定する信号選択部201と、判定後の信号から信号点を出力する信号発生部c202と、過去の伝搬路推定値を保存しておく伝搬路推定値記憶部(バッファ)203と、伝搬路推定値記憶部203に保存されている信号のレベル変動量及び位相回転量をフィルタ係数とする係数可変型フィルタc204と、受信信号を遅延させて出力する遅延回路205と、減算器206と、信号判定部207とが加えられて構成される。

10

【0087】

ここでは、第1の実施形態と同機能の部分については説明を省略すると共に、同機能をもつ同様の構成要素については同一の符号を付す。また、本実施形態に係る信号分離装置3は、信号分離装置1を適用した態様を例示しているが、図12に示す信号分離装置2に適用しても同様の効果を得ることが可能である。

【0088】

以下、図15を参照して、第1の実施形態との差異について詳述する。

同図において、本実施形態に係る信号分離装置3では、まず、図1に示す信号分離装置1と同様にして、複数の信号を判定する。信号選択部201は、分離して抽出する複数の信号のうち、電力の大きい信号、あるいはCNR、SNR、ビット誤り率等といった受信品質が高い信号を選択(ここでは、この選択された信号を被選択信号と呼ぶ。なお、本例では被選択信号として信号1を用いている)し、被選択信号の判定結果を、最尤系列推定部22を通じて信号発生部c202に入力する。

20

【0089】

なお、信号選択時の電力比較は、例えば、複数の信号それぞれから送信されてくる制御信号の受信電力を用いて行うことができる。また、例えば、異なる系列のPN符号を識別信号として用いて電力を測定することが可能である。

【0090】

伝搬路推定値記憶部203は、上記被選択信号の選択と同時に被選択信号の伝搬路推定値を記憶する。信号発生部c202は、上記被選択信号の判定結果に対応する信号点を出力し、係数可変型フィルタc204に入力する。ここで、最尤系列推定部22の信号系列判定動作は、状態遷移図を用いて最尤推定を行うため、信号の出力は数シンボル分遅延する。このため、係数可変型フィルタc204は、最尤系列推定部22における遅延分の時間だけ遡った過去の伝搬路推定値を用いてフィルタ係数を決定し、入力された信号点にレベル変動、位相回転及び遅延波の相加を行う。これにより、最尤系列推定部22における判定結果を用いて、過去の信号のレプリカを生成することができる。そして、最後に、標本化後の受信信号を遅延回路205により、最尤系列推定部22における遅延分だけ遅延させ、その遅延させた受信信号から生成したレプリカ信号を減算器206にて減算することにより、受信信号から被選択信号を取り除いた後の信号を得る。

30

【0091】

このように、本発明に係る信号分離装置3によれば、被選択信号として、最尤系列推定部22における判定誤り率が低い信号を得ることが可能となり、被選択信号のレプリカを高精度に生成し、減算結果の信号の判定誤りを抑えることが可能となる。

40

【0092】

すなわち、複数の信号のうち、一つの信号の判定結果に誤りが多く、他の信号は誤りが少ない場合であっても、信号品質が高く(信号電力が大きく)誤りが少ない信号を被選択信号とし、その信号のレプリカを差し引いた後の信号を得ることにより、判定誤りが多かった信号の信号波形を抽出して判定することができ、ビット誤りを低減させることが可能となる。

【0093】

50

(第4の実施形態)

図16は、第4の実施形態に係る信号分離装置4の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る信号分離装置4は、図15に示す第3の実施形態に係る信号分離装置3の構成における、信号選択部の選択基準を信号のシンボルレートに置き換えたものであり、上記信号選択部以外の部分は上記した信号分離装置3と同様の動作を行う。よって、その同様の動作については説明を省略すると共に、

第3の実施形態における信号分離装置3と同機能をもつ同様の構成要素については同一の符号を付す。以下、第3の実施形態との差異である上記信号選択部の動作についてのみ説明する。

【0094】

同図において、本実施形態に係る信号選択部211は、シンボルレート情報が入力されると、シンボルレートの低い信号を被選択信号として選択する。すなわち、符号間干渉成分の影響により、最尤系列推定部22における判定誤り数が少なくなる確率の高い低シンボルレート信号を被選択信号として選択するので、複数の信号全体としての誤り数を低減することが可能となる。

【0095】

このように、本発明に係る信号分離装置4によれば、第3の実施形態と同様、複数の信号を抽出したい場合に、判定誤りが少ない信号のレプリカを生成して、受信信号から減算し、この減算結果の信号を用いて残りの信号を判定することにより、全体として判定誤りの数を抑えることが可能となる。

【0096】

(第5の実施形態)

図17は、第5の実施形態に係る信号分離装置5の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る信号分離装置5は、第1の実施形態に示す信号分離装置1の構成に重み係数制御部を加えて構成される。

【0097】

ここでは、第1の実施形態に示す信号分離装置1と同様の動作を行う構成要素の説明を省略すると共に、同信号分離装置1と同様の機能をもつ同様の構成要素については同一の符号を付す。以下、第1の実施形態との差異を説明する。

【0098】

なお、本実施形態に係る信号分離装置5は、信号分離装置1と基本的構成を同一とした例を示しているが、図12に示す第2の実施形態に係る信号分離装置2の構成に本実施形態に係る重み係数制御部220を加えて構成してもよく、その場合であっても同様の効果を得ることが可能である。また、第3の実施形態及び第4の実施形態に係る信号分離装置に上記重み係数制御部220を加えることも可能である。

【0099】

図17において、最尤系列推定部22は、レプリカ信号点が信号空間上で数多く存在し、信号点同士が互いに接近すると、信号判定誤りを生じやすくなる。反対に、信号空間上にあるレプリカ信号点が少なく、信号点同士の距離を十分に取ることが可能である場合、高精度に信号判定を行うことが可能となる。

【0100】

ここで、第1の実施形態～第4の実施形態に係る信号分離装置において、信号点が図8(b)のようである場合、 $t = 0$ の信号点と、 $t = T/3$ または $t = -T/3$ の信号点では、 $t = 0$ での信号点を用いてレプリカを生成する場合の方が、信号点同士の距離を十分に取れるため、判定誤りを起こしにくく、信頼性が高いといえる。逆に、 $t = T/3$ または $t = -T/3$ の場合は、信号点同士の距離が比較的短く、信頼性が低くなる。そこで、本実施形態における重み係数制御部は、 $t = 0$ での誤差信号の最尤系列推定部へ与える影響を大きく、 $t = T/3$ または $t = -T/3$ における誤差信号の影響を小さくするように、誤差信号に重み係数を乗算器221で乗算してから最尤系列推定部22へ入力する。これにより、最尤系列推定部22における信号判定精度を高めることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

伝搬路推定部 2 0 は、伝搬路推定値を重み係数制御部 2 2 0 へ入力し、重み係数制御部 2 2 0 は入力した伝搬路推定値に基づき計算される信号レプリカ中の信号点の距離が、短い場合には重み係数を小さく、長い場合には重み係数を大きくするように制御する。重み係数の具体的な決定法としては、例えば、レプリカ信号点の信号点同士の距離の最小値に対して、付与する重み係数を予め決定しておき、データベースとして信号点間の距離の最小値と重み係数を対応付けて保存する。重み係数制御部 2 2 0 はそのデータベースを基準にして重み係数を決定するようにする。これにより、複数の信号を高精度に分離することができる。

【 0 1 0 2 】

このように、本発明に係る信号分離装置 5 によれば、レプリカ信号として数多くの信号点候補があり、各信号点候補同士が接近しているため、最尤系列推定部 2 2 における推定精度が劣化すると考えられる場合には、誤差信号に与える重み係数を小さくして信号判定への寄与度を抑え、逆に、レプリカ信号の信号点候補が少なく、十分に各信号点候補同士が離れていて精度良く信号判定ができると考えられる場合には、誤差信号に与える重み係数を大きくして、信号判定への寄与度を強くすることにより、高精度に受信信号系列を推定することが可能となる。

【 0 1 0 3 】

また、上記各実施形態では、信号分離装置は、受信側無線局内に備えられる態様を例示したが、独立して構成するような態様であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 4 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る信号分離装置 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示す標本化部の構成を示すブロック図である。

【図 3】標本化部で不等間隔サンプリングされた場合のアイパターン及びサンプルタイミングとインデックスの対応例を示す図である。

【図 4】標本化部における標本化周波数決定手順を示すフローチャートである。

【図 5】標本化部で等間隔サンプリングされた場合のアイパターン及びサンプルタイミングとインデックスの対応例を示す図である。

【図 6】信号発生部の構成を示すブロック図である。

【図 7】図 6 (a) に示す信号発生部の構成において出力される信号点の例を示す図である。

【図 8】図 6 (b) に示す信号発生部の構成において出力される信号点の例を示す図である。

【図 9】係数可変形フィルタの構成を示すブロック図である。

【図 1 0】最尤系列推定部の動作を示す状態遷移図を基に作成されたトレリス線図である。

【図 1 1】累積誤差(判定基準)と状態遷移図を基に作成されたトレリス線図の関係を示す図である。

【図 1 2】第 2 の実施形態に係る信号分離装置 2 の構成を示すブロック図である。

【図 1 3】図 1 2 に示す信号発生部の構成を示す図である。

【図 1 4】図 1 2 に示す伝搬路推定部の構成を示す図である。

【図 1 5】第 3 の実施形態に係る信号分離装置 3 の構成を示すブロック図である。

【図 1 6】第 4 の実施形態に係る信号分離装置 4 の構成を示すブロック図である。

【図 1 7】第 5 の実施形態に係る信号分離装置 5 の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】従来のレプリカ生成型干渉キャンセラの構成を示すブロック図である。

【図 1 9】符号間干渉の有無によるサンプルタイミングを説明するための図である。

【図 2 0】符号間干渉を受けた信号 1 の状態を説明するための図である。

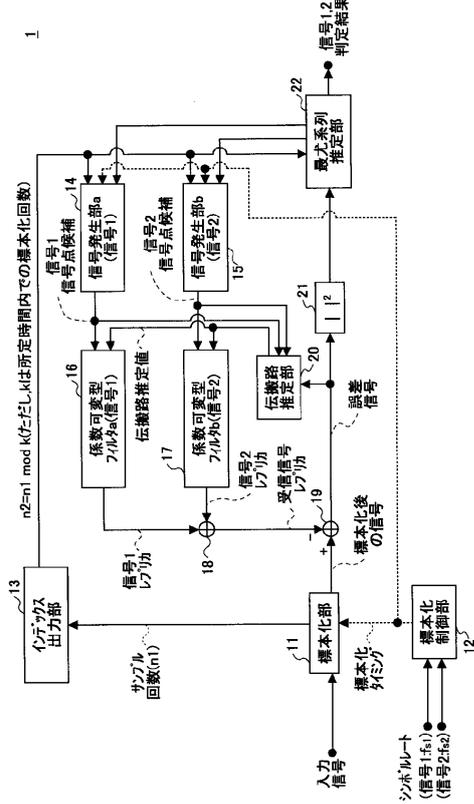
【符号の説明】

【 0 1 0 5 】

1 ~ 5	信号分離装置	
1 1、3 1 1	標本化部	
1 2	標本化制御部	
1 3	インデックス出力部	
1 4、1 0 1、3 1 2	信号発生部 a	
1 5、1 0 2、3 1 3	信号発生部 b	
1 6、3 1 4	係数可変形フィルタ a	
1 7、3 1 5	係数可変形フィルタ b	
1 8、6 4、3 1 6	加算器	
1 9、2 0 6、3 1 7	減算器	10
2 0、1 0 3、3 1 8	伝搬路推定部	
2 1、3 1 9	自乗器	
2 2、3 2 0	最尤系列推定部	
3 1	サンプリング処理部 a	
3 2	サンプリング処理部 b	
3 3	スイッチ制御部	
3 4	スイッチ	
4 1、5 1、1 1 1	シンボル発生器	
4 2、5 2、1 1 2	変調器	
4 3	ルートロールオフフィルタ a	20
4 4	ルートロールオフフィルタ b	
4 5、5 4	標本化器	
5 3	帯域制限フィルタ	
6 1 ₁ ~ 6 1 _n	1 シンボル遅延回路	
6 2 ₁ ~ 6 2 _n	可変移相器	
6 3 ₁ ~ 6 3 _n	可変増幅器	
1 2 1	伝搬路推定回路	
1 2 2	記憶部	
2 0 1、2 1 1	信号選択部	
2 0 2	信号発生部 c	30
2 0 3	係数可変形フィルタ c	
2 0 4	伝搬路推定値記憶部 (バッファ)	
2 0 5	遅延回路	
2 0 7	信号判定部	
2 2 0	重み係数制御部	
2 2 1	乗算器	

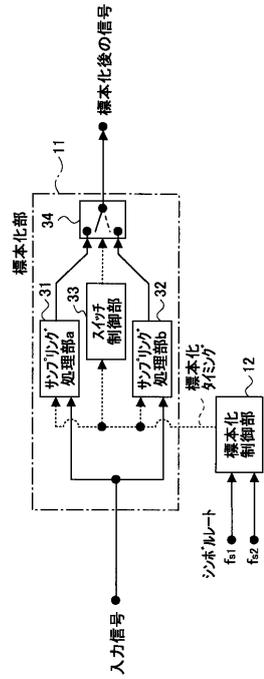
【図1】

第1の実施形態に係る信号分離装置1の構成を示すブロック図



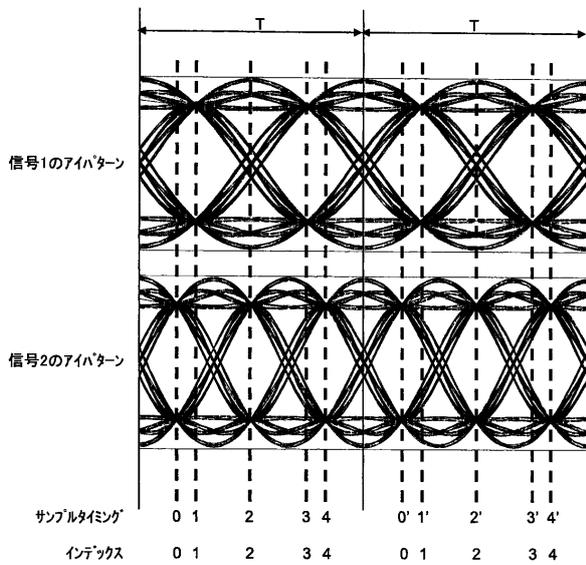
【図2】

図1に示す標準化部の構成を示すブロック図



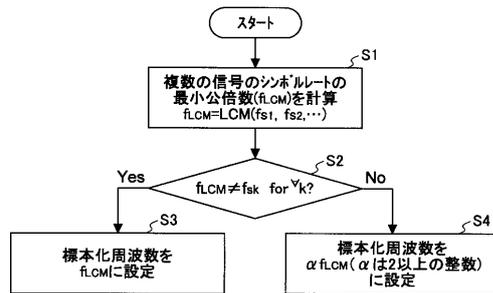
【図3】

標準化部で不等間隔サンプリングされた場合のアイパターン及びサンプルタイミングとインデックスの対応例を示す図

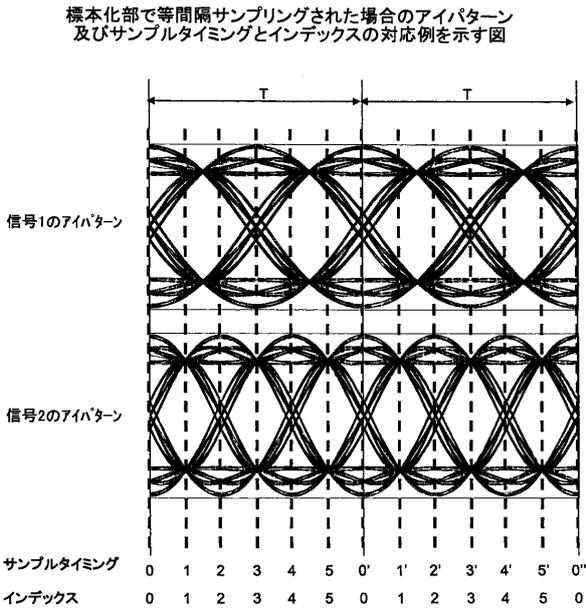


【図4】

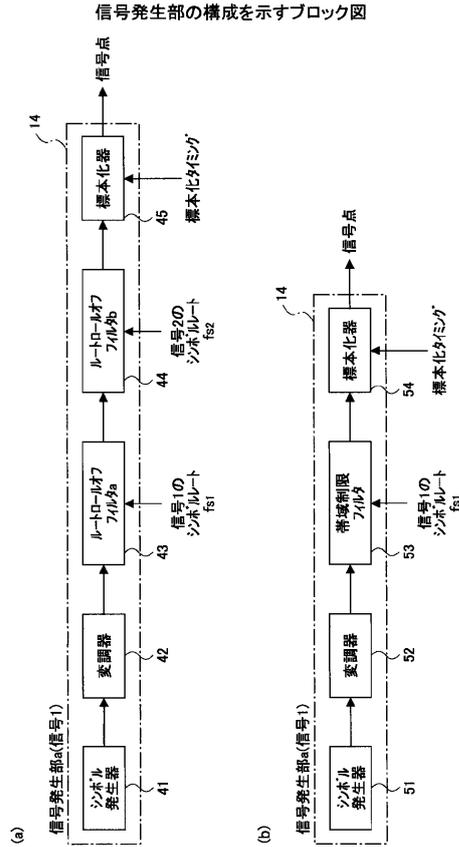
標準化部における標準化周波数決定手順を示すフローチャート



【図5】

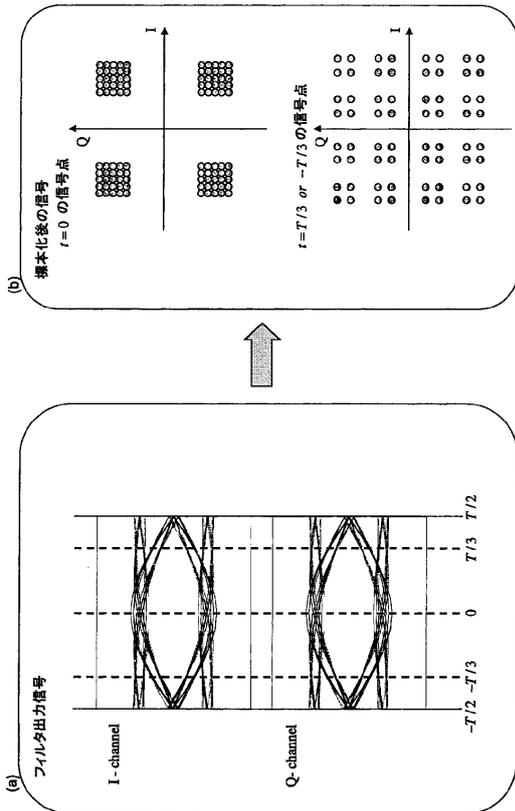


【図6】



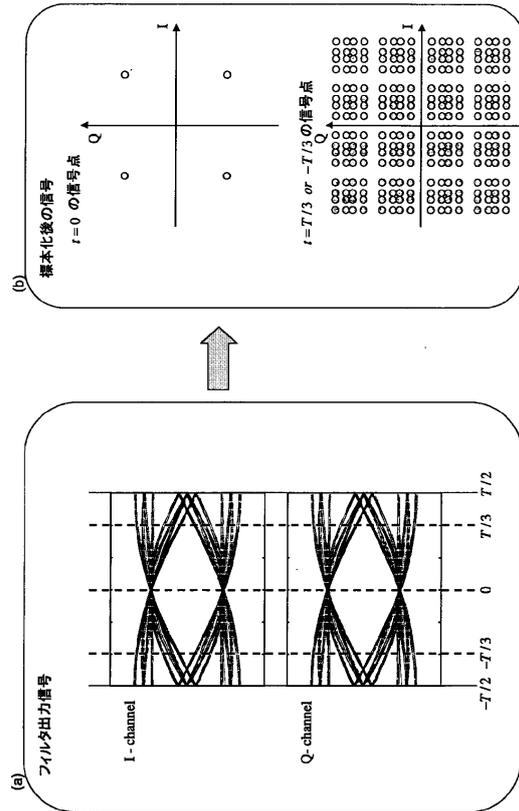
【図7】

図6(a)に示す信号発生部の構成において出力される信号点の例を示す図



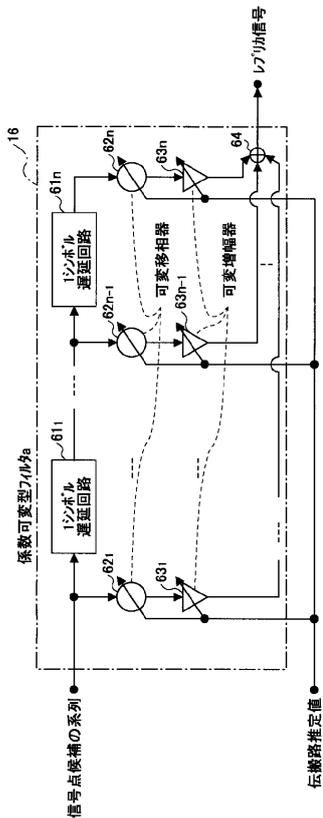
【図8】

図6(b)に示す信号発生部の構成において出力される信号点の例を示す図



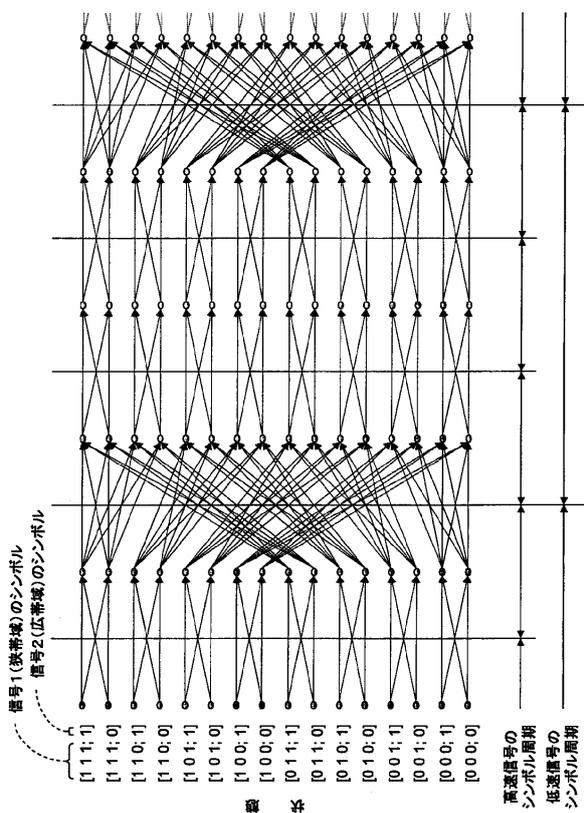
【図9】

係数可変形フィルタの構成を示すブロック図



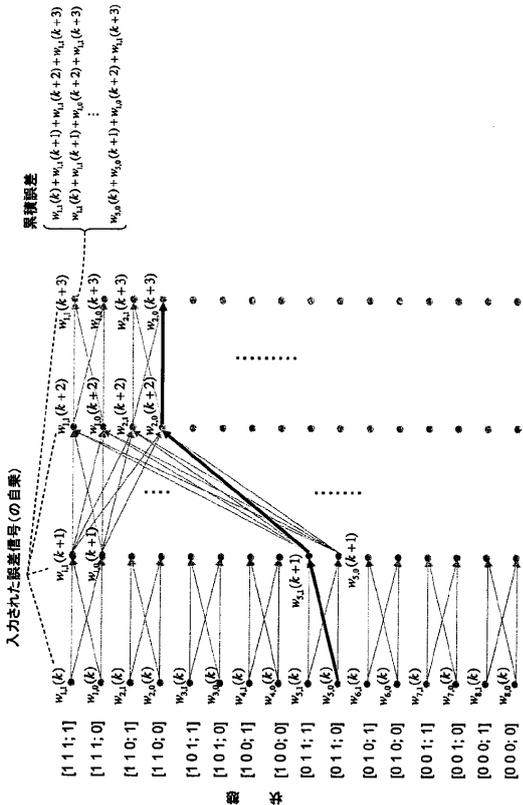
【図10】

最尤系列推定部の動作を示す状態遷移図を基に作成されたトレリス線図



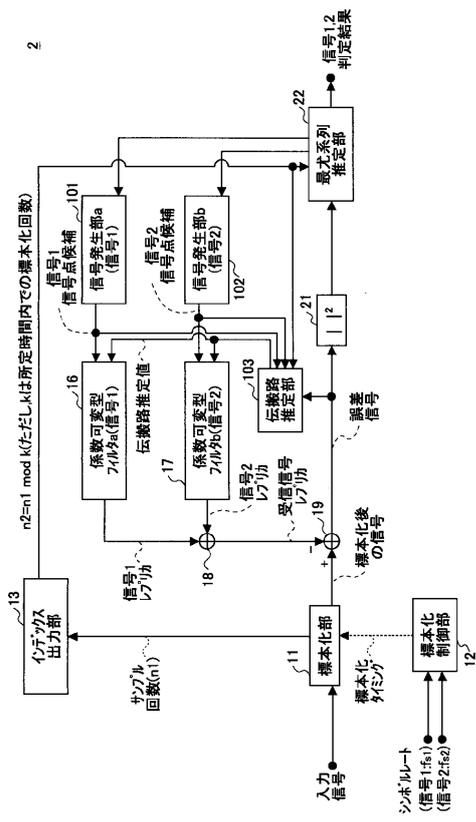
【図11】

累積誤差(判定基準)と状態遷移図を基に作成されたトレリス線図の関係を示す図



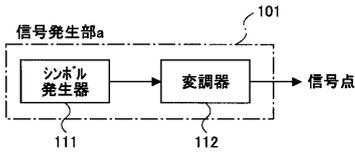
【図12】

第2の実施形態に係る信号分離装置2の構成を示すブロック図



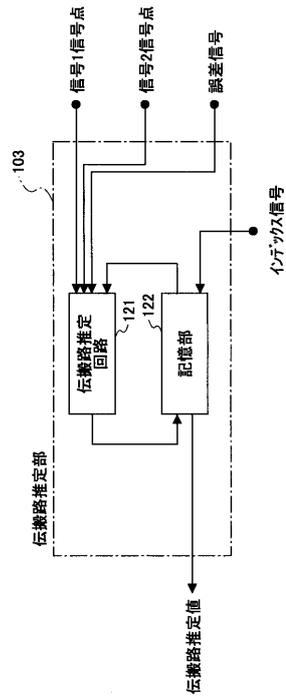
【図13】

図12に示す信号発生部の構成を示す図



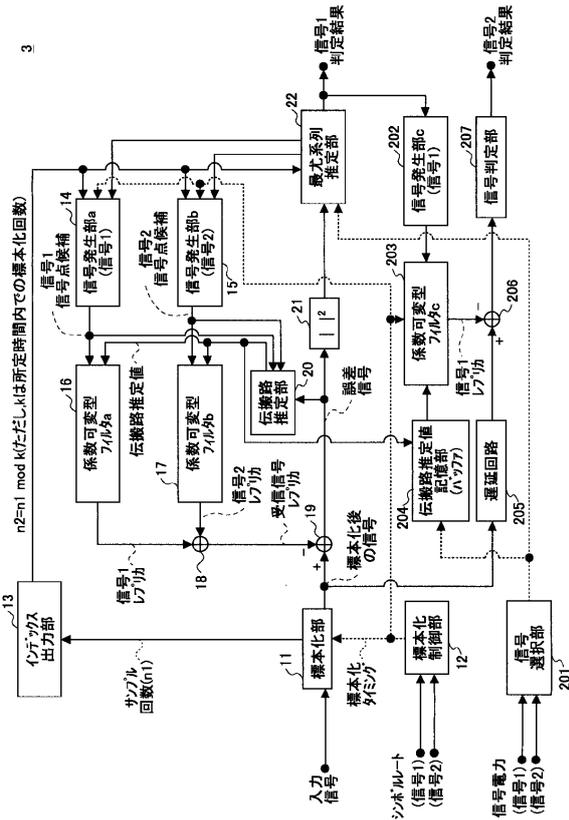
【図14】

図12に示す伝搬路推定部の構成を示す図



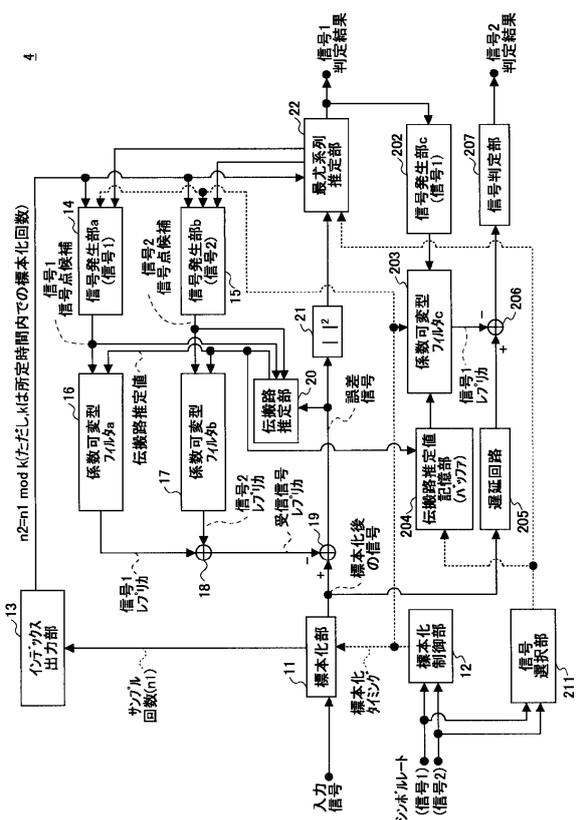
【図15】

第3の実施形態に係る信号分離装置3の構成を示すブロック図



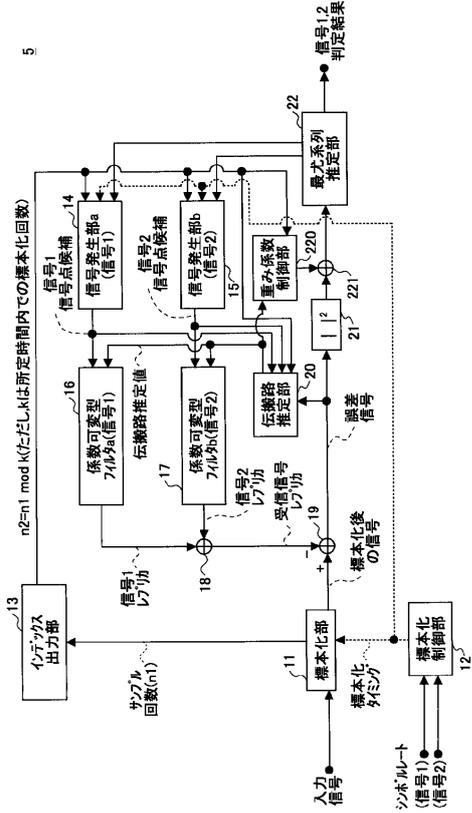
【図16】

第4の実施形態に係る信号分離装置4の構成を示すブロック図



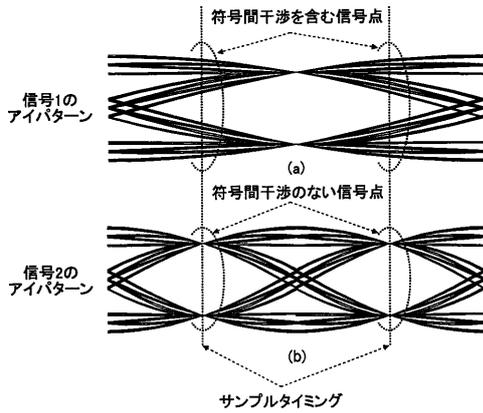
【図17】

第5の実施形態に係る信号分離装置5の構成を示すブロック図



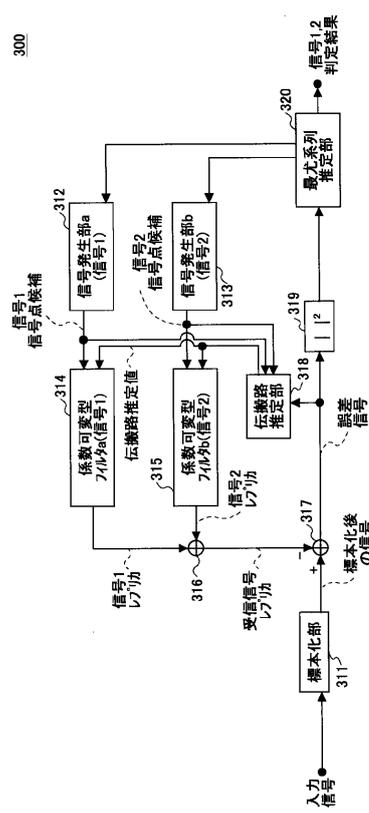
【図19】

符号間干渉の有無によるサンプルタイミングを説明するための図



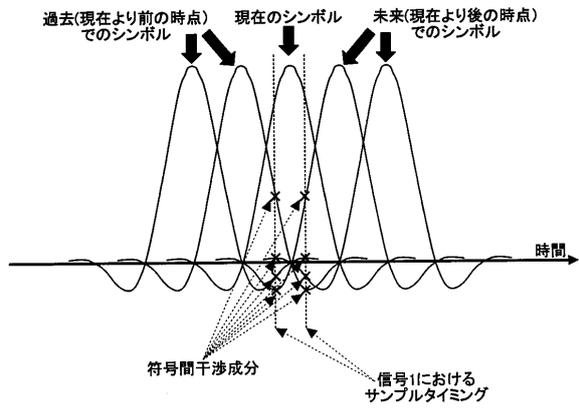
【図18】

従来のレプリカ生成型干渉キャンセラ構成を示すブロック図



【図20】

符号間干渉を受けた信号1の状態を説明するための図



フロントページの続き

審査官 佐藤 敬介

(56)参考文献 特開平10-013262(JP,A)
特開平10-178373(JP,A)
特開平11-251984(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 1/10
H04J 99/00