

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-80798

(P2006-80798A)

(43) 公開日 平成18年3月23日(2006.3.23)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)
HO4B	1/707	(2006.01)	HO4J	13/00	D	5K022
HO4B	7/06	(2006.01)	HO4B	7/06		5K059
HO4J	1/02	(2006.01)	HO4J	1/02		
HO4J	11/00	(2006.01)	HO4J	11/00	Z	
HO4L	1/02	(2006.01)	HO4L	1/02		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2004-261676 (P2004-261676)  
 (22) 出願日 平成16年9月8日(2004.9.8)

(71) 出願人 504133110  
 国立大学法人 電気通信大学  
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1  
 (74) 代理人 100117514  
 弁理士 佐々木 敦朗  
 (72) 発明者 藤野 忠  
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内  
 Fターム(参考) 5K022 AA01 AA12 AA22 DD01 DD13  
 DD19 DD22 DD32 EE02 EE22  
 EE32  
 5K059 CC02 CC03 DD31 EE02

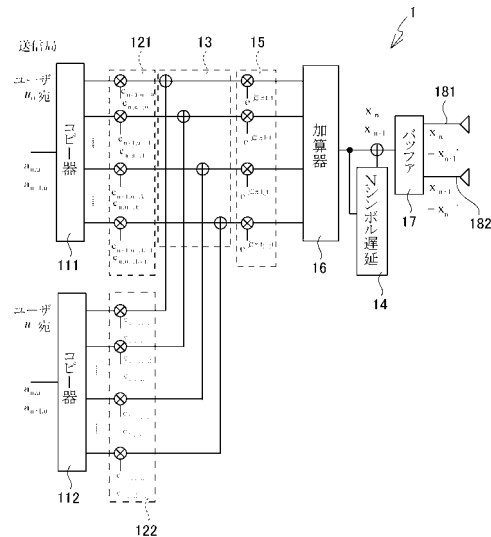
(54) 【発明の名称】 通信システム

(57) 【要約】

【課題】 複数の受信アンテナを備えた受信機において、全ての受信アンテナがブロッキングに遭遇した場合であっても、ブロッキング中の信号の抽出を可能にする。

【解決手段】 複数のユーザ宛に信号系列を送信する送信機であって、送信系列をユーザ毎に複数のサブキャリアに複製するコピー器111と、複数のサブキャリア上の各信号系列に対し各ユーザに固有の拡散符号を乗算する拡散器121と、全ユーザ宛の全サブキャリアを重畳する加算器16と、複数のサブキャリア上の各信号系列を時間的に遅延させこの遅延された信号系列を元の信号系列に加算して送信信号を生成するシンボル遅延回路14とを備える。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数のユーザ宛に信号系列を送受信する送信機及び受信機からなる通信システムであって、

前記送信機は、

前記送信系列を、前記ユーザ毎に複数のサブキャリアに複製する複製部と、

前記複数のサブキャリア上の各信号系列に対し、前記各ユーザに固有の拡散符号を乗算する拡散部と、

全ユーザ宛の全サブキャリアを重畳する加算器と、

前記複数のサブキャリア上の各信号系列を時間的に遅延させ、この遅延された信号系列を元の信号系列に加算して送信信号を生成する遅延部と、

前記送信信号を送信する送信部と

を備え、前記受信機は、

前記送信信号を受信する受信部と、

前記送信信号から前記固有の拡散符号を用いて、前記信号系列を抽出する逆拡散部とを備えることを特徴とする通信システム。

## 【請求項 2】

複数のユーザ宛に信号系列を送受信する送信機及び受信機からなる通信システムであって、

前記送信機は、

前記送信系列を、前記ユーザ毎に複数のサブキャリアに複製する複製部と、

前記複数のサブキャリア上の各信号系列に対し、前記各ユーザに固有の拡散符号を乗算する拡散部と、

全ユーザ宛の全サブキャリアを重畳する加算器と、

前記加算器により重畳された送信信号を複製し、この複製された送信信号を元の送信信号に対して、時間的に遅延させて加算するとともに、加算後の信号系列のうち、元の送信信号の信号長を超過した後尾部分の信号系列を、加算後の信号系列の先頭部分に加算する遅延加算部と、

前記送信信号を送信する送信部と

を備え、前記受信機は、

前記送信信号を受信する受信部と、

前記送信信号から前記固有の拡散符号を用いて、前記信号系列を抽出する逆拡散部とを備えることを特徴とする通信システム。

## 【請求項 3】

前記拡散部は、前記各ユーザーに固有の拡散符号を時間的に周期的に変動させて、前記複数のサブキャリア上の各信号系列に対し乗算することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

## 【請求項 4】

前記拡散部は、前記信号系列の連続する 2 送信シンボルを 1 つのシンボルブロックとし、各シンボルブロックに対して前記拡散符号を乗算することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、MC-CDMA(Multi-Carrier-Code division Multiple Access:マルチキャリア - 符号分割多元接続)等の移動体通信において利用可能な通信システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

MC-CDMA等の移動体通信方式では、マルチユーザの情報を同時に周波数領域符号分割多元接続方式により伝送する。この方式では、各ユーザ宛の周波数領域拡散符号は、互いに

10

20

30

40

50

直交する拡散符号で構成される符号セットの中から、各ユーザに1つの拡散符号を割り当て、ユーザ間における拡散符号の直交性を利用して、受信局において自局宛の信号を抽出する(例えば、非特許文献1参照)。

#### 【0003】

一方、最近では、MIMO(Multiple-Input Multiple-Output:多入力多出力)チャンネルが脚光を浴びている。これは、送信アンテナ数、及び受信アンテナ数を複数にする方式であり、これにより陸上移動体通信等において、フェージングの影響による伝送路の劣化を軽減させることができ、その結果、良好な受信信号電力対雑音電力比(S/N)比を得ることができるとともに、送信局と受信局との間で送信信号が受信局に届かない状況となる確率を低減することができる。

10

【非特許文献1】S.Hara and R.Prasad, "Overview of multicarrier CDMA," IEEE Communication Magazine, Dec.1997

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

しかしながら、携帯電話などの一般の商用の移動機は、通常、2本のアンテナを装備しているが、移動機のサイズが小さいため、2本のアンテナ間の距離が小さく、そのため、移動機が電波環境の悪いビル間などに在圏している場合等には、2本の受信アンテナの両方が送信局の全ての送信アンテナから送信された信号を受信できなくなる、いわゆるブロッキングに遭遇することがある。この場合、従来の伝送方式では、MIMOチャンネルのように複数の受信アンテナを備えた受信機においても、ブロッキング中に送信された信号を受信できないという問題がある。

20

#### 【0005】

そこで、本発明は以上の点に鑑みてなされたもので、複数の受信アンテナを備えた受信機において、全ての受信アンテナがブロッキングに遭遇した場合であっても、ブロッキング中の信号の抽出を可能にすることのできる通信システムを提供することをその課題とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

上記課題を解決するために、本発明は、複数のユーザ宛に信号系列を送受信する送信機及び受信機からなる通信システムであって、送信機が、送信系列をユーザ毎に複数のサブキャリアに複製する複製部と、複数のサブキャリア上の各信号系列に対し、各ユーザに固有の拡散符号のチップを乗算する拡散部と、全ユーザ宛の全サブキャリアを重畳する加算器と、複数のサブキャリア上の各信号系列を時間的に遅延させ、この遅延された信号系列を元の信号系列に加算して送信信号を生成する遅延部と、送信信号を送信する送信部とを備え、受信機が、送信信号を受信する受信部と、送信信号から固有の拡散符号を用いて信号系列を抽出する逆拡散部とを備える。

30

#### 【0007】

本発明は、複数のユーザ宛に信号系列を送受信する送信機及び受信機からなる通信システムであって、送信機が、送信系列をユーザ毎に複数のサブキャリアに複製する複製部と、複数のサブキャリア上の各信号系列に対し、各ユーザに固有の拡散符号のチップを乗算する拡散部と、全ユーザ宛の全サブキャリアを重畳する加算器と、加算器により重畳された送信信号を複製し、この複製された送信信号を元の送信信号に対して、時間的に遅延させて加算するとともに、加算後の信号系列のうち、元の送信信号の信号長を超過した後尾部分の信号系列を加算後の信号系列の先頭部分に加算する遅延加算部と、送信信号を送信する送信部とを備え、受信機が、送信信号を受信する受信部と、送信信号から固有の拡散符号を用いて信号系列を抽出する逆拡散部とを備える。

40

#### 【0008】

上記発明において、前記拡散部は、前記各ユーザに固有の拡散符号を周期的に変動させて、前記複数のサブキャリア上の各信号系列に対し乗算することが好ましい。

50

## 【0009】

上記発明において、拡散部は、信号系列の連続する2送信シンボルを1つのシンボルブロックとし、各シンボルブロックに対して拡散符号を乗算することが好ましい。

## 【発明の効果】

## 【0010】

以上説明したように本発明の通信システムによれば、遅延させた信号系列を重畳しているため、所定時刻の送信信号がブロッキング等により受信できない場合であっても、受信できなかった信号は、遅延時間後に受信信号内において再度出現することとなり、損失された信号を推定することができる。また、本発明において、ユーザ固有の拡散符号を周期的に変動させて拡散した場合には、受信側において、遅延された信号が重畳された信号内からも、特定のユーザ宛の信号を抽出することができる。

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0011】

## [第1実施形態]

以下に、本発明の第1実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態では、MISOチャネルにおけるSTBCを用いたMC-CDMA方式の下り回線において本発明の通信方式を適用する。なお、本実施形態では、送信アンテナは2本、つまり伝送チャンネルが2本の場合を例に説明する。

## 【0012】

## (信号系列)

先ず、本実施形態における信号系列について説明する。図1は、信号系列を模式的に示す説明図である。なお、本実施形態においてC, R, X等の大文字は、拡散符号ベクトルを示し、a, c, x等の小文字は、信号系列(ベクトルの要素)を示すものとする。

20

## 【0013】

同図(a)に示すように、本実施形態では、ユーザu宛の送信情報系列を $\{a_{n,u}\}$ とし、時刻は、 $n=1$ から始まるものとする。そして、この送信情報系列 $\{a_{n,u}\}$ に対し、同図(b)に示すような、ユーザu宛の時変の周波数領域拡散符号ベクトル $C_{n,u}=[c_{n,u,0}, \dots, c_{n,u,k}, \dots, c_{n,u,L-1}]^T$ を乗ずる。ここで、Lはこのベクトルの次元(長さ)であり、且つMC-CDMAのサブストリーム数である。添字nは同図(d)に示す法4の整数であり、拡散符号が時間的に変化することを表している。また、第k要素 $c_{n,u,k} \{ (+1, -1) \}$ は、第kサブキャリア上の拡散符号のチップであることを示す。なお、拡散符号 $C_{n,u}$ の要素は+1又は-1であり、ユーザ間において互いに直交する。

30

## 【0014】

そして、時刻nのユーザu宛の送信情報系列 $\{a_{n,u}\}$ に対して $\{C_{n-1,u}\}$ を乗じ、周波数領域で拡散された信号系列 $\{C_{n-1,u} a_{n,u}\}$ を生成し、次に、Nシンボル分遅延した信号系列 $\{C_{n-N-1,u} a_{n-N,u}\}$ を $\{C_{n-1,u} a_{n,u}\}$ に重畳して同図(c)に示すようなシンボル系列 $\{X_{n,u}\}=\{C_{n-1,u} a_{n,u}+C_{n-N-1,u} a_{n-N,u}\}$ を生成する。これにより、同図(e)に示すように、時刻nの送信シンボルは、 $X_{n,u}=C_{n-1,u} a_{n,u}+C_{n-N-1,u} a_{n-N,u}$ であり、時刻n+1の送信シンボルは、 $X_{n+1,u}=C_{n,u} a_{n+1,u}+C_{n-N,u} a_{n-N+1,u}$ となり、同様に、時刻n+N, n+N+1における送信シンボルベクトルは、同図(f)のようになる。

40

## 【0015】

なお、本実施形態では、送信機側において、1ユーザあたり4つの周波数領域拡散符号 $C_{n-1,u}, C_{n,u}, C_{n-N-1,u}, C_{n-N,u}$ を割り当て、同図(d)に示すように、nに対して法4で、2シンボルブロック毎に周期的に変化させる。

## 【0016】

なお、本実施形態では、加算器により重畳された送信信号を複製し、この複製された送信信号を元の送信信号に対して、時間的に遅延させて加算する際、同図(g)に示すように、加算後の信号系列のうち、元の送信信号の信号長を超過した後尾部分の信号系列を、加算後の信号系列の先頭部分に加算する。

50

## 【0017】

ここで、 $\{a_{n,u}\}$ のシンボル系列をMシンボル長とすると、 $X_n$ の系列長はM+Nとなつて時間効率が悪くなる。そこで、 $X_n$ の時刻Nを超過した部分を先頭に移すことによって、 $X_n$ の系列長をMシンボル長とする。これによって、時間効率の劣化を防ぐことができる。

## 【0018】

(送信局の構成)

次いで、本実施形態に係る送信局の構成を説明する。図2は、本実施形態に係る送信局に備えられた送信機の概略構成を示すブロック図である。

## 【0019】

本実施形態に係る送信機1は、ユーザ毎に設けられたコピー器111, 112と、ユーザ毎に設けられた拡散器121, 122と、多重回路13と、シンボル遅延回路14と、変調器15と、加算器16とバッファ17と、送信アンテナ181, 182とを備えている。

## 【0020】

コピー器111, 112は、ユーザu宛の送信情報系列 $\{a_{n,u}\}$ をL本のサブストリーム(サブキャリア)に複製する回路である。

## 【0021】

拡散器121, 122は、コピー器111, 112で複製されたL本のサブストリームに対して、拡散符号 $c_{n,u}$ のチップを乗じて拡散処理を行う回路である。この拡散器121, 122において乗算される拡散符号として、1ユーザあたり4つの周波数領域拡散符号 $c_{n-1,u}, c_{n,u}, c_{n-N-1,u}, c_{n-N,u}$ を割り当てられ、これらをシンボルブロック毎に周期的に変動させる。

## 【0022】

多重回路13は、全てのユーザ宛の信号をサブキャリア毎に重畳する回路である。変調器15は、各サブストリーム上の信号を変調する回路である。加算器16は、全てのサブストリームの変調信号を加え合わせる回路である。

## 【0023】

シンボル遅延回路14は、加算器16により重畳された各サブキャリア上の信号系列をNシンボル時間( $NT_s$ )分遅延させ、元の信号に対して加算する回路である。これにより、時刻nの送信信号

## 【数1】

$$X_n = \sum_{u=1}^{N_u} \sum_{k=0}^{L-1} (c_{n-1,u,k} a_{n,u} + c_{n-N-1,u_0,k} a_{n-N,u}) e^{j2\pi f_k t}$$

が生成される。ここで $N_u$ はユーザ数、 $f_k$ は第kサブストリームのサブキャリア周波数である。また、 $T_s$ はシンボル長であり、隣接するサブストリーム間の周波数差(周波数間隔)は、 $1/T_s$ の正の整数倍である。

## 【0024】

バッファ17は、送信信号を一時的に蓄積する記憶装置であり、且つ加算器16により重畳された送信信号に対して、時間的に遅延させた信号を加算する際、加算後の信号系列のうち、元の送信信号の信号長を超過した後尾部分の信号系列を、加算後の信号系列の先頭部分に加算する機能を備えている。送信アンテナ181, 182は、STBCの送信方式により送信信号 $x_n$ を送出する送信手段である。

## 【0025】

なお、コピー器111, 112及び拡散器121, 122はユーザ毎に設けられ、多重回路13により多重化され、変調器15、加算器16、シンボル遅延回路14、バッファ17により一括して処理される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

(受信局の構成)

次いで、本実施形態に係る受信局の構成を説明する。図 3 は、本実施形態に係る受信局に備えられた受信機の概略構成を示すブロック図である。

## 【 0 0 2 7 】

本実施形態に係る受信機 2 は、複数の受信アンテナ 2 1 1 ~ 2 1 3 を備えており、アンテナ毎に設けられた受信回路 2 0 1 ~ 2 0 3 及びバッファ 2 7 1 ~ 2 7 3 と、加算器 2 8 と、判定器 2 9 とを備えている。各受信回路 2 0 1 ~ 2 0 3 は、それぞれコピー器 2 2 1 と、復調器 2 3 1 と、逆拡散器 2 4 1 と、積分放電回路 2 5 1 と、加算器 2 6 2 とを備えている。

10

## 【 0 0 2 8 】

コピー器 2 2 1 は、受信信号を L 本のサブストリームに複製する回路である。復調器 2 3 1 は、各サブキャリアに対してサブキャリア周波数を乗じて復調する回路である。ここでは、第 k サブキャリアについては、 $E X P [ - j 2 \pi f_k t ]$  を乗じて復調する。

## 【 0 0 2 9 】

逆拡散器 2 4 1 は、各時刻 (例えば n, n+1 : n は奇数) におけるそれぞれの拡散符号のチップ (例えば  $c_{n-1, u, k}$ ,  $c_{n, u, k}$ ) を各サブストリーム上で乗じて逆拡散する回路である。

## 【 0 0 3 0 】

積分放電回路 2 5 1 は、シンボル長  $T_s$  に亘って積分・放電を行い、第 k サブキャリア  $k \in [0, L]$  以外のサブストリーム上の信号を除去し、第 k サブストリームの信号のみを抽出する回路である。

20

## 【 0 0 3 1 】

加算器 2 6 2 は、全てのサブキャリア上の信号を加算する回路である。バッファ 2 7 1 ~ 2 7 3 は、加算されたアンテナ毎の受信信号を一時的に蓄積するとともに、これらの受信信号について、STBC復号法により、時刻 n, n+1 (n は奇数) における推定送信信号

【数 2】

$$\tilde{a}_{n, u_0}, \quad \tilde{a}_{n+1, u_0}$$

30

を計算する回路である。

## 【 0 0 3 2 】

加算器 2 8 は、バッファ 2 7 1 ~ 2 7 3 において計算された推定送信信号を加算する回路である。判定器 2 9 は、加算された推定送信信号について判定を行い、判定推定送信信号を算出する回路である。

## 【 0 0 3 3 】

(時変周波数領域拡散符号)

上述した時変周波数領域拡散符号  $C_{n-1, u}$ ,  $C_{n, u}$ ,  $C_{n-N-1, u}$ ,  $C_{n-N, u}$  について詳述する。

## 【 0 0 3 4 】

本実施形態では、互いに直交する符号で構成される符号セットの中から 4 つの符号を 1 ユーザに周波数領域拡散符号として割り当て、これらを時間的に周期的に変動させる。

40

## 【 0 0 3 5 】

本実施形態では、上述したように、時刻 n におけるユーザ u の周波数領域拡散符号ベクトルを  $C_{n, u} = [c_{n, u, 0}, \dots, c_{n, u, k}, \dots, c_{n, u, L-1}]^T$  と定義し、添字 n を法 4 で時間的に変化させることによって、

時刻 1 に  $C_{0, u}$  を、時刻 2 に  $C_{1, u}$  を、時刻 3 に  $C_{2, u}$  を、時刻 4 に  $C_{3, u}$  を、

50

時刻 5 に  $C_{5,u} = C_{0,u}$  を

時刻 6 に  $C_{6,u} = C_{1,u}$  を

時刻 7 に  $C_{7,u} = C_{2,u}$  を

時刻 8 に  $C_{8,u} = C_{3,u}$  を

...

時刻  $n$  に  $C_{n-1,u} = C_{0,u}$  ( $n=4m+1$  の場合)、又は、 $C_{n-1,u} = C_{2,u}$  ( $n=4m+3$  の場合) を、

時刻  $n+1$  に  $C_{n,u} = C_{1,u}$  ( $n=4m+1$  の場合)、又は、 $C_{n,u} = C_{3,u}$  ( $n=4m+3$  の場合) を、

時刻  $n+2$  に  $C_{n+1,u} = C_{2,u}$  ( $n=4m+1$  の場合)、又は、 $C_{n+1,u} = C_{0,u}$  ( $n=4m+3$  の場合) を

、時刻  $n+3$  に  $C_{n+2,u} = C_{3,u}$  ( $n=4m+1$  の場合)、又は、 $C_{n+2,u} = C_{1,u}$  ( $n=4m+3$  の場合) を

10

...

というように、4 シンボル毎に同一の周波数領域拡散符号を繰り返して乗ずる。ここに  $n$  は奇数である。また、 $m$  は非負の整数である。そして、この周波数領域拡散符号を各ユーザ宛の信号に乗算することにより、

【数 3】

$$\{X_n\} = \left\{ \sum_u (C_{n-1,u} a_{n,u} + C_{n-N-1,u} a_{n-N,u}) \right\}$$

を生成する。時刻  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+N$ ,  $n+N+1$  における送信シンボルは、遅延時間を  $N = 4m+2$  ( $m$  は非負の整数) とすると、次式で表される。

20

【数 4】

$$X_n = \sum_u (C_{n-1,u} a_{n,u} + C_{n+1,u} a_{n-N,u})$$

$$X_{n+1} = \sum_u (C_{n,u} a_{n+1,u} + C_{n+2,u} a_{n-N+1,u})$$

$$X_{n+N} = \sum_u (C_{n+1,u} a_{n+N,u} + C_{n-1,u} a_{n,u})$$

$$X_{n+N+1} = \sum_u (C_{n+2,u} a_{n+N+1,u} + C_{n,u} a_{n+1,u})$$

(1)

30

【0036】

次に、送信アンテナ 181 から時刻  $n$  に  $X_n$  を、 $n+1$  に  $-X_{n+1}^*$  を、 $n+N$  に  $X_{n+N}$  を、 $n+N+1$  に  $-X_{n+N+1}^*$  を送信する。また、送信アンテナ 182 から時刻  $n$  に  $X_{n+1}$  を、 $n+1$  に  $X_n^*$  を、 $n+N$  に  $X_{n+N+1}$  を、 $n+N+1$  に  $X_{n+N}^*$  を送信する。ここで  $n$  は奇数であり、 $*$  は複素共役を表す。

【0037】

本実施形態では、時刻  $n$  の送信アンテナからユーザ  $u_0$  の受信アンテナへの第  $k$  サブキャリアの CSI 及びその推定値について、推定値を既知とし、フェージングは、シンボルブロック内で一定となる程度に、緩慢であるとして、次の仮定を行っている。

40

【数 5】

$$\hat{h}_{n,k}^{(p)} = h_{n,k}^{(p)} = \hat{h}_{n+1,k}^{(p)} = h_{n+1,k}^{(p)} : p \in \{1,2\}, n = \text{odd} \quad (2)$$

ここに、

$h_{n,k}^{(p)}$  は、送信アンテナ ( $p \in \{1,2\}$ ) と受信アンテナ CSI (channel state information: チャンネル状態情報)、

$\hat{h}_{n,k}^{(p)}$  は、その推定値である。

50

【 0 0 3 8 】

また、CSI行列及び推定CSI行列をそれぞれ次式で表す。

【 数 6 】

$$H_n^{(p)} = \text{diag} \{ [\dots, h_{n,k}^{(p)}, \dots] \}$$

$$\hat{H}_n^{(p)} = \text{diag} \{ [\dots, \hat{h}_{n,k}^{(p)}, \dots] : p \in \{1, 2\}, k \in [0, L-1] \}$$

【 0 0 3 9 】

以上より、

【 数 7 】

$$\hat{H}_n^{(p)} = H_n^{(p)} = \hat{H}_{n+1}^{(p)} = H_{n+1}^{(p)}$$

10

が成立し、これにより推定を行う。

【 0 0 4 0 】

(送信信号の推定)

上記式(1)及び(3)に基づいて、ユーザが受信した信号の推定を行う。各場合に分けて以下に説明する。 20

【 0 0 4 1 】

時刻  $n$  ,  $n+1$  ,  $n+N$  ,  $n+N+1$  においてユーザが受信する信号は次式で表される。

【 数 8 】

$$R_n = H_n^{(1)} X_n + H_n^{(2)} X_{n+1} + W_n$$

$$R_{n+1} = -H_{n+1}^{(1)} X_{n+1}^* + H_{n+1}^{(2)} X_n^* + W_{n+1}$$

$$R_{n+N} = H_{n+N}^{(1)} X_{n+N} + H_{n+N}^{(2)} X_{n+N+1} + W_{n+N}$$

30

$$R_{n+N+1} = -H_{n+N+1}^{(1)} X_{n+N+1}^* + H_{n+N+1}^{(2)} X_{n+N}^* + W_{n+N+1} \quad (4)$$

【 0 0 4 2 】

ここに  $W_n = [w_{n,0}, \dots, w_{n,k}, \dots, w_{n,L-1}]^T$  は時刻  $n$  における加法性受信ガウス雑音ベクトルである。次に、送信情報の推定を行う。先ず、逆拡散の際、各サブストリーム上の信号の振幅の大きさを同一にする必要があるため、次の振幅補正係数行列  $A_{n, n+1}$  を定義する。

【 数 9 】

$$A_{n,n+1} = \text{diag} \{ [\dots, a_{n,n+1,k}, \dots] : k \in [0, L-1] \} \quad (5)$$

40

$$a_{n,n+1,k} = \left( \left| \hat{h}_{n,0}^{(1)} \right|^2 + \left| \hat{h}_{n+1,0}^{(2)} \right|^2 \right) / \left( \left| \hat{h}_{n,k}^{(1)} \right|^2 + \left| \hat{h}_{n+1,k}^{(2)} \right|^2 \right)$$

上記  $a_{n, n+1, k}$  は、第  $k$  サブキャリアに対する振幅補正係数である。時刻  $n$  ,  $n+1$  及び  $n+N$  ,  $n+N+1$  に送信したユーザ  $u_0$  宛の時刻  $n$  の情報  $a_n$  ,  $u_0$  をそれぞれ次のように抽出する。



【数 1 0】

$$\tilde{a}_{n,u_0} = C_{n-1,u_0}^T \left\{ A_{n,n+1} \left( \hat{H}_n^{(1)*} R_n + \hat{H}_{n+1}^{(2)} R_{n+1}^* \right) + A_{n+N,n+N+1} \left( \hat{H}_{n+N}^{(1)*} R_{n+N} + \hat{H}_{n+N+1}^{(2)} R_{n+N+1}^* \right) \right\} \quad (6)$$

$$\tilde{a}_{n+1,u_0} = C_{n,u_0}^T \left\{ A_{n+1,n} \left( \hat{H}_n^{(2)*} R_n - \hat{H}_{n+1}^{(1)} R_{n+1}^* \right) + A_{n+N+1,n+N} \left( \hat{H}_{n+N}^{(2)*} R_{n+N} - \hat{H}_{n+N+1}^{(1)} R_{n+N+1}^* \right) \right\} \quad (7)$$

【0 0 4 3】

(1) ブロッキングがない場合

全てのアンテナにおいてブロッキングがない場合、上記式(6)及び(7)により送信情報  $a_{n,u_0}$  は次式で推定される。

10

【数 1 1】

$$\tilde{a}_{n,u_0} = \left( |h_{n,0}^{(1)}|^2 + |h_{n+1,0}^{(2)}|^2 + |h_{n+N,0}^{(1)}|^2 + |h_{n+N+1,0}^{(2)}|^2 \right) La_{n,u_0} + v_{n,u_0} \quad (8)$$

$$v_{n,u_0} = C_{n-1,u_0}^T \left\{ A_{n,n+1} \left( \hat{H}_n^{(1)*} W_n + \hat{H}_{n+1}^{(2)} W_{n+1}^* \right) + A_{n+N,n+N+1} \left( \hat{H}_{n+N}^{(1)*} W_{n+N} + \hat{H}_{n+N+1}^{(2)} W_{n+N+1}^* \right) \right\} \quad (9)$$

【0 0 4 4】

20

そして、上記式(7)に、前記式(1)、(4)及び(5)を代入することによって送信情報  $a_{n+1,u_0}$  は次式で推定される。

【数 1 2】

$$\tilde{a}_{n+1,u_0} = \left( |h_{n,0}^{(2)}|^2 + |h_{n+1,0}^{(1)}|^2 + |h_{n+N,0}^{(2)}|^2 + |h_{n+N+1,0}^{(1)}|^2 \right) La_{n+1,u_0} + v_{n+1,u_0} \quad (10)$$

$$v_{n+1,u_0} = C_{n,u_0}^T \left\{ A_{n+1,n} \left( \hat{H}_n^{(2)*} W_n - \hat{H}_{n+1,k}^{(1)} W_{n+1}^* \right) + A_{n+N+1,n+N} \left( \hat{H}_{n+N}^{(2)*} W_{n+N} - \hat{H}_{n+N+1}^{(1)} W_{n+N+1}^* \right) \right\} \quad (11)$$

30

【0 0 4 5】

(2) 全ての伝送チャネルがブロックされた場合

時刻  $n, n+1$  において、移動機の全てに受信アンテナがブロッキングに遭遇して受信アンテナに送信信号が入力されなかった場合、式(4)において、

【数 1 3】

$$H_n^{(p)} = H_{n+1}^{(p)} = 0 : p \in \{1,2\}$$

として、前記式(6)の第2右辺に代入すると、送信信号は次式により推定される。

【数 1 4】

40

$$\tilde{a}_{n,u_0} = \left( |h_{n+N,0}^{(1)}|^2 + |h_{n+N+1,0}^{(2)}|^2 \right) La_{n,u_0} + v_{n,u_0} \quad (12)$$

$$\tilde{a}_{n+1,u_0} = \left( |h_{n+N,0}^{(2)}|^2 + |h_{n+N+1,0}^{(1)}|^2 \right) La_{n+1,u_0} + v_{n+1,u_0} \quad (13)$$

【0 0 4 6】

(3) 1本の伝送チャネルがブロックされた場合

50

時刻  $n, n+1$  において、移動機の全てに送信アンテナ 181 からの送信信号がブロックされた場合、一般性を失うことなく、

【数 15】

$$H_n^{(2)} = H_{n+1}^{(2)} = 0$$

として、これを式(6)の第2右辺に代入すると、送信信号は次式により推定される。

【数 16】

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{n,u_0} &= \left( |h_{n+N,0}^{(1)}|^2 + |h_{n+N+1,0}^{(2)}|^2 \right) L a_{n,u_0} \\ &+ \sum_{k=0}^{L-1} c_{n-1,u_0,k} \sum_{n,n+1,k} \left\{ \begin{aligned} &|h_{n,k}^{(1)}|^2 (c_{n-1,u,k} a_{n,u} + c_{n+1,u,k} a_{n-N,u}) \\ &- \hat{h}_{n+1,k}^{(2)} h_{n+1,k}^{(1)*} (c_{n,u,k} a_{n+1,u} + c_{n+2,u,k} a_{n-N+1,u}) \end{aligned} \right\} + v_{n,u_0} \end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{n+1,u_0} &= \left( |h_{n+N,0}^{(2)}|^2 + |h_{n+N+1,0}^{(1)}|^2 \right) L a_{n+1,u_0} \\ &+ \sum_{k=0}^{L-1} c_{n,u_0,k} \sum_{n+1,n,k} \left\{ \begin{aligned} &|h_{n,k}^{(1)}|^2 (c_{n,u,k} a_{n+1,u} + c_{n+2,u,k} a_{n-N+1,u}) \\ &+ \hat{h}_{n,k}^{(2)*} h_{n,k}^{(1)} (c_{n-1,u,k} a_{n,u} + c_{n+1,u,k} a_{n-N,u}) \end{aligned} \right\} + v_{n+1,u_0} \end{aligned} \tag{15}$$

【0047】

(通信方法)

以上説明した送信機及び受信機を用いることにより、本発明に係る通信方法を実現することができる。

【0048】

先ず、送信機1側において、各ユーザ宛の送信情報系列  $\{a_{n,u}\}$  を  $L$  本のサブストリーム(サブキャリア)に複製する。次いで、拡散器121, 122により、コピー器111, 112で複製された  $L$  本のサブストリームに対して、拡散符号  $C_{n,u}$  のチップを乗じて拡散処理を行う。この拡散器121, 122における拡散符号の乗算では、1ユーザあたり4つの周波数領域拡散符号  $C_{n-1,u}, C_{n,u}, C_{n-N-1,u}, C_{n-N,u}$  を割り当て、これらをシンボルブロック毎に周期的に変動させる。

【0049】

その後、多重回路13により、全てのユーザ宛の信号をサブキャリア毎に重畳し、変調器15により、各サブキャリア上の信号を変調し、加算器16により、全てのサブストリームの変調信号を加え合わせる。次いで、シンボル遅延回路14により、加算器16により重畳された各サブキャリア上の信号系列を遅延回路14で  $N$  シンボル時間 ( $NT_s$ ) 分遅延させ、元の信号に対して加算した後、バッファ17に一時的に送信信号を蓄積し、送信信号に対して、加算後の信号系列のうち、元の送信信号の信号長を超過した後尾部分の信号系列を、加算後の信号系列の先頭部分に加算する。

【0050】

そして、このように生成された送信信号を、送信アンテナ181, 182により送信する。

【0051】

受信機2側では、各受信アンテナ211~213により送信信号を受信し、アンテナ毎にコピー器221により受信信号を  $L$  本のサブストリームに複製し、復調器231において、各サブキャリアに対してサブキャリア周波数を乗じて復調する。

10

20

30

40

50

## 【0052】

次いで、逆拡散器241により、各時刻（例えば $n, n+1$ ）におけるそれぞれの拡散符号のチップ（例えば $c_{n-1,u,k}, c_{n,u,k}$ ）を乗じて逆拡散し、積分放電回路251により、シンボル長 $T_s$ に亘って積分・放電を行い、第 $k$ サブキャリア以外のサブストリーム上の信号を除去し、第 $k$ サブストリームの信号のみを抽出する。

## 【0053】

このように抽出されたサブキャリア上の信号を、アンテナ毎の加算器262により加算し、それを各バッファ271~273に一時的に蓄積するとともに、受信信号について、STBC復号法により、時刻 $n, n+1$ （ $n$ は奇数）における推定送信信号を計算する。

## 【0054】

その後、加算器28において、バッファ271~273において計算された推定送信信号を加算し、判定器29において、加算された推定送信信号について判定を行い、判定推定送信信号を算出し、出力する。

## 【0055】

（変更例1）

上述した実施形態では、シンボル遅延回路14による遅延処理を加算器16において重畳された信号に対して行ったが、例えば、図4に示すように、コピー器111により複製された複数のサブキャリアに対して個々に行ってもよい。なお、受信機の構成は、上述した受信機2と同様のものを用いることができる。

## 【0056】

このような変更例1に係る送信機及び受信機による通信方法は、以下の手順により行う。

## 【0057】

まず、送信機1側において、コピー器111により、各ユーザ宛の送信情報系列 $\{a_{n,u}\}$ を $L$ 本のサブストリーム（サブキャリア）に複製する。次いで、拡散器121, 122により、コピー器111, 112で複製された $L$ 本のサブストリームに対して、拡散符号 $C_{n,u}$ のチップを乗じて拡散処理を行う。この拡散器121, 122における拡散符号の乗算では、1ユーザあたり4つの周波数領域拡散符号 $C_{n-1,u}, C_{n,u}, C_{n-N-1,u}, C_{n-N,u}$ を割り当て、これらを2シンボルブロック毎に周期的に変動させる。

## 【0058】

その後、多重回路13により、全てのユーザ宛の信号をサブキャリア毎に重畳し、各サブキャリアについて、それぞれのシンボル遅延回路14により、加算器16により重畳された各サブキャリア上の信号系列を $N$ シンボル時間（ $NT_s$ ）分遅延させ、元の信号に対して加算する。

## 【0059】

この遅延された各サブキャリア上の信号を変調器15により変調し、加算器16により、全てのサブストリームの変調信号を加え合わせる。そして、このように生成された送信信号を、バッファ17を介して、送信アンテナ181, 182により送信する。

## 【0060】

受信機2側では、受信アンテナ211により送信信号を受信し、アンテナ毎にコピー器221により受信信号を $L$ 本のサブストリームに複製し、復調器231において、各サブキャリアに対してサブキャリア周波数を乗じて復調する。

## 【0061】

次いで、逆拡散器241により、各時刻（例えば $n, n+1$ ）におけるそれぞれの拡散符号のチップ（例えば $c_{n-1,u,k}, c_{n,u,k}$ ）を乗じて逆拡散し、積分放電回路251により、シンボル長 $T_s$ に亘って積分・放電を行い、第 $k$ サブキャリア以外のサブストリーム上の信号を除去し、第 $k$ サブストリームの信号のみを抽出する。

## 【0062】

このように抽出されたサブキャリア上の信号を、アンテナ毎の加算器262により加算し、それを各バッファ271に一時的に蓄積するとともに、受信信号について、STBC復号

10

20

30

40

50

法により、時刻  $n$  ,  $n+1$  ( $n$  は奇数) における推定送信信号を計算する。その後、判定器 29 において、加算された推定送信信号について判定を行い、判定推定送信信号を算出し、出力する。

【0063】

(作用・効果)

本実施形態及び変更例に係る通信システム及び通信方法によれば、遅延させた信号系列を重畳しているため、所定時刻の送信信号がブロッキング等により受信できない場合であっても、受信できなかった信号は、遅延時間後に受信信号内において再度出現することとなり、損失された信号を推定することができる。また、本実施形態においては、ユーザ固有の拡散符号を周期的に変動させて拡散させるため、受信側において、遅延された信号が重畳された信号内からも、特定のユーザ宛の信号を抽出することができる。

10

【0064】

[第2実施形態]

次いで、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態では、上述した第1実施形態において、周期的に変動させた拡散符号を、2つの固定的な拡散符号を用いることを特徴とする。

【0065】

(送信局の構成)

図5(a)は、本実施形態に係る送信局に備えられた送信機の概略構成を示すブロック図である。

20

【0066】

本実施形態に係る送信機1は、ユーザ毎に設けられたコピー器111a, 111b及び111dと、ユーザ毎に設けられた拡散器121と、多重回路111c及び13と、シンボル遅延回路14と、変調器15と、加算器16とバッファ17と、送信アンテナ181, 182とを備えている。

【0067】

コピー器111aは、ユーザu宛の送信情報系列 $\{a_{n,u}\}$ を2本のサブストリーム(サブキャリア)に分岐させる回路であり、コピー器111b及び111dは、2本に複製されたサブストリームのそれぞれにおいて、さらにL本のサブストリーム(サブキャリア)に複製する回路である。

30

【0068】

拡散器121は、コピー器111b及び111dで複製された $(L \times 2)$ 本のサブストリームに対して、拡散符号 $C_{0,u}$ 及び $C_{1,u}$ のチップを乗じて拡散処理を行う回路である。

【0069】

多重回路111cは、2本に分岐されたサブストリームのうち、それぞれ対応する一対のサブストリーム毎に重畳する回路である。多重回路13は、全てのユーザ宛の信号をサブキャリア毎に重畳する回路である。変調器15は、各サブキャリア上の信号を変調する回路である。加算器16は、全てのサブストリームの変調信号を加え合わせる回路である。

【0070】

本実施形態に係るシンボル遅延回路14は、コピー器111aにおいて分岐された一方のサブストリーム上の信号系列をNシンボル時間 $(NT_s)$ 分遅延させる回路である。これにより、時刻nの送信信号

40

【数17】

$$X_n = \sum_u (C_{0,u} a_{n,u} + C_{1,u} a_{n-N,u}) \quad (2-1)$$

が生成される。

【0071】

50

バッファ 17 は、送信信号を一時的に蓄積する記憶装置であり、送信アンテナ 181, 182 は、STBCの送信方式により送信信号  $x_n$  を送出する送信手段である。

【0072】

なお、コピー器 111a, 111b, 111d、拡散器 121 及び多重回路 111c はユーザ毎に設けられ、多重回路 13 により多重化され、変調器 15、加算器 16 により一括して処理される。

【0073】

(受信局の構成)

次いで、本実施形態に係る受信局の構成を説明する。図5(b)は、本実施形態に係る受信局に備えられた受信機の概略構成を示すブロック図である。

10

【0074】

本実施形態に係る受信機 2a は、受信アンテナ 211 を備えており、このアンテナ 211 に接続されたコピー器 221 と、復調器 231 と、逆拡散器 241 と、積分放電回路 251 と、この積分放電回路 251 に接続されたコピー器 222, 加算器 262a, 262b と、バッファ 271 と、判定器 29 とを備えている。

【0075】

コピー器 221 は、受信信号を L 本のサブストリームに複製する回路である。復調器 231 は、各サブキャリアに対してサブキャリア周波数を乗じて復調する回路である。ここでは、第 k サブキャリアについては、 $\text{EXP}[-j2\pi f_k t]$  を乗じて復調する。

【0076】

積分放電回路 251 は、シンボル長  $T_s$  に亘って積分・放電を行い、第 k サブキャリア以外のサブストリーム上の信号を除去し、第 k サブストリームの信号のみを抽出する回路である。コピー器 222 は、各積分放電回路 251 で処理された信号をさらに 2 本のサブストリームに分岐させる回路である。逆拡散器 241 は、各時刻 (例えば  $n, n+1$ :  $n$  は奇数) におけるそれぞれの拡散符号のチップ  $c_{0,u,k}, c_{1,u,k}$  を、 $(L \times 2)$  本の各サブストリーム上で乗じて逆拡散する回路である。

20

【0077】

加算器 262a 及び 262b は、コピー器 222 で 2 本に複製されたストリームのうち、対応する L 本のサブストリームを加算し、2 本のストリームとする回路である。バッファ 271 は、加算されたアンテナ毎の受信信号を一時的に蓄積するメモリ装置であり、判定器 29 は、受信信号について、STBC復号法により、時刻  $n, n+1$  ( $n$  は奇数) における推定送信信号を計算し、この推定送信信号について判定を行い、判定推定送信信号を算出する回路である。

30

【0078】

(通信システムの動作)

以上説明した第 2 実施形態に係る送信機及び受信機による通信方法は、以下の手順により行う。

【0079】

まず、送信機 1 側において、コピー器 111a により 2 本のストリームに分岐し、そのうち 1 本のストリームは遅延回路 14 により N シンボル時間遅延させる。

40

【0080】

コピー器 111b、111d において L 本のサブストリームに各々にコピーする。コピー器 111b で L 本のサブストリームに分岐された各サブストリーム上で拡散器 121 により拡散符号  $C_{0,u,0}$  を乗ずる (第 k サブストリームではチップ  $c_{0,u,0,k}$  を乗ずる)。コピー器 111d で L 本のサブストリームに分岐された各サブストリーム上で拡散器 121 により、拡散符号  $C_{1,u,0}$  を乗じ (第 k サブストリームでは  $c_{1,u,0,k}$  を乗ずる)、信号  $C_{1,u,0} a_{n-N,u,0}$  を生成する。

【0081】

次いで、加算器 111c において信号  $C_{0,u,0} a_{n,u,0}$  と信号  $C_{1,u,0} a_{n-N,u,0}$  を加算し、信号  $X_{n,u,0} = C_{0,u,0} a_{n,u,0} + C_{1,u,0} a_{n-N,u,0}$  を作成する (第 k サブストリーム上では、 $c_{0,u,0}$

50

$, k a_{n, u_0} + c_{1, u_0, k} a_{n-N, u_0}$ を作成する)。

【0082】

さらに多重回路13により、全てのユーザ宛の信号をサブキャリア毎に重畳する。この重畳された各サブキャリア上の信号を変調器15により変調し、加算器16により、全てのサブストリームの変調信号を加え合わせる。そして、このように生成された送信信号を、バッファ17を介して、送信アンテナ181, 182により送信する。

【0083】

具体的には、送信アンテナ181から時刻 $n$ に $X_n$ を、 $n+1$ に $-X_{n+1}^*$ を、 $n+N$ に $X_{n+N}$ を、 $n+N+1$ に $-X_{n+N+1}^*$ を送信する。また、送信アンテナ182から時刻 $n$ に $X_{n+1}$ を、 $n+1$ に $X_n^*$ を、 $n+N$ に $X_{n+N+1}$ を、 $n+N+1$ に $X_{n+N}^*$ を送信する。こ

10

【0084】

一方、受信機2a側では、受信アンテナ211により送信信号を受信し、アンテナ毎にコピー器221により受信信号をL本のサブストリームに複製し、復調器231において、各サブキャリアに対してサブキャリア周波数を乗じて復調する。

【0085】

次いで、積分放電回路251により、シンボル長 $T_s$ に亘って積分・放電を行い、第 $k$ サブキャリア以外のサブストリーム上の信号を除去し、第 $k$ サブストリームの信号のみを抽出し、抽出された信号について、逆拡散器241により、各時刻(例えば $n, n+1$ )におけるそれぞれの拡散符号のチップ $c_{0, u, k}, c_{1, u, k}$ を乗じて逆拡散する。

20

【0086】

このように抽出されたサブキャリア上の信号を、加算器262a及び262bにより加算し、それを各バッファ271に一時的に蓄積するとともに、受信信号について、STBC復号法により、時刻 $n, n+1$ ( $n$ は奇数)における推定送信信号を計算する。その後、判定器29において、加算された推定送信信号について判定を行い、判定推定送信信号を算出し、出力する。

【0087】

本実施形態では、時刻 $n$ の送信アンテナからユーザ $u_0$ の受信アンテナへの第 $k$ サブキャリアのCSI及びその推定値について、推定値を既知とし、フェージングは、シンボルブロック内で一定となる程度に、緩慢であるとして、第1の実施形態と同様、前記式(2)

30

の仮定を行い、また、CSI行列及び推定CSI行列を、前記式(3)で表し、前記数7に示すように成立した式により、推定を行う。

【0088】

具体的には、上記式(2-1)及び(3)に基づいて、ユーザが受信した信号の推定を行う。各場合に分けて以下に説明する。

【0089】

(1)ブロッキングがない場合

全てのアンテナにおいてブロッキングがない場合、送信情報 $a_{n, u_0}, a_{n+1, u_0}$ は、次式で推定される。

## 【数 18】

$$\begin{aligned}
\tilde{\mathbf{a}}_{n,u_0} &= \mathbf{C}_{0,u_0}^T \mathbf{A}_{n,n+1} \left( \hat{\mathbf{H}}_n^{(1)*} \mathbf{R}_n + \hat{\mathbf{H}}_{n+1}^{(2)} \mathbf{R}_{n+1}^* \right) \\
&\quad + \mathbf{C}_{1,u_0}^T \mathbf{A}_{n+N,n+N+1} \left( \hat{\mathbf{H}}_{n+N}^{(1)*} \mathbf{R}_{n+N} + \hat{\mathbf{H}}_{n+N+1}^{(2)} \mathbf{R}_{n+N+1}^* \right) \\
\tilde{\mathbf{a}}_{n+1,u_0} &= \mathbf{C}_{0,u_0}^T \mathbf{A}_{n+1,n} \left( \hat{\mathbf{H}}_n^{(2)*} \mathbf{R}_n - \hat{\mathbf{H}}_{n+1}^{(1)} \mathbf{R}_{n+1}^* \right) \\
&\quad + \mathbf{C}_{1,u_0}^T \mathbf{A}_{n+N+1,n+N} \left( \hat{\mathbf{H}}_{n+N}^{(2)*} \mathbf{R}_{n+N} - \hat{\mathbf{H}}_{n+N+1}^{(1)} \mathbf{R}_{n+N+1}^* \right)
\end{aligned} \tag{2-11}$$

10

## 【0090】

(2) 全ての伝送チャンネルがブロックされた場合

時刻  $n$ ,  $n+1$  において、移動機の全てに受信アンテナがブロッキングに遭遇して受信アンテナに送信信号が入力されなかった場合、式(4)において、上記数13の関係により、前記式(2-11)の第2右辺に代入すると、送信信号は、第1実施形態と同様に、次式により推定される。

## 【数 19】

$$\begin{aligned}
\tilde{\mathbf{a}}_{n,u_0} &= \left( \left| \mathbf{h}_{n+N,0}^{(1)} \right|^2 + \left| \mathbf{h}_{n+N+1,0}^{(2)} \right|^2 \right) \mathbf{L} \mathbf{a}_{n,u_0} + \mathbf{v}_{n,u_0} \\
\tilde{\mathbf{a}}_{n+1,u_0} &= \left( \left| \mathbf{h}_{n+N,0}^{(2)} \right|^2 + \left| \mathbf{h}_{n+N+1,0}^{(1)} \right|^2 \right) \mathbf{L} \mathbf{a}_{n+1,u_0} + \mathbf{v}_{n+1,u_0}
\end{aligned}$$

20

ここに、

$$\begin{aligned}
\mathbf{v}_{n,u_0} &= \sum_{k=0}^{L-1} \left\{ \mathbf{c}_{0,u_0,k} \mathbf{w}_{n,n+1,k} \left( \hat{\mathbf{h}}_{n,k}^{(1)*} \mathbf{w}_{n,k} + \hat{\mathbf{h}}_{n+1,k}^{(2)} \mathbf{w}_{n+1,k}^* \right) + \mathbf{c}_{1,u_0,k} \mathbf{w}_{n+N,n+N+1,k} \right. \\
&\quad \left. \times \left( \hat{\mathbf{h}}_{n+N,k}^{(1)*} \mathbf{w}_{n+N,k} + \hat{\mathbf{h}}_{n+N+1,k}^{(2)} \mathbf{w}_{n+N+1,k}^* \right) \right\} \\
\mathbf{v}_{n+1,u_0} &= \sum_{k=0}^{L-1} \left\{ \mathbf{c}_{0,u_0,k} \mathbf{w}_{n,n+1,k} \left( \hat{\mathbf{h}}_{n,k}^{(2)*} \mathbf{w}_{n,k} - \hat{\mathbf{h}}_{n+1,k}^{(1)} \mathbf{w}_{n+1,k}^* \right) + \mathbf{c}_{1,u_0,k} \mathbf{w}_{n+N+1,n+N,k} \right. \\
&\quad \left. \times \left( \hat{\mathbf{h}}_{n+N,k}^{(2)*} \mathbf{w}_{n+N,k} - \hat{\mathbf{h}}_{n+N+1,k}^{(1)} \mathbf{w}_{n+N+1,k}^* \right) \right\}
\end{aligned}$$

30

## 【0091】

(作用・効果)

本実施形態に係る通信システム及び通信方法によれば、遅延させた信号系列を重畳しているため、所定時刻の送信信号がブロッキング等により受信できない場合であっても、受信できなかった信号は、遅延時間後に受信信号内において再度出現することとなり、損失された信号を推定することができる。また、本実施形態においては、ユーザ固有の拡散符号として、直交する2つの固定的な値を用いるため、1ユーザーあたりに使用する拡散符号の数を抑止し、リソースの有効利用を図りつつ、ブロッキング等の通信障害を低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

## 【0092】

【図1】実施形態に係る信号列を模式的に示す説明図である。

50

【図 2】実施形態に係る送信機の構成を示すブロック図である。

【図 3】実施形態に係る受信機の構成を示すブロック図である。

【図 4】変更例 1 に係る通信システムの構成を示すブロック図である。

【図 5】第 2 実施形態に係る通信システムの構成を示すブロック図であり、( a ) は送信機を示し、( b ) は受信機を示す。

【符号の説明】

【 0 0 9 3 】

1 ... 送信機

2 , 2 a ... 受信機

1 3 ... 多重回路

1 4 ... シンボル遅延回路

1 5 ... 変調器

1 6 ... 加算器

1 7 ... バッファ

2 8 ... 加算器

2 9 ... 判定器

1 1 1 , 1 1 2 ... コピー器

1 2 1 , 1 2 2 ... 拡散器

1 8 1 , 1 8 2 ... 送信アンテナ

2 0 1 ~ 2 0 3 ... 受信回路

2 1 1 ~ 2 1 3 ... 受信アンテナ

2 2 1 ... コピー器

2 3 1 ... 復調器

2 4 1 ... 逆拡散器

2 5 1 ... 積分放電回路

2 6 2 ... 加算器

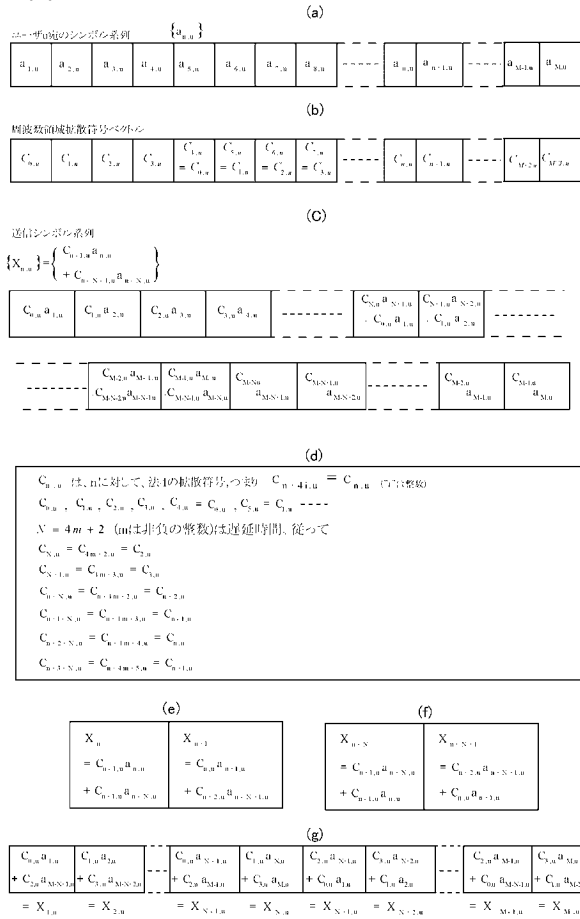
2 7 1 ~ 2 7 3 ... バッファ

10

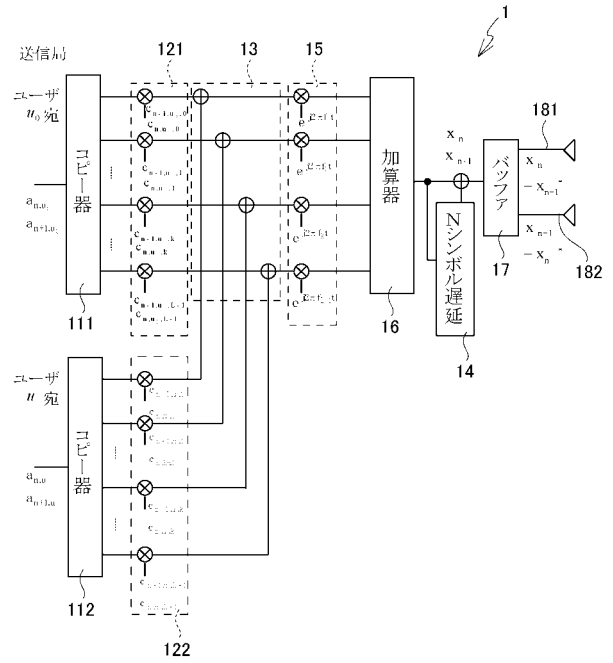
20



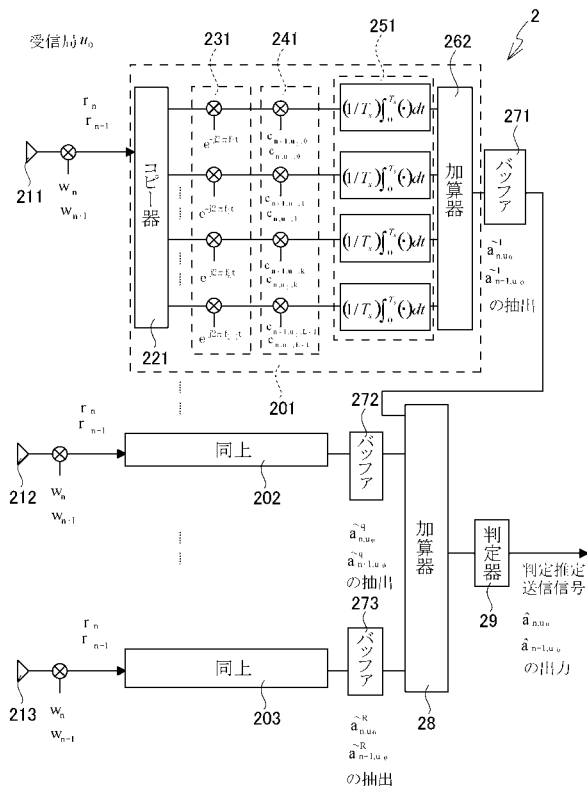
【図1】



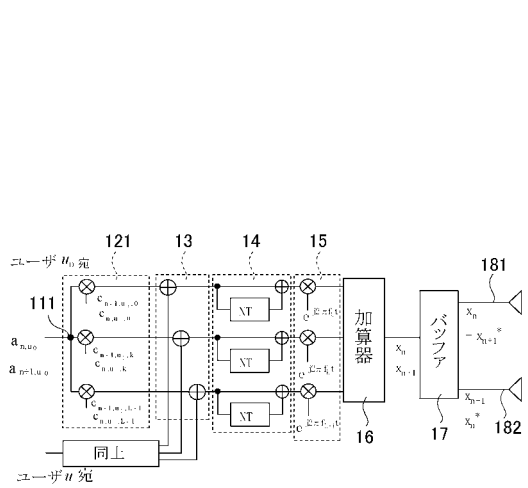
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

