

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5991795号  
(P5991795)

(45) 発行日 平成28年9月14日(2016.9.14)

(24) 登録日 平成28年8月26日(2016.8.26)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 R 23/10 (2006.01)** GO 1 R 23/10 A  
**HO 3 K 5/19 (2006.01)** HO 3 K 5/19 T

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-245514 (P2010-245514)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成22年11月1日(2010.11.1)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2012-98126 (P2012-98126A)	(74) 代理人	100092978 弁理士 真田 有
(43) 公開日	平成24年5月24日(2012.5.24)	(74) 代理人	100112678 弁理士 山本 雅久
審査請求日	平成25年8月1日(2013.8.1)	(72) 発明者	橋爪 幹人 大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットテック株式会社内
審判番号	不服2015-9737 (P2015-9737/J1)	(72) 発明者	高見 康夫 大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットテック株式会社内
審判請求日	平成27年5月26日(2015.5.26)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイポーラ信号の周波数測定方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

正パルスおよび負パルスを1個ずつ交互に配列した規則性に従ったパルス列に、バイオレーションを付加して複数の周波数成分を含むようにしたバイポーラ信号を、ユニポーラ信号に変換して被測定クロックを生成し、

前記生成した被測定クロックを第1カウンタに与え、該被測定クロックのパルス列の立ち上がりおよび立ち下りのいずれか一方をカウントして、当該カウント値を基に測定期間を設定し、

前記設定した測定期間について、基準クロックに従いカウント動作する第2カウンタを有効にし、

前記第2カウンタのカウント値を基に前記被測定クロックの周波数を算出することにより、前記バイポーラ信号の周波数を測定する方法であって、

前記バイポーラ信号に含まれる周波数成分を示す情報に基づいて、前記被測定クロックのパルス列のうちで、前記測定期間を開始するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性と、前記測定期間を終了するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性とが一致し、かつ、前記測定期間に含まれるパルス列のバイポーラ信号における、一方の極性のパルスの立ち上がりの数と、他方の極性のパルスの立ち下りの数と、が一致するようになる、前記第1カウンタのカウント値を演算しておき、

前記第1カウンタにより前記被測定クロックをカウントして得られるカウント値が、前記演算したカウント値に達するまでに要する時間を、前記測定期間に設定することを特徴

とする周波数測定方法。

【請求項 2】

周波数測定装置であって、

正パルスおよび負パルスを 1 個ずつ交互に配列した規則性に従ったパルス列に、バイオレーションを付加して複数の周波数成分を含むようにしたバイポーラ信号を、ユニポーラ信号に変換して被測定クロックを生成する B / U 変換部と、

前記 B / U 変換部で生成された被測定クロックが与えられ、該被測定クロックのパルス列の立ち上がりおよび立ち下がりのいずれか一方をカウントして、当該カウント値を基に設定した測定期間を示す信号を出力する第 1 カウンタと、

基準クロックに従いカウント動作し、前記第 1 カウンタの出力信号により示される測定期間について前記カウント動作が有効となる第 2 カウンタと、

前記第 2 カウンタのカウント値を基に前記被測定クロックの周波数を算出する周波数算出部と、

前記バイポーラ信号に含まれる周波数成分を示す情報に基づいて、前記被測定クロックのパルス列のうちで、前記測定期間を開始するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性と、前記測定期間を終了するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性とが一致し、かつ、前記測定期間に含まれるパルス列のバイポーラ信号における、一方の極性のパルスの立ち上がりの数と、他方の極性のパルスの立ち下りの数と、が一致するようになる、前記第 1 カウンタのカウント値を演算する測定期間演算部と、を備え、

前記第 1 カウンタは、前記被測定クロックをカウントして得られるカウント値が、前記測定期間演算部で演算されたカウント値に達するまでに要する時間を、前記測定期間に設定することを特徴とする周波数測定装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の周波数測定装置であって、

前記測定期間演算部は、前記バイポーラ信号に付加されたバイオレーションによるパルス極性の変化を考慮して、前記第 1 カウンタのカウント値の演算を行うことを特徴とする周波数測定装置。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の周波数測定装置であって、

予め設定した監視タイミングに従って、前記測定期間を決めるための前記第 1 カウンタのカウント値を 1 とし、前記バイポーラ信号における正パルスおよび負パルスに生じている位相誤差の測定を行い、該位相誤差が許容範囲内にあるか否かを監視する位相誤差監視部を備えたことを特徴とする周波数測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の規則性に従って配列された正パルスおよび負パルスを含むバイポーラ信号の周波数を測定する方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、同期伝送路網において、伝送路上の各ネットワーク要素 (Network Element : NE) で收容される参照元クロックについて、規定を外れた周波数を持つクロックを選択しないようにするために、参照元クロックの周波数を監視することが要求される場合がある (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

上記参照元クロックとしては、例えば、正パルスおよび負パルスが所定の規則性に従って配列されたバイポーラ信号を使用することが可能である。バイポーラ信号の周波数を測定する場合、まず、バイポーラ / ユニポーラ変換 (B / U 変換) を行うことが一般的である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

図 1 は、一般的な B / U 変換回路の構成例を示す図である。この B / U 変換回路 1 0 では、バイポーラ信号が正パルス用コンパレータ 1 1 および負パルス用コンパレータ 1 2 にそれぞれ入力される。各コンパレータ 1 1 , 1 2 では、基準電圧部 1 3 から出力される基準電圧に対するバイポーラ信号の電圧レベルの比較が行われ、バイポーラ信号の正パルスに対応した信号と負パルスに対応した信号とが生成される。そして、各コンパレータ 1 1 , 1 2 の出力信号が論理和回路 1 4 に与えられることで、バイポーラをユニポーラに変換した信号が論理和回路 1 4 から出力される。

## 【 0 0 0 5 】

B / U 変換された信号（以下、「被測定クロック」とする）の周波数を測定する手法としては、直接計数（ダイレクト）方式およびレシプロカル方式などが知られている（例えば、非特許文献 1 参照）。一般的に、被測定クロックの周波数が比較的低い場合、直接計数方式では測定誤差が大きくなるため、分解能が基準クロックに依存するレシプロカル方式が採用される。

10

## 【 0 0 0 6 】

図 2 は、従来のレシプロカル方式による周波数測定装置の構成例を示す図である。この周波数測定装置 2 0 では、前述の図 1 に示した B / U 変換回路 1 0 等により B / U 変換された被測定クロックが、第 1 カウンタ 2 1 に入力される。第 1 カウンタ 2 1 は、被測定クロックのパルス列の立ち上がり（または立ち下がり）をカウントし、当該カウント値を基に周波数の測定期間を決めるイネーブル信号を生成する。例えば、第 1 カウンタ 2 1 のカウント値が 0 にリセットされた後に N（ただし、N は正の整数）に達するまでに要する時間が周波数の測定期間に設定される場合、被測定クロックの 1 周期の N 倍に相当する期間をイネーブルとする信号が第 1 カウンタ 2 1 から出力される。この第 1 カウンタ 2 1 の出力信号は、第 2 カウンタ 2 2 のイネーブル端子 EN に与えられる。第 2 カウンタ 2 2 のクロック端子 CLK には、図示しない内部発振器または装置外部から供給される基準クロックが与えられており、該第 2 カウンタ 2 2 は、イネーブル端子への入力信号がイネーブルとなる期間、基準クロックを用いてカウンタをインクリメントし、得られたカウント値を周波数算出部 2 3 に出力する。周波数算出部 2 3 は、第 2 カウンタのカウント値、基準クロックの周波数および第 1 カウンタ 2 1 の設定（測定期間）を用いて、被測定クロックの周波数を算出する。

20

30

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 2 6 4 4 6 0 号公報

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 藤田昇，「高周波測定の A t o Z < 第 7 回 > 正弦波や変調波の周波数測定」，トランジスタ技術 2 0 0 4 年 1 1 月号，C Q 出版社，2 4 7 ~ 2 4 8 頁

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

40

## 【 0 0 0 9 】

しかしながら、上記のような従来技術によりバイポーラ信号の周波数測定を行った場合、バイポーラ信号における正パルスおよび負パルス間の位相偏差によって周波数の測定結果にばらつきが発生してしまうという問題点がある。

## 【 0 0 1 0 】

具体的に、上記バイポーラ信号における正パルスおよび負パルス間の位相偏差は、バイポーラ信号を生成する駆動回路やバイポーラ信号の終端回路に使用される各種部品の個体差、バイポーラ信号が伝搬する伝送路の特性のばらつきなどが原因で発生する。例えば、図 3 に示すような駆動回路 3 0 を用いてバイポーラ信号を生成する場合、正パルス生成部 3 1 と負パルス生成部 3 2 とは別回路により構成されるため、各々の回路に使用される部

50

品の個体差により動作速度にばらつきが発生し得る。このため、正パルス生成部 3 1 および負パルス生成部 3 2 からそれぞれ出力される正パルスおよび負パルスを合成部 3 3 で合成して生成したバイポーラ信号は、正パルスと負パルスの間に位相偏差が生じる可能性がある。また、上記バイポーラ信号を前述の図 1 に示した B / U 変換回路 1 0 で終端して被測定クロックを生成する場合、正パルス用コンパレータ 1 1 および負パルス用コンパレータ 1 2 の個体差により動作速度にばらつきが発生し、被測定クロックとなる B / U 変換後のユニポーラ信号における各パルス間に位相偏差が生じる可能性もある。

#### 【 0 0 1 1 】

上記のような位相偏差の具体的な一例として、図 3 の駆動回路 3 0 における正パルス生成部 3 1 の動作速度が負パルス生成部 3 2 の動作速度よりも速い場合に、バイポーラ信号の正パルスおよび負パルス間に発生する位相偏差を、図 4 を参照しながら詳しく説明する。

10

#### 【 0 0 1 2 】

ここでは、バイポーラ信号として、正パルスと負パルスが 1 個ずつ交互に配列されたものを想定する。図 4 上段の実線は、正パルス生成部 3 1 の動作速度が負パルス生成部 3 2 よりも速い駆動回路 3 0 で生成されるバイポーラ信号の信号波形の一例である。また、図 4 上段の破線は、正パルス生成部 3 1 および負パルス生成部 3 2 の動作速度が等しい、つまり、部品個体差のない駆動回路 3 0 で生成されるバイポーラ信号の信号波形である。さらに、図 4 下段の信号波形は、図 4 上段のバイポーラ信号（実線）を B / U 変換した被測定クロック（ユニポーラ信号）の波形を表している。なお、図 4 上段の斜線部分は、正パルスおよび負パルスの位相誤差に関して規定された許容範囲を表している。

20

#### 【 0 0 1 3 】

図 4 において、部品個体差のない状態のバイポーラ信号（破線）を B / U 変換したときに得られる被測定クロックの周波数を  $F_a$  [ Hz ]、周期を  $T (= 1 / F_a)$  [ s ] で表すと、バイポーラ信号のパルス幅は  $1 / (2 \times F_a)$  [ s ] となる。正パルス生成部 3 1 および負パルス生成部 3 2 の部品個体差により、位相誤差の許容範囲内で、正パルスの位相が  $a_1$  [ s ]、負パルスの位相が  $a_2$  [ s ] だけ相反する方向にずれた場合、当該バイポーラ信号（実線）を B / U 変換した被測定クロックにおける、正パルスに対応した立ち上がりから負パルスに対応した立ち上がりまでの時間は  $T + a_1 + a_2$  [ s ] となる。一方、負パルスに対応した立ち上がりから正パルスに対応した立ち上がりまでの時間は  $T - a_1 - a_2$  [ s ] となる。つまり、被測定クロックにおける正パルスおよび負パルス間に  $\pm (a_1 + a_2)$  [ s ] の位相偏差が生じることになる。

30

#### 【 0 0 1 4 】

上記のような駆動回路の部品個体差等に起因した正パルスおよび負パルス間の位相偏差が生じた被測定クロックを、前述の図 2 に示した従来の周波数測定装置に与えて周波数測定を行った場合、測定期間を決める第 1 カウンタ 2 1 のカウント値  $N$  が偶数に設定されていれば、正パルスに対応した位相ずれが負パルスに対応した位相ずれにより相殺されるので、位相偏差の影響を受けることなく、被測定クロックの周波数を測定することができる。一方、第 1 カウンタ 2 1 のカウント値  $N$  が奇数に設定されていると、正パルスおよび負パルス間の位相偏差の影響を受けようになり、周波数の測定結果に誤差が生じる。この様子を図 5 に示す具体例を参照しながら詳しく説明する。

40

#### 【 0 0 1 5 】

図 5 の最上段は、図 4 に示した被測定クロックに対応している。また、図 5 ( A ) ~ ( C ) は、第 1 カウンタ 2 1 のカウント値が  $N = 1 \sim 3$  に設定されている場合の第 2 カウンタ 2 2 の動作をそれぞれ示している。図 5 ( A ) では、第 1 カウンタ 2 1 のカウント値が  $N = 1$  に設定され、被測定クロックの正パルスに対応した立ち上がりから次の負パルスに対応した立ち上がりまでを測定期間とするイネーブル信号に従って、第 2 カウンタ 2 2 が基準クロックをカウントする。この設定での測定期間は、正パルスに対応した位相ずれを含む  $T + a_1 + a_2$  [ s ] となり、第 2 カウンタ 2 2 のカウント値は 1 1 となる。被測定クロックの周波数  $F_a$  は、基準クロックの周波数を  $f_r$  [ Hz ] とすると、 $F_r / 11$  [

50

Hz]となる。

【0016】

図5(B)では、第1カウンタ21のカウント値が $N = 2$ に設定され、被測定クロックの正パルスに対応した立ち上がりから次の正パルスに対応した立ち上がりまでを測定期間とするイネーブル信号に従って、第2カウンタ22が基準クロックをカウントする。この設定での測定期間は、正パルスに対応した位相ずれが負パルスに対応した位相ずれにより相殺されて $2 \times T [s]$ となり、第2カウンタ22のカウント値は20となる。被測定クロックの周波数 $F_a$ は、 $F_r \times (2 / 20) = F_r / 10 [Hz]$ となる。

【0017】

図5(C)では、第1カウンタ21のカウント値が $N = 3$ に設定され、被測定クロックの正パルスに対応した立ち上がりから2番目の負パルスに対応した立ち上がりまでを測定期間とするイネーブル信号に従って、第2カウンタ22が基準クロックをカウントする。この設定での測定期間は、正パルスに対応した位相ずれを含む $3 \times T + a_1 + a_2 [s]$ となり、第2カウンタ22のカウント値は31となる。被測定クロックの周波数 $F_a$ は、 $F_r \times (3 / 31) [Hz]$ となる。

【0018】

上記のように周波数の測定期間が被測定クロックの周期の奇数倍に設定されていると、正パルスおよび負パルス間の位相偏差が相殺されなくなり、周波数の測定結果にばらつきが生じ、バイポーラ信号の周波数を正確に測定することが難しくなる。

【0019】

さらに、正パルスおよび負パルスの配列の規則性にバイオレーションを付加して複数の周波数成分を含むようにしたバイポーラ信号(例えば、ITU-T G.703 Appendix IIに規定される64kHz synchronization interface等)では、該バイオレーションのタイミングに従って正パルスと負パルスが反転することになる。このようなバイポーラ信号の周波数測定を行う場合、前述した測定期間内に含まれる正パルスと負パルスの個数は、該測定期間内に発生するバイオレーションの回数に応じて変化する。このため、周波数の測定期間が被測定クロックの周期の偶数倍、奇数倍のいずれに設定されているかだけでなく、バイオレーションの付加状態にも依存して、周波数の測定結果がばらつくことになる。

【0020】

本発明は上記の点に着目してなされたもので、正パルスおよび負パルス間の位相偏差に影響されることなくバイポーラ信号の周波数を正確に測定できる方法および装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0021】

上記の目的を達成するため、本発明による周波数測定装置の一態様は、正パルスおよび負パルスの配列に規則性を有するバイポーラ信号の周波数を測定するための装置であって、前記バイポーラ信号をユニポーラ信号に変換して被測定クロックを生成するB/U変換部と、前記B/U変換部で生成された被測定クロックが与えられ、該被測定クロックのパルス列の立ち上がりおよび立ち下がりのいずれか一方をカウントして、当該カウント値を基に設定した測定期間を示す信号を出力する第1カウンタと、基準クロックに従いカウント動作し、前記第1カウンタの出力信号により示される測定期間について前記カウント動作が有効となる第2カウンタと、前記第2カウンタのカウント値を基に前記被測定クロックの周波数を算出する周波数算出部と、前記バイポーラ信号の有する前記規則性に基づいて、前記被測定クロックのパルス列のうちで、前記測定期間を開始するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性と、前記測定期間を終了するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性とが一致するようになる、前記第1カウンタのカウント値を演算する測定期間演算部と、を備え、前記第1カウンタは、前記被測定クロックをカウントして得られるカウント値が、前記測定期間演算部で演算されたカウント値に達するまでに要する時間を、前記測定期間に設定することを特徴とする。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

上記のようなバイポーラ信号の周波数測定装置によれば、周波数の測定期間に含まれる正パルスに対応した位相ずれが負パルスに対応した位相ずれによって必ず相殺されるようになるため、部品個体差等に起因して発生する正パルスおよび負パルス間の位相偏差に影響されることなく、バイポーラ信号の周波数を正確に測定することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 一般的な B / U 変換回路の構成例を示す図である。

【 図 2 】 従来のレシプロカル方式による周波数測定装置の構成例を示す図である。

【 図 3 】 バイポーラ信号を生成する駆動回路の構成例を示す図である。

10

【 図 4 】 バイポーラ信号の正パルスおよび負パルス間に発生する位相偏差を説明するための図である。

【 図 5 】 従来の周波数測定装置における測定結果のばらつきを説明するための図である。

【 図 6 】 バイポーラ信号の周波数測定装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【 図 7 】 6 4 k H z および 8 k H z 成分を含むバイポーラ信号のパルス波形を示す図である。

【 図 8 】 6 4 k H z , 8 k H z および 4 0 0 H z 成分を含むバイポーラ信号のパルス波形を示す図である。

【 図 9 】 図 6 の周波数測定装置に関する応用例の構成を示すブロック図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

20

## 【 0 0 2 4 】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図 6 は、本発明によるバイポーラ信号の周波数測定装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。本実施形態の周波数測定装置 1 0 0 は、例えば、B / U 変換部 1 1 0 と、第 1 および第 2 カウンタ 1 2 0 , 1 3 0 と、周波数算出部 1 4 0 と、測定期間演算部 1 5 0 と、を備える。

## 【 0 0 2 5 】

B / U 変換部 1 1 0 は、測定対象となるバイポーラ信号をユニポーラ信号に変換し、該ユニポーラ信号を被測定クロックとして第 1 カウンタ 1 2 0 に出力する。この B / U 変換部 1 1 0 は、例えば、上述の図 1 に示した一般的な B / U 変換回路 1 0 と同様の構成により容易に実現することが可能である。上記測定対象となるバイポーラ信号は、正パルスおよび負パルスの配列について所定の規則性を有する。

30

## 【 0 0 2 6 】

第 1 カウンタ 1 2 0 は、B / U 変換部 1 1 0 から出力される被測定クロックのパルス列の立ち上がりおよび立ち下りのいずれか一方をカウントし、当該カウント値が、後述する測定期間演算部 1 5 0 で演算されるカウント値 N に達するまでに要する時間を周波数の測定期間に定め、該測定期間をイネーブルとする信号を第 2 カウンタ 1 3 0 に出力する。なお、第 1 カウンタ 1 2 0 のカウント値は、測定期間演算部 1 5 0 の演算値 N に達した後にリセットされ、予め設定した測定インターバル時間が経過した後に、被測定クロックのカウント動作が再開される。上記測定インターバル時間は、周波数測定の頻度や要求される精度等に応じて適宜に設定することが可能である。

40

## 【 0 0 2 7 】

第 2 カウンタ 1 3 0 は、第 1 カウンタ 1 2 0 からの出力信号がイネーブル端子 E N に与えられると共に、図示しない内部発振器または周波数測定装置 1 0 0 の外部から供給される基準クロックがクロック端子 C L K に与えられる。基準クロックは、想定される被測定クロックの周波数よりも高い安定した周波数  $F_r [ H z ]$  を有する。上記第 2 カウンタ 1 3 0 は、イネーブル端子への入力信号がイネーブルとなる期間、基準クロックを用いてカウンタをインクリメントし、得られたカウント値 M を周波数算出部 1 4 0 に出力する。なお、第 2 カウンタ 1 3 0 のカウント値 M は、イネーブル端子への入力信号がイネーブルからディセーブルに切り替わって測定期間が終了するとリセットされる。

50

## 【 0 0 2 8 】

周波数算出部 1 4 0 は、上記第 2 カウンタ 1 3 0 のカウント値 M、基準クロックの周波数  $F_r$  [ Hz ] および測定期間演算部 1 5 0 の演算結果（測定期間を決めるカウント値 N）を用いて、測定対象のバイポーラ信号に対応した被測定クロックの周波数  $F_a$  [ Hz ] を次式（ 1 ）の関係に従い算出する。

$$F_a = F_r \times N / M \quad \dots (1)$$

## 【 0 0 2 9 】

測定期間演算部 1 5 0 は、周波数測定装置 1 0 0 に入力されるバイポーラ信号における正パルスおよび負パルスの配列の規則性に関する信号情報が装置外部から与えられ、該信号情報を参照して、周波数の測定期間を決めるための第 1 カウンタ 1 2 0 のカウント値 N を演算する。この演算では、信号情報が示す正パルスおよび負パルスの配列の規則性に基づいて、被測定クロックのパルス列のうちで、測定期間を開始するタイミングを決めるパルスのバイポーラ信号における極性と、測定期間を終了するタイミングを決めるパルスのバイポーラ信号における極性とが一致するようになる、第 1 カウンタ 1 2 0 のカウント値 N が求められる。

10

## 【 0 0 3 0 】

ここで、測定期間演算部 1 5 0 によるカウント値 N の演算について具体例を挙げながら詳しく説明する。

最初に、測定対象のバイポーラ信号が、正パルスおよび負パルスを 1 個ずつ交互に配列する規則性を有する場合を考える。ただし、バイポーラ信号の有する規則性が上記の一例に限定されることを意味するものではなく、正パルスおよび負パルスの配列に何等かの規則性が存在していればカウント値 N の演算は可能である。

20

## 【 0 0 3 1 】

上記規則性を有するバイポーラ信号が測定対象である場合、測定期間演算部 1 5 0 は、周波数の測定期間を決めるための第 1 カウンタ 1 2 0 のカウント値 N の条件を偶数とする。これにより、測定期間の開始および終了の各タイミングを決めるパルスのバイポーラ信号における極性は、正で一致するか、または負で一致するようになる。なお、偶数という条件の下でカウント値 N として具体的にどの値を選択するかについては、周波数測定の速さと精度のバランスを考慮して適宜に決めることが可能である。

## 【 0 0 3 2 】

次に、上記のような規則性を有するバイポーラ信号について、バイオレーションを付加して複数の周波数成分を含むようにした場合を想定する。バイオレーションは、バイポーラ信号における正パルスおよび負パルスの配列の規則性に違反するパルスを所要の繰り返し周期で付加することにより、バイポーラ信号の周波数  $F_a$  よりも低い周波数成分をバイポーラ信号に載せることを意味する。バイオレーションに対応した周波数は、必ずバイポーラ信号の周波数  $F_a$  の約数になる。このため、バイオレーションに対応した周波数を  $F_{v1}$  [ Hz ] とし、 $n$  を 2 以上の整数とすると、 $F_{v1} = F_a / n$  の関係が成り立つ。

30

## 【 0 0 3 3 】

上記バイオレーションの付加により 2 種類の周波数  $F_a$  ,  $F_{v1}$  成分を含むバイポーラ信号の周波数測定を行う場合に、測定期間の開始および終了の各タイミングを決めるパルスの極性が常に一致するようになるための第 1 カウンタ 1 2 0 のカウント値 N は、正の整数である定数 A を用いて、次の式（ 2 ）の関係により求めることができる。

40

$$\begin{aligned} N &= 2 \times ( F_a / F_{v1} ) \times A \\ &= 2 \times [ F_a / ( F_a / n ) ] \times A \\ &= 2 \times n \times A \quad \dots (2) \end{aligned}$$

## 【 0 0 3 4 】

さらに、上記バイポーラ信号について、バイオレーションを異なる繰り返し周期で付加することにより、3 種類の周波数  $F_a$  ,  $F_{v1}$  ,  $F_{v2}$  成分を含むようにした場合を考える。この場合、新たなバイオレーションの付加に対応した周波数  $F_{v2}$  は、必ず周波数  $F_{v1}$  の約数になるため、 $m$  を 2 以上の整数として、 $F_{v2} = F_{v1} / m = F_a / ( n \times m$

50

)の関係が成り立つ。このバイポーラ信号の周波数測定を行うとき、測定期間の開始および終了の各タイミングを決めるパルスの極性が常に一致ようになるための第1カウンタ120のカウント値Nは、次の式(3)の関係により求めることができる。

$$\begin{aligned} N &= 2 \times (F_a / F_{v2}) \times A \\ &= 2 \times \{ F_a / [ F_a / (n \times m) ] \} \times A \\ &= 2 \times n \times m \times A \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0035】

ただし、バイオレーションに対応した2つの周波数 $F_{v1}$ 、 $F_{v2}$ について、 $F_{v1}$ が $F_{v2}$ の偶数倍になっている場合、 $F_{v2}$ 対応のバイオレーションを付加するタイミングは常に同じ極性のパルスになる。このことから、前述した $F_{v2} = F_a / (n \times m)$ の関係におけるmが偶数のときの第1カウンタ120のカウント値Nは、次の式(4)の関係により求めることができる。

$$\begin{aligned} N &= (F_a / F_{v2}) \times A \\ &= \{ F_a / [ F_a / (n \times m) ] \} \times A \\ &= n \times m \times A \quad \dots (4) \end{aligned}$$

なお、上記の式(2)～式(4)における定数Aは、周波数測定の速さと精度のバランスを考慮して適宜に決めることが可能である。

【0036】

次に、周波数測定装置100の動作について説明する。

上記のような構成の周波数測定装置100では、測定対象のバイポーラ信号がB/U変換部110でユニポーラ信号に変化され、該ユニポーラ信号が被測定クロックとして第1カウンタ120に与えられる。この被測定クロックには、バイポーラ信号を生成する駆動回路(図3参照)やB/U変換部110の部品個体差等に起因する正パルスおよび負パルス間の位相偏差が生じている。

【0037】

また、上記バイポーラ信号のB/U変換と並行して、測定対象のバイポーラ信号に関する信号情報を基に、測定期間演算部150で測定期間を決めるための第1カウンタ120のカウント値Nが演算され、その演算結果が第1カウンタ120および周波数算出部140にそれぞれ伝達される。

【0038】

ここで、上記測定期間演算部150における演算処理の具体例として、ITU-T G.703 Appendix IIに規定される64kHz synchronization interfaceにおいて、64kHzおよび8kHzの2種類の周波数成分を含むバイポーラ信号を想定した演算処理と、64kHz、8kHzおよび400Hzの3種類の周波数成分を含むバイポーラ信号を想定した演算処理とを詳しく説明する。

【0039】

図7は、64kHzおよび8kHz成分を含むバイポーラ信号のパルス波形を示す図である。このバイポーラ信号は、正パルスおよび負パルスを1個ずつ交互に配列する規則性に従ったパルス列について、該規則性に違反するバイオレーションVが8kHz(125μs)毎に付加されている。このようなバイポーラ信号に対しては、前述した式(2)を適用し、以下に示すように $F_a = 64\text{kHz}$ 、 $F_{v1} = 8\text{kHz}$ として第1カウンタ120のカウント値Nを求める。

$$\begin{aligned} N &= 2 \times (F_a / F_{v1}) \times A \\ &= 2 \times [ 64000 / 8000 ] \times A \\ &= 16 \times A \end{aligned}$$

上記の演算により、周波数の測定期間は、被測定クロックの周期 $T (= 1 / F_a)$ の(16×A)倍、すなわち、250μsの整数倍に設定されることになる。

【0040】

図8は、64kHz、8kHzおよび400Hz成分を含むバイポーラ信号のパルス波形を示す図である。このバイポーラ信号は、前述の図7に示した8kHz(125μs)

10

20

30

40

50

毎に付加されるバイオレーションVについて、400Hz(2.5ms)毎に新たなバイオレーションが付加されている。つまり、8kHzに対応したバイオレーションVにより付加される規則性の違反が、400Hz(2.5ms)毎に規則性に従う元の状態に戻される。このようなバイポーラ信号に対しては、前述した式(4)を適用し、以下に示すように $F_a = 64\text{kHz}$ 、 $F_v = 400\text{Hz}$ として第1カウンタ120のカウント値Nを求める。

$$\begin{aligned} N &= (F_a / F_v) \times A \\ &= (64000 / 400) \times A \\ &= 160 \times A \end{aligned}$$

上記の演算により、周波数の測定期間は、被測定クロックの周期T(=1/F<sub>a</sub>)の(160×A)倍、すなわち、2.5msの整数倍に設定されることになる。

#### 【0041】

上記のようにして周波数の測定期間を決めるための第1カウンタ120のカウント値Nが測定期間演算部150で演算されると、第1カウンタ120では、B/U変換部110からの被測定クロックを受けて、該被測定クロックのパルス列の立ち上がり(または立ち下がり)がカウントされ、当該カウント値が測定期間演算部150での演算値Nに達するまでに要する時間を周波数の測定期間とするイネーブル信号が生成される。このイネーブル信号によって示される測定期間は、その開始および終了の各タイミングを決めるパルスの極性が常に一致するので、該測定期間に含まれる正パルスに対応した位相ずれが負パルスに対応した位相ずれによって必ず相殺されるようになる。

#### 【0042】

そして、上記イネーブル信号を受けた第2カウンタ130では、測定期間に対応させて基準クロックがカウントされ、当該カウント値Mが周波数算出部140に出力される。周波数算出部140では、第2カウンタのカウント値M、基準クロックの周波数F<sub>r</sub>および測定期間演算部150の演算値Nを用いて、前述した式(1)の関係に従い、被測定クロック(測定対象のバイポーラ信号)の周波数F<sub>a</sub>が算出される。

#### 【0043】

以上のように周波数測定装置100によれば、バイポーラ信号の駆動回路やB/U変換部110の部品個体差等に起因して発生する正パルスおよび負パルス間の位相偏差に影響されることなく、バイオレーションが付加されたバイポーラ信号も含めて、その周波数を正確に測定することができる。このような周波数測定装置100は、例えば、同期伝送路網の各ネットワーク要素に適用されることにより、それぞれのネットワーク要素における参照元クロックの周波数監視機能を容易に実現可能にする。

#### 【0044】

次に、上記周波数測定装置100についての好ましい応用例について説明する。

図9は、上記応用例の構成を示すブロック図である。この応用例による周波数測定装置100'は、図6に示した周波数測定装置100の構成について、監視信号生成回路160およびスイッチ(SW)170を追設している。

#### 【0045】

監視信号生成回路160は、測定対象のバイポーラ信号における正パルスおよび負パルスに生じている位相誤差が許容範囲内にあるか否か(上述の図4上段に示した斜線部を参照)を監視するために、第1カウンタ120のカウント値Nの設定を強制的にN=1とする信号を出力する。

#### 【0046】

スイッチ170は、監視信号生成回路160から出力されるN=1を示す信号と、上述した測定期間演算部150の演算値Nを示す信号とが入力され、バイポーラ信号の周波数測定を開始する直前、または、周波数測定中において予め設定した監視周期に従う所要のタイミングで、位相誤差監視部160側の入力信号を選択し、その他のタイミングでは測定期間演算部150側の入力信号を選択して、当該選択信号を第1カウンタ120および周波数算出部140に出力する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

上記のような構成の周波数測定装置 1 0 0 ' では、バイポーラ信号の周波数測定を開始する直前、または、周波数測定中の上記監視周期に従う所要のタイミングに、監視信号生成回路 1 6 0 から出力される  $N = 1$  を示す信号がスイッチ 1 7 0 を介して第 1 カウンタ 1 2 0 および周波数算出部 1 4 0 に与えられる。これにより、第 2 カウンタ 1 3 0 における基準クロックのカウント動作が、被測定クロックの 1 周期に対応する期間に限られるようになる。この状態での第 2 カウンタ 1 3 0 のカウント値  $M$  は、バイポーラ信号における正パルスに生じた位相誤差、または、負パルスに生じた位相誤差の影響を反映した値となる。周波数算出部 1 4 0 では、 $N = 1$  を示す信号を受け、第 2 カウンタ 1 3 0 のカウント値  $M$  を基に上記位相誤差を算出する処理が実行される。

10

## 【 0 0 4 8 】

そして、周波数算出部 1 4 0 での位相誤差の算出値が許容範囲内にある場合には、スイッチ 1 7 0 が切り替わり、測定期間演算部 1 5 0 から出力される演算値  $N$  を示す信号が第 1 カウンタ 1 2 0 および周波数算出部 1 4 0 に与えられ、上述した周波数測定装置 1 0 0 の場合と同様にして、バイポーラ信号の周波数測定が行われる。一方、上記位相誤差の算出値が許容範囲を超えている場合には、周波数算出部 1 4 0 が、測定対象のバイポーラ信号に規定外の偏りが生じて異常な状態にあることを外部に通知し、当該バイポーラ信号の周波数測定が中止される。このように周波数測定装置 1 0 0 ' では、位相誤差監視部としての機能が監視信号生成回路 1 6 0、スイッチ 1 7 0、第 1、2 カウンタ 1 2 0、1 3 0 および周波数算出部 1 4 0 により実現される。

20

## 【 0 0 4 9 】

上記のような周波数測定装置 1 0 0 ' によれば、周波数の測定期間を決めるための第 1 カウンタ 1 2 0 のカウント値  $N$  を所要のタイミングで  $N = 1$  として、測定対象のバイポーラ信号における正パルスおよび負パルスに生じている位相誤差が許容範囲内にあるか否かの監視を行うようにしたことで、バイポーラ信号の周波数をより正確に測定することが可能になる。

## 【 0 0 5 0 】

以上の各実施形態に関して、さらに以下の付記を開示する。

## 【 0 0 5 1 】

(付記 1) 正パルスおよび負パルスの配列に規則性を有するバイポーラ信号をユニポーラ信号に変換して被測定クロックを生成し、

30

前記生成した被測定クロックを第 1 カウンタに与え、該被測定クロックのパルス列の立ち上がりおよび立ち下りのいずれか一方をカウントして、当該カウント値を基に測定期間を設定し、

前記設定した測定期間について、基準クロックに従いカウント動作する第 2 カウンタを有効にし、

前記第 2 カウンタのカウント値を基に前記被測定クロックの周波数を算出することにより、前記バイポーラ信号の周波数を測定する方法であって、

前記バイポーラ信号の有する前記規則性に基づいて、前記被測定クロックのパルス列のうちで、前記測定期間を開始するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性と、前記測定期間を終了するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性とが一致するようになる、前記第 1 カウンタのカウント値を演算しておき、

40

前記第 1 カウンタにより前記被測定クロックをカウントして得られるカウント値が、前記演算したカウント値に達するまでに要する時間を、前記測定期間に設定することを特徴とする周波数測定方法。

## 【 0 0 5 2 】

(付記 2) 付記 1 に記載の周波数測定方法であって、

前記バイポーラ信号は、バイオレーションを付加することにより複数の周波数成分を含み、

前記第 1 カウンタのカウント値の演算は、前記バイポーラ信号に付加されたバイオレー

50

ションによるパルス極性の変化を考慮して行われることを特徴とする周波数測定方法。

【 0 0 5 3 】

(付記 3) 付記 1 または 2 に記載の周波数測定方法であって、

予め設定した監視タイミングに従って、前記測定期間を決めるための前記第 1 カウンタのカウンタ値を 1 とし、前記バイポーラ信号における正パルスおよび負パルスに生じている位相誤差の測定を行い、該位相誤差が許容範囲内にあるか否かを監視することを特徴とする周波数測定方法。

【 0 0 5 4 】

(付記 4) 正パルスおよび負パルスの配列に規則性を有するバイポーラ信号の周波数を測定する装置であって、

前記バイポーラ信号をユニポーラ信号に変換して被測定クロックを生成する B / U 変換部と、

前記 B / U 変換部で生成された被測定クロックが与えられ、該被測定クロックのパルス列の立ち上がりおよび立ち下がりのいずれか一方をカウントして、当該カウンタ値を基に設定した測定期間を示す信号を出力する第 1 カウンタと、

基準クロックに従いカウンタ動作し、前記第 1 カウンタの出力信号により示される測定期間について前記カウンタ動作が有効となる第 2 カウンタと、

前記第 2 カウンタのカウンタ値を基に前記被測定クロックの周波数を算出する周波数算出部と、

前記バイポーラ信号の有する前記規則性に基づいて、前記被測定クロックのパルス列のうち、前記測定期間を開始するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性と、前記測定期間を終了するタイミングを決めるパルスの前記バイポーラ信号における極性とが一致するようになる、前記第 1 カウンタのカウンタ値を演算する測定期間演算部と、を備え、

前記第 1 カウンタは、前記被測定クロックをカウントして得られるカウンタ値が、前記測定期間演算部で演算されたカウンタ値に達するまでに要する時間を、前記測定期間に設定することを特徴とする周波数測定装置。

【 0 0 5 5 】

(付記 5) 付記 4 に記載の周波数測定装置であって、

前記バイポーラ信号は、バイオレーションを付加することにより複数の周波数成分を含み、

前記測定期間演算部は、前記バイポーラ信号に付加されたバイオレーションによるパルス極性の変化を考慮して、前記第 1 カウンタのカウンタ値の演算を行うことを特徴とする周波数測定装置。

【 0 0 5 6 】

(付記 6) 付記 4 または 5 に記載の周波数測定装置であって、

予め設定した監視タイミングに従って、前記測定期間を決めるための前記第 1 カウンタのカウンタ値を 1 とし、前記バイポーラ信号における正パルスおよび負パルスに生じている位相誤差の測定を行い、該位相誤差が許容範囲内にあるか否かを監視する位相誤差監視部を備えたことを特徴とする周波数測定装置。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

- 1 0 0 , 1 0 0 ' ... バイポーラ信号の周波数測定装置
- 1 1 0 ... B / U 変換部
- 1 2 0 ... 第 1 カウンタ
- 1 3 0 ... 第 2 カウンタ
- 1 4 0 ... 周波数算出部
- 1 5 0 ... 測定期間演算部
- 1 6 0 ... 監視信号生成回路
- 1 7 0 ... スイッチ ( S W )

10

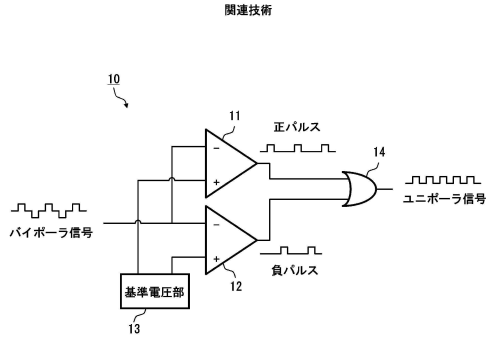
20

30

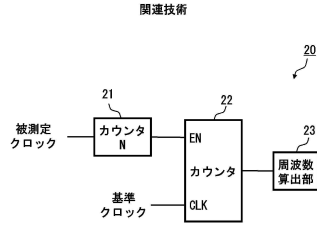
40

50

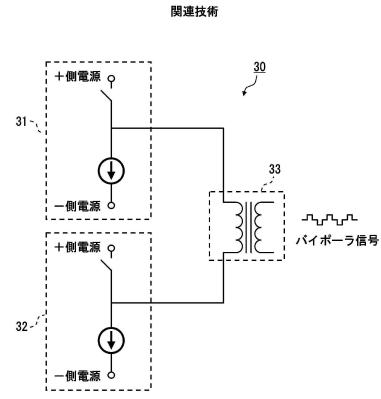
【図1】



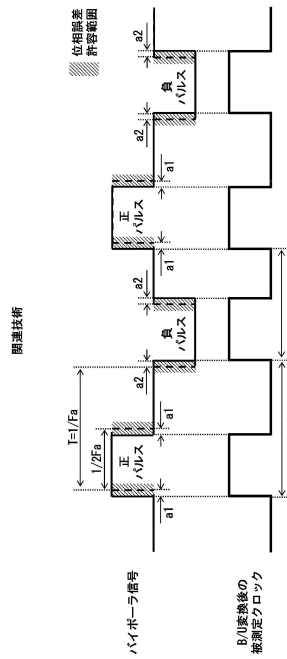
【図2】



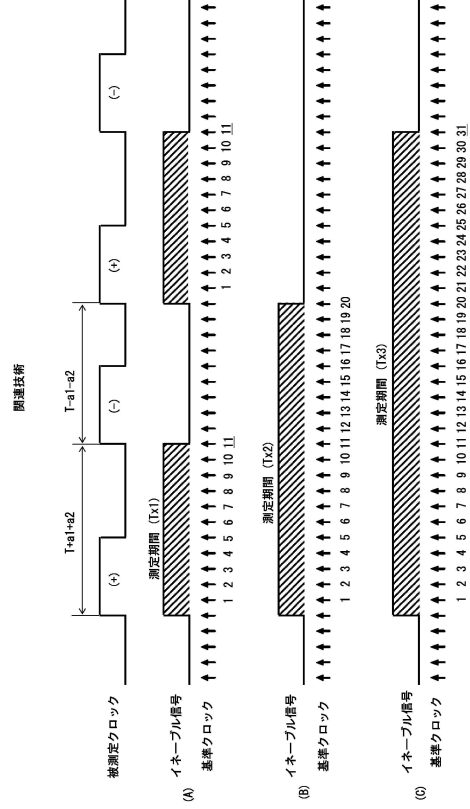
【図3】



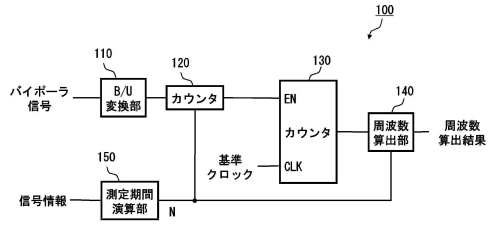
【図4】



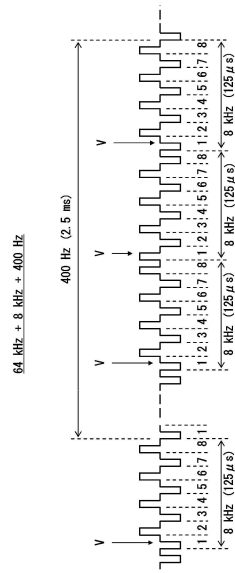
【図5】



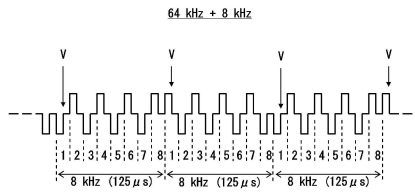
【図6】



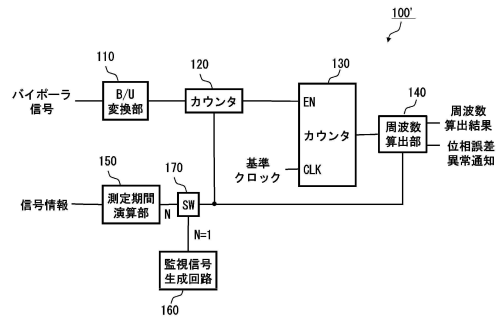
【図8】



【図7】



【図9】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 半田 定義  
大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットテック株式会社内
- (72)発明者 奥 達也  
大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットテック株式会社内
- (72)発明者 岡野 久則  
大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットテック株式会社内

合議体

- 審判長 酒井 伸芳  
審判官 須原 宏光  
審判官 清水 稔

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G01R 23/10

H03K 5/19