

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6066730号
(P6066730)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int.Cl.

F 1

H04B 1/7183 (2011.01)

H04B 1/7183

H04W 56/00 (2009.01)

H04W 56/00 130

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 72/04 136

請求項の数 48 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2012-555399 (P2012-555399)
 (86) (22) 出願日 平成23年3月1日(2011.3.1)
 (65) 公表番号 特表2013-521685 (P2013-521685A)
 (43) 公表日 平成25年6月10日(2013.6.10)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2011/053020
 (87) 國際公開番号 WO2011/107471
 (87) 國際公開日 平成23年9月9日(2011.9.9)
 審査請求日 平成24年9月28日(2012.9.28)
 審判番号 不服2014-14353 (P2014-14353/J1)
 審判請求日 平成26年7月23日(2014.7.23)
 (31) 優先権主張番号 102010009678.4
 (32) 優先日 平成22年3月1日(2010.3.1)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390039413
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 S i e m e n s A k t i e n g e s e l
 l s c h a f t
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュ
 ンヘン ヴィッテルスバッハ-プラツ
 2
 W i t t e l s b a c h e r p l a t z
 2, D-80333 Muenchen
 , Germany
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ
 ンハルト
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】データパケットの無線伝送方法および無線伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御ネットワークにおけるネットワークノード(1)のデータパケット(DP)を無線伝送する方法であって、

前記データパケット(DP)は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル(S)からなるそれぞれ1つのプレアンブル(PRE)を有しており、

第1の動作モードでは、前記プレアンブル(PRE)のプレアンブルシンボル(S)の各プレアンブルサブシンボル(C)が伝送される個別信号パルスの符号に応じて符号化され、

第2の動作モードでは、前記データパケット(DP)で伝送される前記プレアンブル(PRE)の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス(SIF)が前記プレアンブルサブシンボル(C)の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記ネットワークノード(1)を、前記第1の動作モードと第2の動作モードとの間で切り換える方法。

【請求項 2】

前記個別信号パルスまたは前記信号パルスシーケンス(SIF)にはそれぞれ信号休止(SP)が続き、該信号休止は前記プレアンブルサブシンボル(C)間のシンボル間干渉を回避するために設けられている、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

前記各プレアンブルシンボル (S) が、所定数の前記プレアンブルサブシンボル (C) に応じて三値に符号化される際に、

前記個別信号パルスおよび前記信号パルスシーケンス (S I F) の信号パルスはそれ正、負または中性の符号を有している、請求項 1 または 2 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4】

前記各プレアンブルサブシンボル (C) は、前記第 1 の動作モードでは所定のパルス持続時間の個別信号パルスを有し、

該個別信号パルスには信号休止 (S P) が続き、該信号休止の共通の持続時間は前記個別信号パルスのパルス持続時間よりも第 1 の拡散係数 (L 1) だけ長い、または、前記信号休止の持続時間は、前記第 1 の動作モードでのプレアンブルサブシンボル (C) の持続時間から前記個別信号パルスの持続時間を減じた持続時間に相当する、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記各プレアンブルサブシンボル (C) は、前記第 2 の動作モードでは、符号が同じであり順次連続する所定数 (N) の個別信号パルスからなる信号パルスシーケンス (S I F) を有し、

前記信号パルスシーケンス (S I F) の各個別信号パルスは、所定のパルス持続時間を有し、

前記信号パルスシーケンス (S I F) には信号休止 (S P) が続き、該信号休止の持続時間は前記信号パルスシーケンス (S I F) の持続時間よりも第 2 の拡散係数 (L 2) だけ長いか、または前記信号休止の持続時間は、第 1 の動作モードでのプレアンブルサブシンボル (C) の持続時間から前記信号パルスシーケンス (S I F) の持続時間を減じた持続時間に相当する、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の動作モードでは、前記プレアンブル (P R E) のプレアンブルシンボル (S) の各プレアンブルサブシンボル (C) が、 I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 a 規格に準拠して、伝送される個別信号パルスの符号に応じて符号化される、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の動作モードで伝送される前記個別信号パルスと、前記第 2 の動作モードで伝送される前記信号パルスシーケンス (S I F) の信号パルスとは、スペクトルパルス応答の極性から一義的に符号が定まるパルス形状を有する、請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 2 の動作モードでは、前記信号パルスシーケンス (S I F) の順次連続する個別信号パルスの数 (N) は $N = 4$ である、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記個別信号パルスのパルス持続時間は 2 n s である、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

制御ネットワークにおけるネットワークノード (1) のデータパケット (D P) を無線伝送する方法であって、

前記データパケット (D P) は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンブル (P R E) を有しており、

1 つの動作モードでは、前記データパケット (D P) で伝送される前記プレアンブル (P R E) の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス (S I F) が前記プレアンブルサブシンボル (C) の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

10

20

30

40

50

前記ネットワークノード(1)が、前記動作モードに予め構成されている方法。

【請求項11】

前記信号パルスシーケンス(SIF)には信号休止(SP)が続き、該信号休止は前記プレアンブルサブシンボル(C)間のシンボル間干渉を回避するために設けられている、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記各プレアンブルシンボル(S)が、所定数の前記プレアンブルサブシンボル(C)に応じて三値に符号化される際に、

前記信号パルスシーケンス(SIF)の信号パルスは正、負または中性の符号を有している、請求項10又は11のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項13】

前記各プレアンブルサブシンボル(C)は、前記動作モードでは、符号が同じであり順次連続する所定数(N)の個別信号パルスからなる信号パルスシーケンス(SIF)を有し、

前記信号パルスシーケンス(SIF)の各個別信号パルスは、所定のパルス持続時間有し、

前記信号パルスシーケンス(SIF)には信号休止(SP)が続き、該信号休止の持続時間は、前記信号パルスシーケンス(SIF)の持続時間よりも第2の拡散係数(L2)だけ長い、請求項10から12までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

20

前記動作モードでは、前記信号パルスシーケンス(SIF)の順次連続する個別信号パルスの数(N)はN=4である、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記個別信号パルスのパルス持続時間は2nsである、請求項13または14のいずれか1項に記載の方法。

【請求項16】

前記動作モードで伝送される前記信号パルスシーケンス(SIF)の信号パルスは、スペクトルパルス応答の極性から一義的に符号が定まるパルス形状を有する、請求項10から15までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】

30

受信されたデータパケット(DP)の信号パルスの符号が、データパケット損失率を低下するために識別される、請求項3又は12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記パルス形状は、ガウスパルス波形、ガウスダブレットパルス波形、またはルートライズドコサインパルス波形である、請求項7または16のいずれか1項に記載の方法。

【請求項19】

前記データパケット(DP)の前記プレアンブル(PRE)は 2^{n_1} のプレアンブルシンボルを備える同期化ヘッダ(SYNC)と、 2^{n_2} のプレアンブルシンボルを備えるスタートフレームデリミタ(SFD)とを有し、n1とn2は自然数である、請求項1から18までのいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項20】

前記制御ネットワークの別のネットワークノード(1)から受信した前記データパケット(DP)の前記プレアンブル(PRE)の同期化ヘッダ(SYNC)に基づいて、SYNC相關装置(11)によって第1の相關値(KW1)が計算され、該相關値に依存して前記ネットワークノード(1)のHF段(6)にある受信増幅器が調整される、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記制御ネットワークの別のネットワークノード(1)から受信した前記データパケット(DP)のプレアンブル(PRE)のスタートフレームデリミタ(SFD)に基づいて、SFD相關装置によって第2の相關値(KW2)が、前記データパケット(DP)内の

50

有効データの開始を検知するために計算される、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 2】

制御ネットワークにおけるネットワークノード(1)のデータパケット(DP)を無線伝送する装置であって、

送信手段(2)と、受信手段(3)と、前記送信手段(2)および前記受信手段(3)に接続されデータパケット伝送を制御するデータ処理装置(4)とを有し、

所定数のプレアンブルシンボル(S)からなるそれぞれ1つのプレアンブル(PRE)を有する前記データパケット(DP)は同期化され、

第1の動作モードでは、前記プレアンブル(PRE)のプレアンブルシンボル(S)の各プレアンブルサブシンボル(C)が、伝送される個別信号パルスの符号に応じて符号化され、

第2の動作モードでは、前記データパケット(DP)で伝送される前記プレアンブル(PRE)の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス(SIF)が前記プレアンブルサブシンボル(C)の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記第1の動作モードと第2の動作モードとの間で切り換えられるように構成される、装置。

【請求項 2 3】

前記個別信号パルスまたは前記信号パルスシーケンス(SIF)にはそれぞれ信号休止(SP)が続き、該信号休止は前記プレアンブルサブシンボル(C)間のシンボル間干渉を回避するために設けられている、請求項2 2 に記載の装置。

【請求項 2 4】

前記各プレアンブルシンボル(S)は、所定数の前記プレアンブルサブシンボル(C)によって三値に符号化されており、

前記個別信号パルスおよび前記信号パルスシーケンス(SIF)の信号パルスはそれぞれ正、負または中性の符号を有する、請求項2 2 または2 3 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 2 5】

前記各プレアンブルサブシンボル(C)は、前記第1の動作モードでは所定のパルス持続時間の個別信号パルスを有し、

該個別信号パルスには信号休止(SP)が続き、該信号休止の共通の持続時間は前記個別信号パルスのパルス持続時間よりも第1の拡散係数(L1)だけ長い、または、前記信号休止の持続時間は、前記第1の動作モードでのプレアンブルサブシンボル(C)の持続時間から前記個別信号パルスの持続時間を減じた持続時間に相当する、請求項2 2 から2 4までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記各プレアンブルサブシンボル(C)は、前記第2の動作モードでは、符号が同じであり順次連続する所定数(N)の個別信号パルスからなる信号パルスシーケンス(SIF)を有し、

前記信号パルスシーケンス(SIF)の各個別信号パルスは、所定のパルス持続時間を有し、

前記信号パルスシーケンス(SIF)には信号休止(SP)が続き、該信号休止の持続時間は前記信号パルスシーケンス(SIF)の持続時間よりも第2の拡散係数(L2)だけ長いか、または前記信号休止の持続時間は、第1の動作モードでのプレアンブルサブシンボル(C)の持続時間から前記信号パルスシーケンス(SIF)の持続時間を減じた持続時間に相当する、請求項2 2 から2 5までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記第1の動作モードでは、前記プレアンブル(PRE)のプレアンブルシンボル(S)の各プレアンブルサブシンボル(C)が、IEEE802.15.4a規格に準拠して、伝送される個別信号パルスの符号に応じて符号化される、請求項2 2 から2 6までのい

10

20

30

40

50

ずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 2 8】

前記第 1 の動作モードで伝送される前記個別信号パルスと、前記第 2 の動作モードで伝送される前記信号パルスシーケンス (S I F) の信号パルスとは、スペクトルパルス応答の極性から一義的に符号が定まるパルス形状を有する、請求項 2 2 から 2 7 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記第 2 の動作モードでは、前記信号パルスシーケンス (S I F) の順次連続する個別信号パルスの数 (N) は $N = 4$ である、請求項 2 2 から 2 8 までのいずれか 1 項に記載の装置。

10

【請求項 3 0】

前記個別信号パルスのパルス持続時間は 2 n s である、請求項 2 2 から 2 9 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 3 1】

制御ネットワークにおけるネットワークノード (1) のデータパケット (D P) を無線伝送する装置であって、

送信手段 (2) と、受信手段 (3) と、前記送信手段 (2) および前記受信手段 (3) に接続されデータパケット伝送を制御するデータ処理装置 (4) とを有し、

所定数のプレアンブルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンブル (P R E) を有する前記データパケット (D P) は、同期化され、

20

1 つの動作モードでは、前記データパケット (D P) で伝送される前記プレアンブル (P R E) の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス (S I F) が前記プレアンブルサブシンボル (C) の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記動作モードに予め構成されている、装置。

【請求項 3 2】

前記信号パルスシーケンス (S I F) にはそれぞれ信号休止 (S P) が続き、該信号休止は前記プレアンブルサブシンボル (C) 間のシンボル間干渉を回避するために設けられている、請求項 3 1 に記載の装置。

30

【請求項 3 3】

前記各プレアンブルシンボル (S) は、所定数の前記プレアンブルサブシンボル (C) によって三値に符号化されており、

前記信号パルスシーケンス (S I F) の信号パルスはそれぞれ正、負または中性の符号を有する、請求項 3 1 または 3 2 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 3 4】

前記各プレアンブルサブシンボル (C) は、前記動作モードでは、符号が同じであり順次連続する所定数 (N) の個別信号パルスからなる信号パルスシーケンス (S I F) を有し、

前記信号パルスシーケンス (S I F) の各個別信号パルスは、所定のパルス持続時間有し、

40

前記信号パルスシーケンス (S I F) には信号休止 (S P) が続き、該信号休止の持続時間は、前記信号パルスシーケンス (S I F) の持続時間よりも第 2 の拡散係数 (L 2) だけ長い、請求項 3 1 から 3 3 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 3 5】

前記動作モードでは、前記信号パルスシーケンス (S I F) の順次連続する個別信号パルスの数 (N) は $N = 4$ である、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 3 6】

前記個別信号パルスのパルス持続時間は 2 n s である、請求項 3 4 または 3 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 3 7】

50

前記動作モードで伝送される前記信号パルスシーケンス(S I F)の信号パルスは、スペクトルパルス応答の極性から一義的に符号が定まるパルス形状を有する、請求項31から36までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項38】

受信されたデータパケット(D P)の信号パルスの符号が、データパケット損失率を低下するために識別される、請求項24または33のいずれか1項に記載の装置。

【請求項39】

前記パルス波形は、ガウスパルス波形、ガウスダブレットパルス波形、またはルートライズドコサインパルス波形である、請求項28または37のいずれか1項に記載の装置。

【請求項40】

前記データパケット(D P)の前記プレアンブル(P R E)は 2^{n_1} のプレアンブルシンボルを備える同期化ヘッダ(S Y N C)と、 2^{n_2} のプレアンブルシンボルを備えるスタートフレームデリミタ(S F D)とを有し、 n_1 と n_2 は自然数である、請求項22から39までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項41】

さらに、S Y N C 相関装置(11)及びH F 段(6)を有し、

前記制御ネットワークの別のネットワークノード(1)から受信した前記データパケット(D P)の前記プレアンブル(P R E)の同期化ヘッダ(S Y N C)に基づいて、前記S Y N C 相関装置(11)によって第1の相関値(K W 1)が計算され、該相関値に依存して前記H F 段(6)にある受信増幅器が調整される、請求項40に記載の装置。

【請求項42】

さらに、S F D 相関装置を有し、

前記制御ネットワークの別のネットワークノード(1)から受信した前記データパケット(D P)のプレアンブル(P R E)のスタートフレームデリミタ(S F D)に基づいて、前記S F D 相関装置によって第2の相関値(K W 2)が、前記データパケット(D P)内の有効データの開始を検知するために計算される、請求項40に記載の装置。

【請求項43】

データパケット(D P)を無線伝送するネットワークノード(1)であって、

前記データパケット(D P)は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル(S)からなるそれぞれ1つのプレアンブル(P R E)を有しており、

第1の動作モードでは、前記プレアンブル(P R E)のプレアンブルシンボル(S)の各プレアンブルサブシンボル(C)が伝送された個別信号パルスの符号に応じて符号化され、

第2の動作モードでは、前記データパケット(D P)で伝送される前記プレアンブル(P R E)の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス(S I F)が前記プレアンブルサブシンボル(C)の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記ネットワークノード(1)が、前記第1の動作モードと第2の動作モードとの間で切り換えるネットワークノード(1)。

【請求項44】

データパケット(D P)を無線伝送するネットワークノード(1)であって、

前記データパケット(D P)は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル(S)からなるそれぞれ1つのプレアンブル(P R E)を有しており、

1つの動作モードでは、前記データパケット(D P)で伝送される前記プレアンブル(P R E)の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス(S I F)が前記プレアンブルサブシンボル(C)の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記ネットワークノード(1)が、前記動作モードに予め構成されているネットワークノード(1)。

【請求項45】

10

20

30

40

50

データパケット (D P) を無線伝送するネットワークノード (1) であって、請求項 2 2 から 4 2 までのいずれか 1 項に記載の装置を有し、前記装置により請求項 1 から 2 1 までのいずれか 1 項に記載の方法を実行するネットワークノード (1) 。

【請求項 4 6 】

データパケット (D P) を伝送するネットワークノード (1) を有する無線制御ネットワークであって、

前記データパケット (D P) は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンブル (P R E) を有しており、

第 1 の動作モードでは、前記プレアンブル (P R E) のプレアンブルシンボル (S) の各プレアンブルサブシンボル (C) が伝送される個別信号パルスの符号に応じて符号化され、

前記データパケット (D P) で伝送される前記プレアンブル (P R E) の信号識別能力を高めるための第 2 の動作モードでは、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス (S I F) が前記プレアンブルサブシンボル (C) の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記無線制御ネットワークの前記ネットワークノード (1) を、前記第 1 の動作モードと第 2 の動作モードとの間で切り換える、無線制御ネットワーク。

【請求項 4 7 】

データパケット (D P) を伝送するネットワークノード (1) を有する無線制御ネットワークであって、

前記データパケット (D P) は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンブル (P R E) を有しており、

前記データパケット (D P) で伝送される前記プレアンブル (P R E) の信号識別能力を高めるための動作モードでは、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス (S I F) が前記プレアンブルサブシンボル (C) の符号化のために伝送され、当該信号パルスシーケンスでは前記個別信号パルスが複数回反復して伝送され、

前記無線制御ネットワークの前記ネットワークノード (1) が、前記動作モードに予め構成されているネットワーク。

【請求項 4 8 】

データパケット (D P) を伝送するネットワークノード (1) を有する無線制御ネットワークであって、

請求項 1 から 2 1 までのいずれか 1 項に記載の方法を実行するためのネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、制御ネットワークのネットワークノード間でデータパケットを無線伝送する方法および装置に関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

たとえば機械を制御するために制御ネットワークのネットワークノード間で無線通信する際には、無線インターフェースを介してデータパケットが伝送される。機械制御のための無線通信は、一方では非常に小さな待ち時間と、他方では非常に高いデータ伝送信頼性を必要とする。さらに制御ネットワークが上位の制御ネットワークとして使用される場合には、制御ネットワークが他の無線ネットワークと共存することが必要である。ここで高いデータ伝送信頼性を提供することは技術的な挑戦である。なぜならデータ伝送の際に信頼性を高めるための従来の措置の多くは待ち時間も長くするからである。さらに制御ネットワークにより制御される機械を備える工業的製造施設は、無線インターフェースを介する無線通信にとって難しい環境である。製造施設または機械を備える工業的製造個所には、データ伝送信号を阻止または反射する金属表面が存在し、そのため比較的大きな電磁ノイズ

10

20

30

40

50

が存在する。反射性の金属表面により、いわゆるマルチパス信号伝播が生じる。

【0003】

従来の無線ネットワーク技術、たとえばBlueoothまたはIEEE802.15.4は、制御ネットワークに対する上記問題のため、とりわけ工業的製造環境または工業オートメーションにはほとんど適しない。

【0004】

したがって、データパケットが制御ネットワークのネットワークノード間で無線伝送される規格IEEE802.15.4aによるデータ伝送が提案された。しかし規格IEEE802.15.4aによるデータパケット伝送では大きなデータパケット損失率が発生することが判明した。データパケット損失率が高いと、データパケットのヘッダにあるプレアンブルが誤って識別されてしまう。このことはとりわけ、エネルギー検知により動作するネットワークノードの受信の際に生じる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって本発明の課題は、工業的環境でも低いデータパケット損失率で、制御ネットワークのネットワークノード間でデータパケットを確実に伝送することのできる、制御ネットワークのネットワークノード間でのデータパケットの無線伝送方法および無線伝送装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題は本発明により、請求項1に記載された特徴を備える方法によって解決される。

【0007】

本発明は、制御ネットワークのネットワークノード間でデータパケットを無線伝送する方法を提供するものであり、データパケットは同期化のために、所定数のプレアンブルシンボルからなるそれぞれ1つのプレアンブルを有しており、第1の動作モードでは、プレアンブルのプレアンブルシンボルの各プレアンブルサブシンボルが伝送された個別信号パルスの位相によって符号化され、データパケットで伝送されたプレアンブルの信号識別能力を高めるための第2の動作モードでは、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンスがプレアンブルサブシンボルの符号化のために伝送され、この信号パルスシーケンスでは個別信号パルスが複数回反復して伝送される。

【0008】

したがって本発明の方法では、プレアンブルの識別を容易にし、データパケット損失率を有意に低下する付加的な動作モードが導入される。

【0009】

本発明の方法の実施形態では第1の動作モードにおいて、プレアンブルサブシンボル間のシンボル間干渉(ISI)を回避するために設けられた信号休止が個別信号パルスに随伴する。

【0010】

本発明の方法の実施形態では第2の動作モードにおいても、プレアンブルサブシンボル間のシンボル間干渉(ISI)を回避するために設けられた信号休止が信号パルスシーケンスに随伴する。

【0011】

本発明の方法の実施形態では、プレアンブルの各プレアンブルシンボルが所定数のプレアンブルサブシンボルによって三値に符号化される。

【0012】

本発明の方法の実施形態では、第1の動作モードにおいて個別信号パルスが正、負または中性の符号を有する。

【0013】

10

20

30

40

50

本発明の方法の実施形態では、第2の動作モードにおいて信号パルスシーケンスの信号パルスもそれぞれ正、負、または中性の符号を有する。

【0014】

本発明の方法の別の実施形態では、第1の動作モードにおいて各プレアンブルサブシンボルが所定のパルス持続時間を備える個別信号パルスを有し、個別信号パルスには信号休止が付随し、この信号休止の持続時間は第1の拡散係数だけ前記個別信号パルスのパルス持続時間よりも長い。

【0015】

本発明の方法の別の実施形態では、第2の動作モードにおいて各プレアンブルサブシンボルが、位相が同じであり順次連続する所定数の個別信号パルスからなる信号パルスシーケンスを有し、信号パルスシーケンスの各個別信号パルスは所定のパルス持続時間是有する。

【0016】

本発明の方法の別の実施形態では、信号パルスシーケンスに、持続時間が第2の拡散係数だけ信号パルスシーケンスの持続時間よりも長い信号パルスが随伴する。

【0017】

本発明の方法の別の実施形態では、信号パルスシーケンスに、第1の動作モードでのプレアンブルサブシンボルの持続時間から信号パルスシーケンスの持続時間を減じた持続時間に対応する持続時間の信号パルスが随伴する。

【0018】

本発明の方法の実施形態では、第1の動作モードにおいて、プレアンブルのプレアンブルシンボルの各プレアンブルサブシンボルが、伝送される個別信号パルスの位相によって規格 I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 a に対応して符号化される。

【0019】

本発明の方法の別の実施形態では、第1の動作モードで伝送される個別信号パルスと、第2の動作モードで伝送される信号パルスシーケンスの信号パルスとが、スペクトルパルス応答の極性から一義的に位相の定まるパルス形状を有する。

【0020】

本発明の方法の別の実施形態では、このパルス形状はガウスパルス形状である。

【0021】

本発明の方法の別の実施形態では、このパルス形状はガウスダブレットパルス形状である。

【0022】

本発明の方法の別の実施形態では、このパルス形状はルート・レイズド・コサインパルス形状である。

【0023】

本発明の方法の別の実施形態では、データパケットのプレアンブルは、 2^{n-1} のプレアンブルシンボルを備える同期化ヘッダと、 2^{n-2} のプレアンブルシンボルを備えるスタートフレームデリミタ (S F D) とを有し、n 1、n 2 は自然数である。

【0024】

本発明の方法の別の実施形態では、プレアンブルの受信された同期化ヘッダに基づき S Y N C 相関装置によって第1の相関値が計算され、この相関値に依存して制御ネットワーク内のネットワークノードの受信増幅器が調整される。

【0025】

本発明の方法の別の実施形態では、プレアンブルの受信されたスタートフレームデリミタ (S F D) に基づき S F D 相関装置によって第2の相関値が、受信されたデータパケット内の有効データの開始を検知するために計算される。

【0026】

本発明の方法の別の実施形態では、個別信号パルスのパルス持続時間は約 2^{n-1} s である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

本発明の方法の別の実施形態では、第2の動作モードにおいて信号パルスシーケンスの順次連続する個別信号パルスの数NはN=4である。

【 0 0 2 8 】

本発明はさらに、請求項14に記載の特徴を備えるネットワークノードを有する無線制御ネットワークに関するものである。

【 0 0 2 9 】

本発明は、データパケットを伝送するネットワークノードを備える無線制御ネットワークを提供するものであり、データパケットは同期化のために、所定数のプレアンブルシンボルからなるそれぞれ1つのプレアンブルを有しており、第1の動作モードでは、プレアンブルのプレアンブルシンボルの各プレアンブルサブシンボルが伝送された個別信号パルスの位相によって符号化され、第2の動作モードではデータパケットで伝送されたプレアンブルの信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンスがプレアンブルサブシンボルの符号化のために伝送され、この信号パルスシーケンスでは個別信号パルスが複数回反復される。

【 0 0 3 0 】

本発明の無線制御ネットワークの実施形態では、無線制御ネットワークが第1の動作モードにおいてIEEE802.15.4aネットワークを形成する。

【 0 0 3 1 】

本発明の方法および本発明の無線制御ネットワークのさらなる実施形態を、添付図面を参考して詳細に説明する。

【 図面の簡単な説明 】**【 0 0 3 2 】**

【図1】本発明の無線制御ネットワークで使用されるネットワークノードの実施例のプロック回路図である。

【図2】図1に示した無線制御ネットワークで使用される受信器の実施例のプロック回路図である。

【図3】図1に示した無線制御ネットワークで使用される送信器の実施例のプロック回路図である。

【図4】本発明の方法により伝送されるデータパケットのデータ構造を説明するための線図である。

【図5】本発明の方法で行われる動作モードを説明するための信号線図である。

【図6】本発明の方法によるデータパケット損失率の改善を説明するための線図である。

【図7】符号復元による実施例でさらにデータパケット損失率を低減することの説明のための信号線図である。

【 発明を実施するための形態 】**【 0 0 3 3 】**

本発明の無線制御ネットワークでは、データパケットDPがネットワークノード1間で伝送される。図1から分かるように、図示の実施例で制御ネットワークのネットワークノード1は送信装置2および受信装置3からなり、これらはそれぞれデータ処理装置4、たとえばCPUまたはマイクロプロセッサに接続されている。さらに送信装置2と受信装置3は送受信アンテナ5に接続されている。送受信アンテナ5を介してネットワークノード1は、無線インターフェースにより無線制御ネットワークの他のネットワークノードと通信する。

【 0 0 3 4 】

実施形態では、送信装置2と受信装置3とがそれぞれ別個のアンテナを有する。すなわち送信装置2は送信アンテナに接続されており、受信装置3は受信アンテナに接続されている。ネットワークノード1は、とりわけアクチュエータ、センサおよび固有の電流供給源のような別の装置または回路部分を含むことができる。無線インターフェースを介してネットワークノード1は、データパケットDPを他のネットワークノードと通信のために交

10

20

30

40

50

換する。これらのデータパケット D P は同期化のために、所定数のプレアンブルシンボル S からなるそれぞれ 1 つのプレアンブル P R E を有している。

【 0 0 3 5 】

第 1 の動作モードでは、プレアンブル P R E のシンボル S のプレアンブル 1 の各プレアンブルサブシンボル C が伝送された個別信号パルスの位相によって符号化される。第 2 の動作モードではデータパケット D P で伝送されたプレアンブル P R E の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス S I F がそれぞれのプレアンブルサブシンボル C の符号化のために伝送され、この個別信号パルスの信号パルスシーケンス S I F を形成するために第 1 の動作モードで使用される個別信号パルスが複数回反復して伝送される。

10

【 0 0 3 6 】

第 2 の動作モードでは、データパケット D P で伝送されたプレアンブル P R E の信号識別能力が第 1 の動作モードに対して高められる。これによりネットワークノード 1 の受信装置 3 は受信されたデータパケットのプレアンブル P R E を簡単に識別することができる。これによりデータパケット損失率 D P V R が有意に低下する。実施形態では、図 1 に示したようにネットワークノード 1 が 2 つの動作モード間で切換可能である。その代わりにネットワークノード 1 は特定の動作モード、とりわけ第 2 の動作モードに対して前もって構成しておくことができる。

【 0 0 3 7 】

第 1 の動作モードでも第 2 の動作モードでも、個別信号パルスまたは信号パルスシーケンス S I F にはそれぞれ信号休止 S P が後に続く。この信号休止は、プレアンブルサブシンボル C 間のシンボル間干渉を回避するために設けられている。ここで各プレアンブルシンボル S は、好ましくは所定数のプレアンブルサブシンボル C によって三値に符号化されている。三値に符号化される場合には、個別信号パルスまたは信号パルスシーケンス S I F の信号パルスはそれぞれ正、負または中性の符号を有する。プレアンブルサブシンボル C は、第 1 の動作モードでは所定のパルス持続時間の個別信号パルスを有する。このパルス持続時間はたとえば 2 n s である。ここで第 1 の動作モードでは、個別信号パルスは信号休止 S P の後に続き、この信号休止の持続時間は実施形態では、第 1 の拡散係数 L 1 だけ個別信号パルスのパルス持続時間より長い。

20

【 0 0 3 8 】

第 1 の動作モードでは、プレアンブル P R E のプレアンブルシンボル S の各プレアンブルサブシンボル C が伝送された個別信号パルスの位相によって符合化されているが、第 2 の動作モードではデータパケット D P で伝送されたプレアンブル P R E の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスの代わりに信号パルスシーケンス S I F がそれぞれのプレアンブルサブシンボル C を符号化するために伝送される。ここで各プレアンブルサブシンボル C は、第 2 の動作モードでは、位相が同じであり順次連続する所定数の個別信号パルスからなる信号パルスシーケンス S I F を有する。信号パルスシーケンス S I F の各信号パルスは、所定のパルス持続時間有する。信号パルスシーケンスには信号休止 S P が後に続く。この信号休止 S P は実施形態では、第 2 の拡散係数 L 2 だけ信号パルスシーケンス S I F の持続時間よりも長い。

30

【 0 0 3 9 】

折一的な実施形態では、信号休止 S P が、第 1 の動作モードでのプレアンブルサブシンボル C の持続時間から信号パルスシーケンス S I F の持続時間を減じた持続時間に相当する持続時間有する。この実施形態は、プレアンブルサブシンボル長が全体として両動作モードで同じままであるという利点を有する。これにより第 1 の実施形態と比較して待ち時間が短くなる。したがって、信号休止に時間が第 2 の拡散係数 L 2 だけ信号パルスシーケンスの時間よりも長い第 1 の変形実施例または実施形態は、信号のマルチバス信号伝播に対して高い耐性を有する。

40

【 0 0 4 0 】

本発明の可能な実施形態では、図 1 に示したネットワークノードの第 1 の動作モードに

50

おいて、プレアンブル P R E のプレアンブルシンボル S の各プレアンブルサブシンボル C が、伝送される個別信号パルスの位相によって規格 I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 a に準拠して符号化される。したがって図 1 に示したネットワークノード 1 は標準規格であり、第 2 の動作モードによって拡張される。第 2 の動作モードで伝送される信号パルスシーケンス S I F は、パルス形状が実施形態では第 1 の動作モードで伝送されるパルスまたは個別信号パルスのパルス形状に相当する信号パルスからなる。ここで信号パルスシーケンス S I F の信号パルスのパルス形状の位相は、スペクトルパルス応答から一義的に得られる。

【 0 0 4 1 】

別の実施形態では、このパルス形状はガウスパルス形状である。その代わりにパルス形状は、ガウスダブレットパルス形状またはルートライズドコサイン (R R C) 形状とすることもできる。図 1 に示したようにネットワークノード 1 から発するデータパケット D P は同期化のためにそれぞれ 1 つのプレアンブル P R E を有する。ここでデータパケット D P のプレアンブルは好ましくは 2^{n_1} のプレアンブルシンボルを備える 1 つの同期化ヘッダ S Y N C と、 2^{n_2} のプレアンブルシンボルを備える 1 つのスタートフレームデリミタを含み、 n_1, n_2 は自然数である。

【 0 0 4 2 】

本発明のネットワークノード 1 の可能な実施形態では、受信装置 3 が相関装置を含む。

【 0 0 4 3 】

可能な実施形態では、データパケット D P のプレアンブル P R E 受信された同期化ヘッダ S Y N C に基づいて、S Y N C 相関装置によってネットワークノード 1 の受信装置 3 内で第 1 の相関値が計算され、その相関値に依存してネットワークノード 1 の受信増幅器が調整される。

【 0 0 4 4 】

可能な実施形態では、ネットワークノード 1 の受信装置 3 がいわゆる S F D 相関装置を有する。プレアンブル P R E のスタートフレームデリミタ S F D に基づき、受信装置 3 のこの S F D 相関装置によって、受信されたデータパケット D P 内の有効データの開始を検出するために第 2 の相関値が計算される。

【 0 0 4 5 】

図 1 に示したネットワークノード 1 内の受信装置 3 は、超広帯域 (U W B) インパルス応答 (I R) 受信器とすることことができ、この受信器は可能な実施形態では図 2 に示すように構成されている。受信装置 3 または受信器 3 は図 2 に示すように、アンテナ 5 を介して受信された信号をダウンコンバートするための H F 段 6 を有する。H F 段 6 は 1 つまたは複数の信号増幅器ならびにバンドパスフィルタ B P F を含むことができ、ベースバンド信号を形成する。このベースバンド信号は信号二乗段 7 に印加される。ダウンコンバートされ、バンドパスフィルタリングされた信号は二乗され、信号積分器 8 に印加される。信号積分器 8 は信号をシンボル時間 T s で積分し、積分された値をアナログ / デジタル変換器 9 に印加する。形成されたデジタル値はデータ処理装置、たとえば図 1 に示したデータ処理装置 4 に供給される。さらに受信装置 3 は図 2 に示すように累積装置 1 0 を含む。この累積装置 1 0 はプレアンブルサブシンボル C に関するデジタル値を累積する。この累積装置 1 0 は可能な実施形態では、オーバサンプリング係数 O F によって調整される。オーバサンプリング係数 O F はプレアンブルサブシンボルの持続時間 T c とシンボルの持続時間 T s との比から得られる。

【 0 0 4 6 】

累積装置 1 0 は出力側で受信装置 3 の第 1 の相関装置 1 1 と接続されている。受信装置 3 により受信されたデータパケット D P はプレアンブル P R E を含んでおり、このプレアンブル P R E は同期化ヘッダ S Y N C とスタートフレームデリミタ S F D からなる。図 2 に示したプレアンプル同期化ヘッダ相関装置 1 1 は、プレアンブル P R E の受信された同期化ヘッダ S Y N C に基づき、第 1 の相関値 K W 1 を計算する。この第 1 の相関値 K W 1 は自動利得制御器 1 2 に出力される。自動利得制御器 1 2 または増幅制御部 1 2 は、第 1 の相関値 K W 1 に依存して、H F 段 6 に含まれている少なくとも 1 つの受信増幅器の増幅

10

20

30

40

50

率を、受信された信号に受信装置を整合するために調整する。相関装置 11 は図 2 に示した実施形態ではレジスタ 13 に接続されている。このレジスタにはプレアンブルサブシンボル C またはプレアンブルチップ C、たとえば 31 のプレアンブルサブシンボルが存在する。レジスタに記憶されたプレアンブルサブシンボル C は、記憶された識別テンプレートを形成する。相関装置 11 から出力された相関値は、受信されたプレアンブル P R E がどれだけ予想されるプレアンブルに似ているかを指示する。相関値は、可能な実施形態では閾値比較器によって閾値 T H と比較される。計算された相関値が閾値を上回ると直ちに、受信されたプレアンブル P R E が予想されるプレアンブルに対応することが識別される。したがって閾値 T H を上回るとプレアンブルシンボルが識別される。

【0047】

10

図 2 に示した実施形態では、受信されたデータパケット D P のスタートフレームデリミタ S F D に基づき S F D 相関装置 14 より第 2 の相関値 K W 2 が、データパケット D P 内の有効データの開始を選択するために計算される。S F D 相関器 14 はレジスタ 15 に接続されており、このレジスタにはたとえば予想されるスタートフレームデリミタ S F D の所定のプレアンブルシンボル S が存在する。スタートフレームデリミタ S F D が識別されると、データ処理装置 4 が図 2 に示すように、A D C 9 から出力された有効データのデータ処理をするために作動される。

【0048】

20

図 3 は、図 1 に示されたネットワークノード 1 に使用される送信装置 2 の実施例を示す概略的ブロック回路図である。図 3 に示した実施例で送信装置 2 は超広帯域 (UWB) インパルス応答 (IR) 送信器である。図 3 に示した回路部分は、本発明の方法で使用されるデータパケット D P のプレアンブル P R E を生成する。たとえば R A M メモリであるデータメモリ 16 内には、たとえば 8 つのプレアンブルコード P コード 1 から P コード 8 がある。これらはそれぞれ所定数のプレアンブルサブシンボル C を含んでおり、たとえば 31 のプレアンブルサブシンボル C を含んでいる。プレアンブルコード内のプレアンブルサブシンボル C の数は、図 3 に示すようにコード長 C L を形成する。第 2 のデータメモリ 17 には標準 S F D (スタートフレームデリミタ) コードのプレアンブルシンボルが存在する。たとえば R A M である 2 つのデータメモリ 16, 17 は制御論理回路 18 によってアドレシングされる。さらに制御論理回路 18 は、図 3 に示すように制御線路を介して 2 つのマルチプレクサ 19, 20 を制御する。制御論理回路 18 は複数のカウンタを含むことができる。

30

【0049】

制御論理回路 18 のカウンタは、可能な実施形態では値ゼロから拡散係数 L 1 まで計数する。計数值がゼロのときマルチプレクサ 19 の第 1 の入力端 E 1 が導通され、このカウンタがその他の計数值のときマルチプレクサ 19 の第 2 の入力端が導通される。そしてメモリ 16 でちょうどアドレシングされたプレアンブルコードのプレアンブルサブシンボル C i にゼロまたはゼロ値の数が付加される。付加されたゼロ値の数は信号休止 S P を形成し、拡散係数 L - 1 に相当する。拡散係数 L は、制御論理回路 18 の可能な実施形態では調整可能である。拡散係数 L がたとえば 16 であれば、メモリ 16 から読み出される各プレアンブルサブシンボル C には 15 が付加され、それから次のプレアンブルサブシンボル C が導通される。マルチプレクサ 19 内に形成されたプレアンブルサブシンボル C のシーケンスはそれぞれ拡散係数 L に対応する数のゼロ値を有するようになり、図 3 に示すように乗算器 21 に供給される。乗算器はメモリ 17 から読み出された標準 S F D コードのプレアンブルシンボルをマルチプレクサ 19 から出力されたシーケンスと乗算する。プレアンブル P R E が完成されると直ちに、制御論理回路 18 はマルチプレクサ 20 をデータ入力端に切り換える。このデータ入力端はたとえば図 1 に示したデータ処理装置 4 と接続されている。マルチプレクサ 20 の出力端はパルス形成器 22 と接続されており、このパルス形成器の出力端は H F 段 23 に接続されている。

40

【0050】

可能な実施形態で制御論理回路 18 は、カウンタをクロッキングするための集積クロッ

50

ク発生器を有する。可能な実施形態でクロック発生器は 500 MHz の周波数のクロック信号を発生する。このクロック信号はマルチプレクサ 19 を制御するためにカウンタに印加される。その代わりにクロック信号 CLK を外部から制御論理回路 18 に供給することもできる。

【 0051 】

図 4 a は、本発明の方法および装置に使用されるデータパケット DP のプレアンブル PRE のデータ構造を示す。プレアンブル PRE はスタートフレームデリミタ SFD を備える同期化ヘッダ SYNC からなる。同期化ヘッダ SYNC は好ましくは 2^{n-1} のプレアンブルシンボル S からなる。図 4 a に示した実施例では、同期化ヘッダ SYNC はたとえば 64 のプレアンブルシンボル S を有する ($n_1 = 6$)。さらにプレアンブル PRE は、 2^{n-2} のプレアンブルシンボルを備えるスタートフレームデリミタ SFD、たとえば図 4 a に示すように 8 つのプレアンブルシンボルを備えるスタートフレームデリミタ SFD を含む ($n_2 = 3$)。各プレアンブルシンボル S はプレアンブルサブシンボル C またはコードチップ Ci からなる。本発明の方法の第 1 の動作モードでは、プレアンブル PRE のプレアンブルシンボル S の各プレアンブルサブシンボル C が传送された個別信号パルスの位相によって符号化される。このことは各コードチップ Ci が、信号休止 SP を形成するゼロ値のシーケンスが後に続く個別信号パルスを有していることを意味する。信号休止 SP は、プレアンブルサブシンボルまたはコードチップ Ci 間のシンボル間干渉 ISI を回避するために用いられる。信号パルスは好ましくは正、負、または中性の符号を有する。ここで各プレアンブルシンボル S は、好ましくは所定数のプレアンブルサブシンボル C によって三値に符号化される。好ましくは各プレアンブルサブシンボルは、図 4 a に示すように 31 のプレアンブルシンボルによって三値に符号化される。各プレアンブルサブシンボルまたはコードチップ Ci の開始時に第 1 の動作モードでは、たとえば 2^{n_s} の所定のパルス持続時間の個別信号パルスが設けられる。個別信号パルスには複数のゼロ値が続く。ゼロ値の数は拡散係数 L マイナス 1 により与えられる。拡散係数 L = 16 であれば、個別信号パルスに 15 のゼロ値が、拡散係数 L が 64 であれば個別信号パルスに 63 のゼロ値が続く。ゼロ値の数が多ければ多いほど、すなわち後続の信号休止 SP が長ければ長いほど、プレアンブル PRE はマルチパス信号伝播による障害に対して強い耐性を有する。しかしプレアンブルサブシンボルの長さが長いと待ち時間が大きくなる。本発明の方法の第 1 の動作モードでは、各プレアンブルサブシンボルまたはコードチップ Ci が传送される個別信号パルスの位相によって符号化され、個別信号パルスは所定のパルス形状および所定のパルス持続時間有する。個別信号パルスは、ガウスパルス形状、ガウスダブレットパルス形状またはルートライズドコサイン (RRC) パルス形状とすることができます。個別信号パルスのパルス持続時間は 2^{n_s} 以下であるから、個別信号パルスは传送時にわずかなエネルギー量しか有しておらず、とりわけノイズのある環境では受信装置の側で識別するのが困難である。

【 0052 】

図 5 a は、本発明の方法の第 1 の動作モードにおける信号传送を説明する信号線図である。この動作モードではまず個別信号パルスが传送され、所定数のゼロ値が続く。ゼロ値の数は拡散係数 L により決定される。たとえば拡散係数 L = 16 のとき 15 のゼロ値が传送される。パルス持続時間が 2^{n_s} であれば、プレアンブルサブシンボル C の持続時間 Tc は $16 \times 2^{n_s} = 32^{n_s}$ である。拡散係数が 64 のとき、プレアンブルサブシンボルの持続時間 Tc は 128^{n_s} である。たとえばプレアンブルシンボル S 内のプレアンブルサブシンボル C の数またはコード長 CL が CL = 31 であれば、プレアンブル PRE 内のシンボルの持続時間は約 $4 \mu s$ である。図 5 a に示した例では、まず正の符号の個別信号パルスが传送され、それに負の符号の個別信号パルスが続く。

【 0053 】

本発明の方法の可能な実施形態では各プレアンブルサブシンボル C が三値に符号化されており、各個別信号パルスはそれぞれ正、負または中性の符号 VZ を有する。他の符号化、たとえば 2 進符号化も可能である。

10

20

30

40

50

【0054】

図5bは、本発明の方法の第2の動作モードを説明するための信号線図である。第2の動作モードでは、データパケットDPで伝送されるプレアンブルPREの信号識別能力を高めるために、個別信号パルスではなく信号パルスシーケンスSIFがプレアンブルシンボルSの符号化のために伝送される。ここで第1の動作モードで伝送される個別信号パルスは何回も繰り返して伝送される。第2の動作モードでは各プレアンブルサブシンボルCが、順次連続し位相が同じである所定数Nの個別信号パルスを有する。図5bに示された例で信号パルスシーケンスSIFは順次連続する4つの個別信号パルス(N=4)を有する。4つのパルスからなる信号パルスシーケンスSIFには信号休止SPが後に続く。可能な変形実施形態では、信号休止SPは第2の拡散係数L2だけ信号パルスシーケンスの時間よりも長い。拡散係数L2は、第1の動作モードで使用された拡散係数L1と同じでよい。第2の拡散係数L2が、たとえば図5bの実施例のように16であれば、信号パルスシーケンスSIFには $4 \times 15 = 60$ のゼロ値を含む信号休止SPが続く。そして次のコードチップC1t1またはプレアンブルサブシンボルの次の信号パルスシーケンスSIFが続く。これは図5bに示す例では負の符号を有する順次連続する4つの信号パルスからなる信号パルスシーケンスSIFである。

【0055】

択一的な実施形態では、信号休止SPの時間は、第1の動作モードでのプレアンブルサブシンボルCまたはチップコードの持続時間から信号パルスシーケンスSIFの持続時間を減じた持続時間に相当する。この実施形態は、コードチップC1またはプレアンブルサブシンボルの持続時間が両方の動作モードで同じ長さであるという利点を提供する。その点で、他の択一的実施形態と比較してプレアンブルサブシンボルの長さが短いので待ち時間が改善される。マルチパス信号伝播による障害に対する耐性は、とくに図5bに示した実施形態では信号休止SPの長さが長く、これと結び付いてプレアンブルサブシンボルC間のシンボル間干渉 ISI が小さいので比較的に高くなっている。

【0056】

したがって図5bに示した第2の動作モードでは、プレアンブルPRE内で個別信号パルスではなく信号パルスシーケンスSIFが伝送される。この信号パルスシーケンスSIFには比較的長い信号休止SPが続く。この信号休止SPは図5bに示した実施形態では信号パルスシーケンスSIFのパルスの数に相応して延長される。図5bに示した変形実施形態では、平均照射エネルギーは変化せず、エネルギー収支は一定のままである。

【0057】

本発明の方法では第2の動作モードで、プレアンブルPREのプレアンブルシンボルSが図5bに示す変形実施形態では延長される。これにより識別能力が、データパケットDPの反復を回避できるほどに改善または向上される。好ましくはプレアンブルシンボルSの変形は時間およびエネルギーに関しては中性であるが、好ましいことにはデータパケット損失率DPVRは格段に低下される。

【0058】

本発明の方法で好ましくはパルス波形は、スペクトルパルス応答の極性から位相が一義的に定められるように選択される。たとえばパルス波形として、ガウスパルス波形、ガウスダブレットパルス波形、またはルートライズドコサインパルス波形が選択される。

【0059】

可能な実施形態では、受信装置3で受信されたシンボルの符合VZが二乗の前に求められ、この求められた符合VZがプレアンブル識別のために使用される。この変形実施形態では、プレアンブルシンボルSの識別のための識別能力がさらに改善または向上される。本実施形態ではそのために、図2に示した受信装置3でHF段6の後方に符合識別回路が設けられている。この符合識別回路は信号パルスの符合VZを求め、求められた符合をAD変換段9の後方にビットまたは符合ビットとして再び挿入する。

【0060】

10

20

30

40

50

図 4 b は、本発明の方法で使用されるデータパケット D P の詳細を示す。データ部分はバースト位置変調 (B P M) により変調することができる。ここでは非常に短くエネルギーの高いパルスシーケンスを送信することができ、これに長い休止が続く。伝送された情報は、シンボルに対する時間内のパルスバースト位置により変調される。すなわち前半分か後半分かで変調される。ここでは常に半分の前 4 分の 1 だけが使用される。すなわち各シンボル時間の最初の 4 分の 1 と第 3 の 4 分の 1 が使用される。各半分の第 2 の 4 分の 1 は、シンボル間干渉を低減するために安全間隔またはガードインターバル G I として設けられる。したがってシンボルインターバルは図 4 b に示すデータ構造を有する。シンボルインターバルは長さ $T_{B P P M}$ を有する 2 つの半分からなり、両半分にはそれぞれ第 2 の半分がガードインターバル G I として空けられている。残った 2 つの 4 分の 1 は長さ t_b の複数のオン・ホッピング位置に分割される。各データビットごとに、組織畳み込み復号器のチェックサムを含む第 2 のビットがパルスバーストの個々のパルスの位相に符号化される。

【 0 0 6 1 】

図 6 は、制御ネットワークのネットワークノード 1 間でデータパケット D P を伝送するための本発明の方法におけるデータパケット損失率 D P V R の低減を説明するための線図である。S N 比 S N R が上昇し、データパケット損失率 D P V R が低下することが図 6 から分かる。さらにデータパケット損失率 D P V R は、プレアンブルバースト長 P B L の増大とともに低下する。

【 0 0 6 2 】

曲線 I は、個別に伝送された個別信号パルス ($N = 1$) の位相により符号化されるプレアンブルサブシンボル C についてのデータパケット損失率 D P V R を示す。したがって曲線 I は、制御ネットワークのネットワークノード 1 間でデータパケット D P を無線伝送する本発明の方法の第 1 の動作モードにおける特性を示す。

【 0 0 6 3 】

曲線 I I は、信号パルスシーケンス S I F の順次連続する $N = 2$ の信号パルスにおける第 2 の動作モードでのデータパケット損失率 D P V R の特性を示す。信号パルスシーケンス S I F 内の信号パルスの数が第 2 の動作モードで $N = 4$ であれば、図 6 の曲線 I I I の特性が生じる。

【 0 0 6 4 】

図 6 から分かるように、信号パルスが 4 つ順次連続すれば ($N = 4$) 、データパケット損失率 D P V R はほぼゼロに低下する。このことにより S N 比 = - 15 d B であってもほぼ 100 % の同期化が達成される。

【 0 0 6 5 】

加えて符合識別を行うと、図 7 に示されるような S N 比に依存するデータパケット損失率 D P V R の経過が得られる。図 7 から、プレアンブルコードの符合識別を行うことにより、符合識別を行わない受信器と比較して 9 d B も S N 比が悪くても同じデータパケット損失率 D P V R が達成されることが分かる。図 7 の曲線 I は符合識別を行わない場合を示し、曲線 I I は符合識別を行う受信装置の場合の経過を示す。

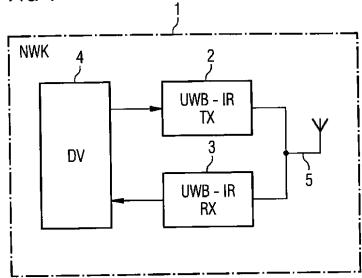
10

20

30

【図1】

FIG 1



【図2】

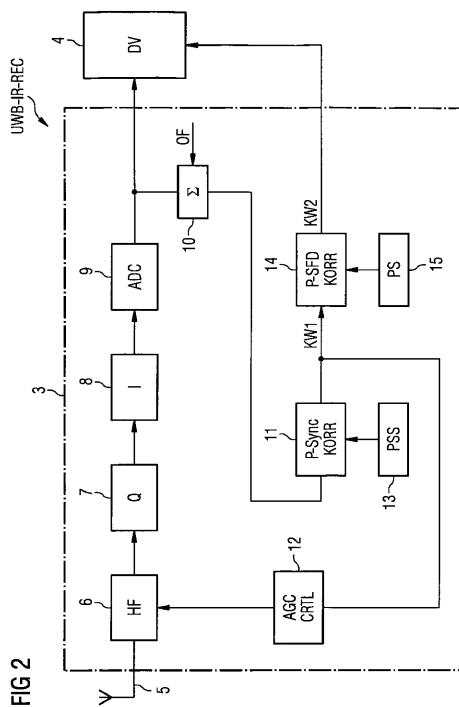
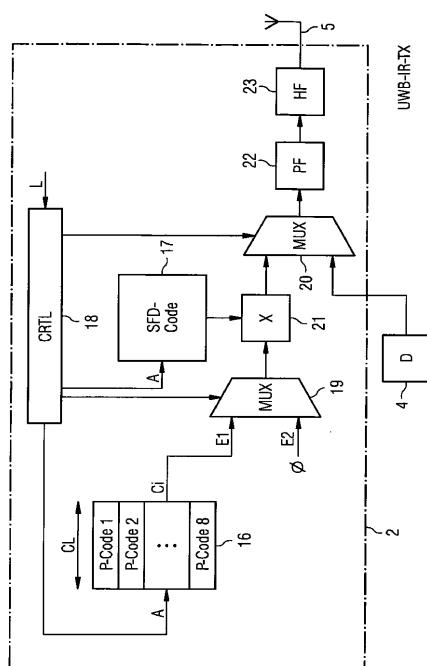


FIG 2

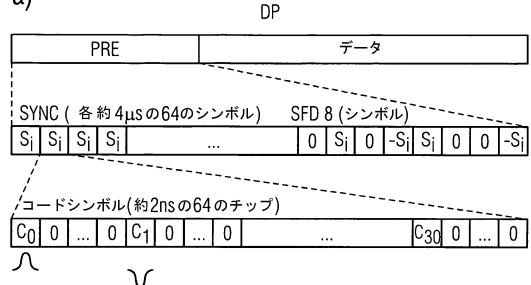
【図3】

FIG 3

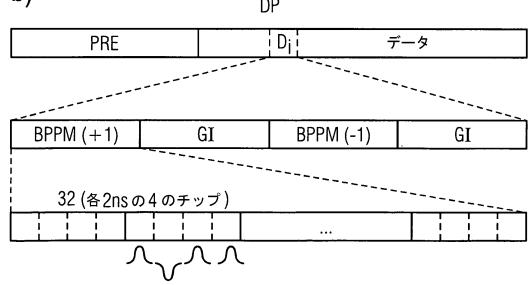


【図4】

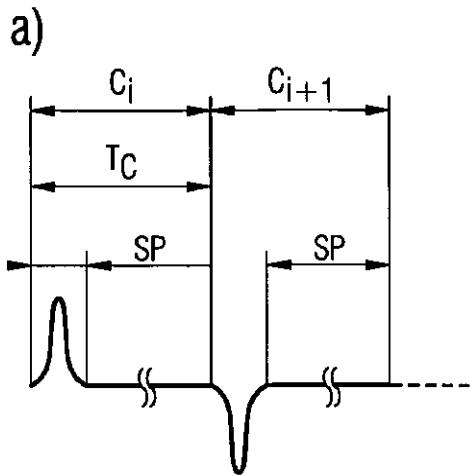
a)



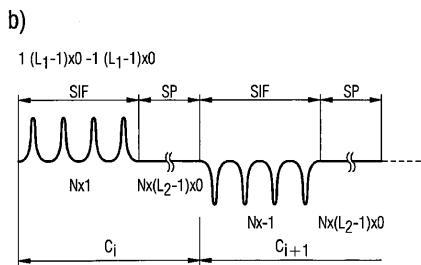
b)



【図 5 a)】

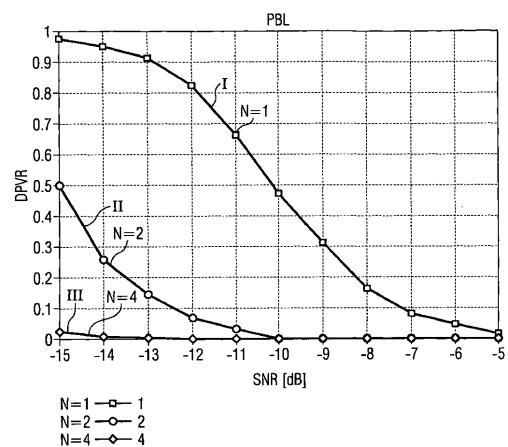


【図 5 b)】



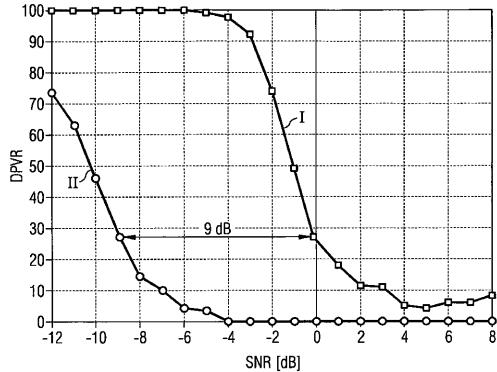
【図 6】

FIG 6



【図 7】

FIG 7



フロントページの続き

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(72)発明者 ヨハネス フント

ドイツ連邦共和国 ミュンヘン バーラッハシュトラーセ 28 アパルトマン 244

(72)発明者 アンドレアス ハインリヒ

ドイツ連邦共和国 ベーブリングン ブルネンシュトラーセ 18

(72)発明者 シュテファン フッケンホルツ

ドイツ連邦共和国 ミュンヘン テルツァー シュトラーセ 29

(72)発明者 クリストイアン シュヴィンゲンシュレーグル

ドイツ連邦共和国 プツツブルン カメターヴェーク 7

合議体

審判長 大塚 良平

審判官 林 毅

審判官 中野 浩昌

(56)参考文献 特開2009-80741 (JP, A)

特開2008-99252 (JP, A)

特開2008-92535 (JP, A)

S.Olonbayar, et al., "Synchronisation performance of wireless sensor networks", PROCEEDINGS OF THE 2008 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ULTRA-WIDEBAND (ICUWB 2008), Vol. 2, 2008.09.10, P. 59-62

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/7183

H04W56/00

H04W72/04