

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-166320

(P2018-166320A)

(43) 公開日 平成30年10月25日(2018.10.25)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 4 L 7/033 (2006.01) H 0 4 L 7/033 7 0 0 5 K 0 4 7

審査請求 有 請求項の数 18 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-126028 (P2017-126028) (22) 出願日 平成29年6月28日 (2017. 6. 28) (31) 優先権主張番号 15/470, 935 (32) 優先日 平成29年3月28日 (2017. 3. 28) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 514143840 晶心科技股▲ふん▼有限公司 ANDES TECHNOLOGY CO R P O R A T I O N 台湾300新竹市新竹科学工業園區力行一 路1號2樓 (74) 代理人 110000729 特許業務法人 ユニアス国際特許事務所 (72) 発明者 陳 忠和 台湾苗栗縣頭▲フン▼市信義路685巷2 6弄3號5樓 (72) 発明者 張 天興 台湾台北市大安區敦化南路二段63巷53 弄14號6樓 Fターム(参考) 5K047 AA15 GG13 GG24 GG28
---	---

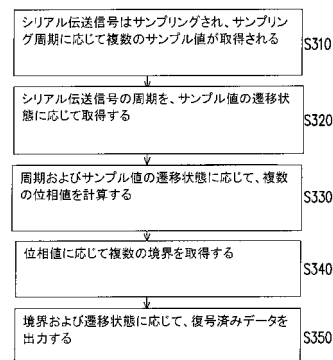
(54) 【発明の名称】 シリアル伝送信号を復号するための復号装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】シリアル伝送信号を復号するためのデータ復号装置および方法であって、送信機の周波数を知る必要がないデータ復号装置、および方法を提供すること。

【解決手段】シリアル伝送信号を復号するための方法であって、シリアル伝送信号をサンプリングして、サンプリング周期に応じて複数のサンプル値を取得するステップと、サンプル値の遷移状態に応じて、シリアル伝送信号の周期を取得するステップと、周期およびサンプル値の遷移状態に応じて、複数の位相値を計算するステップと、位相値に応じて、複数の境界を取得するステップと、境界および遷移状態に応じて、復号済みデータを出力するステップとを含む方法が提供される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シリアル伝送信号を復号するための方法であって、
該シリアル伝送信号をサンプリングして、サンプリング周期に応じて複数のサンプル値を取得するステップと、
該サンプル値の遷移状態に応じて、該シリアル伝送信号の周期を取得するステップと、
該周期および該サンプル値の該遷移状態に応じて、複数の位相値を計算するステップと、
、
該位相値に応じて、複数の境界を取得するステップと、
該境界および該遷移状態に応じて、復号済みデータを出力するステップと
を備える方法。

10

【請求項 2】

前記シリアル伝送信号をサンプリングして、前記サンプリング周期に応じて前記サンプル値を取得するステップが、
該サンプリング周期を有するサンプリング・クロックによって、該シリアル伝送信号の複数の所定のパターンをサンプリングするステップを備え、
該所定のパターンが、該シリアル伝送信号上でデータを送る前に送られる、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記シリアル伝送信号をサンプリングして、前記サンプリング周期に応じて前記サンプル値を取得するステップが、
該シリアル伝送信号の複数の所定のパターンを、複数のサンプリング・クロックによってサンプリングするステップを備え、
該所定のパターンが、該シリアル伝送信号上でデータを送る前に送られる、
請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記遷移状態が複数のエッジ値を備え、該エッジ値のそれぞれが、第 1 のサンプル値と第 2 のサンプル値との変動に応じて決定され、該第 1 のサンプル値が、該第 2 のサンプル値のすぐ隣にある、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記シリアル伝送信号をサンプリングして、前記サンプリング周期に応じて前記サンプル値を取得するステップが、
該サンプル値にそれぞれ対応する複数の指標値を生成するステップであって、該指標値が等差数列を形成する、生成するステップをさらに備え、
前記サンプル値の前記遷移状態に応じて、前記シリアル伝送信号の前記周期を取得する前記ステップが、
A 番目のエッジ値および B 番目のエッジ値にそれぞれ対応する 2 つの指標値の差分値を計算するステップ、および該差分値を $(A - B)$ で割って、該シリアル伝送信号の該周期を取得するステップを備える、請求項 4 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記周期および前記サンプル値の前記遷移状態に応じて、前記位相値を計算するステップが、
該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ が、前記エッジ値のうちの 1 つに対応する場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = \text{前記シリアル伝送信号の該周期 } T \text{ の } 2 \text{ 分の } 1$ 、を設定するステップと、
該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応するエッジ値がない場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = ((PHASE(N - 1) + 1) / T)$ の剰余値、を設定するステップと
を備える、請求項 5 に記載の方法。

40

【請求項 7】

50

前記周期および前記サンプル値の前記遷移状態に応じて、前記位相値を計算するステップが、

C番目のエッジ値とD番目のエッジ値との間の1の数を計算し、該1の数を $(C - D)$ で割って、下降値 P_f を取得するステップと、

該C番目のエッジ値と該D番目のエッジ値との間の0の数を計算し、該0の数を $(C - D)$ で割って、立ち上がり値 P_r を取得するステップと、

該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応する前記エッジ値のうちの1つが立ち上がりエッジである場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = P_r$ 、を設定するステップと、

該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応する該エッジ値のうちの1つが立ち下がりエッジである場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = P_f$ 、を設定するステップと、

該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応するエッジ値がない場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = ((PHASE(N - 1) + 1) / T)$ の剰余値、を設定するステップと

を備える、請求項5に記載の方法。

【請求項8】

前記位相値に応じて、前記境界を取得するステップが、

該位相値のそれぞれが前記シリアル伝送信号の前記周期よりも小さいかどうかをチェックすることによって、該境界のそれぞれを取得するステップを備える、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記境界および前記遷移状態に応じて、前記復号済みデータを出力するステップが、

該遷移状態にある複数のエッジ値のうちの1つが、2つの連続した境界間に生じたかどうかをチェックするステップを備える、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

シリアル伝送信号を復号するように構成されたデータ復号装置であって、

該シリアル伝送信号をサンプリングして、サンプリング周期に応じて複数のサンプル値を取得する信号サンプリング装置と、

該信号サンプリング装置に接続されたコントローラであって、

該シリアル伝送信号の周期を、該サンプル値の遷移状態に応じて取得し、

該周期および該サンプル値の該遷移状態に応じて、複数の位相値を計算し、

該位相値に応じて、複数の境界を取得し、

該境界および該遷移状態に応じて、復号済みデータを出力する

ように構成されたコントローラと

を備える、データ復号装置。

【請求項11】

前記信号サンプリング装置が、前記サンプリング周期を有するサンプリング・クロックによって前記シリアル伝送信号の複数の所定のパターンをサンプリングし、

該所定のパターンが、該シリアル伝送信号上でデータを送る前に送られる、請求項10に記載のデータ復号装置。

【請求項12】

前記信号サンプリング装置が、複数のサンプリング・クロックによって、前記シリアル伝送信号の複数の所定のパターンをサンプリングし、

該所定のパターンが、該シリアル伝送信号上でデータを送る前に送られる、請求項10に記載のデータ復号装置。

【請求項13】

前記遷移状態が複数のエッジ値を備え、該エッジ値のそれぞれが、第1のサンプル値と第2のサンプル値との変動に応じて前記コントローラによって決定され、該第1のサンプル値が、該第2のサンプル値のすぐ隣にある、請求項10から12のいずれか一項に記載

10

20

30

40

50

のデータ復号装置。

【請求項 14】

前記コントローラが、前記サンプル値にそれぞれ対応する複数の指標値であって、等差数列を形成する指標値を生成し、A 番目のエッジ値および B 番目のエッジ値にそれぞれ対応する 2 つの指標値の差分値を計算し、該差分値を $(A - B)$ で割って、前記シリアル伝送信号の前記周期を取得するようにさらに構成された、請求項 13 に記載のデータ復号装置。

【請求項 15】

前記コントローラが、

前記位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ が、前記エッジ値のうちの 1 つに対応する場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = \text{前記シリアル伝送信号の前記周期 } T \text{ の } 2 \text{ 分の } 1$ 、を設定し、

該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応するエッジ値がない場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = ((PHASE(N - 1) + 1) / T)$ の剰余値、を設定する

ようにさらに構成された、請求項 14 に記載のデータ復号装置。

【請求項 16】

前記コントローラが、

C 番目のエッジ値と D 番目のエッジ値との間の 1 の数を計算し、該 1 の数を $(C - D)$ で割って下降値 P_f を取得し、

該 C 番目のエッジ値と該 D 番目のエッジ値との間の 0 の数を計算し、該 0 の数を $(C - D)$ で割って立ち上がり値 P_r を取得し、

前記位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応する前記エッジ値のうちの 1 つが立ち上がりエッジである場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = P_r$ 、を設定し

該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応する該エッジ値のうちの 1 つが立ち下がりエッジである場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = P_f$ 、を設定し、

該位相値のそれぞれ $PHASE(N)$ に対応するエッジ値がない場合には、該位相値のそれぞれ $PHASE(N) = ((PHASE(N - 1) + 1) / T)$ の剰余値、を設定する

ようにさらに構成された、請求項 14 に記載のデータ復号装置。

【請求項 17】

前記コントローラが、

前記位相値のそれぞれが前記シリアル伝送信号の前記周期よりも小さいかどうかをチェックすることによって、前記境界のそれぞれを取得する

ようにさらに構成された、請求項 10 から 16 のいずれか一項に記載のデータ復号装置。

【請求項 18】

前記コントローラが、

前記遷移状態にある複数のエッジ値のうちの 1 つが、2 つの連続した境界間に生じたかどうかをチェックする

ようにさらに構成された、請求項 10 から 17 のいずれか一項に記載のデータ復号装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリアル伝送信号を復号するためのデータ復号装置、およびその方法に関する。特に、本発明は、シリアル伝送信号を符号化するための送信機のクロック周波数についての情報なしにシリアル伝送信号の複数の境界を検出するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

シリアル伝送信号でデータを送信するために、従来技術では、同期データ伝送方式および非同期データ伝送方式が提供される。図 1 A および図 1 B を参照されたい。ここで図 1

10

20

30

40

50

Aは同期データ伝送方式のブロック図を示し、図1Bは非同期データ伝送方式のブロック図を示す。図1Aでは、送信機110および受信機120が提供され、送信機110は受信機120に接続される。送信機110は、クロック信号CLKおよびシリアル伝送信号DSを受信機120に送信する。シリアル伝送信号DSおよびクロック信号CLKは同期しており、受信機120は、シリアル伝送信号DS上で搬送されるデータを、クロック信号CLKに応じて復号することができる。

【0003】

図1Bにおいて、図1Bは、送信機130および受信機140を提供する。送信機130は受信機140に接続され、送信機130は、シリアル伝送信号DSを生成するために、クロック信号CLKTに応じて送信データを符号化する。送信機130は、シリアル伝送信号DSを受信機140に送信する。受信機140は、シリアル伝送信号DSを復号してクロックCLKRに応じて送信データを取得することができる。ここで、受信機140のクロックCLKRは、送信機130のクロック信号CLKTのクロック周波数に応じて生成されることに留意すべきである。

10

【0004】

したがって、従来技術の同期データ伝送方式と非同期データ伝送方式の両方では、受信機は、送信機のクロック信号のクロック周波数を知る必要がある。さらに、送信機が高いビット・レート精度を有していることが必要とされる。特に、高速ユニバーサル・シリアル・バス(USB)では、必要とされる送信機の精度は、 $480\text{Mbps} \pm 0.05\%$ (500ppm)である。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、シリアル伝送信号を復号するためのデータ復号装置および方法を対象とし、そのデータ復号装置は、送信機の周波数を知る必要がない。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示は、シリアル伝送信号を復号するための方法であって、シリアル伝送信号をサンプリングして、サンプリング周期に応じて複数のサンプル値を取得するステップと、サンプル値の遷移状態に応じて、シリアル伝送信号の周期を取得するステップと、周期およびサンプル値の遷移状態に応じて、複数の位相値を計算するステップと、位相値に応じて、複数の境界を取得するステップと、境界および遷移状態に応じて、復号済みデータを出力するステップとを含む方法を提供する。

30

【0007】

本開示は、信号サンプリング装置とコントローラとを含むデータ復号装置を提供する。信号サンプリング装置は、シリアル伝送信号をサンプリングして、サンプリング周期に応じて複数のサンプル値を取得する。コントローラは信号サンプリング装置に接続され、コントローラは、サンプル値の遷移状態に応じて、シリアル伝送信号の周期を取得し、周期およびサンプル値の遷移状態に応じて、複数の位相値を計算し、位相値に応じて、複数の境界を取得し、境界および遷移状態に応じて、復号済みデータを出力するように構成される。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明は、シリアル伝送信号を復号してシリアル伝送信号の複数の境界を検出するための方法を提供し、その境界を参照することによって複数の出力データが生成され得る。したがって、シリアル伝送信号を符号化するための送信機のクロック周波数は、データ復号装置にとって予め必要ではない。

【0009】

本発明の上記および他の特徴および利点を理解しやすくするために、図面が添付された、いくつかの例示的な実施形態が以下で詳細に記述される。

50

【 0 0 1 0 】

添付図面は、本発明のさらなる理解をもたらすために含まれており、本明細書に組み込まれ、本発明の一部を構成する。図面は、本発明の実施形態を示し、記述と併せて本発明の原理を説明する役割を果たす。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1 A】同期データ伝送方式のブロック図である。

【 0 0 1 2 】

【図 1 B】非同期データ伝送方式のブロック図である。

【 0 0 1 3 】

【図 2】本開示の一実施形態によるシリアル伝送信号の波形プロットである。

【 0 0 1 4 】

【図 3】一実施形態による、シリアル伝送信号を復号するための方法のフローチャートである。

【 0 0 1 5 】

【図 4 A】本開示の一実施形態による、シリアル伝送信号をサンプリングするための 2 つの波形プロットである。

【図 4 B】本開示の別の一実施形態による、シリアル伝送信号をサンプリングするための 2 つの波形プロットである。

【 0 0 1 6 】

【図 5】本開示の一実施形態による、シリアル伝送信号の所定のパターンの波形プロットである。

【 0 0 1 7 】

【図 6】本開示の一実施形態による、シリアル伝送信号の周期を取得するための波形プロットである。

【 0 0 1 8 】

【図 7】本開示の一実施形態による、シリアル伝送信号の位相値および境界を取得するための波形プロットである。

【 0 0 1 9 】

【図 8】本開示の別の実施形態による、シリアル伝送信号の所定のパターンの波形プロットである。

【 0 0 2 0 】

【図 9】本開示の一実施形態による、図 8 のシリアル伝送信号を復号するための波形プロットである。

【 0 0 2 1 】

【図 1 0】本開示の一実施形態によるデータ復号装置の概略図である。

【 0 0 2 2 】

【図 1 1】本開示の一実施形態によるコントローラの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

図 2 を参照されたい。図 2 は、本開示の一実施形態による、シリアル伝送信号の波形プロットを示す。図 2 では、シリアル伝送信号 S T S は、送信データ D A T A に応じて符号化され得る。送信データ D A T A を符号化するための符号化方法としては、非ゼロ復帰 (N R Z) 方式、マンチェスター方式、A M I (A l t e r n a t e M a r k I n v e r s i o n : 交番マーク反転) 方式、M L T - 3 (M u l t i l e v e l T r a n s m i s s i o n 3 : 多値伝送 3) 方式、および二位相符号化方式が含まれ得るが、これらには限定されない。図 2 では、送信データ D A T A は、非ゼロ復帰かつ 1 で反転 (N R Z I) の方式に応じて符号化され、シリアル伝送信号 S T S が取得され得る。ここで、送信データ D A T A が論理「 1 」である場合、対応するシリアル伝送信号 S T S の物理レベルは遷移され得、送信データ D A T A が論理「 0 」である場合、対応するシリアル伝送信号

10

20

30

40

50

S T S の物理レベルは遷移されない。

【 0 0 2 4 】

図 3 を参照されたい。図 3 は、一実施形態によるシリアル伝送信号を復号するための方法のフローチャートを示す。ステップ S 3 1 0 において、シリアル伝送信号はサンプリングされ、サンプリング周期に応じて複数のサンプル値が取得され得る。詳細には、ステップ S 3 1 0 に関して図 4 A および図 4 B を参照すると、図 4 A および図 4 B は、本開示の異なる実施形態による、シリアル伝送信号をサンプリングするためのそれぞれ 2 つの波形プロットを示す。図 4 A では、シリアル伝送信号 S T S は、複数のクロック信号 C L K 0、C L K 9 0、C L K 1 8 0、および C L K 2 7 0 によってサンプリングされ得る。クロック信号 C L K 0、C L K 9 0、C L K 1 8 0、および C L K 2 7 0 のクロック周波数は同じであってもよいが、クロック信号 C L K 0、C L K 9 0、C L K 1 8 0、および C L K 2 7 0 の位相は異なっている。シリアル伝送信号 S T S は、それぞれクロック信号 C L K 0、C L K 9 0、C L K 1 8 0、および C L K 2 7 0 の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）によってサンプリングされ得、複数のサンプル値 S V が取得され得る。この実施形態では、サンプリングされた周期は $T_{CLK} / 4$ に等しく、 T_{CLK} は、クロック信号 C L K 0、C L K 9 0、C L K 1 8 0、および C L K 2 7 0 のうちの 1 つの周期である。

10

【 0 0 2 5 】

図 4 B では、シリアル伝送信号 S T S は、単にクロック信号 C L K X によってサンプリングされるだけであり得る。クロック信号 C L K X のクロック周波数は、クロック信号 C L K 0 より高くてもよい。シリアル伝送信号 S T S は、クロック信号 C L K X の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）によってサンプリングされ得、複数のサンプル値 S V も取得され得る。

20

【 0 0 2 6 】

図 5 を参照されたい。図 5 は、本開示の一実施形態によるシリアル伝送信号の所定のパターンの波形プロットを示す。本開示では、シリアル伝送信号のすべてをサンプリングする必要はない。実際の用途では、複数の所定のパターンは、符号化動作中にシリアル伝送信号 S T S に挿入され得る。所定のパターンは、シリアル伝送信号 S T S 上でデータを送る前に送られ、シリアル伝送信号 S T S のプリアンプルになる。ステップ S 3 1 0 のサンプリング動作は、シリアル伝送信号 S T S の所定のパターンに対して動作されてもよい。

30

【 0 0 2 7 】

図 5 では、時点間 $0 \sim T$ 、 $T \sim 2T$ 、 $2T \sim 3T$ 、または $3T \sim 4T \cdots$ の周期中、シリアル伝送信号 S T S の遷移時点のそれぞれは、対応する周期の半分の時点に生じている。例えば、データ D 0 に対応する遷移時点は、時点 $T \times 1 / 2$ にあり、データ D 1 に対応する遷移時点は、時点 $T \times 3 / 2$ にある。

【 0 0 2 8 】

シリアル伝送信号 S T S の周期 T は不明なので、したがって、ステップ S 3 2 0 は、送信信号の周期をサンプル値の遷移状態に応じて取得するために動作される。図 6 を参照されたい。図 6 は、本開示の一実施形態によるシリアル伝送信号の周期を取得するための波形プロットを示す。図 6 では、図 5 のシリアル伝送信号 S T S が、1 つまたは複数のクロック信号 C L K S によってサンプリングされ、複数のサンプル値が取得され得る。サンプル値 S V のそれぞれは、論理「1」または論理「0」を対象とすることができる。さらに、サンプル値 S V は、複数の指標値を生成することによってそれぞれ指標付けされ得る。指標値は、それぞれサンプル値 S V に対応しており、指標値は等差数列を形成し得る。

40

【 0 0 2 9 】

一方、複数のエッジ値 E D G V は、すぐ隣同士にある 2 つのサンプル値の変動に応じて決定され得る。エッジ値 E D G V は、シリアル伝送信号 S T S の遷移状態を表す。例えば、サンプル値 S V 1 (= 1) とサンプル値 S V 2 (= 0) は異なっている（変動している）ことから、値「f」を有する対応するエッジ値 E G 1 が生成され得る。サンプル値 S V 3 (= 0) とサンプル値 S V 4 (= 1) は異なっている（変動している）ことから、値「

50

「r」を有する対応するエッジ値 E G 2 が生成され得る。値「f」は、立ち下がりエッジに対応するエッジ値 E G 1 を指示し、値「r」は、立ち上がりエッジに対応するエッジ値 E G 2 を指示する。

【0030】

次いで、2つのエッジ値が選択され得、2つの選択されたエッジ値（A番目のエッジ値とB番目のエッジ値）にそれぞれ対応する2つの指標値間の差分値が計算され得る。エッジ値 E G 1（B = 1）および E G 3（A = 5）を例にとると、エッジ値 E G 1 および E G 3 に対応する指標値は、それぞれ3および2であり、差分値は $2 - 3 = -1$ である。差分値（= -1）はさらに、 $A - B = 5 - 1 = 4$ で割られ、周期 $T = 1 / 4 = 0.25$ が取得され得る。

10

【0031】

再び図3を参照されたい。ステップ S 3 3 0 は、周期およびサンプル値の遷移状態に応じて、複数の位相値を計算するために実行される。ステップ S 3 3 0 の詳細において、図7を参照されたい。図7は、本開示の一実施形態による、シリアル伝送信号の位相値および境界を取得するための波形プロットを示す。

【0032】

図7では、位相値は、周期 T およびサンプル値 S V の遷移状態（エッジ値 E D G V）に応じて計算される。詳細には、位相値のそれぞれ P H V（N）は、式（1）として表され得る。

P H V（N）

20

= $1 / 2 \times T$ （対応するサンプル値がエッジである場合）

= $(P H V(N - 1) + 1) \% T$ （対応するサンプル値がエッジではない場

合）（1）

【0033】

ここで、式（1）において、除算式の剰余を得るために演算子 % が使用される。

【0034】

式（1）によれば、複数の位相値 P H V が取得され得る。例えば、値「0」を有するサンプル値に対応する位相値 P V 1 は、立ち下がりエッジであり、位相値 $P V 1 = 1 / 2 \times 4.5 = 2.25$ である。値「1」を有するサンプル値に対応する位相値 P V 5 は、立ち上がりエッジであり、位相値 $P V 5 = 1 / 2 \times 4.5 = 2.25$ である。さらに、エッジではないサンプル値に対応する位相値 P V 2 は、位相値 $P V 2 = (2.25 + 1) \% 4.5 = 3.25$ である。エッジではないサンプル値に対応する位相値 P V 4 は、位相値 $P V 4 = (4.25 + 1) \% 4.5 = 0.75$ である。

30

【0035】

再び図3を参照されたい。位相値 P H V が決定された後、位相値 P H V に応じて複数の境界を取得するために、ステップ S 3 4 0 が実行される。図7を参照すると、境界 B D 1 ~ B D N のそれぞれは、位相値および周期 T のそれぞれに応じて決定され得る。位相値 + 1 が周期 T 以上である場合、その位相値に対応する境界が決定され得る。例えば、位相値 $P V 3 + 1 = 5.25$ は、周期 T（4.5）よりも大きく、境界 B D 1 が決定され得る。上述したのと同じ理由で、境界 B D 2 ~ B D N が、位相値 P H V に応じて決定され得る。

40

【0036】

境界が決定された後、境界および遷移状態に応じて、復号済みデータ O U T を出力するために、図3のステップ S 3 5 0 が実行され得る。ステップ S 3 5 0 の詳細において、出力データ O U T は、複数のデータ・ビットを含み、データ・ビットのそれぞれは、2つの連続した境界間でいずれかのエッジ値が生じたかどうかをチェックすることによって決定され得る。例えば、図7において、エッジ値「f」は境界 B D 1 の前に生じ、論理「1」を有するデータ・ビット O T 1 が生成される。別のエッジ値「r」は、境界 B D 1 と B D 2 の間に生じ、論理「1」を有する別のデータ・ビット O T 2 が生成される。さらに、境界 B D 5 と B D 6 の間にはいずれのエッジ値も見つけることができず、論理「0」を有するデータ・ビット O T 3 が生成され得る。

50

【 0 0 3 7 】

図 8 を参照されたい。図 8 は、本開示の別の実施形態によるシリアル伝送信号の所定のパターンの波形プロットを示す。図 5 とは異なり、図 7 のシリアル伝送信号 S T S は、1 つの周期の中央の時点で遷移していない。さらに、1 つの周期の立ち上がりエッジと開始時点との間の第 1 の時間長さ（立ち上がり値 P r ）と、1 つの周期の立ち下がりエッジと開始時点との間の第 2 の時間長さ（立ち下がり値 P f ）は、異なり得る。

【 0 0 3 8 】

図 9 を参照されたい。図 9 は、本開示の一実施形態による、図 8 のシリアル伝送信号を復号するための波形プロットを示す。図 9 では、シリアル伝送信号 S T S は、サンプリングされた周期を有する 1 つまたは複数のクロック信号 C L K S によってサンプリングされて、複数のサンプル値 S V が取得される。サンプル値 S V は、指標値 I D X によってそれぞれ指標付けされ得、シリアル伝送信号 S T S の遷移状態にある複数のエッジ値 E D G V は、サンプル値 S V に応じて決定され得る。

10

【 0 0 3 9 】

シリアル伝送信号 S T S の周期 T を計算するために、2 つのエッジ値（エッジ値 E G 1 および E G 5 ）が選択され得、選択された 2 つのエッジ値にそれぞれ対応する 2 つの指標値（3 および 2 0 ）間の差分値が計算され得る。したがって、周期 $T = (20 - 3) / (5 - 1) = 4.25$ が取得され得る。

【 0 0 4 0 】

ここで、本実施形態では、立ち上がり値 P r と立ち下がり値 P f が異なることから、立ち上がり値 P r と立ち下がり値 P f が別々に計算され得ることに留意すべきである。ここで、立ち下がり値 P f は、C 番目のエッジ値と D 番目のエッジ値との間にある 1 の数を計算し、その 1 の数を $(C - D)$ で割ることによって取得され、立ち上がり値 P r は、C 番目のエッジ値と D 番目のエッジ値との間にある 0 の数を計算し、その 0 の数を $(C - D)$ で割ることによって取得される。例えば、C および D がそれぞれ 5 および 1 である場合、立ち下がり値 $P f = 7 / 4 = 1.75$ 、および立ち上がり値 $P r = 10 / 4 = 2.5$ である。

20

【 0 0 4 1 】

さらに、周期 T、立ち上がり値 P r、立ち下がり値 P f、およびサンプル値 S V の遷移状態（エッジ値 E D G V ）に応じて、位相値が計算される。詳細には、位相値のそれぞれ P H V (N) は、式 (2) として表され得る。

30

P H A S E (N) =

P r （対応するサンプル値が立ち上がりエッジである場合）

P f （対応するサンプル値が立ち下がりエッジである場合）

$(P H V (N - 1) + 1) \% T$ （対応するサンプル値がエッジではない場合） (2)

【 0 0 4 2 】

ここで、式 (2) において、除算式の剰余を得るために演算子 % が使用される。

【 0 0 4 3 】

式 (2) によれば、複数の位相値 P H V が取得され得る。例えば、値「0」を有するサンプル値に対応する位相値 P V 1 は立ち下がりエッジであり、位相値 $P V 1 = P f = 1.75$ である。値「1」を有するサンプル値に対応する位相値 P V 2 は立ち上がりエッジであり、位相値 $P V 2 = (0.5 + 1) \% 4.5 = 1.5$ である。さらに、立ち上がりエッジであるサンプル値に対応する位相値 P V 2 の次の位相値は、位相値 $= P r = 2.25$ である。エッジではないサンプル値に対応する位相値 P V 3 は、位相値 $P V 3 = (3.50 + 1) \% 4.25 = 0.25$ である。

40

【 0 0 4 4 】

位相値 P H V によれば、図 3 のステップ S 3 4 0 を実行することによって境界 B D 1 ~ B D N が決定され得る。境界 B D 1 ~ B D N のそれぞれは、位相値および周期 T のそれぞれに応じて決定され得る。位相値 + 1 が、周期 T 以上である場合には、位相値に対応する

50

境界が決定され得る。境界が決定された後、境界および遷移状態に応じて復号済みデータ O U T を出力するために、図 3 のステップ S 3 5 0 が実行され得る。復号済み出力データ O U T のデータ・ビットのそれぞれは、2 つの連続した境界間にいずれかのエッジ値が生じたかどうかをチェックすることによって決定され得る。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 を参照されたい。図 1 0 は、本開示の一実施形態によるデータ復号装置の概略図を示す。データ復号装置 1 0 0 0 は、データ・サンプリング装置 1 0 1 0、およびコントローラ 1 0 2 0 を含む。データ・サンプリング装置 1 0 1 0 は、コントローラ 1 0 2 0 に接続される。データ・サンプリング装置 1 0 1 0 は、シリアル伝送信号 S T S を受信する。シリアル伝送信号 S T S は、送信機から送信され得、シリアル伝送信号 S T S は、送信データを符号化することによって得られる。データ・サンプリング装置 1 0 1 0 は、シリアル伝送信号 S T S をサンプリングして、複数のサンプル値 S V を取得する。データ・サンプリング装置 1 0 1 0 は、1 つまたは複数のクロック信号を使用して、サンプリング周期に応じてシリアル伝送信号 S T S をサンプリングする。ハードウェア構造においては、データ・サンプリング装置 1 0 1 0 は、サンプリング動作を実行するための 1 つまたは複数の D タイプ・フリップ・フロップを含んでもよい。当然ながら、データ・サンプリング装置 1 0 1 0 は、当業者により知られている任意の他のハードウェア構造によって実装されてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

コントローラ 1 0 2 0 はサンプル値 S V を受信し、コントローラ 1 0 2 0 は、図 3 に示されたステップ S 3 2 0 ~ S 3 5 0 を実行するように構成され得、復号済みデータ O U T が生成され得る。

20

【 0 0 4 7 】

他方、コントローラ 1 0 2 0 は、演算機能を有する回路とすることができる。回路は、デジタル回路、アナログ回路、または混合モード回路とすることができる。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 を参照されたい。図 1 1 は、本開示の一実施形態によるコントローラの概略図を示す。コントローラ 1 1 0 0 は、データ・サンプリング装置 1 1 0 1 に接続され、エッジ検出器 1 1 1 0、位相計算器 1 1 3 0、周期計算器 1 1 2 0、境界検出器 1 1 4 0、およびデータ出力回路 1 1 5 0 を含む。データ・サンプリング装置 1 1 0 1 は、シリアル伝送信号 S T S をクロック信号 C L K S によってサンプリングして、サンプル値 S V を生成する。サンプル値 S V は、位相検出器 1 1 3 0、エッジ検出器 1 1 1 0、および位相計算器 1 1 2 0 に移され、位相検出器 1 1 3 0 とエッジ検出器 1 1 1 0 は、それぞれエッジ値 E D G V と周期 T を生成し得る。位相計算器 1 1 2 0 は、位相検出器 1 1 3 0 およびエッジ検出器 1 1 1 0 に接続されて、エッジ値 E D G V および周期 T を受信する。位相計算器 1 1 2 0 は、サンプル値 S V、エッジ値 E D G V、および周期 T に応じて、位相値 P H V を生成する。

30

【 0 0 4 9 】

境界検出器 1 1 4 0 は、位相計算器とデータ出力回路 1 1 5 0 との間に接続される。境界検出器 1 1 4 0 は、位相値 P H V を受信し、境界 B D x を生成する。データ出力回路 1 1 5 0 は、境界 B D x およびエッジ値 E D G V を受信し、境界 B D x およびエッジ値 E D G V に応じて復号済み出力データ O U T を生成する。

40

【 0 0 5 0 】

ここで、エッジ検出器 1 1 1 0、位相計算器 1 1 3 0、周期計算器 1 1 2 0、境界検出器 1 1 4 0、およびデータ出力回路 1 1 5 0 の詳細な動作は、上記の実施形態に記述されていることに留意されたい。エッジ検出器 1 1 1 0、位相計算器 1 1 3 0、周期計算器 1 1 2 0、境界検出器 1 1 4 0、およびデータ出力回路 1 1 5 0 の構造は、デジタル回路によって実装され得る。当業者は、ハードウェア記述言語 (H D L) または任意の他のよく知られたデジタル回路設計方式を使用して、エッジ検出器 1 1 1 0、位相計算器 1 1 3 0、周期計算器 1 1 2 0、境界検出器 1 1 4 0、およびデータ出力回路 1 1 5 0 を、対応す

50

る機能に応じて実装することができる。エッジ検出器 1 1 1 0、位相計算器 1 1 3 0、周期計算器 1 1 2 0、境界検出器 1 1 4 0、およびデータ出力回路 1 1 5 0の詳細な構造は、回路合成ツールによって得ることができ、固定されていない。

【 0 0 5 1 】

まとめると、本開示のデータ復号装置は、復号済みデータを符号化するためのクロック信号の情報を知る必要がない。データ復号装置は、サンプル値に応じて周期、位相値、エッジ値、および境界を計算することによって復号済みデータを復号することができる。したがって、送信機の高いビット・レート精度という要件は、必要ではない。

【 0 0 5 2 】

本発明の範囲または趣旨から逸脱することなく、本発明の構造に様々な修正および変更が加えられ得ることが、当業者には明らかであろう。上記に鑑み、本発明の修正および変更が添付の特許請求の範囲およびその均等物に含まれるならば、本発明はそれらを包含することが意図される。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 3 】

本開示は、復号済みデータを符号化するためのクロック信号の情報なしに、シリアル伝送信号を復号するための方法を提供する。すなわち、復号済みデータは正確に符号化され得、高速伝送動作中であってもデータが正確に送信され得る。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

1 1 0、1 3 0 送信機
 1 2 0、1 4 0 受信機
 C L K、C L K T、C L K 0、C L K 9 0、C L K 1 8 0、C L K 2 7 0、C L K X、
 C L K S クロック信号
 C L K R クロック
 D S、S T S シリアル伝送信号
 D A T A 送信データ
 S 3 1 0 ~ S 3 5 0 復号ステップ
 T、2 T、3 T、4 T、1 / 2 T、3 / 2 T 時点
 D 0、D 1 データ
 S V、S V 1、S V 2 サンプル値
 E D G V、E G 1、E G 2、E G 3 エッジ値
 P H V (N)、P V 1 ~ P V 5 位相値
 B D 1 ~ B D N、B D x 境界
 O U T 復号済みデータ
 O T 1 ~ O T 3 データ・ビット
 P r 立ち上がり値
 P f 立ち下がり値
 I D X 指標値
 1 0 0 0 データ復号装置
 1 0 1 0 データ・サンプリング装置
 1 1 0 0、1 0 2 0 コントローラ
 1 1 3 0 位相検出器
 1 1 1 0 エッジ検出器
 1 1 2 0 位相計算器
 T 周期
 1 1 4 0 境界検出器
 1 1 5 0 データ出力回路

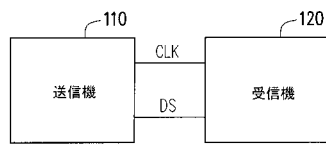
10

20

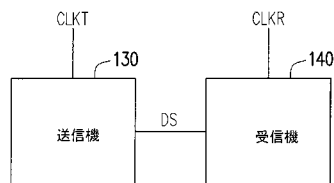
30

40

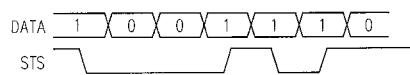
【図 1 A】



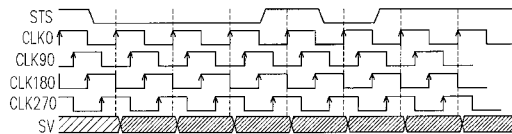
【図 1 B】



【図 2】



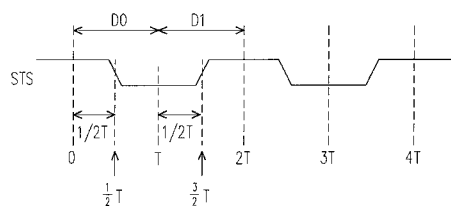
【図 4 A】



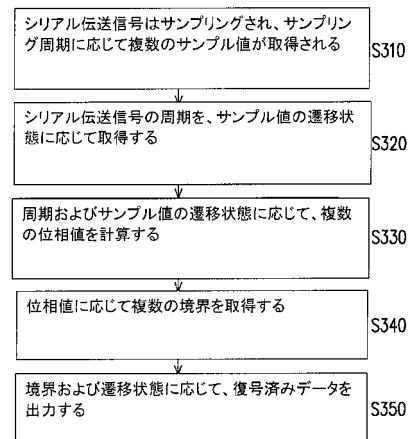
【図 4 B】



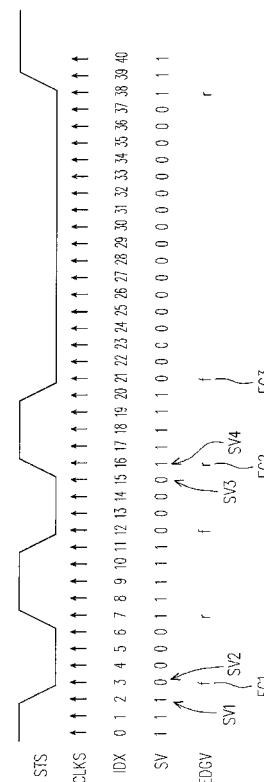
【図 5】



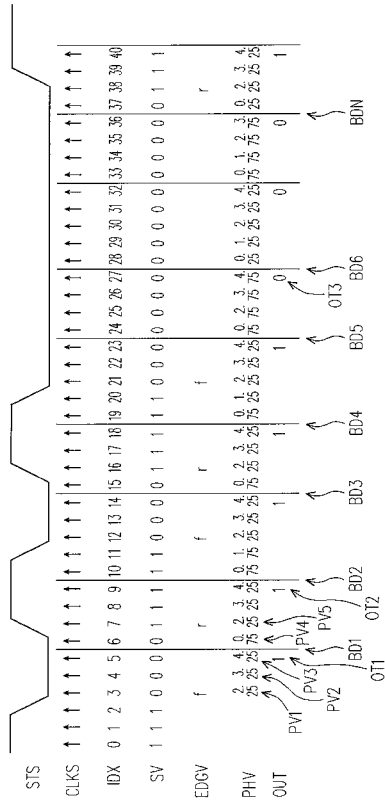
【図 3】



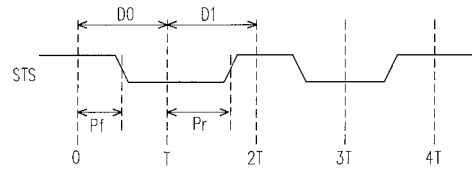
【図 6】



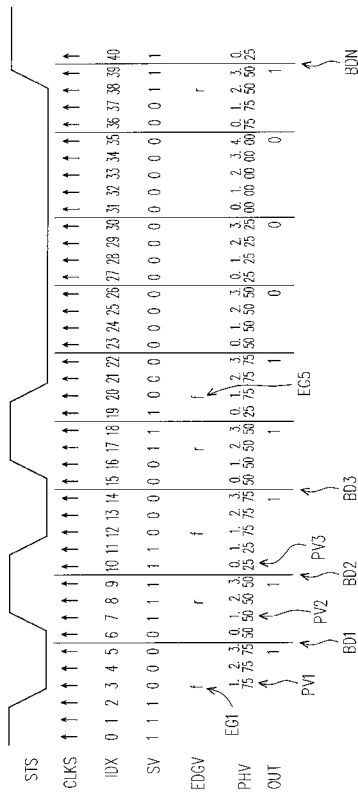
【 図 7 】



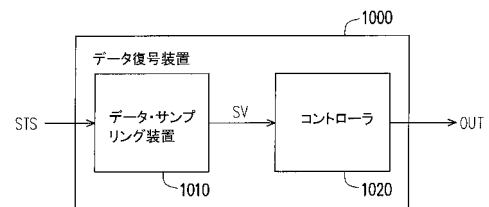
【 図 8 】



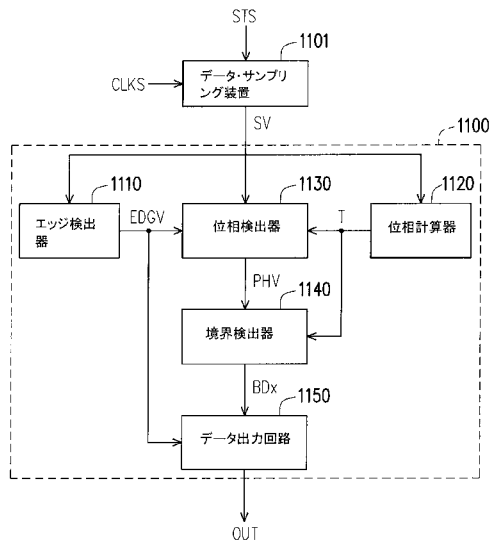
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【図 11】



【外国語明細書】
2018166320000001.pdf