

(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 I

H O 4 B 1/7183 (2011. 01)

H O 4 B 1/7183

H O 4 W 56/00 (2009. 01)

H O 4 W 56/00 1 3 0

H O 4 W 72/04 (2009. 01)

H O 4 W 72/04 1 3 6

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) 国際出願番号 PCT/EP2011/053020  
 (87) 国際公開番号 W02011/107471  
 (87) 国際公開日 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  
 Siemens Aktiengesellschaft  
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン  
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2  
 Wittelsbacherplatz  
 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 ( 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、

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、

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 ) 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 ( 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 1 に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

前記各プレアンプルシンボル ( S ) が、所定数の前記プレアンプルサブシンボル ( 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ぞれ正、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】

前記各プレアンプルサブシンボル ( 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プルサブシンボル ( 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。

10

【請求項 5】

前記各プレアンプルサブシンボル ( 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、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プルサブシンボル ( 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。

20

【請求項 6】

前記第 1 の動作モードでは、前記プレアンプル ( P R E ) のプレアンプルシンボル ( S ) の各プレアンプルサブシンボル ( 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。

30

【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  $2 \text{ ns}$  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。

40

【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、所定数のプレアンプルシンボル ( S ) からなるそれぞれ 1 つのプレアンプル ( 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プル ( 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 ) が前記プレアンプルサブシンボル ( 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、

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プルサブシンボル(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】

前記各プレアンプルシンボル(S)が、所定数の前記プレアンプルサブシンボル(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】

前記各プレアンプルサブシンボル(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、請求項10から12までのいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項14】

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 $2\text{ ns}$ 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】

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。

30

【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)の前記プレアンプル(PRE)は $2^{n1}$ のプレアンプルシンボルを備える同期化ヘッダ(SYNC)と、 $2^{n2}$ のプレアンプ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)の前記プレアンプル(PRE)の同期化ヘッダ(SYNC)に基づいて、SYNC関連装置(11)によって第1の相関値(KW1)が計算され、該相関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)のプレアンプル(PRE)のスタートフレームデリミタ(SFD)に基づいて、SFD関連装置によって第2の相関値(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 19 に記載の方法。

【請求項 22】

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、

所定数のプレアンプルシンボル(S)からなるそれぞれ1つのプレアンプル(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、前記プレアンプル(PRE)のプレアンプルシンボル(S)の各プレアンプルサブシンボル(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、

10

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プル(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)が前記プレアンプルサブシンボル(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 23】

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プルサブシンボル(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 22 に記載の装置。

20

【請求項 24】

前記各プレアンプルシンボル(S)は、所定数の前記プレアンプルサブシンボル(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 22 または 23 のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 25】

前記各プレアンプルサブシンボル(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、

30

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プルサブシンボル(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 22 から 24 までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項 26】

前記各プレアンプルサブシンボル(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、

40

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、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プルサブシンボル(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 22 から 25 までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項 27】

前記第1の動作モードでは、前記プレアンプル(PRE)のプレアンプルシンボル(S)の各プレアンプルサブシンボル(C)が、IEEE 802.15.4a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 22 から 26 までのい

50

ずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 28】

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 22 から 27 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 29】

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 22 から 28 までのいずれか 1 項に記載の装置。

10

【請求項 30】

前記個別信号パルスのパルス持続時間は  $2 \text{ ns}$  である、請求項 22 から 29 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 31】

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、

所定数のプレアンプルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンプル (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プル (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) が前記プレアンプルサブシンボル (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 32】

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プルサブシンボル (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 31 に記載の装置。

【請求項 33】

30

前記各プレアンプルシンボル (S) は、所定数の前記プレアンプルサブシンボル (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 31 または 32 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 34】

前記各プレアンプルサブシンボル (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を有し、

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 31 から 33 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 35】

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 34 に記載の装置。

【請求項 36】

前記個別信号パルスのパルス持続時間は  $2 \text{ ns}$  である、請求項 34 または 35 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 37】

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 3 1 から 3 6 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 3 8】

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 2 4 または 3 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 3 9】

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 2 8 または 3 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 4 0】

前記データパケット (D P) の前記プレアンプル (P R E) は  $2^{n_1}$  のプレアンプルシンボルを備える同期化ヘッダ (S Y N C) と、 $2^{n_2}$  のプレアンプ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 2 2 から 3 9 までのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 4 1】

さらに、S Y N C 関連装置 (1 1) 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) の前記プレアンプル (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 関連装置 (1 1) によって第 1 の関連値 (K W 1) が計算され、該関連値に依存して前記 H F 段 (6) にある受信増幅器が調整される、請求項 4 0 に記載の装置。

【請求項 4 2】

さらに、S F D 関連装置を有し、

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) のプレアンプル (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 関連装置によって第 2 の関連値 (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 4 0 に記載の装置。

【請求項 4 3】

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、所定数のプレアンプルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンプル (P R E) を有しており、

第 1 の動作モードでは、前記プレアンプル (P R E) のプレアンプルシンボル (S) の各プレアンプルサブシンボル (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プル (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) が前記プレアンプルサブシンボル (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られるネットワークノード (1)。

【請求項 4 4】

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、所定数のプレアンプルシンボル (S) からなるそれぞれ 1 つのプレアンプル (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プル (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) が前記プレアンプルサブシンボル (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 4 5】

データパケット（ＤＰ）を無線伝送するネットワークノード（１）であって、  
請求項２２から４２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２１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４６】

データパケット（ＤＰ）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（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、

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（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４７】

データパケット（ＤＰ）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（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、

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（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４８】

データパケット（ＤＰ）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２１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】

【０００１】

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】

【０００２】

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。

【 0 0 0 3 】

従来の無線ネットワーク技術、たとえば Bluetooth または IEEE 802.15.4 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。

【 0 0 0 4 】

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 IEEE 802.15.4 a によるデータ伝送が提案された。しかし規格 IEEE 802.15.4 a 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プ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。

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

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 】

20

【 0 0 0 6 】

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。

【 0 0 0 7 】

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、所定数のプレアンプルシンボルからなるそれぞれ 1 つのプレアンプルを有しており、第 1 の動作モードでは、プレアンプルのプレアンプルシンボルの各プレアンプ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プ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プ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。

30

【 0 0 0 8 】

したがって本発明の方法では、プレアンプ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。

【 0 0 0 9 】

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、プレアンプ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。

【 0 0 1 0 】

40

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、プレアンプ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。

【 0 0 1 1 】

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

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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、または中性の符合を有する。

【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プ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プルサブシンボルが、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を有する。

10

【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プ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】

20

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、プレアンプルのプレアンプルシンボルの各プレアンプルサブシンボルが、伝送される個別信号パルスの位相によって規格IEEE 802.15.4a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】

30

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プルは、 $2^{n_1}$ のプレアンプルシンボルを備える同期化ヘッダと、 $2^{n_2}$ のプレアンプ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、 $n_1$ 、 $n_2$ は自然数である。

【0024】

40

本発明の方法の別の実施形態では、プレアンプルの受信された同期化ヘッダに基づきSYNC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、プレアンプルの受信されたスタートフレームデリミタ(SFD)に基づきSFD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 $2n_s$ である。

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 1 4 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、所定数のプレアンプルシンボルからなるそれぞれ 1 つのプレアンプルを有しており、第 1 の動作モードでは、プレアンプルのプレアンプルシンボルの各プレアンプ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プ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プ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。

10

## 【 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 I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 a 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、添付図面を参照して詳細に説明する。

20

## 【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ブ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ブ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ブ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。

30

【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】符合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。

40

## 【 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

50

換する。これらのデータパケット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を有している。

【0035】

第1の動作モードでは、プレアンブルPRE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DPで伝送されたプレアンブル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SIF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

【0036】

第2の動作モードでは、データパケットDPで伝送されたプレアンブルPRE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PRE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DPVR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替可能である。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。

【0037】

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SIFにはそれぞれ信号休止SP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SIFの信号パルスはそれぞれ正、負または中性の符合を有する。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2ns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SP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L1だけ個別信号パルスのパルス持続時間より長い。

20

【0038】

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が伝送された個別信号パルスの位相によって符号化されているが、第2の動作モードではデータパケットDPで伝送されたプレアンブル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SIFを有する。信号パルスシーケンスSIFの各信号パルスは、所定のパルス持続時間を有する。信号パルスシーケンスには信号休止SPが後に続く。この信号休止SPは実施形態では、第2の拡散係数L2だけ信号パルスシーケンスSIFの持続時間よりも長い。

30

40

【0039】

択一的な実施形態では、信号休止SP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SIFの持続時間を減じた持続時間に相当する持続時間を有する。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L2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、信号のマルチパス信号伝播に対して高い耐性を有する。

【0040】

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

において、プレアンプル P R E のプレアンプルシンボル S の各プレアンプルサブシンボル 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 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 つのプレアンプル P R E を有する。ここでデータパケット D P のプレアンプルは好ましくは  $2^{n_1}$  のプレアンプルシンボルを備える 1 つの同期化ヘッダ S Y N C と、 $2^{n_2}$  のプレアンプ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 が関連装置を含む。

【 0 0 4 3 】

可能な実施形態では、データパケット D P のプレアンプル 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 関連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 関連装置を有する。プレアンプル 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 関連装置によって、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 10 を含む。この累積装置 10 はプレアンプルサブシンボル C に関するデジタル値を累積する。この累積装置 10 は可能な実施形態では、オーバーサンプリング係数 O F によって調整される。オーバーサンプリング係数 O F はプレアンプ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 10 は出力側で受信装置 3 の第 1 の相関装置 11 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 はプレアンプル P R E を含んでおり、このプレアンプル 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 11 は、プレアンプル 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 12 に出力される。自動利得制御器 12 または増幅制御部 12 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プルサブシンボル C またはプレアンプルチップ C、たとえば 31 のプレアンプ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プルサブシンボル 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プル P R E がどれだけ予想されるプレアンプ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プル P R E が予想されるプレアンプ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プルシンボルが識別される。

【 0 0 4 7 】

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 によって第 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 の所定のプレアンプルシンボル 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。

【 0 0 4 8 】

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 ( U W B ) インパルス応答 ( I R ) 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 のプレアンプル 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 つのプレアンプルコード 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プルサブシンボル C を含んでおり、たとえば 31 のプレアンプルサブシンボル C を含んでいる。プレアンプルコード内のプレアンプルサブシンボル 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 ) コードのプレアンプ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 によってアドレッシングされる。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。

20

30

【 0 0 4 9 】

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。計数値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値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 でちょうどアドレッシングされたプレアンプルコードのプレアンプルサブシンボル 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プルサブシンボル C には 15 が付加され、それから次のプレアンプルサブシンボル 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プルサブシンボル 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 コードのプレアンプ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。プレアンプル 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

【 0 0 5 0 】

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500MHz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4a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4a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、 $2^n$ 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4a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。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、または中性の符合を有する。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4a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2ns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が伝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を有する。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る。個別信号パルスのパルス持続時間は2ns以下であるから、個別信号パルスは伝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5aは、本発明の方法の第1の動作モードにおける信号伝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伝送され、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のゼロ値が伝送される。パルス持続時間が2nsであれば、プレアンブルサブシンボルCの持続時間Tcは $16 \times 2 \text{ ns} = 32 \text{ ns}$ 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128ns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4μsである。図5aに示した例では、まず正の符号の個別信号パルスが伝送され、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、負または中性の符合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。

## 【 0 0 5 4 】

図 5 b 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 D P で伝送されるプレアンプル P R E の信号識別能力を高めるために、個別信号パルスではなく信号パルスシーケンス S I F がプレアンプルシンボル 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プルサブシンボル 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 5 b に示された例で信号パルスシーケンス S I F 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 S I F には信号休止 S P が後に続く。可能な変形実施形態では、信号休止 S P は第 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。拡散係数 L 2 は、第 1 の動作モードで使用された拡散係数 L 1 と同じでよい。第 2 の拡散係数 L 2 が、たとえば図 5 b の実施例のように 1 6 であれば、信号パルスシーケンス S I F には  $4 \times 15 = 60$  のゼロ値を含む信号休止 S P が続く。そして次のコードチップ C i t 1 またはプレアンプルサブシンボルの次の信号パルスシーケンス S I F が続く。これは図 5 b 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 S I F である。

10

## 【 0 0 5 5 】

択一的な実施形態では、信号休止 S P の時間は、第 1 の動作モードでのプレアンプルサブシンボル 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 S I F 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 C i またはプレアンプ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プ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 5 b に示した実施形態では信号休止 S P の長さが長く、これと結び付いてプレアンプルサブシンボル C 間のシンボル間干渉 I S I が小さいので比較的に高くなっている。

20

## 【 0 0 5 6 】

したがって図 5 b に示した第 2 の動作モードでは、プレアンプル P R E 内で個別信号パルスではなく信号パルスシーケンス S I F が伝送される。この信号パルスシーケンス S I F には比較的長い信号休止 S P が続く。この信号休止 S P は図 5 b に示した実施形態では信号パルスシーケンス S I F のパルスの数に相応して延長される。図 5 b 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。

30

## 【 0 0 5 7 】

本発明の方法では第 2 の動作モードで、プレアンプル P R E のプレアンプルシンボル S が図 5 b 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 D P 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プルシンボル 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 D P V R は格段に低下される。

## 【 0 0 5 8 】

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。

40

## 【 0 0 5 9 】

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 V Z が二乗の前に求められ、この求められた符合 V Z がプレアンプル識別のために使用される。この変形実施形態では、プレアンプルシンボル 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 H F 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 V Z を求め、求められた符合を A D 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。

## 【 0 0 6 0 】

50

図4bは、本発明の方法で使用されるデータパケットDPの詳細を示す。データ部分はバースト位置変調(BPM)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。すなわち前半か後半かで変調される。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GI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4b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 $T_{BPM}$ 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GIとして空けられている。残った2つの4分の1は長さ $t_{burst}$ 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。

10

#### 【0061】

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DP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DPVRの低減を説明するための線図である。SN比SNRが上昇し、データパケット損失率DPVR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DPVRは、プレアンプルバースト長PBLの増大とともに低下する。

#### 【0062】

20

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プルサブシンボルCについてのデータパケット損失率DPVR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DP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。

#### 【0063】

曲線IIは、信号パルスシーケンスSIF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DPVRの特性を示す。信号パルスシーケンスSIF内の信号パルス数が第2の動作モードで $N=4$ であれば、図6の曲線IIIの特性が生じる。

#### 【0064】

30

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DPVRはほぼゼロに低下する。このことによりSN比=-15dBであってもほぼ100%の同期化が達成される。

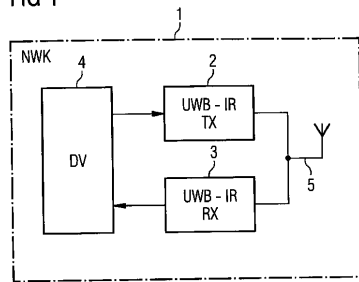
#### 【0065】

加えて符合識別を行うと、図7に示されるようなSN比に依存するデータパケット損失率DPVRの経過が得られる。図7から、プレアンプ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9dBもSN比が悪くても同じデータパケット損失率DPVR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IIは符合識別を行う受信装置の場合の経過を示す。



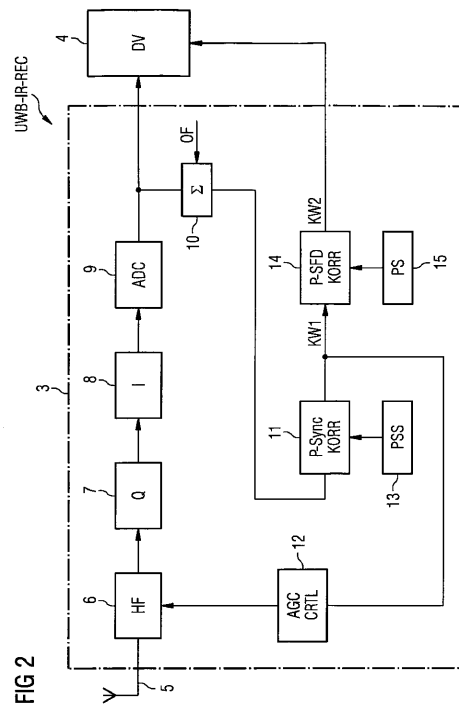
【図 1】

FIG 1



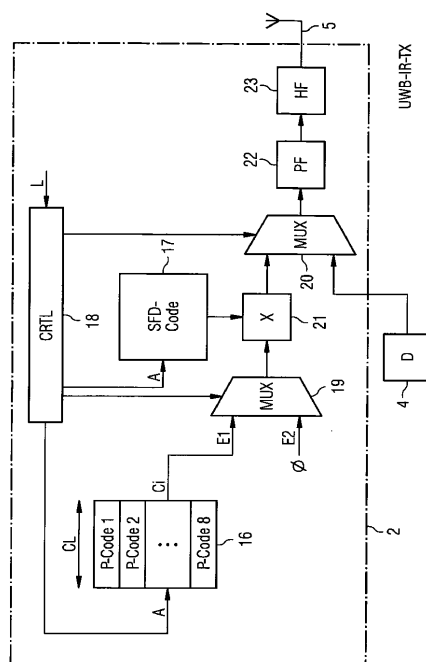
【図 2】

FIG 2

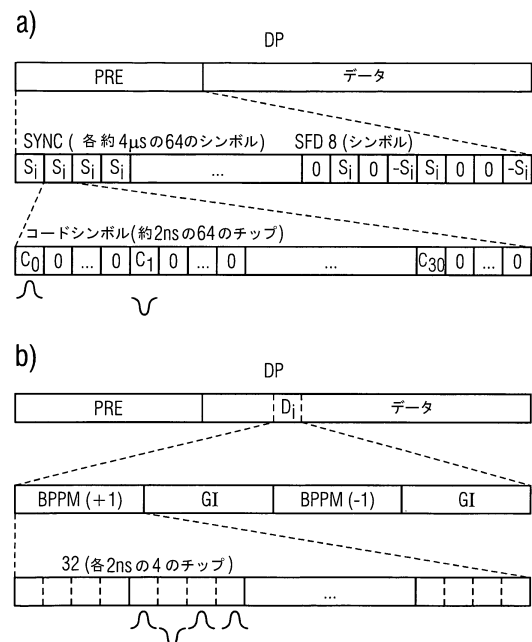


【図 3】

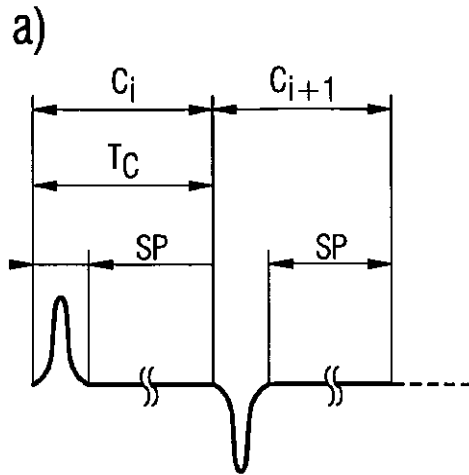
FIG 3



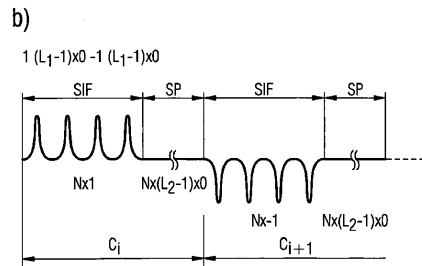
【図 4】



【図 5 a )】

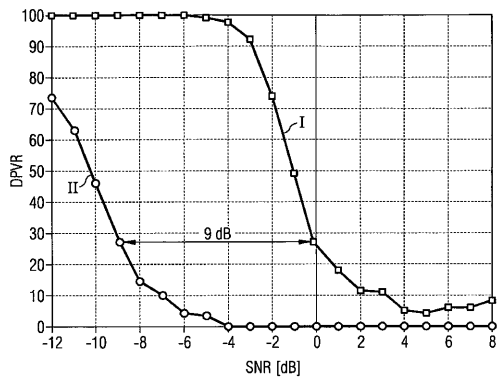


【図 5 b )】



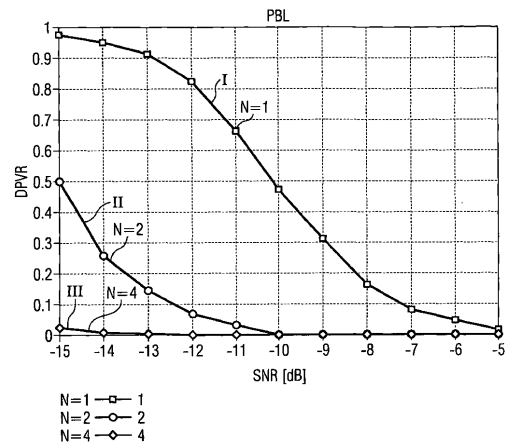
【図 7】

FIG 7



【図 6】

FIG 6



---

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 パーラッハシュトラッセ 28 アパルトマン 244

(72)発明者 アンドレアス ハイน์リヒ

ドイツ連邦共和国 ベープリングェン ブルネンシュトラッセ 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 シュトラッセ 29

(72)発明者 クリスティアン シュヴァーゲンシュレーゲル

ドイツ連邦共和国 ブッツブルン 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(ICUWB2008), 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