

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4328176号
(P4328176)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int.Cl.		F I	
H04L 1/00	(2006.01)	H04L 1/00	E
H04L 1/08	(2006.01)	H04L 1/08	
H04L 1/16	(2006.01)	H04L 1/16	
H04L 29/08	(2006.01)	H04L 13/00	307Z

請求項の数 27 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2003-362477 (P2003-362477)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成15年10月22日(2003.10.22)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2004-166261 (P2004-166261A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成16年6月10日(2004.6.10)	(74) 代理人	100098291
審査請求日	平成18年8月11日(2006.8.11)		弁理士 小笠原 史朗
(31) 優先権主張番号	特願2002-309339 (P2002-309339)	(72) 発明者	黒部 彰夫
(32) 優先日	平成14年10月24日(2002.10.24)		大阪府門真市大字門真1006番地 松下
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		電器産業株式会社内
		(72) 発明者	吉田 茂雄
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		審査官	谷岡 佳彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バースト誤りに強い通信装置及び通信方法、その通信方法を実行するためのプログラム、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データを受信装置へ送信する送信装置であって、
送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成するフレーム生成部と、

送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、前記フレーム生成部で生成されたフレームを複数に分割するフレーム分割部と、

前記フレーム分割部で得られた複数の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり2回以上重複して配置された1つのパケットを生成し、当該パケットを受信装置へ送信する送信制御部とを備える、送信装置。

【請求項 2】

前記フレーム生成部は、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さLのフレームを1つ生成し、

前記フレーム分割部は、予想される前記バースト誤り周期Tをn分割(nは2以上の整数)して得られる長さ(T/n)単位で、前記フレーム生成部で生成された長さLのフレームを(n×L/T)個の分割フレームに分割し、

前記送信制御部は、前記フレーム分割部で得られた(n×L/T)個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり連続的にn回配置された1つのパケットを生成することを特徴とする、請求項1に記載の送信装置。

【請求項 3】

10

20

前記フレーム生成部は、送信すべきデータを m 個 (m は自然数) に分割し、分割順序を示す分割情報をさらに付加した m 個のデータのそれぞれに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さ L のフレームを m 個生成し、

前記フレーム分割部は、予想される前記バースト誤りの周期 T を n 分割 (n は2以上の整数) して得られる長さ (T/n) 単位で、前記フレーム生成部で生成された長さ L の m 個のフレームをそれぞれ ($n \times L/T$) 個の分割フレームに分割し、

前記送信制御部は、前記フレーム分割部で得られた ($m \times n \times L/T$) 個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり不連続的に (n/m) 回配置された1つのパケットを生成することを特徴とする、請求項1に記載の送信装置。

【請求項4】

10

前記フレーム生成部で生成され、かつ前記フレーム分割部で分割された m 個のフレームを、第1フレームから第 m フレームの順序で (n/m) 回繰り返して記憶し、第 n 行及び第 ($n \times L/T$) 列からなる分割フレーム行列を格納するフレーム記憶部をさらに備え、

前記送信制御部は、前記フレーム記憶部に格納された分割フレーム行列から、第1行第1列を先頭に第 n 行第 ($n \times L/T$) 列までを列方向にインタレースして分割フレームを順次取得し、取得した順序で配置された1つのパケットを生成することを特徴とする、請求項3に記載の送信装置。

【請求項5】

前記送信制御部は、受信装置から特定のフレームに関して再送要求を受けた場合、当該特定のフレームを構成する分割フレームが、前記バースト誤りの1周期あたり連続的に n 回配置された1つのパケットを生成することを特徴とする、請求項3に記載の送信装置。

20

【請求項6】

前記フレーム生成部は、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理と誤り訂正符号の生成処理とを施して、所定のフレームを1つ以上生成することを特徴とする、請求項1に記載の送信装置。

【請求項7】

データを送信装置から受信する受信装置であって、

送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの1周期あたり、同一の分割フレームが2回以上重複して配置された1つのパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に当該重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分ける受信制御部と、

30

前記受信制御部における複数のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成するフレーム組立部と、

前記フレーム組立部で再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理するフレーム処理部とを備える、受信装置。

【請求項8】

前記受信制御部は、前記バースト誤りの1周期あたり同一の分割フレームが連続的に n 回 (n は2以上の整数) 送信される構成のパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第 n のグループに巡回的に振り分け、

40

前記フレーム組立部は、第1～第 n のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、 n 個のフレームを再構成し、

前記フレーム処理部は、前記フレーム組立部で再構成された n 個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項7に記載の受信装置。

【請求項9】

前記受信制御部は、前記バースト誤りの1周期あたり m 種類 (m は自然数) の分割フレームが不連続的に (n/m) 回 (n は2以上の整数) 配置された1つのパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第 n のグループに巡回的に振り分け、

50

前記フレーム組立部は、第 1 ~ 第 n のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n 個のフレームを再構成し、

前記フレーム処理部は、前記フレーム組立部で再構成された n 個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項 7 に記載の受信装置。

【請求項 10】

前記フレーム処理部で処理された受信データが、送信装置が送信した全てのデータか否かを判断し、欠落しているデータがあれば当該欠落しているデータを含むフレームの再送を、送信装置に要求するデータ処理部をさらに備える、請求項 9 に記載の受信装置。

【請求項 11】

前記フレーム処理部は、前記フレーム組立部で再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理と誤り訂正処理とを施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項 7 に記載の受信装置。

【請求項 12】

データの送受信を行う通信装置であって、
送信装置として、

送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成するフレーム生成部と、

送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、前記フレーム生成部で生成されたフレームを複数に分割するフレーム分割部と、

前記フレーム分割部で得られた複数の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの 1 周期あたり 2 回以上重複して配置された 1 つのパケットを生成し、当該パケットを受信装置へ送信する送信制御部とを備え、

受信装置として、

他の通信装置の送信制御部からパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に前記重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分ける受信制御部と、

前記受信制御部における複数のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成するフレーム組立部と、

前記フレーム組立部で再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理するフレーム処理部とを備える、通信装置。

【請求項 13】

前記フレーム生成部は、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さ L のフレームを 1 つ生成し、

前記フレーム分割部は、予想される前記バースト誤り周期 T を n 分割 (n は 2 以上の整数) して得られる長さ (T / n) 単位で、前記フレーム生成部で生成された長さ L のフレームを (n × L / T) 個の分割フレームに分割し、

前記送信制御部は、前記フレーム分割部で得られた (n × L / T) 個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの 1 周期あたり連続的に n 回配置された 1 つのパケットを生成し、

前記受信制御部は、前記バースト誤りの 1 周期あたり同一の分割フレームが連続的に n 回送信される構成のパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第 1 ~ 第 n のグループに巡回的に振り分け、

前記フレーム組立部は、第 1 ~ 第 n のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n 個のフレームを再構成し、

前記フレーム処理部は、前記フレーム組立部で再構成された n 個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項 12 に記載の通信装置。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記フレーム生成部は、送信すべきデータを m 個（ m は自然数）に分割し、分割順序を示す分割情報をさらに付加した m 個のデータのそれぞれに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さ L のフレームを m 個生成し、

前記フレーム分割部は、予想される前記バースト誤りの周期 T を n 分割（ n は2以上の整数）して得られる長さ（ T/n ）単位で、前記フレーム生成部で生成された長さ L の m 個のフレームをそれぞれ（ $n \times L/T$ ）個の分割フレームに分割し、

前記送信制御部は、前記フレーム分割部で得られた（ $m \times n \times L/T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを生成し、

前記受信制御部は、前記バースト誤りの1周期あたり m 種類の分割フレームが不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第 n のグループに巡回的に振り分け、

前記フレーム組立部は、第1～第 n のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、 n 個のフレームを再構成し、

前記フレーム処理部は、前記フレーム組立部で再構成された n 個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項12に記載の通信装置。

【請求項15】

前記フレーム生成部は、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理と誤り訂正符号の生成処理とを施して、所定のフレームを1つ以上生成し、

前記フレーム処理部は、前記フレーム組立部で再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理と誤り訂正処理とを施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項12に記載の通信装置。

【請求項16】

データの送受信を行う通信方法であって、

送信側において、

送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成する生成ステップと、

送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、前記生成ステップで生成されたフレームを複数に分割する分割ステップと、

前記分割ステップで得られた複数の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり2回以上重複して配置された1つのパケットを生成し、当該パケットを受信側へ送信する送信ステップとを備え、

受信側において、

送信側の前記送信ステップから送信されたパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に前記重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分ける受信ステップと、

前記複数のグループのそれぞれについて、前記受信ステップで振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成する組立ステップと、

前記組立ステップで再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する処理ステップとを備える、通信方法。

【請求項17】

前記生成ステップは、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さ L のフレームを1つ生成し、

前記分割ステップは、予想される前記バースト誤りの周期 T を n 分割（ n は2以上の整数）して得られる長さ（ T/n ）単位で、前記生成ステップで生成された長さ L のフレームを（ $n \times L/T$ ）個の分割フレームに分割し、

前記送信ステップは、前記分割ステップで得られた（ $n \times L/T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり連続的に n 回配置された1つのパケットを

10

20

30

40

50

生成し、

前記受信ステップは、前記バースト誤りの1周期あたり同一の分割フレームが連続的にn回送信される構成のパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第nのグループに巡回的に振り分け、

前記組立ステップは、第1～第nのグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n個のフレームを再構成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成されたn個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項16に記載の通信方法。

【請求項18】

前記生成ステップは、送信すべきデータをm個（mは自然数）に分割し、分割順序を示す分割情報をさらに付加したm個のデータのそれぞれに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さLのフレームをm個生成し、

前記分割ステップは、予想される前記バースト誤りの周期Tをn分割（nは2以上の整数）して得られる長さ（ T/n ）単位で、前記生成ステップで生成された長さLのm個のフレームをそれぞれ（ $n \times L / T$ ）個の分割フレームに分割し、

前記送信ステップは、前記分割ステップで得られた（ $m \times n \times L / T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを生成し、

前記受信ステップは、前記バースト誤りの1周期あたりm種類の分割フレームが不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第nのグループに巡回的に振り分け、

前記組立ステップは、第1～第nのグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n個のフレームを再構成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成されたn個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項16に記載の通信方法。

【請求項19】

前記生成ステップは、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理と誤り訂正符号の生成処理とを施して、所定のフレームを1つ以上生成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理と誤り訂正処理とを施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項16に記載の通信方法。

【請求項20】

データ伝送を行う送信装置及び受信装置で実行されるプログラムであって、

前記送信装置に、

送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成する生成ステップと、

送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、前記生成ステップで生成されたフレームを複数に分割する分割ステップと、

前記分割ステップで得られた複数の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり2回以上重複して配置された1つのパケットを生成し、当該パケットを受信側へ送信する送信ステップとを実行させ、

前記受信装置に、

送信側の前記送信ステップから送信されたパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に前記重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分ける受信ステップと、

前記複数のグループのそれぞれについて、前記受信ステップで振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成する組立ステップと、

前記組立ステップで再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を

10

20

30

40

50

施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する処理ステップとを実行させる、プログラム。

【請求項 2 1】

前記生成ステップは、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さ L のフレームを 1 つ生成し、

前記分割ステップは、予想される前記バースト誤りの周期 T を n 分割 (n は 2 以上の整数) して得られる長さ (T/n) 単位で、前記生成ステップで生成された長さ L のフレームを ($n \times L/T$) 個の分割フレームに分割し、

前記送信ステップは、前記分割ステップで得られた ($n \times L/T$) 個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの 1 周期あたり連続的に n 回配置された 1 つのパケットを生成し、

10

前記受信ステップは、前記バースト誤りの 1 周期あたり同一の分割フレームが連続的に n 回送信される構成のパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第 1 ~ 第 n のグループに巡回的に振り分け、

前記組立ステップは、第 1 ~ 第 n のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、 n 個のフレームを再構成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成された n 個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項 2 0 に記載のプログラム。

【請求項 2 2】

20

前記生成ステップは、送信すべきデータを m 個 (m は自然数) に分割し、分割順序を示す分割情報をさらに付加した m 個のデータのそれぞれに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さ L のフレームを m 個生成し、

前記分割ステップは、予想される前記バースト誤りの周期 T を n 分割 (n は 2 以上の整数) して得られる長さ (T/n) 単位で、前記生成ステップで生成された長さ L の m 個のフレームをそれぞれ ($n \times L/T$) 個の分割フレームに分割し、

前記送信ステップは、前記分割ステップで得られた ($m \times n \times L/T$) 個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの 1 周期あたり不連続的に (n/m) 回配置された 1 つのパケットを生成し、

前記受信ステップは、前記バースト誤りの 1 周期あたり m 種類の分割フレームが不連続的に (n/m) 回配置された 1 つのパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第 1 ~ 第 n のグループに巡回的に振り分け、

30

前記組立ステップは、第 1 ~ 第 n のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、 n 個のフレームを再構成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成された n 個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項 2 0 に記載のプログラム。

【請求項 2 3】

前記生成ステップは、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理と誤り訂正符号の生成処理とを施して、所定のフレームを 1 つ以上生成し、

40

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理と誤り訂正処理とを施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項 2 0 に記載のプログラム。

【請求項 2 4】

データ伝送を行う送信装置及び受信装置で実行されるプログラムが記録された記録媒体であって、

前記送信装置に、

送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成する生成ステップと、

送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、前記生成

50

ステップで生成されたフレームを複数に分割する分割ステップと、

前記分割ステップで得られた複数の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり2回以上重複して配置された1つのパケットを生成し、当該パケットを受信側へ送信する送信ステップとを実行させ、

前記受信装置に、

送信側の前記送信ステップから送信されたパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に前記重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分ける受信ステップと、

前記複数のグループのそれぞれについて、前記受信ステップで振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成する組立ステップと、

前記組立ステップで再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する処理ステップとを実行させるプログラムを記録する、記録媒体。

【請求項25】

前記生成ステップは、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さLのフレームを1つ生成し、

前記分割ステップは、予想される前記バースト誤りの周期Tをn分割（nは2以上の整数）して得られる長さ（ T/n ）単位で、前記生成ステップで生成された長さLのフレームを（ $n \times L/T$ ）個の分割フレームに分割し、

前記送信ステップは、前記分割ステップで得られた（ $n \times L/T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり連続的にn回配置された1つのパケットを生成し、

前記受信ステップは、前記バースト誤りの1周期あたり同一の分割フレームが連続的にn回送信される構成のパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第nのグループに巡回的に振り分け、

前記組立ステップは、第1～第nのグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n個のフレームを再構成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成されたn個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項24に記載の記録媒体。

【請求項26】

前記生成ステップは、送信すべきデータをm個（mは自然数）に分割し、分割順序を示す分割情報をさらに付加したm個のデータのそれぞれに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さLのフレームをm個生成し、

前記分割ステップは、予想される前記バースト誤りの周期Tをn分割（nは2以上の整数）して得られる長さ（ T/n ）単位で、前記生成ステップで生成された長さLのm個のフレームをそれぞれ（ $n \times L/T$ ）個の分割フレームに分割し、

前記送信ステップは、前記分割ステップで得られた（ $m \times n \times L/T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、前記バースト誤りの1周期あたり不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを生成し、

前記受信ステップは、前記バースト誤りの1周期あたりm種類の分割フレームが不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを受信し、前記パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第nのグループに巡回的に振り分け、

前記組立ステップは、第1～第nのグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n個のフレームを再構成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成されたn個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項24に記載の記録媒体。

【請求項27】

前記生成ステップは、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理と誤り訂正符

10

20

30

40

50

号の生成処理とを施して、所定のフレームを1つ以上生成し、

前記処理ステップは、前記組立ステップで再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理と誤り訂正処理とを施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理することを特徴とする、請求項24に記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バースト誤りに強い通信装置及び通信方法に関し、より特定的には、フェージングやノイズに起因して発生するバースト誤りの影響を受けにくい通信装置（送信装置、受信装置、送受信装置）及びその通信装置が行う通信方法、その通信方法を実行するためのプログラム、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

10

【背景技術】

【0002】

現在、LSIの進歩により、誤り訂正技術は通信分野においても一般的に用いられるようになってきている。この誤り訂正技術の1つとして、ブロック訂正符号であるGolay符号が知られている。例えば、Golay(24, 12)では、12ビットのデータに12ビットの冗長符号を付加して伝送することで、合計24ビット(1ブロック)中に発生する3ビットまでの誤りを訂正することを可能としている。つまり、誤りがランダムに分散して発生する環境においては、ビット誤り率が0.125(=3/24)であっても誤りの訂正が可能となる。しかしながら、ある期間に集中して誤りが発生するいわゆるバースト誤りが発生する環境の場合には、その限りではない。一般的には、上述したような誤り訂正を施したブロックを複数(N個)伝送することで、多くのデータ(12×Nビット)を伝送する。バースト誤りが発生するということは、N個のブロックのうち特定のブロックに誤りが集中して発生することを意味している。

20

【0003】

例えば、Golay(24, 12)の誤り訂正が施されている4ブロックの中に、合計4ビットの誤りが発生した場合を考える(ビット誤り率=約0.042)。この場合、4ビットの誤りが4ブロックの内の少なくとも2ブロックに分散して発生していれば、1ブロック当たりには生じる誤りビットは訂正能力以内であるので、誤り訂正は可能である。しかし、いずれか1ブロックに4ビットの誤りが集中して発生してしまうと、誤り訂正は不可能となる。

30

【0004】

そこで、このバースト誤りに対して訂正能力を高めるために、インタリーブ手法を用いた伝送技術が従来より提案されている。以下、このインタリーブ手法を用いた従来の伝送技術を、図14を参照して説明する。

【0005】

図14の(a)は、Golay(24, 12)の誤り訂正が施されている4つのブロックを、インタリーブ処理して伝送する方法の一例を示す図である。図14の(a)において、第1～第4ブロックは、それぞれデータ12ビットと訂正符号12ビットの合計24ビットで構成されている。この従来方法では、送信側の装置は、図中の矢印で示すように、まず各ブロックの第1ビット(1b)を第1ブロック～第4ブロックまで連続して送信し、次に各ブロックの第2ビット(2b)を第1ブロック～第4ブロックまで連続して送信する。同様に、各ブロックの第3ビット(3b)から第24ビット(24b)を順に送信する。

40

【0006】

一方、受信側の装置では、送信側の送信手順と同様に、受信したビットを4つのブロックに巡回的に振り分けていくことで第1ブロックから第4ブロックを再構成する。そして、受信側の装置は、再構成した各ブロックについて、誤り訂正処理を行う。

【0007】

50

この従来の伝送方法では、各ブロックのビットをインタリーブして伝送することで、連続的に集中して発生するバースト誤りに対応することができる。例えば、上述した例のように4ビットのバースト誤りが連続的に集中して発生した場合でも、この従来の伝送方法ではブロック単位で見ると1ビットしか誤りが発生していないことになるので、全てのブロックが訂正可能となる(図14の(b))。

【0008】

ところが、誤り率がさらに悪化してバースト誤りのバースト長(継続時間)が長くなった場合には、上記従来の伝送方法でもすぐに訂正能力の限界となる。例えば、4ブロック中に集中的に13ビットのバースト誤りが発生した場合(ビット誤り率=約0.135)、いずれかのブロックには少なくとも4ビットの誤りが発生する。このため、4ビットの誤りが発生したブロックについては、誤り訂正が不可能となる(図14の(c))。すなわち、インタリーブを用いた従来の伝送方法でも、1ブロックあたりのランダム誤りに対する訂正能力を超える誤り率のバースト誤りが発生した場合、全てのブロックに対して誤りを訂正することは不可能であるという問題がある。

【0009】

この問題に対しては、例えば電力線通信の分野では、雑音であるバースト誤りが商用電源に同期して周期的に発生することを利用して(図15を参照)、以下のような誤り訂正を行う技術が提案されている(特許文献1を参照)。この特許文献1に記載の装置では、図16に示すように、電力線104を流れる商用電源から電源同期信号105を生成する電源同期信号生成器106と、電源同期信号105を複数に分割したタイミング信号を発生させるタイミング信号発生部110と、タイミング信号に基づき、電力線104を流れる商用電源に同期した雑音が同じ位置に来ないようにタイミングをずらせて同一の情報フレーム(パケット)を複数回電力線104へ送信する制御部111とを備えた、送信装置102を設けている。また、電力線104を介して受信した複数個の情報フレーム(パケット)を記憶する記憶部112と、複数個の情報フレーム(パケット)を構成する個々のビットの多い方を正しい信号と判定する判定部113と、記憶部112及び判定部113を制御する制御部111とを備えた、受信装置103を設けている。

【特許文献1】特開平11-266190号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、上記文献に記載された装置では、以下のような問題がある。

まず第1に、電源のゼロクロスを検出するために電源同期信号生成器106とタイミング信号発生部110とが必須の構成となる。このため、これらの構成が、装置の小型化及び低コスト化を阻害する要因となっている。また、電源のゼロクロスを検出することでバースト誤りの周期を判断する手法を採用しているため、電力線通信にしか利用することができない。

【0011】

第2に、複数のフレーム(パケット)を送信することに以下の課題が生じる。複数の端末を分散制御する形態においては、各端末に公平に送信機会を与える必要性から、一回あたりの送信時間がある程度長くし、一回送信したらしばらく休止することが望まれる。日本国の電波法では、1回の送信時間を最大200msと、休止時間を40msと定めている。50Hzの半サイクルは10msであり、電波法を遵守するにはフレーム(パケット)を送信する毎に、半サイクルの4倍もの休止時間を必要とする。また、バースト誤り(雑音)の継続時間が増大した中でも通信を成功させるためには、複数回のフレーム(パケット)送信は文献に例示されているような3回では済まなくなってくる。このため、休止時間を多く取らなければならないことによるオーバーヘッドは非常に大きなものとなり、伝送効率の低下及び遅延時間の増大を招く。特に機器制御に応用する場合には、遅延時間の増大は応答の遅さに結びつくため、複数フレーム(パケット)の送信を前提にしたシステムでは実用性がない。

【0012】

それ故に、本発明の目的は、バースト誤りの周期性を検出するための特別な構成を必要とせず、1つのパケットを送信するだけで誤り訂正符号の訂正能力以上の過酷なバースト誤りを訂正することが可能な通信装置及び通信方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、データを受信装置へ送信する送信装置、データを送信装置から受信する受信装置、及び送信装置と受信装置との双方を備えた通信装置に向けられている。そして、上記目的を達成させるために、本発明の送信装置は、フレーム生成部、フレーム分割部及び送信制御部を備えている。また、受信装置は、受信制御部、フレーム組立部及びフレーム処理部とを備えている。通信装置は、それら全ての構成を備える。

10

【0014】

送信装置において、フレーム生成部は、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成する。フレーム分割部は、送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、フレーム生成部で生成されたフレームを複数に分割する。送信制御部は、フレーム分割部で得られた複数の分割フレームのそれぞれが、バースト誤りの1周期あたり2回以上重複して配置された1つのパケットを生成し、当該パケットを受信装置へ送信する。

【0015】

好ましい送信装置としては、フレーム生成部が、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さLのフレームを1つ生成する。フレーム分割部が、予想されるバースト誤りの周期Tをn分割（nは2以上の整数）して得られる長さ（ T/n ）単位で、フレーム生成部で生成された長さLのフレームを（ $n \times L / T$ ）個の分割フレームに分割する。そして、送信制御部が、フレーム分割部で得られた（ $n \times L / T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、バースト誤りの1周期あたり連続的にn回配置された1つのパケットを生成する。

20

【0016】

また、他の好ましい送信装置としては、フレーム生成部が、送信すべきデータをm個（mは自然数）に分割し、分割順序を示す分割情報をさらに付加したm個のデータのそれぞれに対して誤り検出符号の生成処理を施して、長さLのフレームをm個生成する。フレーム分割部が、予想されるバースト誤りの周期Tをn分割して得られる長さ（ T/n ）単位で、フレーム生成部で生成された長さLのm個のフレームをそれぞれ（ $n \times L / T$ ）個の分割フレームに分割する。そして、送信制御部が、フレーム分割部で得られた（ $m \times n \times L / T$ ）個の分割フレームのそれぞれが、バースト誤りの1周期あたり不連続的に（ n/m ）回配置された1つのパケットを生成する。

30

【0017】

後者の送信装置の場合、フレーム生成部で生成され、かつフレーム分割部で分割されたm個のフレームを、第1フレームから第mフレームの順序で（ n/m ）回繰り返して記憶し、第n行及び第（ $n \times L / T$ ）列からなる分割フレーム行列を格納するフレーム記憶部をさらに備えてもよい。これにより、送信制御部が、フレーム記憶部に格納された分割フレーム行列から、第1行第1列を先頭に第n行第（ $n \times L / T$ ）列までを列方向にインタレースして分割フレームを順次取得し、取得した順序で配置された1つパケットを生成することができる。

40

【0018】

また、データ伝送を確実なものにするために、送信制御部が、受信装置から特定のフレームに関して再送要求を受けた場合、当該特定のフレームを構成する分割フレームが、バースト誤りの1周期あたり連続的にn回配置された1つのパケットを生成するようにしてもよい。

【0019】

受信装置において、受信制御部は、送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト

50

誤りの1周期あたり、同一の分割フレームが2回以上重複して配置された1つのパケットを受信し、パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に当該重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分ける。フレーム組立部は、受信制御部における複数のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成する。フレーム処理部は、フレーム組立部で再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する。

【0020】

好ましい受信装置としては、受信制御部が、バースト誤りの1周期あたり同一の分割フレームが連続的にn回送信される構成のパケットを受信し、パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第nのグループに巡回的に振り分ける。フレーム組立部が、第1～第nのグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n個のフレームを再構成する。フレーム処理部が、フレーム組立部で再構成されたn個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する。

10

【0021】

また、他の好ましい受信装置としては、受信制御部が、バースト誤りの1周期あたりm種類の分割フレームが不連続的に(n/m)回配置された1つのパケットを受信し、パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に第1～第nのグループに巡回的に振り分ける。フレーム組立部が、第1～第nのグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、n個のフレームを再構成する。フレーム処理部が、フレーム組立部で再構成されたn個のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する。

20

【0022】

データ伝送を確実なものとするために、フレーム処理部で処理された受信データが、送信装置が送信した全てのデータか否かを判断し、欠落しているデータがあれば当該欠落しているデータを含むフレームの再送を、送信装置に要求するデータ処理部をさらに備えてもよい。

【0023】

なお、送信装置のフレーム生成部は、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理と誤り訂正符号の生成処理とを施して、所定のフレームを1つ以上生成してもよいし、受信装置のフレーム処理部は、フレーム組立部で再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理と誤り訂正処理とを施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理してもよい。

30

【0024】

上述した送信装置のフレーム生成部、フレーム分割部及び送信制御部、及び受信装置の受信制御部、フレーム組立部及びフレーム処理部が行うそれぞれの処理は、一連の処理手順を与える通信方法として捉えることができる。すなわち、送信側において、送信すべきデータに対して誤り検出符号の生成処理を施して、所定のフレームを生成し、送信過程で周期的に発生すると予想されるバースト誤りの周期に基づいて、生成されたフレームを複数の分割し、分割で得られた複数の分割フレームのそれぞれが、バースト誤りの1周期あたり2回以上重複して配置された1つのパケットを生成し、当該パケットを受信側へ送信し、また、受信側において、送信側から送信されたパケットを受信し、パケットを構成する複数の分割フレームを先頭から順に重複の数に応じた複数のグループに巡回的に振り分け、複数のグループのそれぞれについて、振り分けられた分割フレームを組み立てて、複数のフレームを再構成し、再構成された複数のフレームのそれぞれについて誤り検出処理を施し、誤りがないフレームに格納されているデータを受信データとして処理する通信方法である。

40

【0025】

好ましくは、この通信方法は、一連の処理手順を通信装置（又は、マイコンやパソコン

50

等のコンピュータ)に実行させるためのプログラムの形式で提供される。このプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。

【発明の効果】

【0026】

上述した本発明によれば、送信側で1バースト周期の中に分割フレームをn重化して送信するので、受信側では各周期においてバースト誤りの影響を受けない分割フレームを確保することができる。従って、バースト誤りの周期性を検出するための特別な構成、例えば電源同期信号生成器やタイミング信号発生部を必要とせず、1つのパケットを送信するだけで誤り訂正符号の訂正能力以上の過酷なバースト誤りが訂正可能な、バースト誤りに強い送信装置を実現することができる。

10

【0027】

また、送信側で1バースト周期の中に前半データの分割フレームと後半データの分割フレームとを交互に2重化して送信するので、受信側では各周期においてバースト誤りの影響を受けない分割フレームを1回又は2回の送信で確保することができる。従って、バースト誤りの長さが小さい場合には、通信効率をさらに向上させることができる。また、バースト誤りの長さが大きい場合には、再送処理によって誤り訂正符号の訂正能力以上の過酷なバースト誤りが訂正可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明を行う。なお、本発明の通信に使用される伝送媒体は、特に限定されるものではなく、広く無線及び有線が適用可能である。また、本発明では、短波帯より周波数の高い無線通信におけるバースト誤りとして、高速移動等に伴うフェージングが原因で発生し、かつ移動速度に比例してバースト周期が決定するものを想定している。また、中波帯より周波数の低い無線通信や電力線通信、その他の有線通信におけるバースト誤りとして、電気機器が発するノイズが原因で発生し、かつ商用電源の周波数に同期して発生するものを想定している。

20

【0029】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。図1において、第1の実施形態に係る通信装置1は、送信装置2と受信装置3とで構成される。第1の実施形態では、送信装置2と受信装置3とが一体構成される通信装置1を説明するが、送信装置2と受信装置3とが別個独立の構成であっても構わない。送信装置2は、制御部21と、フレーム生成部22と、フレーム分割部23と、送信制御部24と、送信部25とを備えている。受信装置3は、制御部31と、フレーム処理部32と、フレーム組立部33と、受信制御部34と、受信部35とを備えている。制御部21と制御部31とは、一体で構成されてもよい。また、送信部25と受信部35とは、送受信部として一体で構成されてもよい。

30

【0030】

まず、上述した各構成の概要を説明する。

送信装置2において、制御部21は、データ送信や各種パラメータの設定処理を担う。フレーム生成部22は、送信すべきデータに対して、所定の誤り検出符号化処理及び誤り訂正符号化処理を施したフレームを生成する。フレーム分割部23は、フレーム生成部22で生成されたフレームを、所定の単位に複数分割する。送信制御部24は、フレーム分割部23で分割された複数の分割フレームを、所定の回数繰り返したパケットを生成する。送信部25は、送信制御部24で生成されたパケットを伝送媒体4に送出する。この送信部25には、パケットを変調して送信する変調器や、無線又は有線とのI/F回路(アンテナやカップリングトランス、アンプや高周波回路など)を有している。

40

【0031】

受信装置3において、制御部31は、データ受信や各種パラメータの設定処理を担う。受信部35は、伝送媒体4を介して送信側の装置から送信されてくるパケットを受信する

50

。この受信部 35 は、受信したパケットを復調する復調器や、無線又は有線との I/F 回路を有している。受信制御部 34 は、受信部 35 が受信したパケットを、分割フレームの単位に分割する。フレーム組立部 33 は、受信制御部 34 で分割された分割フレームを、所定の順序で組み立ててフレームを再構成する。フレーム処理部 32 は、フレーム組立部 33 で組み立てられたフレームに対して、所定の誤り訂正処理及び誤り検出処理を行う。

【0032】

なお、送信部 25 及び受信部 35 が有する変復調器の方式は、特に限定されるものではなく、OFDM 方式、CDMA 方式、SS 方式、FSK 方式、PSK 方式、ASK 方式、その他の各種方式とすることができる。また、上記した各構成は、いずれもコンピュータやマイコンのソフトウェアアルゴリズムで構成してもよいし、ハードウェアとして構成してもよいし、これらが混在して構成していてもよい。

10

【0033】

次に、上記構成による第 1 の実施形態に係る通信装置が行う通信方法を説明する。図 2 は、送信装置 2 が行う送信処理手順を示すフローチャートである。図 3 は、受信装置 3 が行う受信処理手順を示すフローチャートである。図 4 は、送信装置 2 で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図である。図 5 は、受信装置 3 で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図である。図 6 - A 及び図 6 - B は、第 1 の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する図である。

【0034】

今、13 バイトのデータ（図 4 の（a））を送信装置 2 から送信する場合を例に挙げて説明する。各図中では、バイトを「B」と、ビットを「b」として表記している。この場合、制御部 21 は、13 バイトの送信データをフレーム生成部 22 に転送する。なお、マイコンのソフトウェアで処理を行っている場合には、送信データが格納された領域を示すアドレスを、制御部 21 からフレーム生成部 22 へ通知してもよい。フレーム生成部 22 は、制御部 21 から受ける送信データについて誤り検出符号を算出し、送信データに付加する（ステップ S201）。この例では、送信データに 2 バイトの CRC が付加されて、15 バイトの誤り検出フレームが生成される（図 4 の（b））。なお、複数の装置間でデータ通信を行う場合、通常送信元 ID や送信先 ID がデータに付加されるが、本発明と直接関わりがないためここでは省略する。また同様に、データ長を可変長にする場合には、データ長を示す符号がデータに付加されるがここでは省略する。

20

30

【0035】

さらに、フレーム生成部 22 は、誤り検出フレームについて誤り訂正符号を算出し、誤り検出フレームに付加していく（ステップ S202）。この例では、誤り訂正符号として従来技術で述べた Golay (24, 12) を用いる場合を示している。この Golay (24, 12) の場合、訂正対象である 15 バイト（120 ビット）の誤り検出フレームの先頭から 12 ビット毎に、12 ビットの誤り訂正符号を順次算出して付加する。よって、誤り訂正符号を付加して生成された誤り訂正フレームは、図 4 の（c）に示すように、誤り訂正ブロックが 10 ブロックとなり、フレーム長 L が 30 バイトとなる。

【0036】

ここで、伝送媒体 4 上（送信過程）で発生するバースト誤りの周期を予測する。一例として、本発明の通信装置を電力線通信に適用させることを想定し、バースト誤りが 50 Hz の商用電源に同期した雑音に起因する場合を考える。この場合には、バースト誤りの周期 T は、商用電源の半波長周期の 10 ms（= 1 秒 / 50 Hz / 2）となる。また、この 10 ms をバイト数に換算すると、電力線通信で実用化されている通信速度の 9600 ビット / 秒を考慮して、12 バイト（= $0.01 \times 9600 = 96$ ビット）となる。よって、上記条件の場合には、12 バイトのデータ毎にバースト誤りが発生することが予測される。

40

【0037】

このように、バースト誤りの発生周期をおおよそ予測できれば、送信側がその発生周期に同期させてデータを送信することで、受信側ではバースト誤りがほぼ必ず発生するデー

50

タと全く発生しないデータとを区別して受信することが可能となるのである。そこで、フレーム分割部 23 は、フレーム生成部 22 で生成された誤り訂正フレームを、予測されたバースト誤りの周期に基づいて決定される所定サイズ s の分割フレームに複数分割する（ステップ S203）。そして、送信制御部 24 は、フレーム分割部 23 で分割された複数の分割フレームを、予測されたバースト誤りの周期に基づいて決定される所定回数 n だけ、それぞれ連続させたパケットを生成する（ステップ S204）。所定サイズ s 及び所定回数 n は、例えば次のようにして決定される。所定回数 n は、同一の分割フレームを何回繰り返して送信するかを決定するパラメータであり、大きいほどバースト長が長いバースト誤りに強くなるが、実効の通信速度は反比例して減少する。このため、通信システムに最適な所定回数 n を選択する必要がある。この例では、バースト誤りの周期 $T = 12$ バイトの場合に $n = 4$ としており、この値から所定サイズ s が 3 バイト（ $= T / n$ ）と決定される。この場合は、図 4 の（c）のように、30 バイトの誤り訂正フレームが、分割単位である所定サイズ $s = 3$ バイト（24 ビット）によって、第 1 分割フレームから第 10 分割フレームの 10 個（ $= n \times L / T$ ）に分割される。そして、図 4 の（d）のように、分割された第 1 ～ 第 10 分割フレームがそれぞれ連続して所定回数 $n = 4$ 回繰り返された、120 バイト（ $= L \times n$ ）のパケットが生成される。

10

【0038】

このパラメータ T 、 n 及び L は、予測されたバースト誤り周期に基づいて予め想定された値が制御部 21 に設定されており、制御部 21 が必要な時に必要な構成に与えるものとしている。なお、パラメータ T 、 n 及び L は、無線通信等でバースト誤りの周期が変動する場合等においては、フェージング周期を検出してダイナミックに変更することにもよいし、受信側における誤り検出結果をフィードバックして調整するようにしてもよい。

20

【0039】

送信制御部 24 は、このようにして生成したパケットを送信部 25 を介して送信する（ステップ S205）。送信部 25 は、送信制御部 24 が送信するパケットにビット同期に必要なプリアンプルやフレーム同期に必要な同期コードを付加した後、変調器で変調して I/F 回路を介して伝送媒体 4 に送出する。

【0040】

次に、上記フレーム構造によるパケットを受信したときの受信動作について説明する。受信部 35 は、ビット同期及びフレーム同期がとれたパケット（図 5 の（a））を受信し、かつ復調する（ステップ S301）。受信制御部 34 は、受信部 35 で復調されたパケットを構成する分割フレームを、送信側で分割フレームが繰り返された所定回数 n に従って振り分ける（ステップ S302）。この例では、制御部 31 に予め設定されたパラメータ T 、 n 及び L に従って、分割フレームが 3 バイト単位で 4 つのグループに振り分けられる（図 5 の（b））。フレーム組立部 33 は、受信制御部 34 で振り分けられた分割フレームをグループ毎に組み立てて、フレーム長 $L = 30$ バイトの誤り訂正フレームを 4 つ再構成する（図 5 の（c））。なお、マイコンのソフトウェアで処理を行っている場合には、データが格納された領域の関係付けを変更することにもよい。

30

【0041】

フレーム処理部 32 は、フレーム組立部 33 で再構成された 4 つの誤り訂正フレームのいずれかについて、誤り訂正処理及び誤り検出処理を行って送信データ（図 5 の（d））を抽出する（ステップ S303 ～ S305）。そして、フレーム処理部 32 は、抽出した送信データに誤りがないか否かを判断する（ステップ S306）。誤りがなければ、フレーム処理部 32 は、その送信データを受信データとして制御部 31 へ転送する（ステップ S307）。なお、マイコンのソフトウェアで処理を行っている場合には、データが格納された領域を示すアドレスを通知することでもよい。一方、誤りがあれば、フレーム処理部 32 は、残るいずれかの誤り訂正フレームについて、同様に誤り訂正処理及び誤り検出処理を行って送信データを抽出する（ステップ S309, S304 ～ S305）。4 つの誤り訂正フレームを全て処理した結果、誤りがない送信データが抽出できなかった場合には、フレーム処理部 32 は、受信に失敗したとしてこの受信処理を終了する（ステップ S

40

50

308, No.)。

【0042】

最後に、本第1の実施形態による通信方法によってバースト誤りに対する訂正能力が飛躍的に向上することを、図6-A及び図6-Bを用いて説明する。図6-A及び図6-Bは、共に3バイトの分割フレームを4回連続させたパケット(同図の(a))を送信したときに、周期 $T = 12$ バイトかつバースト長 $= 9$ バイトのバースト誤り(同図の(b))が発生した場合の例である。パケットとバースト誤りとの位相関係に相関性は全くない。なお、位相関係をビット単位で考えると全部で96通りになるため、図6-A及び図6-B以外の位相関係の説明は省略する。1バースト周期の中に同一の分割フレームを4重化していることで、この例では、いずれかの3つの分割フレームには誤りが多発するが、1つの分割フレームには誤りが発生しない。さらに、その分割フレームは各々のバースト周期において常に同じ位置にくるように配置されるので、誤り訂正能力を大幅に向上させることができる。

10

【0043】

つまり、図6-Aの場合には、同図の(c4)に示す第4グループに属する分割フレームから組み立てられるフレームには誤りが含まれないため、このフレームによって正確な誤り訂正が可能であり、これを受信データとすることができる。図6-Bの場合には、同図の(c2)に示す第2グループに属する分割フレームから組み立てられるフレームには誤りが含まれないため、このフレームによって正確な誤り訂正が可能であり、これを受信データとすることができる。

20

【0044】

以上のように、本発明の第1の実施形態に係る通信装置及び通信方法によれば、バースト誤りの周期性を検出するための特別な構成を必要とせず、1つのパケットを送信するだけで誤り訂正符号の訂正能力以上の過酷なバースト誤りを訂正することが可能となる。また、伝送速度や応答速度にもよるが、メモリ等に記憶されたフレームに対してソフトウェアで処理を行うことも可能である。

【0045】

(第2の実施形態)

上記第1の実施形態の手法では、誤り訂正符号の訂正能力以上の過酷なバースト誤りを訂正できるように、同一の分割フレームを所定回数 n だけ繰り返して送信している。このため、バースト誤り発生の有無にかかわらず、通常の場合に比べて、常に伝送効率が $1/n$ に低下する。そこで、第2の実施形態では、バースト誤りが発生した時には第1の実施形態と同等のバースト誤り訂正能力を確保し、バースト誤りが発生しない時には第1の実施形態以上の伝送効率を実現することが可能な通信装置及び通信方法を説明する。

30

【0046】

図7は、本発明の第2の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。図7において、第2の実施形態に係る通信装置5は、送信装置6と受信装置7とで構成される。第2の実施形態では、送信装置6と受信装置7とが一体構成される通信装置5を説明するが、送信装置6と受信装置7とが別個独立の構成であっても構わない。送信装置6は、制御部61と、フレーム生成部62と、フレーム記憶部63と、フレーム分割部64と、送信制御部65と、送信部66とを備えている。受信装置7は、制御部71と、データ処理部72と、フレーム処理部73と、フレーム組立部74と、受信制御部75と、受信部76とを備えている。制御部61と制御部71とは、一体で構成されてもよい。また、送信部66と受信部76とは、送受信部として一体で構成されてもよい。

40

【0047】

まず、上述した各構成の概要を説明する。

送信装置6において、制御部61は、データ送信や各種パラメータの設定処理を担う。フレーム生成部62は、送信すべきデータを所定の数に分割して、分割したデータ毎に所定の誤り検出符号化処理及び誤り訂正符号化処理を施したフレームを生成する。フレーム記憶部63は、フレーム生成部62で生成された複数のフレームを、所定の順序で記憶す

50

る。フレーム分割部 6 4 は、フレーム記憶部 6 3 に記憶されたフレームを、所定の単位に複数分割する。送信制御部 6 5 は、フレーム分割部 6 4 で分割された複数の分割フレームを、所定のインタリーブ手順で並べ替えたパケットを生成する。送信部 6 6 は、送信制御部 6 5 で生成されたパケットを伝送媒体 4 に送出する。この送信部 6 6 は、上述した送信部 2 5 と同一の構成である。

【 0 0 4 8 】

受信装置 7 において、制御部 7 1 は、データ受信や各種パラメータの設定処理を担う。受信部 7 6 は、伝送媒体 4 を介して送信側の装置から送信されてくるパケットを受信する。この受信部 7 6 は、上述した受信部 3 5 と同一の構成である。受信制御部 7 5 は、受信部 7 6 が受信したパケットを、分割フレームの単位に分割する。フレーム組立部 7 4 は、受信制御部 7 5 で分割された分割フレームを、所定のインタリーブ手順で組み立ててフレームを再構成する。フレーム処理部 7 3 は、フレーム組立部 7 4 で組み立てられたフレームに対して、所定の誤り訂正処理及び誤り検出処理を行う。

10

【 0 0 4 9 】

次に、上記構成による第 2 の実施形態に係る通信装置が行う通信方法を説明する。図 8 は、送信装置 6 が行う送信処理手順を示すフローチャートである。図 9 は、受信装置 7 が行う受信処理手順を示すフローチャートである。図 1 0 は、送信装置 6 で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図である。図 1 1 は、受信装置 7 で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図である。図 1 2 - A ~ 図 1 2 - C は、第 2 の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する図である。図 1 3 は、図 1 2 - A ~ 図 1 2 - C の通信に対応したシーケンス図である。

20

【 0 0 5 0 】

今、24 バイトのデータ（図 1 0 の（a））を送信装置 6 から送信する場合を例に挙げて説明する。各図中の表記は上述したとおりである。この場合、制御部 6 1 は、24 バイトの送信データをフレーム生成部 6 2 に転送する。なお、マイコンのソフトウェアで処理を行っている場合には、送信データが格納された領域を示すアドレスを、制御部 6 1 からフレーム生成部 6 2 へ通知してもよい。フレーム生成部 6 2 は、制御部 6 1 から受ける送信データを所定の数 m に分割し（ステップ S 8 0 1）、それぞれについて誤り検出符号を算出し、送信データに付加する（ステップ S 8 0 2）。また、フレーム生成部 6 2 は、分割された送信データが、元の送信データが幾つに分割され、かつその何番目かを示す分割情報を送信データに付加する（ステップ S 8 0 3）。この例では分割数 $m = 2$ としており、24 バイトの送信データが 12 バイトずつ 2 つに分割され、分割された送信データにそれぞれ 2 バイトの CRC 及び 1 バイトの分割情報が付加されて、15 バイトの誤り検出フレームが 2 つ生成される（図 1 0 の（b））。図 1 0 では、分割情報として 2 分割の前半データを示す「1 / 2」及び後半データを示す「2 / 2」を付加した場合を記載している。なお、送信元 ID、送信先 ID 及びデータ長を示す符号は、上記第 1 の実施形態と同様に省略している。

30

【 0 0 5 1 】

さらに、フレーム生成部 6 2 は、それぞれの誤り検出フレームについて誤り訂正符号を算出し、誤り検出フレームに付加していく（ステップ S 8 0 4）。この例では、誤り訂正符号として従来技術で述べた Golay (24, 12) を用いる場合を示している。この Golay (24, 12) については、上記第 1 の実施形態で説明したとおりである。よって、誤り訂正符号を付加して生成された 2 つの誤り訂正フレームは、図 1 0 の（c）に示すように、それぞれ誤り訂正ブロックが 10 ブロックとなり、フレーム長 L が 30 バイトとなる。

40

【 0 0 5 2 】

フレーム記憶部 6 3 は、フレーム生成部 6 2 で生成された複数の誤り訂正フレームを、分割数 m 及び所定回数 n に基づいて、分割の順に並べかつ n / m だけ繰り返して記憶する（ステップ S 8 0 5）。例えば、上記第 1 の実施形態と同様に、伝送媒体 4 上（送信過程）で発生するバースト誤りの周期 T を 12 バイトと予測し、この 12 バイト中に 3 バイト

50

(所定サイズ s) の分割フレームを 4 つ (所定回数 n) 送信する場合を考える。この場合、フレーム記憶部 63 は、フレーム生成部 62 で生成された 2 つの誤り訂正フレームを、第 1 領域に前半データの誤り訂正フレーム、第 2 領域に後半データの誤り訂正フレーム、第 3 領域に前半データの誤り訂正フレーム、第 4 領域に後半データの誤り訂正フレームが格納されるように記憶する (図 10 の (d))。なお、誤り訂正フレームの繰り返し記憶 (コピー) に関しては、実際にメモリ空間上でコピーを行ってもよいし、メモリの消費を抑えるためにアドレスの変換式を定義して仮想的なコピーを行ってもよい。

【0053】

フレーム分割部 64 は、フレーム記憶部 63 に記憶された各々の誤り訂正フレームを、予測されたバースト誤りの周期に基づいて決定される所定サイズ s の分割フレームに複数分割する (ステップ S806)。この例では、図 10 の (d) のように、30 バイトの各誤り訂正フレームが、分割単位である所定サイズ $s = 3$ バイト (24 ビット) によって、第 1 分割フレームから第 10 分割フレームの 10 個 ($= n \times L / T$) にそれぞれ分割される。そして、送信制御部 65 は、フレーム分割部 64 で分割された複数の分割フレームを、所定のインタリーブ手法で並び替えて格納したパケットを生成する (ステップ S807)。この所定のインタリーブ手法は、図 10 の (d) の矢印で示すように、まず各領域の第 1 分割フレームを第 1 領域 ~ 第 4 領域まで連続して抽出し、次に各領域の第 2 分割フレームを第 1 領域 ~ 第 4 領域まで連続して抽出する。同様に、各領域の第 3 分割フレームから第 10 分割フレームを抽出するものである。これにより、図 10 の (e) のように、前半データの誤り訂正フレームと後半データの誤り訂正フレームとが交互に 1 回ずつ (言い換えれば、2 つのフレームが不連続に分割数 $= m$ 回) 繰り返された、120 バイト ($= L \times n$) のパケットが生成される。

【0054】

このパラメータ T 、 n 、 L 及び m は、予測されたバースト誤り周期に基づいて予め想定された値が制御部 61 に設定されており、制御部 61 が必要な時に必要な構成に与えるものとしている。なお、パラメータ T 、 n 、 L 及び m は、無線通信等でバースト誤りの周期が変動する場合等においては、フェージング周期を検出してダイナミックに変更することにしてもよいし、受信側における誤り検出結果をフィードバックして調整することにしてもよい。

【0055】

送信制御部 65 は、このようにして生成したパケットを送信部 66 を介して送信する (ステップ S808)。送信部 66 は、送信制御部 65 が送信するパケットにビット同期に必要なプリアンプルやフレーム同期に必要な同期コードを付加した後、変調器で変調して I/F 回路を介して伝送媒体 4 に送出する。

【0056】

次に、上記フレーム構造によるパケットを受信したときの受信動作について説明する。受信部 76 は、ビット同期及びフレーム同期がとれたパケット (図 11 の (a)) を受信しかつ復調する (ステップ S901)。受信制御部 75 は、受信部 76 で復調されたパケットを構成する分割フレームを、送信側で用いられたインタリーブ手順に従って振り分ける (ステップ S902)。この例では、制御部 71 に予め設定されたパラメータ T 、 n 、 L 及び m に従って、分割フレームが 3 バイト単位で 4 つのグループに振り分けられる (図 11 の (b))。フレーム組立部 74 は、受信制御部 75 で振り分けられた分割フレームをグループ毎に組み立てて、フレーム長 $L = 30$ バイトの誤り訂正フレームを 4 つ再構成する (図 11 の (b))。なお、マイコンのソフトウェアで処理を行っている場合には、データが格納された領域の関係付けを変更することにしてもよい。

【0057】

フレーム処理部 73 は、フレーム組立部 74 で再構成された 4 つの誤り訂正フレームのいずれかについて、誤り訂正処理及び誤り検出処理を行って送信データ (図 11 の (c)) を抽出する (ステップ S903 ~ S905)。次に、フレーム処理部 73 は、抽出した送信データに誤りがないか否かを判断する (ステップ S906)。フレーム処理部 73 で

誤りがないと判断されると、データ処理部 7 2 は、その送信データを一時的に記憶すると共に分割情報を解析する（ステップ S 9 0 7）。そして、データ処理部 7 2 は、分割情報に示されている分割数分の送信データが全て揃ったか否かを判断する（ステップ S 9 0 8）。全て揃った場合には受信に成功したと判断して、データ処理部 7 2 は、その複数の送信データを受信データとして制御部 7 1 へ転送する（ステップ S 9 0 9）。なお、マイコンのソフトウェアで処理を行っている場合には、データが格納された領域を示すアドレスを通知することでもよい。さらに、データ処理部 7 2 は、全て揃った場合には、送信元の送信装置 6 に対して全ての送信データを受信した旨の ALL - ACK フレームを返送する（ステップ S 9 0 9）。ACK フレームとは、データの中身が ACK を意味するコマンドになっているもので、データ送信は、上記第 1 の実施形態と同様にバースト誤りに強い方法で行われる。

10

【 0 0 5 8 】

一方、フレーム処理部 7 3 で誤りがあると判断された場合、又はデータ処理部 7 2 で分割数分の送信データが全て揃っていない場合には、残るいずれかの誤り訂正フレームについて、同様に誤り訂正処理及び誤り検出処理が行われて送信データが抽出される（ステップ S 9 1 2, S 9 0 4 ~ S 9 0 5）。4 つの誤り訂正フレームを全て処理した結果、分割情報に示されている分割数分の送信データが全て揃わなかった場合、データ処理部 7 2 は、受信に失敗したと判断して、到達ずみの分の送信データを示す部分 ACK を送信元の送信装置 6 に返送する（ステップ S 9 1 0、S 9 1 1）。

【 0 0 5 9 】

20

部分 ACK を受信した送信元の送信装置 6 は、フレーム記憶部 6 3 の全領域を、部分 ACK が示す送信データを含まない誤り訂正フレームに書き換え、フレーム分割部 6 4 によって書き換え後の誤り訂正フレームを複数の分割フレームに分割し、送信制御部 6 5 によって分割フレームを所定のインタリーブ手順で並び替えて格納したパケットを再び生成する。そして、送信装置 6 は、生成したパケットを受信装置 7 に再送する（図 8 のステップ S 8 0 5 ~ S 8 0 8）。こうすることにより、未到達の送信データに関する分割フレームだけを格納したパケットを再送できるので、最初の送信時に比べて再送時はバースト誤りに対してより強力になる。そして、受信装置 7 は、再送されたパケットを上記と同様の手順で処理する（ステップ S 9 0 1 ~ S 9 1 2）。

【 0 0 6 0 】

30

最後に、本第 2 の実施形態による通信方法によってバースト誤りに対する訂正能力が飛躍的に向上することを、図 1 2 - A ~ 図 1 2 - C 及び図 1 3 を用いて説明する。図 1 2 - A は、3 バイトの分割フレームを前半データと後半データが交互に 1 回ずつ繰り返されたパケット（同図の（a））を送信したときに、周期 $T = 12$ バイトかつバースト長 = 6 バイトのバースト誤り（同図の（b））が発生した場合の例である。パケットとバースト誤りとの位相関係に相関性は全くない。1 バースト周期の中に同一の前半データの分割フレームと後半データの分割フレームとを交互に 2 重化させていることで、この例では、いずれか隣り合った前後半データの分割フレームには誤りが多発するが、残りの前後半データの分割フレームには誤りが発生しない。さらに、その分割フレームは各々のバースト周期において常に同じ位置にくるように配置されるので、誤り訂正能力を大幅に向上させることができる。

40

【 0 0 6 1 】

つまり、図 1 2 - A の場合には、前半データに関しては同図の（c 3）に示す第 3 グループから組み立てられるフレームによって、後半データに関しては（c 4）に示す第 4 グループに属する分割フレームから組み立てられるフレームによって、正確な誤り訂正が可能であり、これを受信データとすることができる。すなわちこの例では、6 B 程度の長いバースト誤りに対しても、1 度のパケット送信だけで正しいデータの送受信が可能となり、またデータを 2 重化しかしていないので伝送効率が大幅に、上記第 1 の実施形態の例に比べて約 1.8 倍（ $= 24 \text{ B} / 13 \text{ B}$ ）に向上する（図 1 3 の（a））。

【 0 0 6 2 】

50

また、図 1 2 - B 及び図 1 2 - C は、3 バイトの分割フレームを前半データと後半データが交互に 1 回ずつ繰り返されたパケット（同図の（a））を送信したときに、周期 $T = 12$ バイトかつバースト長 = 9 バイトのバースト誤り（同図の（b））が発生した場合の例である。パケットとバースト誤りとの位相関係に相関性は全くない。1 バースト周期の中に同一の前半データの分割フレームと後半データの分割フレームとを交互に 2 重化させていることで、図 1 2 - B では、連続するいずれか 3 つの前後半データの分割フレームに誤りが多発するため、前半データの分割フレームに誤りが発生している。この場合、後半データだけが受信装置 7 の記憶領域に保持され、前半データの再送が行われる。図 1 2 - C では、同様に連続するいずれか 3 つの分割フレームに誤りが多発するが、全て前半データの分割フレームが再送されるため、誤りが発生しない前半データの分割フレームを受信することができる。

10

【0063】

つまり、図 1 2 - B 及び図 1 2 - C の場合には、前半データに関しては図 1 2 - C の（c 4）に示す第 4 グループから組み立てられるフレームによって、後半データに関しては図 1 2 - B の（c 4）に示す第 4 グループに属する分割フレームから組み立てられるフレームによって、正確な誤り訂正が可能であり、これを受信データとすることができる。すなわちこの例では、9 B 程度の長いバースト誤りに対しては、2 度のパケット送信で正しいデータの送受信が可能となり、また伝送効率は上記第 1 の実施形態の例に比べてほぼ同等である（図 1 3 の（b））。

【0064】

20

以上のように、本発明の第 2 の実施形態に係る通信装置及び通信方法によれば、バースト誤りの周期性を検出するための特別な構成を必要とせず、上記第 1 の実施形態に比べて、バースト誤りの長さが小さい場合には通信効率を向上させることができ、大きい場合には再送処理によって同等の耐バースト誤り性を確保することができる。

【0065】

なお、本発明で適用可能な送信データのデータ長は、上記第 1 及び第 2 の実施形態で説明したものに限られるものではなく、他の長さの送信データの通信に本発明を適用する場合でも同様の効果を発揮することができる。また、誤り検出符号や誤り訂正符号も、上記第 1 及び第 2 の実施形態で説明したものに限られるものではない。例えば、誤り訂正符号は、BCH、リードソロモン、ビタビ等から処理量と訂正能力を勘案して選択すればよい。さらに、バースト誤りの周期 T 、伝送速度、繰り返しの回数 n 、分割数 m 等が異なる通信システムに対しても、本発明は柔軟に対応が可能である。

30

【0066】

また、上記第 1 及び第 2 の実施形態の受信装置 3、7 においては、各誤り訂正フレームについて誤り訂正処理及び誤り検出処理を行い、誤りがなければその送信データを受信データとして制御部 31、71 へ転送するものとした。しかし、バースト誤りに対するノイズ耐性をそれほど気にしなければ、誤り訂正処理を行わずに誤り検出処理のみを行い、誤りがなければその送信データを受信データとして制御部 31、71 へ転送するようにしてもよい。また、誤り訂正処理のみを行い、誤り訂正処理された送信データを受信データとして制御部 31、71 へ転送するようにしてもよい。さらに、送信装置 2、6 で行う誤り訂正符号化は必須でなく、誤り検出符号化だけを行う場合でも本発明の有用な効果を奏することが可能である。

40

【0067】

また、上記第 2 の実施形態では、送信データに付加するデータ長を示すコードは省略した。しかし、このコードとして有効データのデータ長を示すコードを付加することで、以下のような電文送受信方法が可能となる。例えば、11 バイトの有効データを、固定長フレーム（上記実施例では 30 バイト）で送信する場合を考える。この場合、11 バイトの有効データに 1 バイトの有効データ長を示すコードを付加し、さらに 12 バイトのダミー電文を固定長フレーム送信用に付加した計 24 バイトを、前後半で 2 分割した後、上述の通信方法で送信する。受信装置は、このように有効データ長を示すコードを含む送信電文

50

を受信すると、前半データの誤り訂正フレームに対して誤り訂正処理及び誤り検出処理を行う。そして、受信装置は、処理後の前半データに付加された有効データ長を示すコードから、有効データは前半データのみに含まれていると判定し、分割情報とダミー電文からなる後半データの誤り訂正フレームに対しては、誤り訂正処理及び誤り検出処理を実行しないようにする。このような電文送受信方法にすれば、有効データを含まないフレームに対する再送処理が不要となり、通信効率が向上する。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明の通信装置及び通信方法は、データ伝送中に発生する周期性を持つバースト誤りの影響を回避する場合等に利用可能であり、特に誤り訂正符号の訂正能力以上の過酷なバースト誤りを訂正する場合等に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図

【図2】送信装置2が行う送信処理手順を示すフローチャート

【図3】受信装置3が行う受信処理手順を示すフローチャート

【図4】送信装置2で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図

【図5】受信装置3で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図

【図6 - A】第1の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する図

【図6 - B】第1の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する他の図

【図7】本発明の第2の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図

【図8】送信装置6が行う送信処理手順を示すフローチャート

【図9】受信装置7が行う受信処理手順を示すフローチャート

【図10】送信装置6で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図

【図11】受信装置7で処理されるフレーム及びパケットの構造を説明する図

【図12 - A】第2の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する図

【図12 - B】第2の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する他の図

【図12 - C】第2の実施形態に係る通信方法におけるバースト誤り発生時の効果を説明する他の図

【図13】図12 - A ~ 図12 - Cの通信に対応したシーケンス図

【図14】インタリーブ手法を用いた従来の伝送技術を説明する図

【図15】バースト誤りが商用電源に同期して周期的に発生することを説明する図

【図16】従来の通信装置の構成例を示すブロック図

【符号の説明】

【0070】

1、5 通信装置

2、6 送信装置

3、7 受信装置

4 伝送媒体

21、31、61、71 制御部

22、62 フレーム生成部

23、64 フレーム分割部

24、65 送信制御部

25、66 送信部

32、73 フレーム処理部

33、74 フレーム組立部

10

20

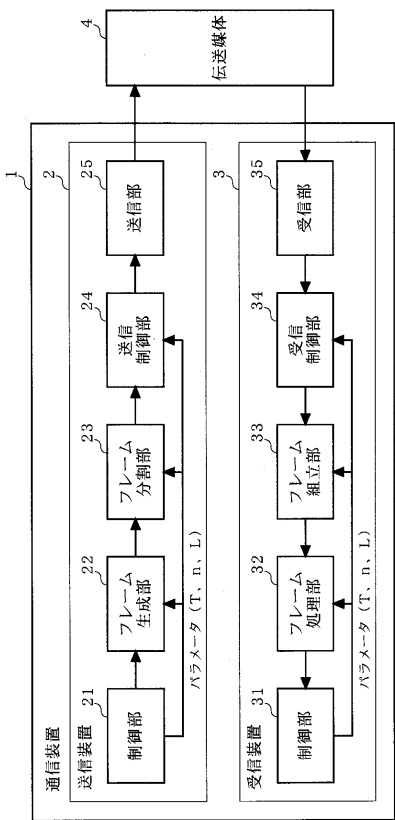
30

40

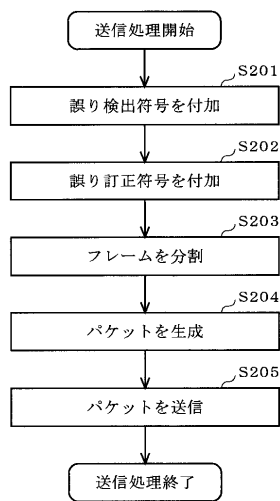
50

- 34、75 受信制御部
- 35、76 受信部
- 63 フレーム記憶部
- 72 データ処理部

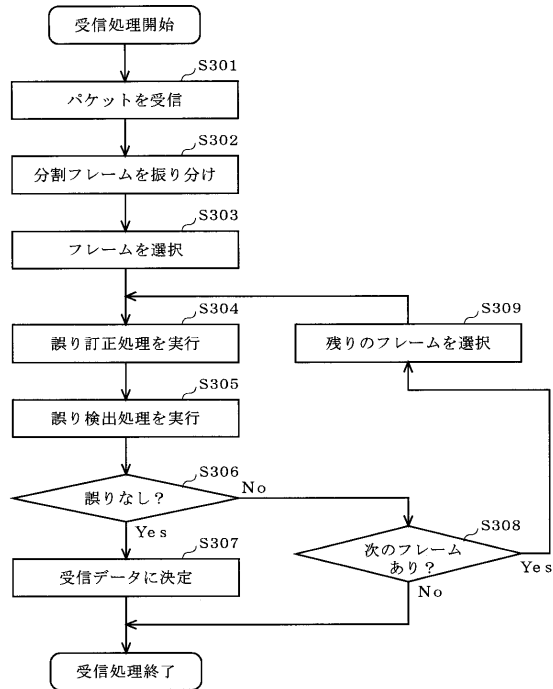
【図1】



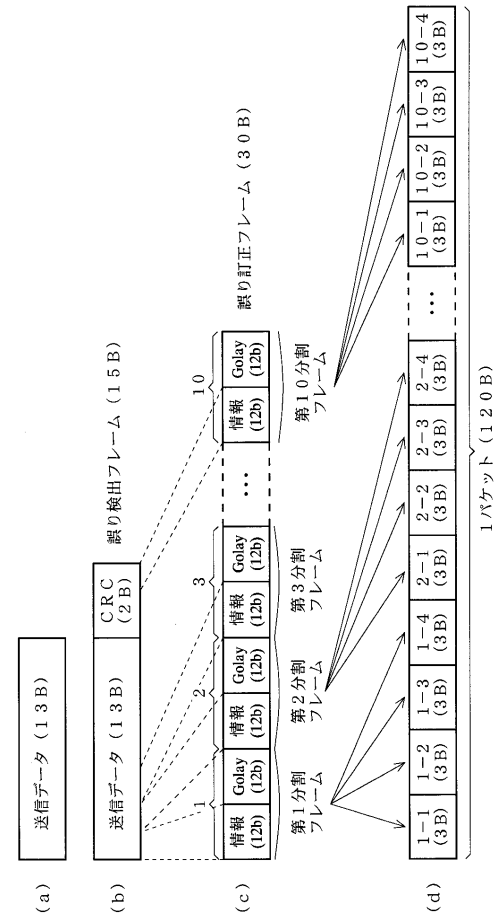
【図2】



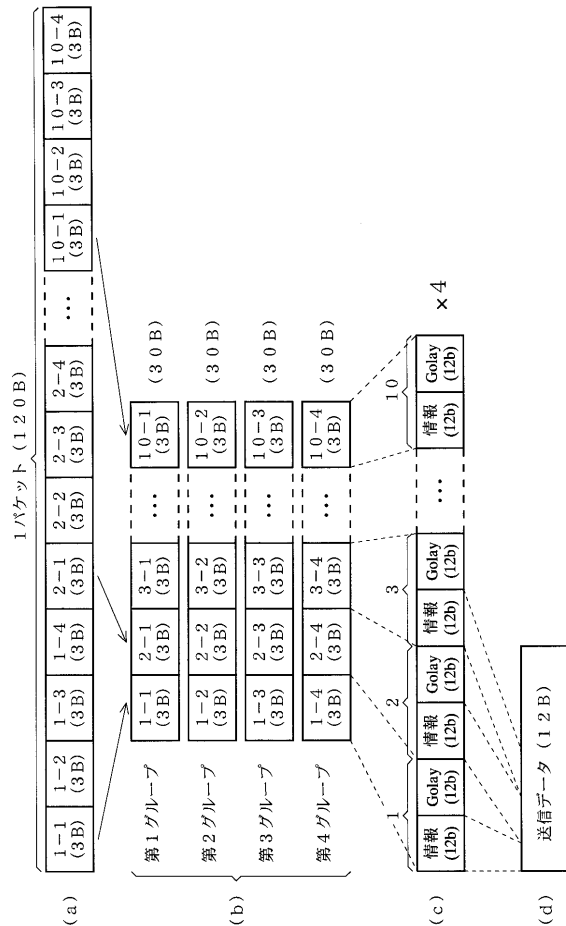
【図 3】



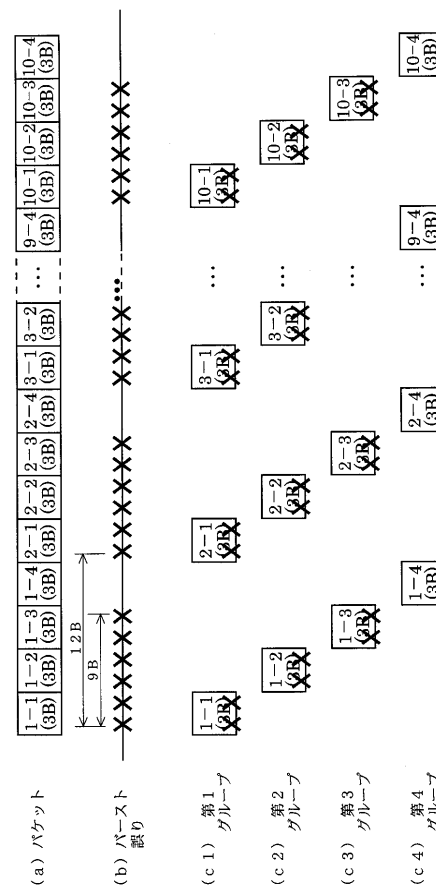
【図 4】



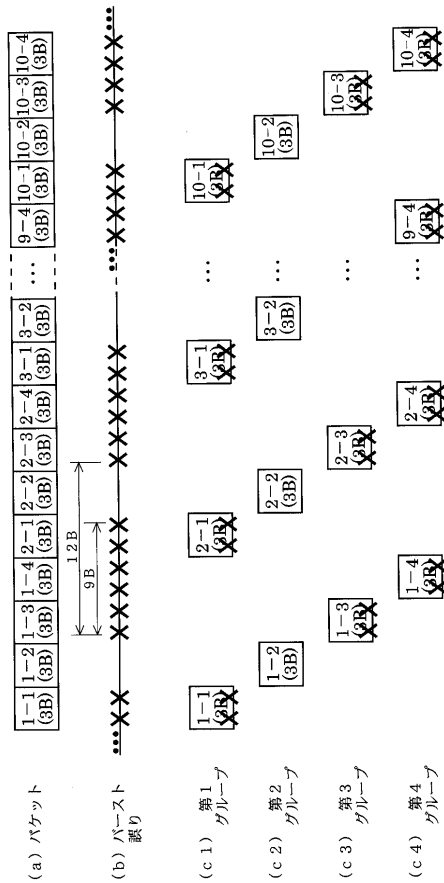
【図 5】



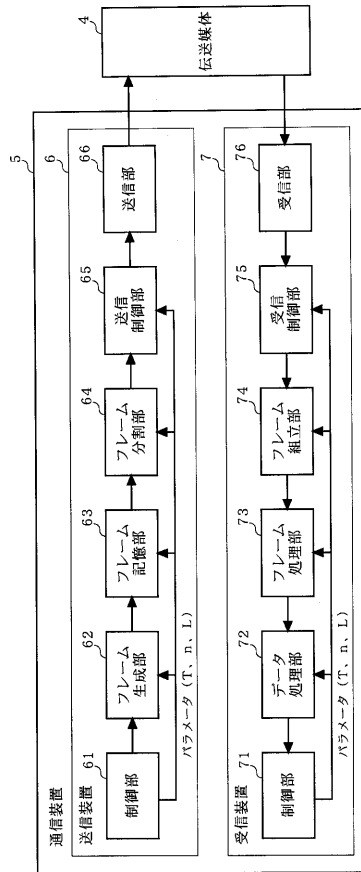
【図 6 - A】



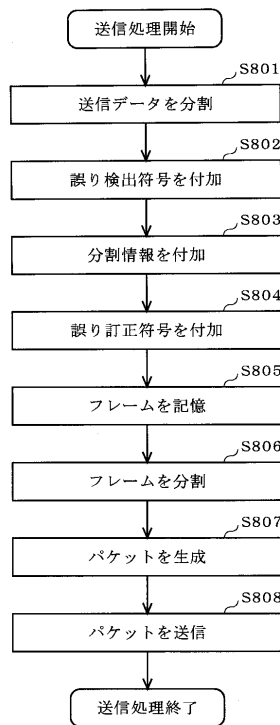
【図 6 - B】



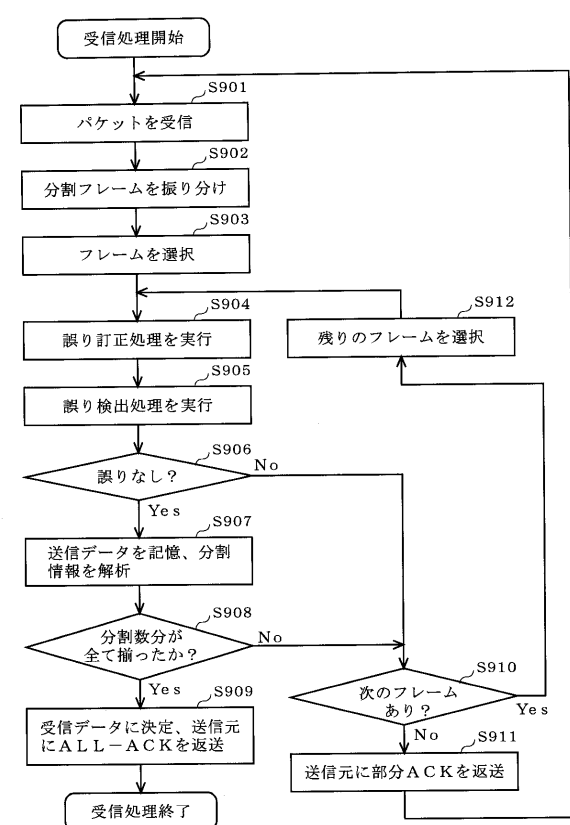
【図 7】



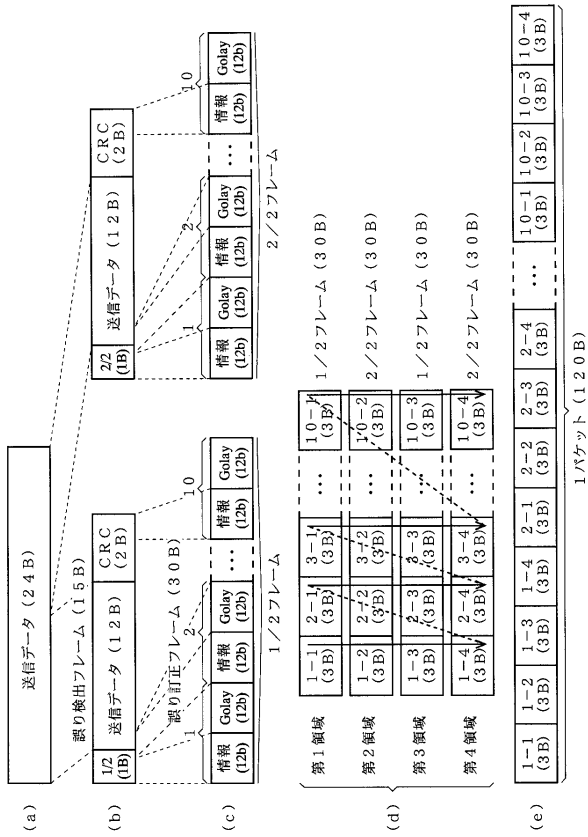
【図 8】



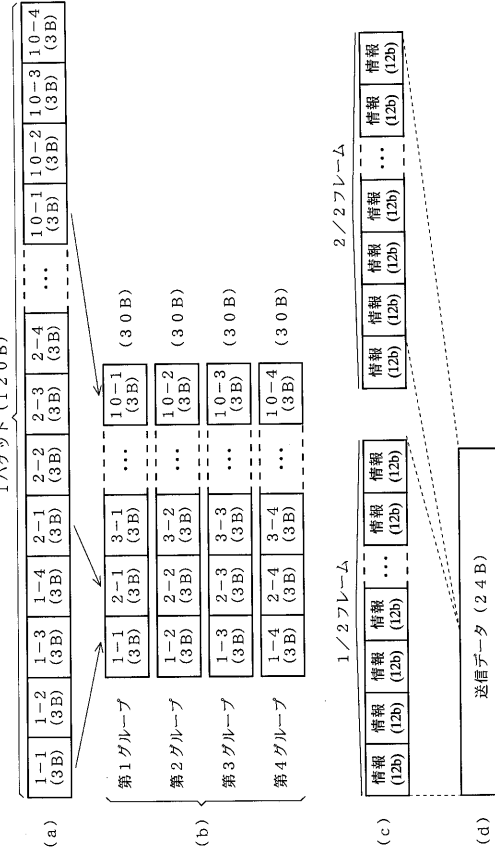
【図 9】



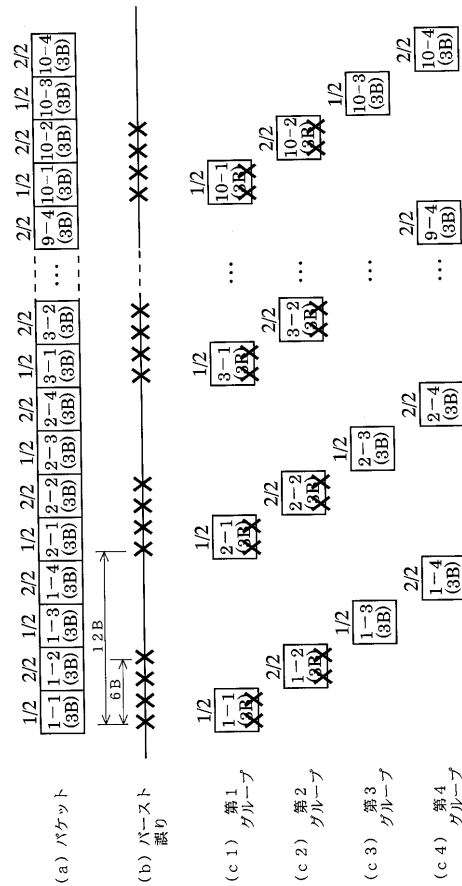
【図 10】



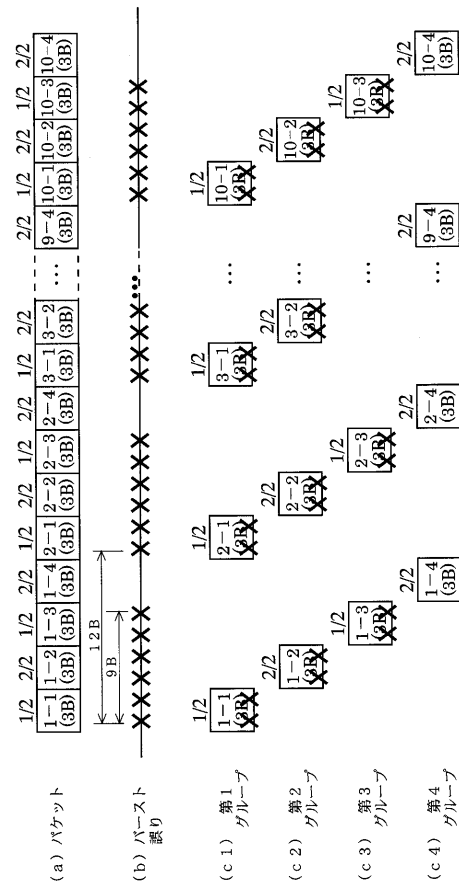
【図 11】



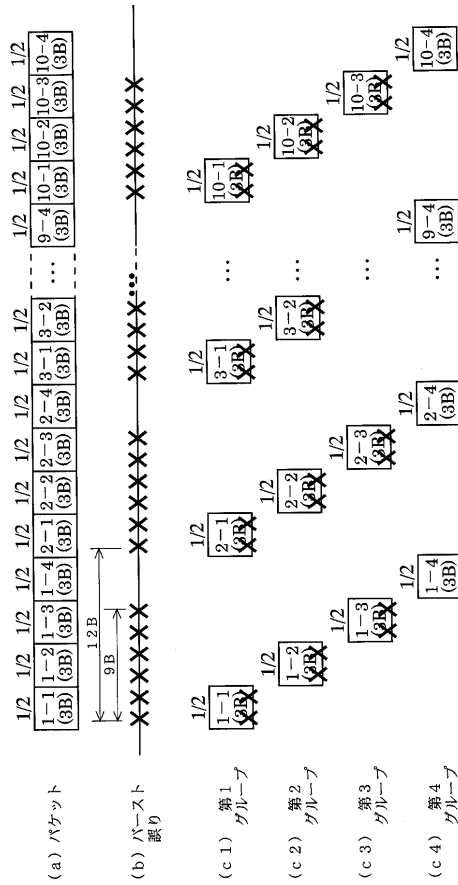
【図 12 - A】



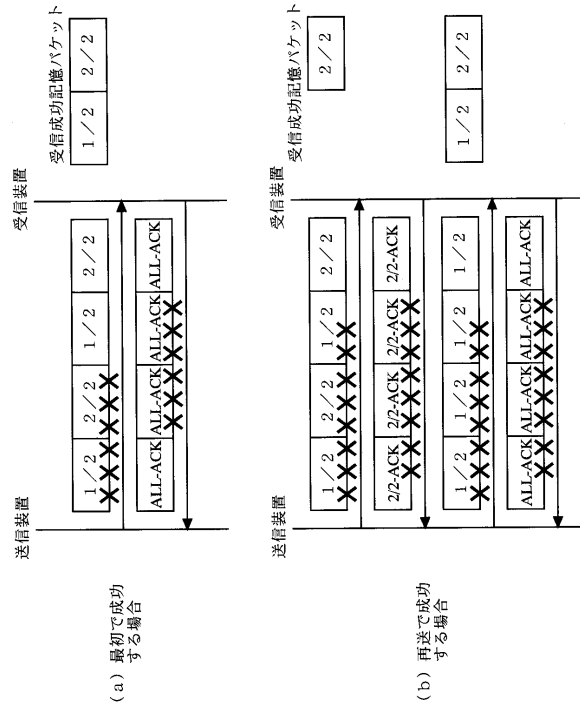
【図 12 - B】



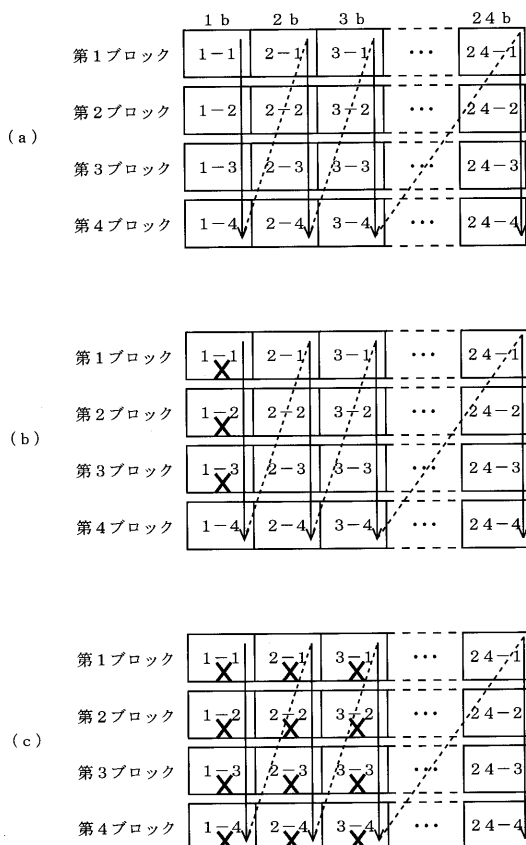
【図 12 - C】



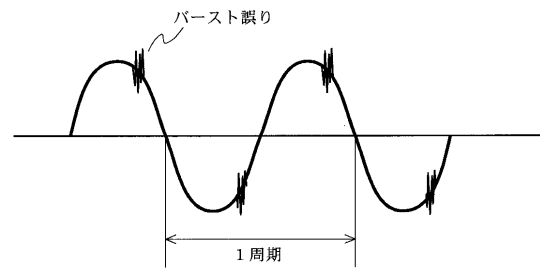
【図 13】



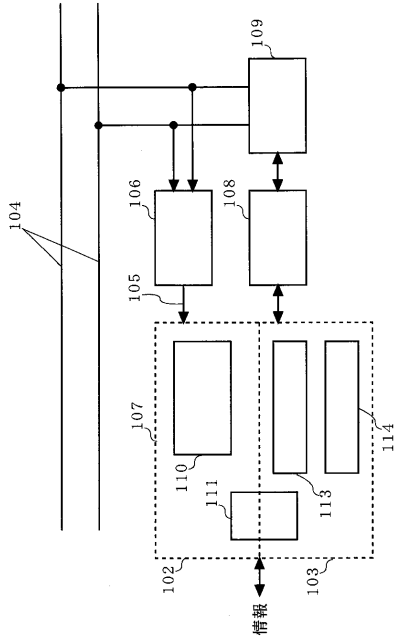
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭58-105636(JP,A)

特開平10-190632(JP,A)

特開平09-214474(JP,A)

特開平11-261535(JP,A)

特開平11-298449(JP,A)

M.A.Redfem MIEEE, et al., CODING TECHNIQUES FOR SECURE DIGITAL COMMUNICATIONS FOR UNIT PROTECTION OF DISTRIBUTION FEEDERS., IEEE Transactions on Power Delivery, 1996年4月, vol.11, no.2, p.723

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 1/00

H04L 1/08

H04L 1/16

H04L 29/08