

(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2005-175849

(P2005-175849A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H04B 1/707	H04J 13/00	5K022
H04J 14/00	H04B 9/00	5K102
H04J 14/04		
H04J 14/06		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-412590 (P2003-412590)	(71) 出願人	304020177 国立大学法人山口大学 山口県山口市大字吉田1677-1
(22) 出願日	平成15年12月10日(2003.12.10)	(72) 発明者	松藤 信哉 山口県宇部市西琴芝2丁目14番17-1 401号
		(72) 発明者	棚田 嘉博 山口県宇部市上野中町1-33-202
		(72) 発明者	田中 幹也 山口県宇部市上野中町1-33-304
		(72) 発明者	松元 隆博 山口県宇部市野中4-1-16 ロイヤル パレスティファニー202
		(72) 発明者	内堀 晃彦 山口県宇部市上野中町1-34-103 最終頁に続く

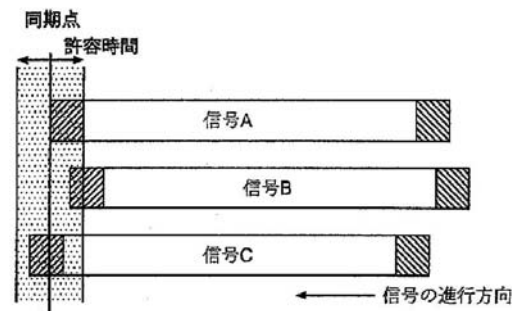
(54) 【発明の名称】 光近似同期CDMA方式とそれを用いた光無線システム

(57) 【要約】

【課題】 簡素な構成で安価に構築できると共に、高速伝送、同時刻での多元接続を可能とし、さらに他局間干渉がなく通信仕様に対して柔軟に対応できる光近似同期CDMA方式とそれを用いた光無線システムを提供する。

【解決手段】 本発明の光近似同期CDMA方式は、送信側は2値情報に対して光のON、OFFに対応させた1と0の要素からなる異なる送信系列をもとに生成した情報フレーム波形を送信し、受信側は1対の送信系列に応じて生成した1と-1からなる受信系列との相関より、自己相関がシフト0において、正、あるいは負のピーク値が現われることより2値情報を復調して、0シフト近傍のシフト区間と、他ユーザとの相互相関が0シフト区間を含めてその近傍のシフト区間において無相関領域を有することより他局間干渉を除去しマルチパスの影響を低減する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

送信側は 2 値情報に対して光の ON、OFF に対応させた 1 と 0 の要素からなる異なる送信系列をもとに生成した情報フレーム波形を送信し、受信側は 1 対の送信系列に応じて生成した 1 と - 1 からなる受信系列との相関より、自己相関がシフト 0 において、正、あるいは負のピーク値が現われることより 2 値情報を復調して、0 シフト近傍のシフト区間と、他ユーザとの相互相関が 0 シフト区間を含めてその近傍のシフト区間において無相関領域を有することより他局間干渉を除去しマルチパスの影響を低減することを特徴とする光近似同期 CDMA 方式。

## 【請求項 2】

2 値情報に対して光の ON、OFF に対応させた 1 と 0 の要素からなる異なる送信系列をもとに生成した情報フレーム波形を送信する送信機と、1 対の送信系列に応じて生成した 1 と - 1 からなる受信系列との相関より、自己相関がシフト 0 において、正、あるいは負のピーク値が現われることより 2 値情報を復調して、0 シフト近傍のシフト区間と、他ユーザとの相互相関が 0 シフト区間を含めてその近傍のシフト区間において無相関領域を有することより他局間干渉を除去しマルチパスの影響を低減する受信機と、を有することを特徴とする光無線システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は光無線通信方式に係り、特に他局間干渉を排除可能でしかも処理利得及びネットワーク全体の伝送効率が高い光近似同期 CDMA 方式とそれを用いた光無線システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、通信のニーズの多様化や情報伝送の大容量化に伴い、既に電波法の適用外である光無線通信が着目され、室外や室内における光無線ネットワークが実用化されている。

特に、CDMA (Code Division Multiple Access: 符号分割多元接続) と呼ばれ、スペクトラム拡散技術による通信方式で、複数のユーザが同一周波数帯を共用する技術を光通信に採用する光無線ネットワークが構築されている。

例えば、特許文献 1 では「光 CDMA 回路および光通信システム」として基板上に入力用光導波路、分波用の N チャネルアレイ格子、N 個の 2 × 2 光スイッチ、合波用の N チャネルアレイ格子、および出力用光導波路が形成された光回路において、分波用の N チャネルアレイ格子と合波用の N チャネルアレイ格子が N 本の長さの等しい光導波路で結ばれており、各々の光導波路の一部に前記 2 × 2 光スイッチおよび位相シフタが配置されている光 CDMA 回路が開示されている。

このように構成される光 CDMA 回路においては、パワーではなく電界での加算を可能として実質的な減算を可能とすることで光スペクトラム拡散通信方式において SN 比の高い光信号の拡散変調・逆拡散復調を行うことができる。

## 【0003】

また、特許文献 2 では「光符号分割多元接続方式の送受信システム」として、光 CDMA 方式の送受信システムにおいて、送信側には、光 CDMA エンコーダの光源として強度可変のものを用いると共に、信号の多重化手段としては入射光の最大値を出力とする光セレクタを用い、また、受信側では信号判定手段としての光 CDMA デコーダの前段に光ハードリミッタを設けるものが開示されている。

このように構成される光符号分割多元接続方式の送受信システムにおいては、送信信号の品質を高めてより多重度を大きくし、また、送信側において干渉成分を低減させて誤り率特性や多重度の向上の効果を可能にすると共に受信側においても信号の判定前に干渉成分を除去して上記効果を更に高めることが可能となっている。

## 【0004】

10

20

30

40

50

さらに、特許文献3においては、「光CDMA伝送システム」として、情報送受信手段が出力した信号を伝送回線から受信して光CDMA多重方式に用いるために符号化した光信号を光伝送回線に送出する符号化手段と、この符号化手段から出力する光信号の強度を制御する出力強度制御手段と、光CDMA符号化された光信号を光伝送回線から受信して復号した信号を出力する復号手段と、復号手段において求められる各情報送受信手段毎の相関強度値を比較した比較情報を生成し、復号手段により復号した信号に対応する出力強度制御手段に向けて比較情報を通知する比較処理手段を備える発明が開示されている。

このように構成される光CDMA伝送システムにおいては、各符号化手段から出力されるレベルを、合波される各送信データ間のレベル差が減少するように出力強度制御手段によって調整することによって、受信側で自己の光CDMA信号レベルが他の符号化手段から出力される光CDMA信号レベルよりも極端に小さいことによって正しく復号されないという現象を回避することができる。

10

【0005】

【特許文献1】特開平10-303862号公報

【特許文献2】特開2002-141889号公報

【特許文献3】特開2002-16583号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述の特許文献1乃至3に開示された発明においては、光スイッチや位相シフタ、強度可変の光CDMAエンコーダ光源や光ハードリミッタ、あるいは出力強度制御手段などハードウェアとしての構成要素を付加して複数の受信側による復号時の干渉を低減することが発明の主目的となっている。

20

これらの光CDMA方式では、異なった符号を情報伝送することにより、符号の分離より情報識別するが、この異なった符号として0と1からなる系列を送っている。この場合、複数のユーザからの送信信号が重なり合って送信されることになる。受信側では、情報識別する際に、ユーザと情報を識別する系列が送られてきたか否かを判断するために、同じ系列と相関をとってどの系列から送られてきたかを判断することになる。これが情報の復号ということになる。このときに他ユーザの受信信号との相関が特許文献3に開示されるように他局間干渉となり情報誤りに大きく影響を及ぼすことになる。他局間干渉を削除するために、同期点における相互相関を零にすることになるが、一般に非同期であるため、すべての系列の位相において相関の低い系列が要求される。しかし、これらの光CDMA方式では、その系列長に対して光のONに相当する1の数が極端に少なくいので、対雑音、妨害に対して強いとは言えなかった。また、系列数が少ないことから、同時に通信できるユーザ数が多い、または、システム全体の情報伝送容量が高いとは言えなかった。

30

【0007】

すなわち、ハードウェア的な改善がなされているものの、原理的あるいは論理的な観点からすれば、従来の光CDMA方式においては必ずしも情報伝送効率が高いとはいえないという課題があった。しかも、ハードウェアによる改善は構造の複雑化とコスト増大を招くという課題もあった。

40

本発明はかかる従来の事情に対処してなされたものであり、簡素な構成で安価に構築できると共に、高速伝送、同時刻での多元接続を可能とし、さらに他局間干渉がなく通信仕様に対して柔軟に対応できる光近似同期CDMA方式とそれを用いた光無線システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の請求項1に記載の光近似同期CDMA方式においては、上述の課題を解決するため、送信側は2値情報に対して光のON、OFFに対応させた1と0の要素からなる異なる送信系列をもとに生成した情報フレーム波形を送信し、受信側は1対の送信系列に応じて生成した1と-1からなる受信系列との相関より、自己相関がシフト0において、正

50

、あるいは負のピーク値が現われることより2値情報を復調して、0シフト近傍のシフト区間と、他ユーザとの相互相関が0シフト区間を含めてその近傍のシフト区間において無相関領域を有することより他局間干渉を除去しマルチパスの影響を低減するものである。

【0009】

また、請求項2に記載の光無線システムにおいては、2値情報に対して光のON、OFFに対応させた1と0の要素からなる異なる送信系列をもとに生成した情報フレーム波形を送信する送信機と、1対の送信系列に応じて生成した1と-1からなる受信系列との相関より、自己相関がシフト0において、正、あるいは負のピーク値が現われることより2値情報を復調して、0シフト近傍のシフト区間と、他ユーザとの相互相関が0シフト区間を含めてその近傍のシフト区間において無相関領域を有することより他局間干渉を除去しマルチパスの影響を低減する受信機を有するものである。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明の光近似同期CDMA方式及びそれを用いた光無線システムにおいては、他局間干渉を完全に排除できるので情報誤りの少ない同時刻多元接続が可能となる。また、他局間干渉が現れないことから遠近問題に対するパワーコントロールが不要となる。さらに、ネットワーク全体の伝送効率が高く、マルチメディア情報伝送に柔軟に対処できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下に本発明の実施の形態に係る光近似同期CDMA方式とそれを用いた光無線システムについて図1乃至図4を参照しながら説明する。

20

本発明では、従来の光CDMA方式や光無線システムにはない性質を備える光無線用符号として、光ZCZ (Zero Correlation Zone: 無相関領域) 符号を提案する。この光ZCZ符号は、光直交符号と同様に要素0と1とからなる符号語(送信系列)の集合であり、1、-1の要素からなる受信系列との相関(便宜的に自己相関と呼ぶ。)は、零シフトでは、系列要素1の数に相当するピーク値を取り、それ以外の両側のあるシフト区間で零値を取り、異なる系列における相互相関は、零シフトも含めたそのシフト区間で零値を取るような零相関領域を有する。

この光ZCZ符号について以下に詳細に説明する。

長さNのM個の系列対 $(a^j, b^j)$ の集合を

30

【0012】

【数1】

$$S = \{(a^1, b^1), \dots, (a^j, b^j), \dots, (a^M, b^M)\}$$

$$a^j = (a_0^j, \dots, a_i^j, \dots, a_{N-1}^j), a_i^j \in \{1, -1\}$$

$$b^j = (b_0^j, \dots, b_i^j, \dots, b_{N-1}^j), b_i^j \in \{1, 0\}$$

とする。

但し、 $a^j$ を2相系列、 $b^j$ を2値系列とする。ここで、 $a^j$ と $b^k$ の周期相関関数を、

【0013】

40

【数2】

$$R_{a^j b^k}(\tau) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i^j b_{(i+\tau) \bmod N}^k$$

と定義する。このとき、周期相関関数が、

【0014】

【数 3】

$$R_{a_j b^k}(\tau) = \begin{cases} |w| & (\tau = 0, j = k) \\ 0 & (\tau = 0, j \neq k) \\ 0 & (1 \leq |\tau| \leq Z_{cz}) \end{cases}$$

を満たすならば、集合  $S$  を零相関関数  $Z_{cz}$  を有する光  $Z_{cz}$  符号と呼ぶ。但し、 $|w| < N$  は系列  $b^j$  の要素 1 の数に等しいものである。

光  $Z_{cz}$  符号の一つの構成法を考える。長さ  $N_1 = 2^{n_1} - 1$  の  $M$  系列、あるいは長さ  $N_1 = 4n_1 - 1$  の平方剰余系列を

【0 0 1 5】

【数 4】

$$m = (m_0, \dots, m_i, \dots, m_{N_1-1}), m_i \in \{1, -1\}$$

とする。この周期自己相関関数は、

【0 0 1 6】

【数 5】

$$R_{mm}(\tau) = \begin{cases} N_1 & (\tau = 0) \\ -1 & (\tau \neq 0) \end{cases}$$

となる。これを用いて、長さ  $N_1$  の 2 値系列  $m$  (本願明細書中では、 $\tilde{m}$ 、あるいは  $\sim$  が文字上部に付されて変数や定数を構成する場合に、その文字の上部に代えて前に  $\sim$ 、あるいは  $\sim$  を示す場合がある。) を

【0 0 1 7】

【数 6】

$$\hat{m}_i = \frac{1 + m_i}{2} \in \{1, 0\}$$

と与える。系列  $m$  と  $\tilde{m}$  の周期相互相関関数は、

【0 0 1 8】

【数 7】

$$R_{m\tilde{m}}(\tau) = \begin{cases} N_1 & (\tau = 0) \\ 0 & (\tau \neq 0) \end{cases} \quad (1)$$

と、インパルス特性となることが容易に示される。すなわち、相互に直交する系列であり、 $(m, \tilde{m})$  を直交系列対と呼ぶ。

長さ  $N_2 = 2^{n_2}$ 、系列数  $M = N_2 - 1$  の平衡アダマール符号を

【0 0 1 9】

【数 8】

$$H = \{h^1, \dots, h^j, \dots, h^M\}$$

$$h^j = (h_0^j, \dots, h_i^j, \dots, h_{N_2-1}^j), h_i^j \in \{1, -1\}$$

と表す。これは異なる系列間の内積が 0、つまり

【0 0 2 0】

10

20

30

40

【数 9】

$$R_{h^j h^k}(0) = \sum_{i=0}^{N_2-1} h_i^j h_i^k = \begin{cases} N_2 & (j=k) \\ 0 & (j \neq k) \end{cases}$$

であり、1と-1の個数が等しい。これは、全て1の要素からなる行を含むアダマール行列のそれ以外の各行の集合と等しい。この候補として、シルベスター型アダマール行列やM系列型アダマール行列、あるいは、それらの各列を入れ替えたアダマール行列が挙げられる。

10

ここで、長さ $N_2$ の2系列  $h^j$ 、 $h^{\bar{j}}$  を

【0 0 2 1】

【数 1 0】

$$\hat{h}_i^j = \frac{1+h_i^j}{2}, \check{h}_i^j = \frac{1-h_i^j}{2}, \hat{h}_i^j, \check{h}_i^j \in \{1,0\}$$

とおく。このとき、

【0 0 2 2】

【数 1 1】

$$R_{\hat{h}^j \hat{h}^k}(0) = \begin{cases} \frac{N_2}{2} & (j=k) \\ 0 & (j \neq k) \end{cases} \quad (2) \quad R_{\check{h}^j \check{h}^k}(0) = \begin{cases} -\frac{N_2}{2} & (j=k) \\ 0 & (j \neq k) \end{cases} \quad (3)$$

20

を得る。

これより次の定理1を導いた。

(定理1)

長さ $N_1$ の直交系列対 $(m, \bar{m})$ と要素1からなる符号を除いた長さ $N_2$ の $M = N_2 - 1$ 個の平衡アダマール符号を考える。今、長さ $N = N_1 N_2$ 、ペアの数を $M$ として

30

【0 0 2 3】

【数 1 2】

$$a_i^j = m_{i \bmod N_1} h_{i \bmod N_2}^j \\ b_i^j = \hat{m}_{i \bmod N_1} \hat{h}_{i \bmod N_2}^j, \check{b}_i^j = \hat{m}_{i \bmod N_1} \check{h}_{i \bmod N_2}^j$$

を与えると、

【0 0 2 4】

【数 1 3】

$$S = \{(a^1, b^1), \dots, (a^j, b^j), \dots, (a^M, b^M)\}$$

40

または、

【0 0 2 5】

【数 1 4】

$$\check{S} = \{(a^1, \check{b}^1), \dots, (a^j, \check{b}^j), \dots, (a^M, \check{b}^M)\}$$

は、零相関領域 $Z_{CZ} = N_1 - 1$ を有する光ZCZ符号である。ここで、

50

【 0 0 2 6 】

【 数 1 5 】

$$R_{a^j b^j}(0) = w = 2^{n_1+n_2-2}, R_{a^j \tilde{b}^j}(0) = -w$$

を得る。

この定理を証明すると、長さ  $N_1$  と  $N_2$  は互いに素、すなわち、 $g.c.d(N_1, N_2) = 1$  なので

【 0 0 2 7 】

【 数 1 6 】

$$R_{a^j b^j}(\tau) = R_{m\tilde{m}}(\tau \bmod N_1) R_{h^j \tilde{h}^j}(\tau \bmod N_2)$$

$$R_{a^j \tilde{b}^k}(\tau) = R_{m\tilde{m}}(\tau \bmod N_1) R_{h^j \tilde{h}^j}(\tau \bmod N_2)$$

と表せる。したがって、式 (1) 乃至式 (3) を用いることにより導ける (証明終了)。

系列長  $N$ 、系列数  $M$ 、零相関領域  $Z_{cz}$  の  $Z_{cz}$  符号は、直交性より

【 0 0 2 8 】

【 数 1 7 】

$$M \leq \frac{N}{Z_{cz} + 1}$$

となる関係を持つ。定理 1 の光  $Z_{cz}$  符号は、

【 0 0 2 9 】

【 数 1 8 】

$$M = \frac{N}{Z_{cz} + 1} - 1$$

となるので、上界にほぼ到達する。ここで、 $-1$  はアダマール符号のすべての要素が 1 となる系列を除いていることを意味している。

系列値 1 と 0 の符号語で 1 と 0 の符号語との相関を議論する通常の光 CDMA 方式における符号設計に比べ、光  $Z_{cz}$  符号の設計は、相関特性を定義した上での系列長、系列数、系列値 1 の数の割合に関する数学的な上界 (最適性) の観点から理にかなっていることが説明できる。

一般には、系列値が複素あるいは実数でないと数学的上界に到達できないが、このような光通信であれば数学的上界に到達する系列値が 2 値の光  $Z_{cz}$  符号によって与えられることに大きな意義がある。

このように数学的上界に到達するような最適な符号を与えていることによって最適な光近似同期 CDMA 方式とそれを用いた光無線システムを実現することができるのである。

【 0 0 3 0 】

以下、具体的に本実施の形態に係る光近似同期 CDMA 方式について説明する。

まず、光  $Z_{cz}$  符号を用いた光近似同期 CDMA 方式と、他局間干渉を消去できる原理について図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、 $Z_{cz}$  符号を適用した近似同期方式を説明するための概念図である。

近似同期方式は、各子局の同期店をある許容時間内に制御する方式である。すなわち、図 1 に示されるように各子局の情報フレームの先頭ビットが許容時間内に受信される方式である。ここで、許容時間に相当するシフト区間を  $Z_{cz}$  とすると、今ユーザ  $j$  の情報フレームは定理 1 の光  $Z_{cz}$  符号である、長さ  $N$  の光  $Z_{cz}$  符号の  $a^j$  のメイト  $b^j$  ,  $b$

10

20

30

40

50

$j$  にガードタイムを設けた長さ  $L = N + 2 Z_{CZ}$  の拡張系列を

【 0 0 3 1 】

【 数 1 9 】

$$B^j = (\underbrace{b_{N-Z_{CZ}}^j, \dots, b_{N-1}^j}_{Z_{CZ}}, \underbrace{b_0^j, \dots, b_{N-1}^j}_{b^j}, \underbrace{b_0^j, \dots, b_{Z_{CZ}-1}^j}_{Z_{CZ}})$$

$$\tilde{B}^j = (\underbrace{\tilde{b}_{N-Z_{CZ}}^j, \dots, \tilde{b}_{N-1}^j}_{Z_{CZ}}, \underbrace{\tilde{b}_0^j, \dots, \tilde{b}_{N-1}^j}_{\tilde{b}^j}, \underbrace{\tilde{b}_0^j, \dots, \tilde{b}_{Z_{CZ}-1}^j}_{Z_{CZ}})$$

とする。

【 0 0 3 2 】

2 値情報の 1 つを  $B^j$ 、もう 1 つを  $\sim B^j$  に対応させて光の ON/OFF によって送信することを考える。受信側では、光強度を直接電気信号に変換し、各子局の受信系列  $a^j$  との相関によって情報を復調する。このとき Z C Z 符号の零相関領域  $Z_{CZ}$  は、同期の許容時間に相当するように決定されているので、理論上、他局間干渉は除去できる。送信側は 2 値情報を送るためにそれに相当する異なった 2 値系列を送信するが、受信側では同じ 2 相系列との相関よりピーク値が正または負となることより情報を復調できるのである。

長さ  $N_1 = 3$  の M 系列、 $m = (+ + -)$  と、長さ  $N_2 = 8$  の全ての 1 の行を除いた M 系列型アダマール符号

【 0 0 3 3 】

【 数 2 0 】

$$H = \begin{bmatrix} h^1 \\ h^2 \\ h^3 \\ h^4 \\ h^5 \\ h^6 \\ h^7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} + & - & - & - & + & - & + & + \\ + & - & - & + & - & + & + & - \\ + & - & + & - & + & + & - & - \\ + & + & - & + & + & - & - & - \\ + & - & + & + & - & - & - & + \\ + & + & + & - & - & - & + & - \\ + & + & - & - & - & + & - & + \end{bmatrix}$$

より構成される長さ  $N = 24$ 、系列数  $M = 7$  の光 Z C Z 符号を考える。今  $j = 7$  とすると

【 0 0 3 4 】

【 数 2 1 】

$$b^7 = (+ + 00000 + 0 + 000 + 0 + + 0000 + 00)$$

$$\tilde{b}^7 = (000 + + 0 + 000 + 0 + 00000 + + 00 + 0)$$

と書ける。但し、+、-、0 はそれぞれ系列の要素、1、-1、0 を表す。このとき零相関領域  $Z_{CZ} = 2$  となるので、シルバスター型では、ガードタイムが付加された長さ  $L = 28$  の系列  $B^7$ 、 $\sim B^7$  は、

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40



【数 2 2】

$$B^7 = (\underbrace{00}_{2} + \underbrace{+ + 00000 + 0 + 000 + 0 + + 0000 + 00}_{b^7} + \underbrace{++}_{2})$$

$$\tilde{B}^7 = (\underbrace{00}_{2} \underbrace{000 + + 0 + 000 + 0 + 00000 + + 00 + 0}_{b^7} + \underbrace{+ 0}_{2})$$

となる。また、受信側では同じ系列

【0 0 3 6】

10

【数 2 3】

$$a^7 = (+ + + - - + - + - + - + + + - - + + -)$$

を用いて相関処理を行う。系列  $b^7$  が送信されたとすると、系列  $a^7$  との相関特性は図 2 (a) で示されるとおりとなる。このようにピーク値が正に現れるので情報 1 を復調できたと考えられる。また同様に、系列  $b^7$  が送信された場合の相関特性は、図 2 (b) に示されるようになり、ピーク値が負であることから情報 - 1 が復調できたものと考えられる。

【0 0 3 7】

20

一方、系列  $b^7$  とのセットである系列  $b^k$  は、系列  $a^7$  との相互相関特性が図 2 (c) に示されるようにシフト 0 と零相関領域で 0 値をとる。本実施の形態では、 $k = 6$  としている。

シルベスター型アダマール行列より導いた平衡アダマール系列は、短い系列が周期的に現れるので自己相関特性が良好ではない。また、シルベスター型、あるいは M 系列型アダマール行列の列を並べ替えたアダマール行列を用いた場合も、相関特性はほぼ M 系列型の場合に類似している。したがって、M 系列アダマール行列を用いた。

【0 0 3 8】

次に、発明者らは図 3 に示されるような実験装置を用いて、光空間伝送実験を行い、光 ZCZ 符号が同期点における他局間干渉を除去できることを遠近問題も考慮しながら確認したので説明する。

30

図 3 に示される実験装置において、送信側では任意波形発生器 1 で発生した符号を図示しない電気 / 光変換器により光に変換し、受信側ではシャープカットフィルター付きの光 / 電気変換器 2、アンプ 3、ローパスフィルター 4 及びデジタルオシロスコープ 5 を介してノート型パーソナルコンピュータ 7 で相関処理を行う。この光空間伝送実験の諸元を表 1 に示す。

【0 0 3 9】

【表 1】

系列長 $N (N_1, N_2)$	24 (3, 8)
零相関領域 $Z_{cz}$	2
送信(拡張)系列長 $L$	$N+2Z_{cz}=28$
チップレート $r_c$	100kcps
ビットレート $r_b$	$r_c/L=3.57\text{kbps}$
サンプリング周波数	200kHz
A 信号の受信電力	7.5mW
B 信号の受信電力	2.5mW
雑音電力	1.3mW

10

## 【0040】

送信機 A、B から別々の情報が等電力で同時に送られ、受信機は多重化された信号から A の情報を復調する。送信機 A、B から受信機までの距離は、それぞれ 200 cm、40 cm とし、受信される A の電力は B よりも小さくなる。ここでは、受信時の同期のずれはなく、同期点 ( $\tau = 0$ ) は既知とする。

20

## 【0041】

図 4 (a) 乃至 (c) は信号 A、信号 B、雑音を組み合わせた各種受信信号に対する A の系列による相関出力を示す。図 4 (a) は (A + B + 雑音) の相関出力であり、(b) は (A + 雑音) の相関出力、(c) は (B + 雑音) の相関出力を示している。それぞれ横軸は、時間を信号のチップ時間幅、すなわち、系列間の位相シフト  $\tau$  として換算している。但し、1シフトの時間幅は、 $1 \times 10^{-8}$  ms である。系列間の位相シフト  $\tau$  として換算している。

これらの図より、相関値が 0 となる  $|\tau| = 1, 2$  において、雑音の影響が生じているものの、受信した B の電力が A に比べ非常に大きくても、同期点での他局間干渉が無く 2 値情報 + 1 を復調できることが確認できる。つまり、従来必要とされていた他局間干渉を制御するためのパワーコントロールを必要としないのである。

30

## 【0042】

以上説明したとおり、本実施の形態に係る光近似同期 CDMA 方式は、送信側は 2 値情報に対して光の ON、OFF に対応させた 1 と 0 の要素からなる異なる送信系列をもとに生成した情報フレーム波形を送信する一方、受信側は 1 対の送信系列に応じて生成した 1 と -1 からなる受信系列との相関を取り、かつ、無相関領域を有することで、他局間における干渉を除去して複数の情報信号による影響を低減するのである。受信系列として 1、-1 という要素からなる ZCZ 符号を考え、それと送信系列の相関を取り、情報の復調を行うものである。

また、このような光近似同期 CDMA 方式を採用する送信機と受信機を有する光無線システムにおいても同様の効果を備える。

40

## 【産業上の利用可能性】

## 【0043】

本発明に係る光近似同期 CDMA 方式とそれを用いた光無線システムはパーソナルコンピュータ間のローカルエリアネットワーク構築や、AV 機器などの中での通信、医療や教育現場におけるモニタリングシステム、ロボットの遠隔制御や情報収集システムなどに適用が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0044】

【図 1】 ZCZ 符号を適用した近似同期方式を説明するための概念図である。

50

【図2】(a)は本実施の形態に係る光近似同期CDMA方式における情報1検出際の相関特性を示す概念図であり、(b)は同様に情報-1検出際の相関特性を示す概念図であり、(c)は同様にセット内の相互相関の例を示す概念図である。

【図3】本実施の形態に係る光近似同期CDMA方式の効果を確認するための空間光伝送実験装置の構成図である。

【図4】本実施の形態に係る光近似同期CDMA方式において、信号A、信号B、雑音を組み合わせた各種信号に対するAの系列による相関出力を示す概念図で、(a)は、(A+B+雑音)の相関出力、(b)は(A+雑音)の相関出力、(c)は(B+雑音)の相関出力を示している。

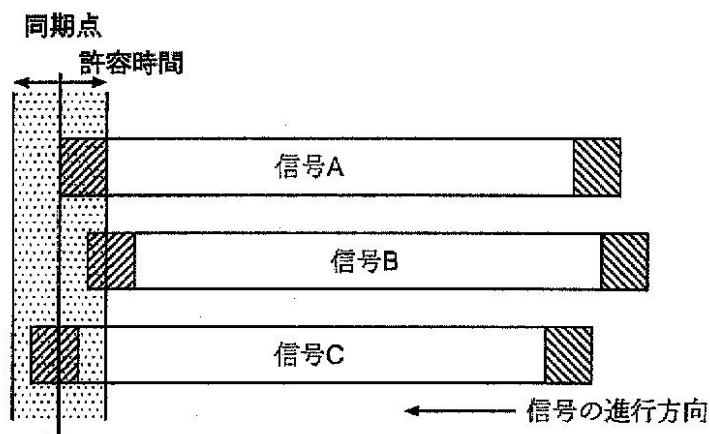
【符号の説明】

【0045】

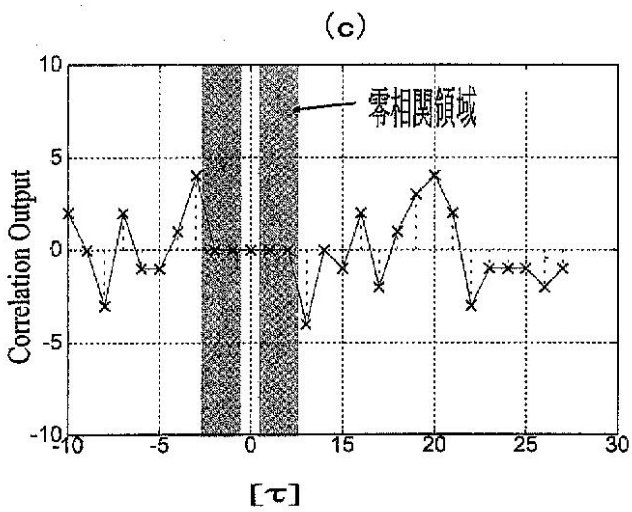
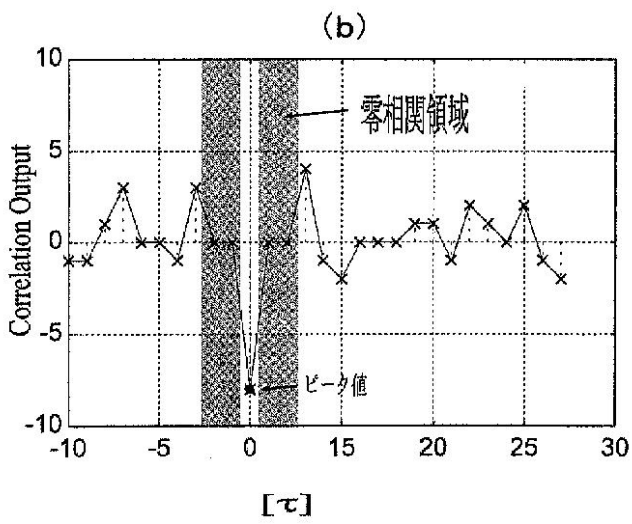
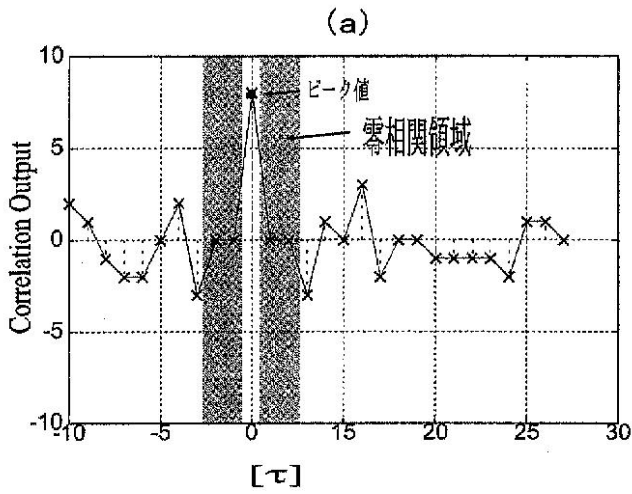
1...任意波形発生器 2...光/電気変換器 3...アンプ 4...ローパスフィルター 5...デジタルオシロスコープ 6...分周器 7...ノート型パーソナルコンピュータ

10

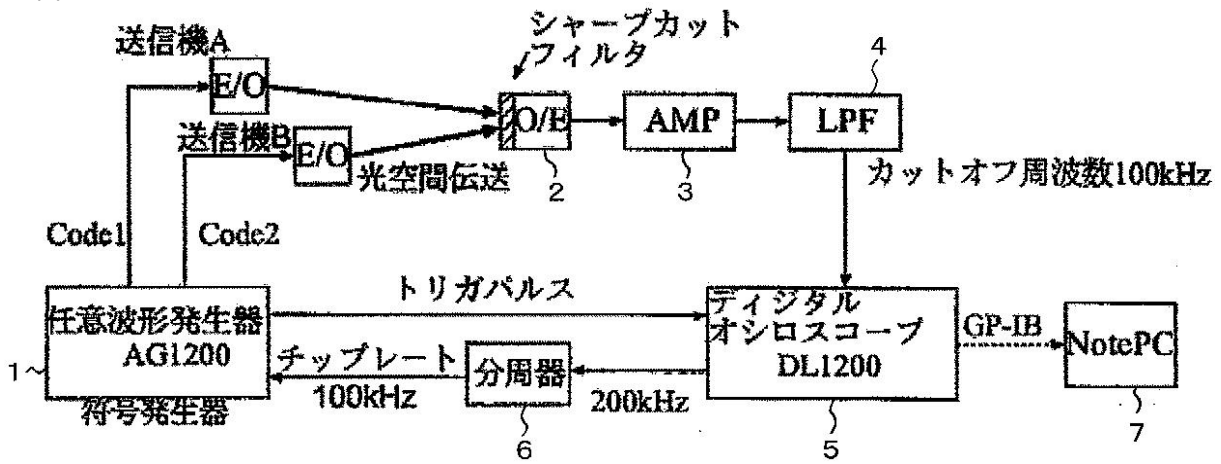
【図1】



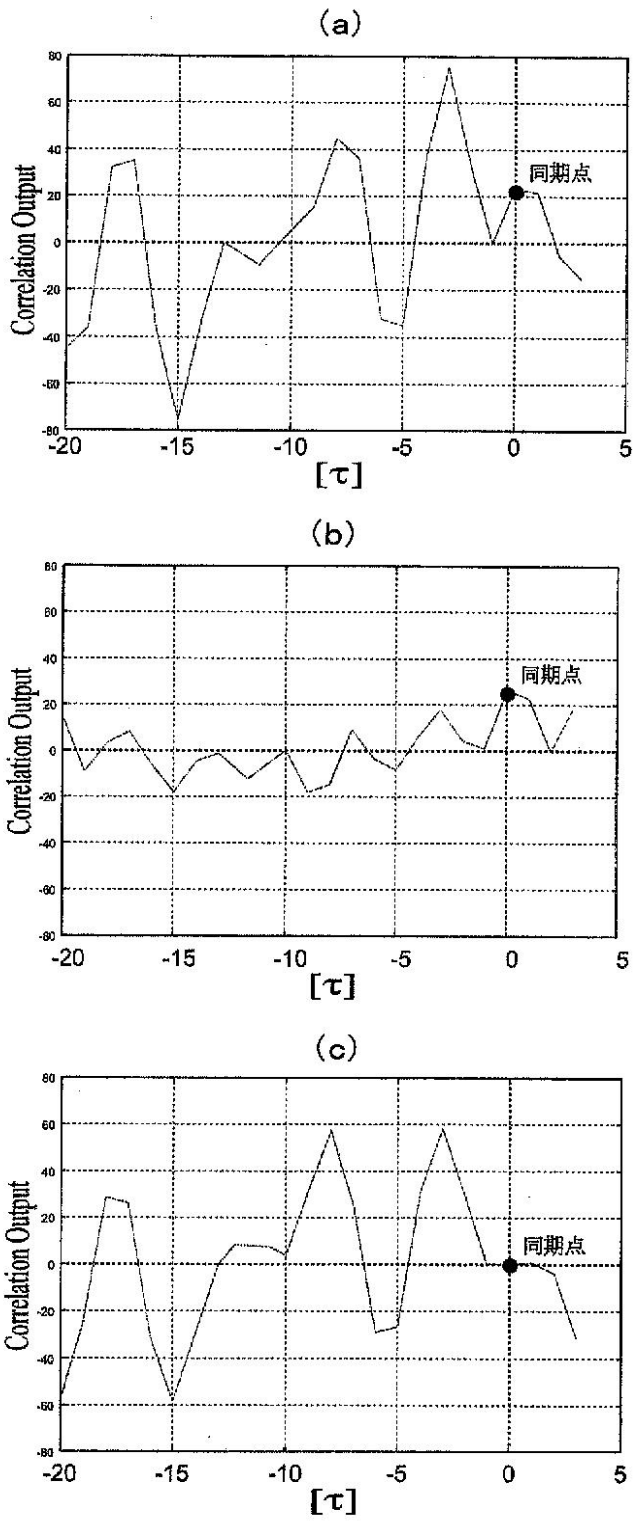
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 EE02 EE14 EE22 EE32  
5K102 AA11 AA15 AA61 AD13 AD14 AH31 AL23