

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6501987号  
(P6501987)

(45) 発行日 平成31年4月17日(2019.4.17)

(24) 登録日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4L 27/26	(2006.01)	HO4L 27/26	114		
HO4L 1/06	(2006.01)	HO4L 27/26	420		
HO4B 7/06	(2006.01)	HO4L 27/26	410		
		HO4L 1/06	060		
		HO4B 7/06	984		

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-557061 (P2018-557061)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成30年6月8日(2018.6.8)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/022103		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
審査請求日	平成30年10月30日(2018.10.30)	(74) 代理人	100118762
早期審査対象出願			弁理士 高村 順
		(72) 発明者	梅田 周作
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	増田 進二
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 和雅
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線送信装置、無線受信装置、無線通信装置、無線通信システムおよび無線送信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

同一時間帯のシンボルにおいて既知の信号であって0ではない第1の信号を送信するサブキャリアが重ならないように、前記第1の信号と第1のヌル信号とを時間方向および周波数方向において交互に連続してマッピングした第1の既知信号および第2の既知信号を生成する既知信号生成部と、

前記第1の既知信号および前記第2の既知信号のそれぞれを、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する逆離散フーリエ変換部と、

時間領域の信号に変換された第1の既知信号および第2の既知信号のそれぞれに、ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入部と、

ガードインターバルが挿入された第1の既知信号を送信する第1の送信アンテナと、

ガードインターバルが挿入された第2の既知信号を送信する第2の送信アンテナと、

を備え、

前記既知信号生成部は、前記第1の信号と前記第1のヌル信号との組み合わせによって、前記時間方向、前記周波数方向、前記第1の既知信号および前記第2の既知信号間、のうちの2つを用いてブロック符号化してマッピングする、

ことを特徴とする無線送信装置。

【請求項2】

前記既知信号生成部から出力された前記第1の既知信号および前記第2の既知信号のそれぞれに、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に第2のヌル信号を挿入するヌル挿

入部、

を備え、

前記逆離散フーリエ変換部は、前記ヌル挿入部において前記第2のヌル信号が挿入された第1の既知信号および第2の既知信号のそれぞれを、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線送信装置。

【請求項3】

複数の受信アンテナと、

前記複数の受信アンテナで受信された受信信号に含まれる請求項2に記載の無線送信装置から送信された第1の既知信号および第2の既知信号において、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に挿入された第2のヌル信号を用いて干渉信号による干渉量を測定する干渉測定部と、

前記干渉測定部の測定結果に基づいて、前記干渉量を抑圧する重み係数を生成する重み係数生成部と、

前記重み係数生成部で生成された前記重み係数を用いて、前記受信信号に対して干渉抑圧を行う干渉抑圧部と、

前記干渉抑圧部において干渉抑圧された前記受信信号に含まれる前記第1の既知信号および前記第2の既知信号を用いて、前記無線送信装置との周波数偏差および時間同期タイミングを推定するタイミング推定部と、

を備えることを特徴とする無線受信装置。

【請求項4】

請求項1に記載の無線送信装置と、

無線受信装置と、

を備え、

前記無線受信装置は、

複数の受信アンテナと、

前記複数の受信アンテナで受信された受信信号に含まれる前記無線送信装置から送信された第1の既知信号および第2の既知信号を用いて、前記無線送信装置との周波数偏差および時間同期タイミングを推定するタイミング推定部と、

を備えることを特徴とする無線通信装置。

【請求項5】

請求項2に記載の無線送信装置と、

請求項3に記載の無線受信装置と、

を備えることを特徴とする無線通信装置。

【請求項6】

請求項1に記載の無線送信装置と、

無線受信装置と、

を備え、

前記無線受信装置は、

複数の受信アンテナと、

前記複数の受信アンテナで受信された受信信号に含まれる前記無線送信装置から送信された第1の既知信号および第2の既知信号を用いて、前記無線送信装置との周波数偏差および時間同期タイミングを推定するタイミング推定部と、

を備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項7】

請求項2に記載の無線送信装置と、

請求項3に記載の無線受信装置と、

を備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項8】

既知信号生成部が、同一時間帯のシンボルにおいて既知の信号であって0ではない第1

10

20

30

40

50

の信号を送信するサブキャリアが重ならないように、前記第1の信号と第1のヌル信号とを時間方向および周波数方向において交互に連続してマッピングした第1の既知信号および第2の既知信号を生成する生成ステップと、

逆離散フーリエ変換部が、前記第1の既知信号および前記第2の既知信号のそれぞれを、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する変換ステップと、

ガードインターバル挿入部が、時間領域の信号に変換された第1の既知信号および第2の既知信号のそれぞれに、ガードインターバルを挿入する挿入ステップと、

第1の送信アンテナが、ガードインターバルが挿入された第1の既知信号を送信する第1の送信ステップと、

第2の送信アンテナが、ガードインターバルが挿入された第2の既知信号を送信する第2の送信ステップと、

を含み、

前記生成ステップにおいて、前記既知信号生成部は、前記第1の信号と前記第1のヌル信号との組み合わせによって、前記時間方向、前記周波数方向、前記第1の既知信号および前記第2の既知信号間、のうちの2つを用いてブロック符号化してマッピングする、

ことを特徴とする無線送信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信を行う無線送信装置、無線受信装置、無線通信装置、無線通信システムおよび無線送信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の無線装置が同一周波数帯で無線通信を行う環境において、ある無線装置が、所望の無線装置から送信された所望信号に加えて、所望の無線装置以外の他の無線装置から送信された信号を同時に受信することがある。ある無線装置にとって、他の無線装置は干渉源となり、他の無線装置から送信された信号は干渉信号となる。特許文献1には、受信無線局が、同一無線システム内の所望の送信無線局からの希望信号とともに同一無線システム内の他の送信無線局からの干渉信号を受信した場合に、干渉信号による干渉成分を検出し、干渉信号による影響を除去する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4756090号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の受信無線局は、同一無線システム内の送信無線局からの干渉信号による影響のみ除去できる。そのため、特許文献1に記載の受信無線局は、無関係の無線システムの無線装置からの干渉信号による影響は除去できない、という問題があった。また、特許文献1に記載の受信無線局は、CW(Continuous Wave)のような特定の周波数にのみ影響を与える干渉信号、また、周波数偏差および時間同期タイミングを推定しているタイミングにおいて短時間発生する干渉信号などを受信する可能性もあり、このような干渉信号による影響も除去できない、という問題があった。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、複数の無線通信システムが同一周波数帯に共存する環境において、無線受信装置で干渉信号の影響を除去することが可能な信号を送信する無線送信装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の無線送信装置は、同一時間帯のシンボルにおいて既知の信号であって0ではない第1の信号を送信するサブキャリアが重ならないように、第1の信号と第1のヌル信号とを時間方向および周波数方向において交互に連続してマッピングした第1の既知信号および第2の既知信号を生成する既知信号生成部を備える。また、無線送信装置は、第1の既知信号および第2の既知信号のそれぞれを、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する逆離散フーリエ変換部を備える。また、無線送信装置は、時間領域の信号に変換された第1の既知信号および第2の既知信号のそれぞれに、ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入部を備える。また、無線送信装置は、ガードインターバルが挿入された第1の既知信号を送信する第1の送信アンテナと、ガードインターバルが挿入された第2の既知信号を送信する第2の送信アンテナと、を備える。既知信号生成部は、第1の信号と第1のヌル信号との組み合わせによって、時間方向、周波数方向、第1の既知信号および第2の既知信号間、のうちの2つを用いてブロック符号化してマッピングする、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明にかかる無線送信装置は、複数の無線通信システムが同一周波数帯に共存する環境において、無線受信装置で干渉信号の影響を除去することが可能な信号を送信することができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

20

【図1】実施の形態1に係る無線通信システムの構成例を示す図

【図2】実施の形態1に係る無線送信装置の既知信号生成部で生成される第1の既知信号および第2の既知信号の例を示す図

【図3】実施の形態1に係る無線送信装置が第1の既知信号および第2の既知信号を送信する処理を示すフローチャート

【図4】実施の形態1に係る無線受信装置の受信処理を示すフローチャート

【図5】実施の形態1に係る無線送信装置または無線受信装置が備える処理回路が専用のハードウェアで構成される場合の例を示す図

【図6】実施の形態1に係る無線送信装置または無線受信装置が備える処理回路がプロセッサを備える制御回路で構成される場合の例を示す図

30

【図7】実施の形態2に係る無線通信システムの構成例を示す図

【図8】実施の形態2に係る無線送信装置のヌル挿入部における第1の既知信号および第2の既知信号に対する第2のヌル信号の挿入例を示す図

【図9】実施の形態2に係る無線送信装置が第1の既知信号および第2の既知信号に第2のヌル信号を挿入して送信する処理を示すフローチャート

【図10】実施の形態2に係る無線受信装置の受信処理を示すフローチャート

【図11】実施の形態3に係る無線送信装置の既知信号生成部で生成される第1の既知信号および第2の既知信号の例を示す図

【図12】双方向で無線通信を行う無線通信システムの第1の例を示す図

【図13】双方向で無線通信を行う無線通信システムの第2の例を示す図

40

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に、本発明の実施の形態に係る無線送信装置、無線受信装置、無線通信装置、無線通信システムおよび無線送信方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0010】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る無線通信システム100aの構成例を示す図である。無線通信システム100aは、無線送信装置110aと、無線受信装置120aと、を備える。無線通信システム100aは、図示しない他の無線通信システムと同一周波数

50

帯域を共存する環境にあることを想定している。無線通信システム100aにおいて、無線受信装置120aは、無線送信装置110aから送信される所望信号の他に、他の無線通信システムが備える無線装置から送信される信号、CW、短時間干渉などの干渉信号も受信することができる。

【0011】

無線送信装置110aの構成について説明する。無線送信装置110aは、送信アンテナ111a, 111bと、既知信号生成部112と、IDFT(Inverse Discrete Fourier Transform)部113a, 113bと、GI(Guard Interval)挿入部114a, 114bと、を備える。

【0012】

既知信号生成部112は、周波数直交分割多重方式すなわちOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式で変調された周波数領域の第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを生成する。第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bの詳細については後述する。第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bをまとめて既知信号130と称することがある。

【0013】

IDFT部113aは、既知信号生成部112で生成された第1の既知信号130aに逆離散フーリエ変換処理を施すことにより、第1の既知信号130aを周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する逆離散フーリエ変換部である。IDFT部113bは、既知信号生成部112で生成された第2の既知信号130bに逆離散フーリエ変換処理を施すことにより、第2の既知信号130bを周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する逆離散フーリエ変換部である。図1では、無線送信装置110aは、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130b毎にIDFT部を備えているが一例であり、これに限定されない。無線送信装置110aは、1つの逆離散フーリエ変換部であるIDFT部を備え、1つのIDFT部が、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bに対して逆離散フーリエ変換処理を施してもよい。

【0014】

GI挿入部114aは、IDFT部113aによって周波数領域の信号から時間領域の信号に変換された第1の既知信号130aのシンボル間にガードインターバル(GI)を挿入するガードインターバル挿入部である。GI挿入部114bは、IDFT部113bによって周波数領域の信号から時間領域の信号に変換された第2の既知信号130bのシンボル間にガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入部である。第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bのシンボルは、既知信号生成部112で生成されるOFDMシンボルである。図1では、無線送信装置110aは、時間領域の信号に変換された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130b毎にGI挿入部を備えているが一例であり、これに限定されない。無線送信装置110aは、1つのガードインターバル挿入部であるGI挿入部を備え、1つのGI挿入部が、時間領域の信号に変換された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bに対してガードインターバルを挿入してもよい。

【0015】

送信アンテナ111aは、GI挿入部114aによってガードインターバルが挿入された第1の既知信号130aを送信する第1の送信アンテナである。送信アンテナ111bは、GI挿入部114bによってガードインターバルが挿入された第2の既知信号130bを送信する第2の送信アンテナである。無線送信装置110aは、2本の送信アンテナ111a, 111bを用いて、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを送信する。なお、図1では、無線送信装置110aにおいて、本実施の形態の説明に必要な構成要素のみを記載しており、一般的な構成要素については記載を省略している。無線送信装置110aは、無線受信装置120aにおいて第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを検出できるように、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号

10

20

30

40

50

130b以外の図示しない既知信号を含めて送信をしてもよい。

【0016】

無線受信装置120aの構成について説明する。無線受信装置120aは、受信アンテナ121a、121bと、信号検出部122と、タイミング推定部123と、を備える。

【0017】

受信アンテナ121aは、無線送信装置110aから送信された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを含む信号を受信し、受信した信号である受信信号を信号検出部122およびタイミング推定部123に出力する第1の受信アンテナである。受信アンテナ121bは、無線送信装置110aから送信された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを含む信号を受信し、受信した信号である受信信号を信号検出部122およびタイミング推定部123に出力する第2の受信アンテナである。無線受信装置120aは、複数の受信アンテナ、図1の例では2本の受信アンテナ121a、121bを用いて、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを受信する。

【0018】

信号検出部122は、所望の受信信号、すなわち本実施の形態においては第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bの到来を検出する。信号検出部122は、例えば、受信電力値を測定し、受信電力値に基づいて、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを受信しているか、干渉信号を受信しているかを判定する。信号検出部122は、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130b以外の既知信号を用いて、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを受信しているか、干渉信号を受信しているかを判定してもよい。タイミング推定部123は、信号検出部122において第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bが検出された場合、受信アンテナ121a、121bで受信された受信信号に含まれる無線送信装置110aから送信された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを用いて、無線送信装置110aとの搬送波周波数の周波数偏差を推定し、無線送信装置110aとのシンボルの開始タイミングなどの時間同期タイミングを推定する。タイミング推定部123は、例えば、第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bに含まれるガードインターバルを用いた相関処理によって周波数偏差および時間同期タイミングを推定する。タイミング推定部123は、ガードインターバルとともに、さらに第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bに含まれるパイロット信号を用いて周波数偏差および時間同期タイミングを推定してもよい。無線受信装置120aでは、信号検出部122で第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを検出したタイミングでは復調処理を行う上で精度が足りないため、さらにタイミング推定部123において、復調処理を精度良く行うためのタイミングを推定する。信号検出部122およびタイミング推定部123の機能は、従来同様のものでよい。なお、図1では、無線受信装置120aにおいて、本実施の形態の説明で必要な構成要素のみを記載しており、一般的な構成要素については記載を省略している。

【0019】

図2は、実施の形態1に係る無線送信装置110aの既知信号生成部112で生成される第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bの例を示す図である。図2において、縦方向はサブキャリアすなわち周波数を示し、横方向は時間すなわちシンボルを示す。図2において、1つの列、例えば、第1の既知信号130aにおいて、 $c_{0,0}, N, c_{0,2}, N, \dots$ で表される列が1つのシンボルである。既知信号生成部112で生成されるシンボルは、前述のようにOFDMシンボルである。図2において、 $c_{t,n}$ で表される信号は、第tシンボルの第nサブキャリアにマッピングされた既知の信号であって、0ではない第1の信号131である。図2では、 $c_{2,0}$ のみ第1の信号131としているが、 $c_{t,n}$ の形式で表される信号は全て第1の信号131である。また、図2において、Nで表される信号は、信号強度が0の第1のヌル信号132aである。図2では、第1の既知信号130aの1つの信号のみ第1のヌル信号132aとしているが、他のNで表される信号は全て第1のヌル信号132aである。無線送信装置110aにおいて、第

10

20

30

40

50

1の既知信号130aは、IDFT部113a、GI挿入部114a、および送信アンテナ111aを介して送信される信号であり、第2の既知信号130bは、IDFT部113b、GI挿入部114b、および送信アンテナ111bを介して送信される信号である。

#### 【0020】

既知信号生成部112は、図2に示すように、同一時間帯のシンボルにおいて、第1の既知信号130aにおいて第1の信号131がマッピングされるサブキャリアと、第2の既知信号130bにおいて第1の信号131がマッピングされるサブキャリアとが被らないように、第1の信号131および第1のヌル信号132aをマッピングする。具体的には、既知信号生成部112は、同一時間帯のシンボルにおいて、第2の既知信号130b 10  
に対して、第1の既知信号130aに第1の信号131をマッピングしたサブキャリアと同一のサブキャリアには、第1のヌル信号132aをマッピングする。同様に、既知信号生成部112は、同一時間帯のシンボルにおいて、第1の既知信号130aに対して、第2の既知信号130bに第1の信号131をマッピングしたサブキャリアと同一のサブキャリアには、第1のヌル信号132aをマッピングする。既知信号生成部112は、複数の第1の信号131のうちの一部を前述のパイロット信号にしてもよい。既知信号生成部112は、2つのブランチを有し、ブランチ#0から第1の既知信号130aを出力し、ブランチ#1から第2の既知信号130bを出力する。

#### 【0021】

これにより、無線受信装置120aは、無線送信装置110aから送信された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bとともにCWなどの干渉信号を受信した場合でも、各シンボル単位で一方の送信アンテナから送信される既知信号のみがCWの影響を受け、他方の送信アンテナから送信される既知信号はCWの影響を受けない。そのため、無線受信装置120aにおいて、信号検出部122およびタイミング推定部123は、各送信アンテナから送信された既知信号毎に周波数偏差および時間同期タイミングの推定を行い、CWの影響を受けなかった既知信号に基づいて推定した周波数偏差および時間同期タイミングを採用することによって、CWの影響を低減させることが可能である。 20

#### 【0022】

無線送信装置110aの動作を、フローチャートを用いて説明する。図3は、実施の形態1に係る無線送信装置110aが第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを送信する処理を示すフローチャートである。無線送信装置110aにおいて、既知信号生成部112は、同一時間帯のシンボルにおいて0ではない第1の信号131を送信するサブキャリアが重ならないようにマッピングした第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを生成する(ステップS11)。IDFT部113aは、第1の既知信号130aを周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する。また、IDFT部113bは、第2の既知信号130bを周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する(ステップS12)。GI挿入部114aは、時間領域の信号に変換された第1の既知信号130aにガードインターバルを挿入する。また、GI挿入部114bは、時間領域の信号に変換された第2の既知信号130bにガードインターバルを挿入する(ステップS13)。送信アンテナ111aは、ガードインターバルが挿入された第1の既知信号130aを送信する。また、送信アンテナ111bは、ガードインターバルが挿入された第2の既知信号130bを送信する(ステップS14)。 30  
40

#### 【0023】

無線受信装置120aの動作を、フローチャートを用いて説明する。図4は、実施の形態1に係る無線受信装置120aの受信処理を示すフローチャートである。無線受信装置120aにおいて、受信アンテナ121a、121bは、無線送信装置110aから送信された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを含む信号を受信する(ステップS21)。信号検出部122は、受信アンテナ121a、121bで受信された信号である受信信号から、無線送信装置110aから送信された第1の既知信号130aおよび第2の既知信号130bを検出する(ステップS22)。タイミング推定部123は 50

、信号検出部 1 2 2 において第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b が検出された場合、受信信号に含まれる第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b を用いて、周波数偏差および時間同期タイミングを推定する（ステップ S 2 3 ）。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで、無線送信装置 1 1 0 a および無線受信装置 1 2 0 a のハードウェア構成について説明する。無線送信装置 1 1 0 a の送信アンテナ 1 1 1 a , 1 1 1 b および無線受信装置 1 2 0 a の受信アンテナ 1 2 1 a , 1 2 1 b は、アンテナ素子である。無線送信装置 1 1 0 a において、既知信号生成部 1 1 2、IDFT 部 1 1 3 a , 1 1 3 b、および GI 挿入部 1 1 4 a , 1 1 4 b は処理回路により実現される。無線受信装置 1 2 0 a において、信号検出部 1 2 2 およびタイミング推定部 1 2 3 は処理回路により実現される。処理回路は、専用のハードウェアであってもよいし、メモリとメモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサとを備える制御回路であってもよい。プロセッサは、CPU (Central Processing Unit)、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP (Digital Signal Processor) などであってもよい。メモリとは、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) などが該当する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 5 は、実施の形態 1 に係る無線送信装置 1 1 0 a または無線受信装置 1 2 0 a が備える処理回路が専用のハードウェアで構成される場合の例を示す図である。処理回路が専用のハードウェアで実現される場合、処理回路は、図 5 に示す処理回路 9 0 0 である。処理回路 9 0 0 は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものである。

#### 【 0 0 2 6 】

図 6 は、実施の形態 1 に係る無線送信装置 1 1 0 a または無線受信装置 1 2 0 a が備える処理回路がプロセッサを備える制御回路で構成される場合の例を示す図である。処理回路がプロセッサを備える制御回路で構成される場合、制御回路は、例えば図 6 に示す制御回路 9 0 1 である。制御回路 9 0 1 は、プロセッサ 9 0 2 と、メモリ 9 0 3 と、を備える。無線送信装置 1 1 0 a または無線受信装置 1 2 0 a が備える処理回路は、プロセッサ 9 0 2 がメモリ 9 0 3 に記憶された各構成要素に対応するプログラムを読み出して実行することにより実現される。また、メモリ 9 0 3 は、プロセッサ 9 0 2 が実施する各処理における一時メモリとしても使用される。

#### 【 0 0 2 7 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、複数の無線通信システムが同一周波数帯に共存する環境において、無線送信装置 1 1 0 a は、同一時間帯のシンボルにおいて 0 ではない第 1 の信号 1 3 1 を送信するサブキャリアが重ならないようにマッピングした第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b を、2 つの送信アンテナ 1 1 1 a , 1 1 1 b から送信する。無線受信装置 1 2 0 a は、各送信アンテナ 1 1 1 a , 1 1 1 b から送信された既知信号毎に周波数偏差および時間同期タイミングの推定を行い、CW、短時間干渉などの干渉信号の影響を受けなかった既知信号に基づいて推定した周波数偏差および時間同期タイミングを採用する。これにより、無線受信装置 1 2 0 a は、無線通信システム 1 0 0 a とは無関係の干渉信号が存在する環境下においても、干渉信号の影響を除去し、精度良く周波数偏差および時間同期タイミングを推定することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 では、無線送信装置は、無線受信装置において干渉信号の抑圧ができるように、第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に対して、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に第 2 のヌル信号を挿入する。実施の形態 1 と異なる部分について説明する。

【 0 0 2 9 】

図 7 は、実施の形態 2 に係る無線通信システム 1 0 0 b の構成例を示す図である。無線通信システム 1 0 0 b は、無線送信装置 1 1 0 b と、無線受信装置 1 2 0 b と、を備える。無線通信システム 1 0 0 b は、図示しない他の無線通信システムと同一周波数帯域を共存する環境にあることを想定している。無線通信システム 1 0 0 b において、無線受信装置 1 2 0 b は、無線送信装置 1 1 0 b から送信される所望信号の他に、他の無線通信システムが備える無線装置から送信される信号、CW、短時間干渉などの干渉信号も受信することがある。

10

【 0 0 3 0 】

無線送信装置 1 1 0 b の構成について説明する。無線送信装置 1 1 0 b は、送信アンテナ 1 1 1 a , 1 1 1 b と、既知信号生成部 1 1 2 と、IDFT 部 1 1 3 a , 1 1 3 b と、GI 挿入部 1 1 4 a , 1 1 4 b と、ヌル挿入部 1 1 5 と、を備える。

【 0 0 3 1 】

ヌル挿入部 1 1 5 は、既知信号生成部 1 1 2 から出力された第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に対して、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に第 2 のヌル信号を挿入する。

20

【 0 0 3 2 】

無線受信装置 1 2 0 b の構成について説明する。無線受信装置 1 2 0 b は、受信アンテナ 1 2 1 a , 1 2 1 b と、信号検出部 1 2 2 と、タイミング推定部 1 2 3 と、DFT (Discrete Fourier Transform) 部 1 2 4 a , 1 2 4 b と、干渉測定部 1 2 5 と、重み係数生成部 1 2 6 と、干渉抑圧部 1 2 7 と、を備える。

【 0 0 3 3 】

DFT 部 1 2 4 a は、受信アンテナ 1 2 1 a で受信された受信信号に離散フーリエ変換処理を施すことにより、受信信号を時間領域の信号から周波数領域の信号に変換する。DFT 部 1 2 4 b は、受信アンテナ 1 2 1 b で受信された受信信号に離散フーリエ変換処理を施すことにより、受信信号を時間領域の信号から周波数領域の信号に変換する。

30

【 0 0 3 4 】

干渉測定部 1 2 5 は、受信アンテナ 1 2 1 a , 1 2 1 b で受信され、DFT 部 1 2 4 a , 1 2 4 b によって時間領域の信号から周波数領域の信号に変換された受信信号に含まれる第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b において、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に挿入された第 2 のヌル信号を用いて、第 2 のヌル信号が挿入されたサブキャリアにおける干渉信号による干渉量を測定する。干渉信号は、受信アンテナ 1 2 1 a , 1 2 1 b で受信された受信信号に含まれる信号である。

【 0 0 3 5 】

重み係数生成部 1 2 6 は、干渉測定部 1 2 5 の測定結果すなわち干渉信号による干渉量に基づいて、干渉信号による干渉量を抑圧するための重み係数を生成する。

40

【 0 0 3 6 】

干渉抑圧部 1 2 7 は、重み係数生成部 1 2 6 で生成された重み係数を用いて、受信アンテナ 1 2 1 a , 1 2 1 b で受信された受信信号に対して、干渉信号による干渉の影響を除去する干渉抑圧を行う。

【 0 0 3 7 】

タイミング推定部 1 2 3 は、干渉抑圧部 1 2 7 において干渉抑圧された受信信号に含まれる第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b を用いて、無線送信装置 1 1 0 b との周波数偏差および時間同期タイミングを推定する。

【 0 0 3 8 】

図 8 は、実施の形態 2 に係る無線送信装置 1 1 0 b のヌル挿入部 1 1 5 における第 1 の

50

既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に対する第 2 のヌル信号の挿入例を示す図である。ヌル挿入部 1 1 5 によって第 2 のヌル信号 1 3 2 b が挿入された第 1 の既知信号 1 3 0 a を第 1 のヌル挿入部出力信号 1 4 0 a とし、ヌル挿入部 1 1 5 によって第 2 のヌル信号 1 3 2 b が挿入された第 2 の既知信号 1 3 0 b を第 2 のヌル挿入部出力信号 1 4 0 b とする。第 1 のヌル挿入部出力信号 1 4 0 a および第 2 のヌル挿入部出力信号 1 4 0 b をまとめて、ヌル挿入部出力信号 1 4 0 とする。既知信号生成部 1 1 2 で生成される第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b は、実施の形態 1 のときと同様とする。ヌル挿入部 1 1 5 は、図 8 に示すように、第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に対して、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入する。図 8 では、第 1 の既知信号 1 3 0 a の 1 つの信号のみ第 2 のヌル信号 1 3 2 b としているが、第 2 のヌル信号 1 3 2 b と同じ網掛け表示で表される信号は、信号強度が 0 の第 2 のヌル信号 1 3 2 b である。

10

#### 【 0 0 3 9 】

無線送信装置 1 1 0 b の動作を、フローチャートを用いて説明する。図 9 は、実施の形態 2 に係る無線送信装置 1 1 0 b が第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入して送信する処理を示すフローチャートである。図 9 に示すフローチャートにおいて、ステップ S 1 1 の動作は、図 3 に示す実施の形態 1 のときの動作と同様である。ヌル挿入部 1 1 5 は、既知信号生成部 1 1 2 から出力された第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に対して、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入する（ステップ S 3 1）。IDFT 部 1 1 3 a は、第 2 のヌル信号 1 3 2 b が挿入された第 1 の既知信号 1 3 0 a を周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する。また、IDFT 部 1 1 3 b は、第 2 のヌル信号 1 3 2 b が挿入された第 2 の既知信号 1 3 0 b を周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する（ステップ S 1 2）。以降の動作は、図 3 に示す実施の形態 1 のときの動作と同様である。

20

#### 【 0 0 4 0 】

無線受信装置 1 2 0 b は、第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に挿入された第 2 のヌル信号 1 3 2 b を用いて、受信信号に対して干渉抑圧を行う。これにより、無線受信装置 1 2 0 b は、短時間干渉などに対応してリアルタイムに干渉抑圧を行うことができ、耐干渉性能を向上させることができる。無線受信装置 1 2 0 b の動作を、フローチャートを用いて説明する。図 1 0 は、実施の形態 2 に係る無線受信装置 1 2 0 b の受信処理を示すフローチャートである。図 1 0 に示すフローチャートにおいて、ステップ S 2 1 の動作は、図 4 に示す実施の形態 1 のときの動作と同様である。無線受信装置 1 2 0 b において、DFIT 部 1 2 4 a , 1 2 4 b は、受信信号を時間領域の信号から周波数領域の信号に変換する（ステップ S 4 1）。干渉測定部 1 2 5 は、周波数領域の信号に変換された受信信号に含まれる第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b において、第 2 のヌル信号 1 3 2 b を用いて干渉信号による干渉量を測定する（ステップ S 4 2）。重み係数生成部 1 2 6 は、干渉測定部 1 2 5 の測定結果を用いて、干渉量を抑圧するための重み係数を生成する（ステップ S 4 3）。干渉抑圧部 1 2 7 は、重み係数生成部 1 2 6 で生成された重み係数を用いて、受信信号に対して干渉抑圧を行う（ステップ S 4 4）。信号検出部 1 2 2 は、受信アンテナ 1 2 1 a , 1 2 1 b で受信された信号である受信信号から、無線送信装置 1 1 0 b から送信された第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b を検出する（ステップ S 2 2）。タイミング推定部 1 2 3 は、信号検出部 1 2 2 において第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b が検出された場合、干渉抑圧部 1 2 7 によって干渉抑圧された受信信号に含まれる第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b を用いて、周波数偏差および時間同期タイミングを推定する（ステップ S 2 3）。

30

40

#### 【 0 0 4 1 】

無線送信装置 1 1 0 b および無線受信装置 1 2 0 b のハードウェア構成について、無線送信装置 1 1 0 b のヌル挿入部 1 1 5、無線受信装置 1 2 0 b の DFIT 部 1 2 4 a , 1 2

50

4 b、干渉測定部 1 2 5、重み係数生成部 1 2 6、および干渉抑圧部 1 2 7 は、処理回路により実現される。実施の形態 1 のときと同様、処理回路は、専用のハードウェアであってもよいし、メモリとメモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサとを備える制御回路であってもよい。

#### 【 0 0 4 2 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、無線送信装置 1 1 0 b は、第 1 の既知信号 1 3 0 a および第 2 の既知信号 1 3 0 b に、シンボルおよびサブキャリアが共通の位置に第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入する。無線受信装置 1 2 0 b は、第 2 のヌル信号 1 3 2 b を用いて干渉抑圧を行う。これにより、無線受信装置 1 2 0 b は、実施の形態 1 の無線受信装置 1 2 0 a と比較して、さらに精度良く周波数偏差および時間同期タイミングを推定することができる。

10

#### 【 0 0 4 3 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では、既知信号生成部 1 1 2 は、第 1 の信号 1 3 1 および第 1 のヌル信号 1 3 2 a に対して符号化処理を施してマッピングを行う。実施の形態 1 と異なる部分について説明する。

#### 【 0 0 4 4 】

実施の形態 3 に係る無線通信システム 1 0 0 a の構成は、実施の形態 1 の無線通信システム 1 0 0 a の構成と同様である。実施の形態 3 では、無線送信装置 1 1 0 a の既知信号生成部 1 1 2 によるマッピング方法が実施の形態 1 と異なる。図 1 1 は、実施の形態 3 に係る無線送信装置 1 1 0 a の既知信号生成部 1 1 2 で生成される第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d の例を示す図である。既知信号生成部 1 1 2 は、実施の形態 1 と異なり、既知の信号であって 0 ではない第 1 の信号 1 3 1、および第 1 のヌル信号 1 3 2 a に対して、隣接サブキャリア間、およびブランチ間すなわち第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d 間で、周波数空間符号化 ( S F B C : S p a c e - F r e q u e n c y B l o c k C o d i n g ) を施してマッピングする。図 1 1 では、点線の枠 1 3 3 で囲まれた信号間で S F B C を施している。これにより、既知信号生成部 1 1 2 は、ブランチ間すなわち各送信アンテナ 1 1 1 a , 1 1 1 b から送信する第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d の間で、送信するサブキャリアが必ず被らないように第 1 の信号 1 3 1 を配置することが可能である。

20

30

#### 【 0 0 4 5 】

なお、本実施の形態では、既知信号生成部 1 1 2 が S F B C を施す例について説明したが、これに限定されない。既知信号生成部 1 1 2 は、S F B C に限らず、第 1 の信号 1 3 1 および第 1 のヌル信号 1 3 2 a に対してブロック符号化を行うことにより同様の効果を得ることが可能である。また、既知信号生成部 1 1 2 は、変調信号として差動時空間符号 ( D S T B C : D i f f e r e n t i a l S p a c e - T i m e B l o c k C o d e ) を用いる場合、ブロック符号を用いた第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d の最終シンボルを D S T B C のスタートシンボルとして用いることが可能となる。既知信号生成部 1 1 2 は、第 1 の信号 1 3 1 と第 1 のヌル信号 1 3 2 a との組み合わせによって、時間方向、周波数方向、第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d 間、のうちの 2 つを用いてブロック符号化してマッピングすることができる。

40

#### 【 0 0 4 6 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、無線送信装置 1 1 0 a は、第 1 の信号 1 3 1 および第 1 のヌル信号 1 3 2 a に対して S F B C などの符号化処理を施してマッピングを行うこととした。これにより、無線送信装置 1 1 0 a は、第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d の間で、同一時間帯のシンボルにおいて、送信するサブキャリアが被らないように第 1 の信号 1 3 1 を配置することが可能である。

#### 【 0 0 4 7 】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 では、既知信号生成部 1 1 2 は、第 1 の信号 1 3 1 および第 1 のヌル信号

50

1 3 2 a に対して符号化処理を施してマッピングを行う。実施の形態 2 と異なる部分について説明する。

【 0 0 4 8 】

実施の形態 4 に係る無線通信システム 1 0 0 b の構成は、実施の形態 2 の無線通信システム 1 0 0 b の構成と同様である。実施の形態 4 では、無線送信装置 1 1 0 b の既知信号生成部 1 1 2 によるマッピング方法が実施の形態 2 と異なる。既知信号生成部 1 1 2 によるマッピング方法は、図 1 1 に示す実施の形態 3 のときと同様とする。実施の形態 4 において、ヌル挿入部 1 1 5 は、図 1 1 に示す第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d に対して、第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入する。無線送信装置 1 1 0 b は、符号化処理を施しつつ、無線受信装置 1 2 0 b で干渉抑圧するために必要な第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入することができる。

10

【 0 0 4 9 】

なお、本実施の形態では、既知信号生成部 1 1 2 が S F B C を施す例について説明したが、これに限定されない。既知信号生成部 1 1 2 は、S F B C に限らず、第 1 の信号 1 3 1 および第 1 のヌル信号 1 3 2 a に対してブロック符号化を行うことにより同様の効果を得ることが可能である。また、無線送信装置 1 1 0 b は、既知信号生成部 1 1 2 が変調信号として D S T B C を用いる場合、ヌル挿入部 1 1 5 が、最終シンボルにのみ第 2 のヌル信号 1 3 2 b を挿入しないことにより、ブロック符号を用いた第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d の最終シンボルを D S T B C のスタートシンボルとして用いることが可能となる。既知信号生成部 1 1 2 は、第 1 の信号 1 3 1 と第 1 のヌル信号 1 3 2 a との組み合わせによって、時間方向、周波数方向、第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d 間、のうちの 2 つを用いてブロック符号化してマッピングすることができる。

20

【 0 0 5 0 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、無線送信装置 1 1 0 b は、第 1 の信号 1 3 1 および第 1 のヌル信号 1 3 2 a に対して S F B C などの符号化処理を施してマッピングを行うこととした。これにより、無線送信装置 1 1 0 b は、第 1 の既知信号 1 3 0 c および第 2 の既知信号 1 3 0 d の間で、同一時間帯のシンボルにおいて、送信するサブキャリアが被らないように第 1 の信号 1 3 1 を配置することが可能である。

【 0 0 5 1 】

なお、実施の形態 1 , 3 では、無線送信装置 1 1 0 a から無線受信装置 1 2 0 a に信号を送信する場合について説明し、実施の形態 2 , 4 では、無線送信装置 1 1 0 b から無線受信装置 1 2 0 b に信号を送信する場合について説明したが、双方向で無線通信を行うようにしてもよい。すなわち、1 つの無線通信装置が、無線送信装置 1 1 0 a および無線受信装置 1 2 0 a、または無線送信装置 1 1 0 b および無線受信装置 1 2 0 b を備え、他の無線通信装置と双方向で無線通信を行う。図 1 2 は、双方向で無線通信を行う無線通信システム 1 0 0 c の第 1 の例を示す図である。無線通信システム 1 0 0 c は、2 つの無線通信装置 1 5 0 a を備える。無線通信装置 1 5 0 a は、無線送信装置 1 1 0 a と、無線受信装置 1 2 0 a と、を備える。無線通信システム 1 0 0 c では、一方の無線通信装置 1 5 0 a の無線送信装置 1 1 0 a から送信された信号を、他方の無線通信装置 1 5 0 a の無線受信装置 1 2 0 a が受信し、他方の無線通信装置 1 5 0 a の無線送信装置 1 1 0 a から送信された信号を、一方の無線通信装置 1 5 0 a の無線受信装置 1 2 0 a が受信する。無線送信装置 1 1 0 a および無線受信装置 1 2 0 a の構成および動作は前述の通りである。なお、無線通信システム 1 0 0 c は、3 つ以上の無線通信装置 1 5 0 a を備えてもよい。図 1 3 は、双方向で無線通信を行う無線通信システム 1 0 0 d の第 2 の例を示す図である。無線通信システム 1 0 0 d は、2 つの無線通信装置 1 5 0 b を備える。無線通信装置 1 5 0 b は、無線送信装置 1 1 0 b と、無線受信装置 1 2 0 b と、を備える。無線通信システム 1 0 0 d では、一方の無線通信装置 1 5 0 b の無線送信装置 1 1 0 b から送信された信号を、他方の無線通信装置 1 5 0 b の無線受信装置 1 2 0 b が受信し、他方の無線通信装置 1 5 0 b の無線送信装置 1 1 0 b から送信された信号を、一方の無線通信装置 1 5 0 b の

30

40

50

無線受信装置 1 2 0 b が受信する。無線送信装置 1 1 0 b および無線受信装置 1 2 0 b の構成および動作は前述の通りである。なお、無線通信システム 1 0 0 d は、3 つ以上の無線通信装置 1 5 0 b を備えてもよい。

【 0 0 5 2 】

以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

【符号の説明】

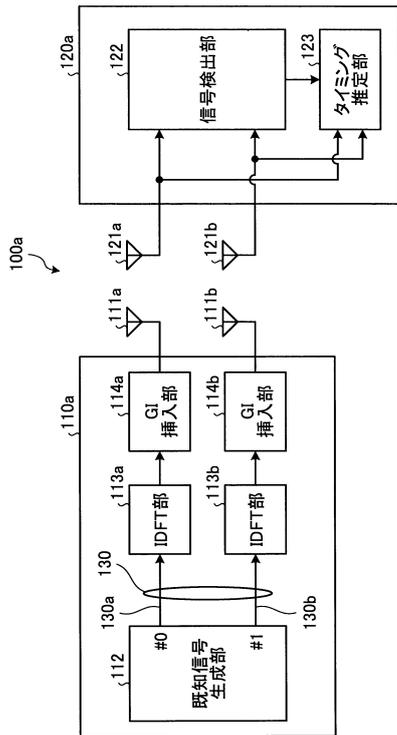
【 0 0 5 3 】

1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0 0 d 無線通信システム、1 1 0 a , 1 1 0 b 無線送信装置、1 1 1 a , 1 1 1 b 送信アンテナ、1 1 2 既知信号生成部、1 1 3 a , 1 1 3 b IDFT部、1 1 4 a , 1 1 4 b GI挿入部、1 1 5 ヌル挿入部、1 2 0 a , 1 2 0 b 無線受信装置、1 2 1 a , 1 2 1 b 受信アンテナ、1 2 2 信号検出部、1 2 3 タイミング推定部、1 2 4 a , 1 2 4 b DFT部、1 2 5 干渉測定部、1 2 6 重み係数生成部、1 2 7 干渉抑圧部、1 5 0 a , 1 5 0 b 無線通信装置。

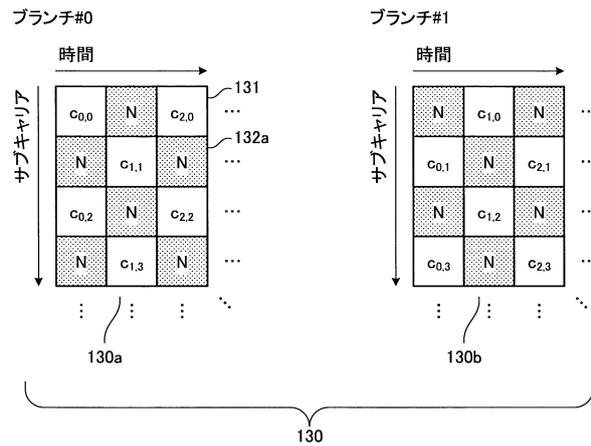
【要約】

同一時間帯のシンボルにおいて0ではない第1の信号を送信するサブキャリアが重ならないようにマッピングした第1の既知信号(130a)および第2の既知信号(130b)を生成する既知信号生成部(112)と、第1の既知信号(130a)および第2の既知信号(130b)を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換するIDFT部(113a, 113b)と、時間領域の信号に変換された第1の既知信号(130a)および第2の既知信号(130b)に、ガードインターバルを挿入するGI挿入部(114a, 114b)と、ガードインターバルが挿入された第1の既知信号(130a)を送信する送信アンテナ(111a)と、ガードインターバルが挿入された第2の既知信号(130b)を送信する送信アンテナ(111b)と、を備える。

【図1】



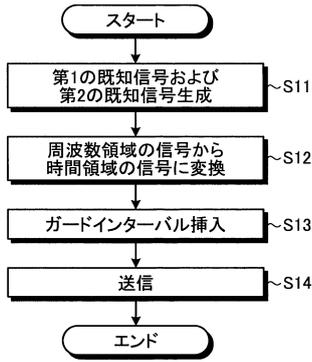
【図2】



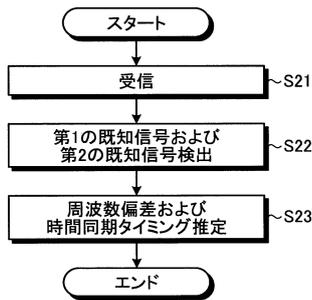
10

20

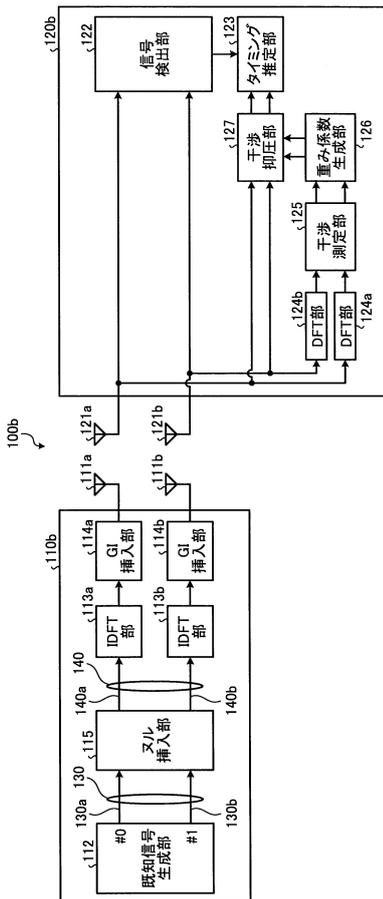
【図3】



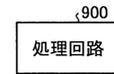
【図4】



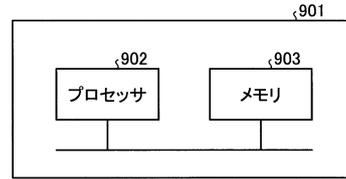
【図7】



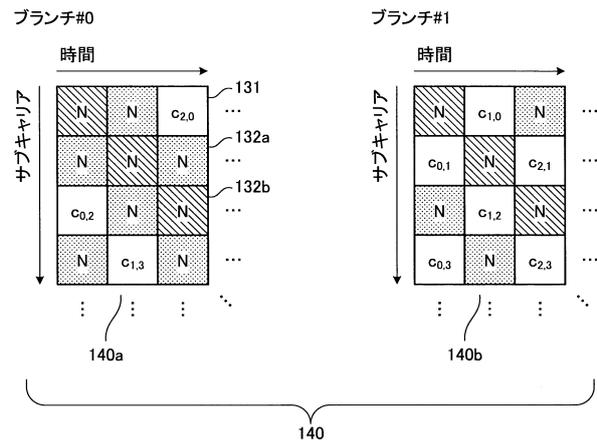
【図5】



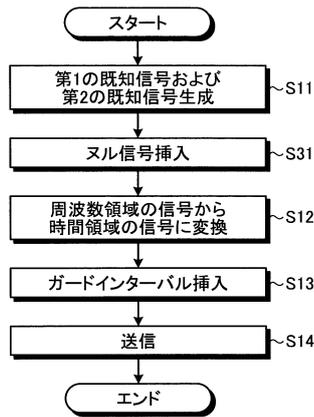
【図6】



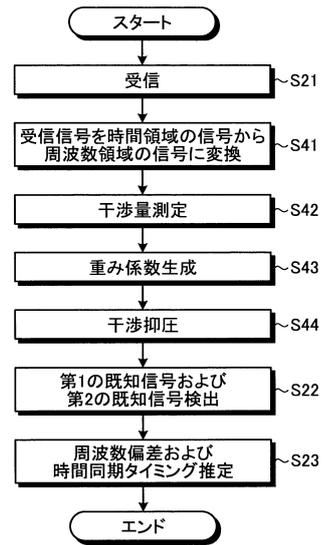
【図8】



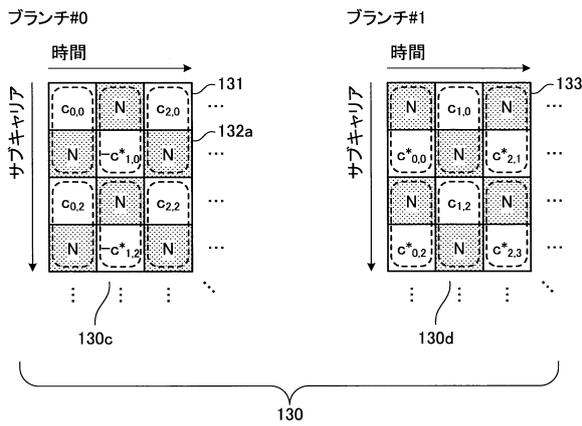
【図9】



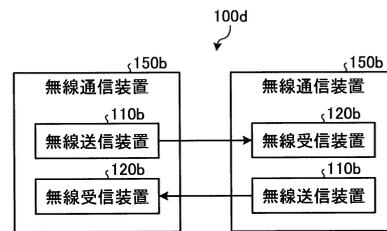
【図10】



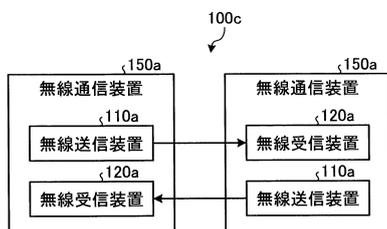
【図11】



【図13】



【図12】



---

フロントページの続き

審査官 北村 智彦

- (56)参考文献 特表2012-521709(JP,A)  
国際公開第2015/045585(WO,A1)  
特開2010-004280(JP,A)  
特表2011-515914(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 27/26  
H04B 7/06  
H04L 1/06  
IEEE Xplore  
3GPP TSG RAN WG1-4  
SA WG1-2  
CT WG1