

(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2016-184366
(P2016-184366A)

(43) 公開日 平成28年10月20日(2016.10.20)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G06F 1/14 (2006.01)	G06F 1/14 511	2F002
G04G 5/00 (2013.01)	G04G 5/00 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-65386 (P2015-65386)
(22) 出願日 平成27年3月27日 (2015.3.27)

(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(74) 代理人 100109313
弁理士 机 昌彦
(74) 代理人 100124154
弁理士 下坂 直樹
(72) 発明者 丹野 祐樹
東京都港区芝五丁目7番1号
日本電気株式会社内
Fターム(参考) 2F002 AA12 AD03 CB06

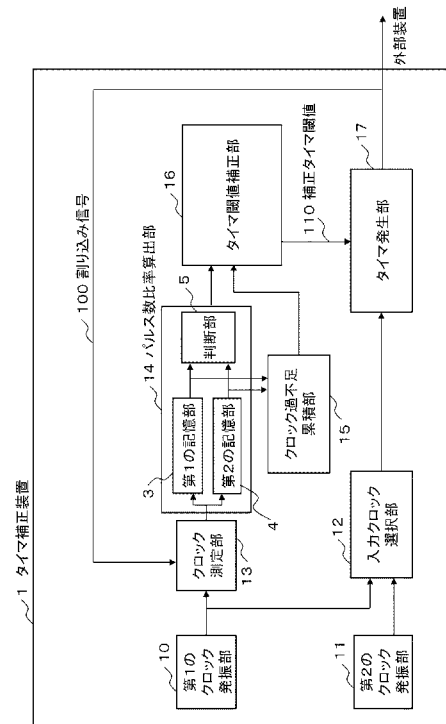
(54) 【発明の名称】 タイマ補正装置、タイマ補正方法及びタイマ補正プログラム

(57) 【要約】

【課題】 クロックの周波数が切替わっても、タイマが出力する信号を、基準となるクロックにより生成したタイマが出力する周期及び信号が変化する時刻と一致させることが出来る技術を提供すること。

【解決手段】 基準となるクロックのパルス数と周波数が変化した時に入力するクロックのパルス数との比を用いてタイマの周期の補正を行い、さらに基準となるクロックのパルス数と周波数が変化した時に入力するクロックのパルス数との差を用いてタイマが出力するパルスの位相を合わせる補正を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基準となる周波数のクロックを出力する第 1 のクロック発振手段と、
 前記第 1 のクロック発振手段とは異なる周波数を出力する第 2 のクロック発振手段と、
 第 1 のクロックと第 2 のクロックのいずれか一つを選択して、選択したクロックをタイマ発生部に出力する入力クロック選択部と、
 基準クロックでカウントするパルス数を測定する入力クロック測定部と、
 前記クロック測定部がカウントする各周期のパルス数を比較して、前記パルス数の過不足の累積を行うクロック過不足累積部と、
 前記入力クロック測定部が測定したパルス数の比と差を算出するパルス数比率算出部と
 10
 、
 前記パルス数の比と前記差とからカウンタが割り込み信号を出力する条件の閾値を与えるタイマ閾値補正部と、
 前記入力クロック選択部からのクロックでカウントし、前記閾値による前記割り込み信号を出力するタイマ発生部と、
 を備え、
 前記入力クロック測定部は、第 1 のクロックを受け取り、前記タイマ発生部が出力した第 1 の割り込み信号と次の周期である第 2 の記割り込み信号との間に受け取った前記第 1 のクロックのパルス数を計測して第 1 の測定値とし、前記第 1 の測定値を測定した後の測定値を第 2 の測定値として、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値とをパルス数比率算出部
 20
 部に出力し、
 前記クロック過不足累積部は、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値との差に前の周期で得られた第 1 の累積値とを加算して第 2 の累積値を求め、次の周期の加算で、前記第 1 の累積値に前記第 2 の累積値を代入して再帰的に算出した前記第 2 の累積値をクロック過不足数として前記タイマ閾値補正部に出力し、
 前記パルス数比率算出部は、前記第 1 の測定値を記憶する第 1 の記憶部と、
 前記第 2 の測定値を記憶する第 2 の記憶部と、
 前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値が一致するか否かの判断情報と、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値との比と、をタイマ閾値補正部に出力する判断部と、
 30
 を含み、
 前記タイマ閾値補正部は、前記パルス数比率算出部の前記判断部から、前記判断情報と前記比の情報を受け取り、タイマ発生部のカウンタの前記閾値を算出して当該閾値を記憶し、当該閾値をタイマ発生部に出力し、
 前記タイマ発生部は、前記入力クロック選択部が出力するクロックでカウントを行い、カウント値を前記タイマ閾値補正部が出力した閾値に設定して当該カウンタをカウンタダウンさせて、カウンタが 0 になった時に、前記タイマ発生部から、前記第 1 の割り込み信号及び前記第 2 の割り込み信号と、を前記クロック測定部及び外部装置に出力する、
 タイマ補正装置。

【請求項 2】

ソフトウェア又はオペレータの操作により、予め定めた前記比を求める複数の計算式の中から、何れか一つの計算式を選択して計算することを特徴とした請求項 1 のタイマ補正装置。
 40

【請求項 3】

前記第 2 のクロック発振手段は、プログラム又はオペレータの操作により、周波数を任意に変更することを特徴とした請求項 1 ないし請求項 2 のいずれかのタイマ補正装置。

【請求項 4】

基準となる周波数である第 1 のクロックを発振させ、
 前記第 1 のクロックとは異なる周波数の第 2 のクロックを発振させ、
 第 1 のクロックを受け取り、第 1 の割り込み信号と次の周期である第 2 の記割り込み信号との間に受け取った前記第 1 のクロックのパルス数を測定して第 1 の測定値とし、前記
 50

第 1 の測定値を測定した後の測定値を第 2 の測定値として、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値とをパルス数比率算出部に出し、

前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値との差に前の周期で得られた第 1 の累積値とを加算して第 2 の累積値を求め、次の周期の加算で、前記第 1 の累積値に前記第 2 の累積値を代入して再帰的に算出した前記第 2 の累積値を出力し、

前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値が一致するか否かの判断情報と、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値との比を出力し、

前記判断情報と前記比の情報を受け取り、カウンタの前記閾値を算出して当該閾値を記憶し、当該閾値を出力し、

前記入力クロック選択部が出力するクロックでカウントを行い、カウント値を閾値に設定して当該カウンタをカウントダウンさせて、カウンタが 0 になった時に、前記タイマ発生部から、前記第 1 の割り込み信号及び前記第 2 の割り込み信号と、を前記クロック測定部及び外部装置に出力する、タイマ補正方法。

【請求項 5】

予め定めた前記比を求める複数の前記計算式の中から、何れか一つの前記計算式を選択することを特徴とした請求項 4 のタイマ補正方法。

【請求項 6】

前記第 2 のクロックの周波数を任意に変更することを特徴とした請求項 4 ないし請求項 5 のいずれかのタイマ補正方法。

【請求項 7】

基準となる周波数である第 1 のクロックを発振させ、

前記第 1 のクロックとは異なる周波数の第 2 のクロックを発振させ、

第 1 のクロックを受け取り、第 1 の割り込み信号と次の周期である第 2 の記割り込み信号との間に受け取った前記第 1 のクロックのパルス数を測定して第 1 の測定値とし、前記第 1 の測定値を測定した後の測定値を第 2 の測定値として、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値とをパルス数比率算出部に出し、

前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値との差に前の周期で得られた第 1 の累積値とを加算して第 2 の累積値を求め、次の周期の加算で、前記第 1 の累積値に前記第 2 の累積値を代入して再帰的に算出した前記第 2 の累積値を出力し、

前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値が一致するか否かの判断情報と、前記第 1 の測定値と前記第 2 の測定値との比を出力し、

前記判断情報と前記比の情報を受け取り、カウンタの前記閾値を算出して当該閾値を記憶し、当該閾値を出力し、

前記入力クロック選択部が出力するクロックでカウントを行い、カウント値を閾値に設定して当該カウンタをカウントダウンさせて、カウンタが 0 になった時に、前記タイマ発生部から、前記第 1 の割り込み信号及び前記第 2 の割り込み信号と、を前記クロック測定部及び外部装置に出力する処理をコンピュータに実行させるタイマ補正プログラム。

【請求項 8】

予め定めた前記比を求める複数の前記計算式の中から、何れか一つの前記計算式を選択する処理を行う請求項 7 のタイマ補正プログラム。

【請求項 9】

前記第 2 のクロックの周波数を任意に変更する処理を行う請求項 7 ないし請求項 8 のいずれかのタイマ補正プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タイマ補正装置、タイマ補正方法及びタイマ補正プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

情報機器内の時計の機能は情報処理を行う基本の動作、オペレーティングシステム内の

10

20

30

40

50

さまざまな定期処理に使用されている。また、ファイルの日時管理、マルチタスクやタイムシェアリングシステムのプロセスを切り換える起点としてこの時計が用いられている。さらに、周辺機器等のデバイスのドライバなどが当該機器の故障により処理要求がタイムアウトしたと判断するために、この時計が用いられている。したがって、時計の時刻を正確に保つことが求められる。

【0003】

例えば、特許文献1には、システムのクロックの周波数を変更できる情報処理装置において、システムのクロックの周波数を切り替える前のパルスの計数値と周波数を切り替えた後のパルスの計数値との比を求め、これに或る定数を乗算してクロック周波数を変更した後の計数値を補正することで時計を補正する技術が記載されている。

10

【0004】

特許文献2には、第1のクロックのカウントし、クロックパルス数を測定し、入力クロックが第1のクロックから第2のクロックに変更された際、第1のクロックのパルス数と第2のクロックのパルス数との比を基にしてタイマカウンタの閾値を補正する。そして、次のタイマ割込みからは、補正された新タイマカウンタの閾値を用いることで、タイマ割込みが発生する頻度を入力クロック変更前と等しくし、タイマ割込み発生頻度を入力クロックの切替え前と同一になるよう調整する技術が記載されている。

【0005】

特許文献3には、システムにクロックを供給する第1のクロックの周期を、第1のクロックと比較してより精度の高い第2のクロックを用いて予め測定し、得られた測定値を用いて第1のクロックで動作させた時計の時間を調整する技術が記載されている。

20

【0006】

特許文献4には、実クロックを受け取って稼働するタイマを、所定のクロック変換係数に比例させた仮想タイマに変換し、変換された仮想タイマのクロックによりアプリケーションを実行させることで、供給するクロックの変更による時間が乱れる影響をソフト的に吸収する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平08-292822号公報

30

【特許文献2】特開2013-117785号公報

【特許文献3】特開平10-049251号公報

【特許文献4】特開2007-034672号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に記載の技術は、クロック周波数の変更に伴ってその都度適切なソフトウェアタイマ値に設定することができるがクロック周波数を変更する過程でパルス数を増減することで生じるカウントアップ過不足、すなわち時刻がずれることを考慮していない。その為、特許文献1の技術は、タイマ値を調整することでインテリジェントタイマの発生間隔はクロック周波数変更前と等しくできるが、カウント過不足数の累積値を保存する手段が無く、インテリジェントタイマの発生タイミング、すなわち時刻をクロック周波数切り替え前と等しくする手段が無い。その為、特許文献1の技術はタイマ発生タイミングをクロック周波数変更前と等しくすることが出来ないという問題がある。

40

【0009】

特許文献2に記載の技術は、タイマ割込み発生頻度を入力クロック切り替え前と同一になるよう調整できる。この時、入力クロックが高速になった場合はタイマ閾値が増加し、逆に入力クロックが低速になった場合にタイマ閾値が減少する。しかし特許文献2の技術においては、タイマ閾値補正によってタイマ割込み発生頻度はクロック切り替え前と同一頻度に調整されるが、タイマ割込み発生タイミングがクロックを切り替える前のタイマ割

50

込み発生タイミングと一致しないという問題がある。

【0010】

特許文献3及び特許文献4に記載の技術には、クロック周期の精度を高める技術が記載されているが、クロックを切り替える前と後のタイマ割り込み発生タイミングを一致させることが出来ないという問題がある。

【0011】

本発明の目的は、上述した問題点を解決するタイマ補正装置、タイマ補正方法及びタイマ補正プログラムを提供することにある。

【0012】

具体的に、本発明は、システムクロックの周波数変更の影響で乱れてしまう時計が出力するパルスの周期及びそのタイミングを、予め定めた基準タイミングに一致させることを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明による一形態のタイマ補正装置は、基準となる周波数のクロックを出力する第1のクロック発振手段と、前記第1のクロック発振手段とは異なる周波数を出力する第2のクロック発振手段と、第1のクロックと第2のクロックのいずれか一つを選択して、選択したクロックをタイマ発生部に出力する入力クロック選択部と、基準クロックでカウントするパルス数を測定する入力クロック測定部と、前記クロック測定部がカウントする各周期のパルス数を比較して、前記パルス数の過不足の累積を行うクロック過不足累積部と、前記入入力クロック測定部が測定したパルス数の比と差を算出するパルス数比率算出部と、前記パルス数の比と前記差とからカウンタが割り込み信号を出力する条件の閾値を与えるタイマ閾値補正部と、前記入入力クロック選択部からのクロックでカウントし、前記閾値による前記割り込み信号を出力するタイマ発生部と、を備える。

【0014】

入力クロック測定部は、第1のクロックを受け取り、前記タイマ発生部が出力した第1の割り込み信号と次の周期である第2の記割り込み信号との間に受け取った前記第1のクロックのパルス数を計測して第1の測定値とし、前記第1の測定値を測定した後の測定値を第2の測定値として、前記第1の測定値と前記第2の測定値とをパルス数比率算出部に出力し、前記クロック過不足累積部は、前記第1の測定値と前記第2の測定値との差に前の周期で得られた第1の累積値とを加算して第2の累積値を求め、次の周期の加算で、前記第1の累積値に前記第2の累積値を代入して再帰的に算出した前記第2の累積値をクロック過不足数として前記タイマ閾値補正部に出力し、前記パルス数比率算出部は、前記第1の測定値を記憶する第1の記憶部と、前記第2の測定値を記憶する第2の記憶部と、前記第1の測定値と前記第2の測定値が一致するか否かの判断情報と、前記第1の測定値と前記第2の測定値との比と、をタイマ閾値補正部に出力する判断部と、を含み、前記タイマ閾値補正部は、前記パルス数比率算出部の前記判断部から、前記判断情報と前記比の情報を受け取り、タイマ発生部のカウンタの前記閾値を算出して当該閾値を記憶し、当該閾値をタイマ発生部に出力し、前記タイマ発生部は、前記入入力クロック選択部が出力するクロックでカウントを行い、カウント値を前記タイマ閾値補正部が出力した閾値に設定して当該カウンタをカウントダウンさせて、カウンタが0になった時に、前記タイマ発生部から、前記第1の割り込み信号及び前記第2の割り込み信号と、を前記クロック測定部及び外部装置に出力する。

【0015】

本発明による一形態のタイマ補正方法は、基準となる周波数である第1のクロックを発振し、前記第1のクロックとは異なる周波数の第2のクロックを発振させ、第1のクロックを受け取り、第1の割り込み信号と次の周期である第2の記割り込み信号との間に受け取った前記第1のクロックのパルス数を測定して第1の測定値とし、前記第1の測定値を測定した後の測定値を第2の測定値として、前記第1の測定値と前記第2の測定値とをパルス数比率算出部に出力し、前記第1の測定値と前記第2の測定値との差に前の周期で得

10

20

30

40

50

られた第1の累積値とを加算して第2の累積値を求め、次の周期の加算で、前記第1の累積値に前記第2の累積値を代入して再帰的に算出した前記第2の累積値を出力し、前記第1の測定値と前記第2の測定値が一致するか否かの判断情報と、前記第1の測定値と前記第2の測定値との比を出力し、前記判断情報と前記比の情報を受け取り、カウンタの前記閾値を算出して当該閾値を記憶し、当該閾値を出力し、前記入力クロック選択部が出力するクロックでカウントを行い、カウント値を閾値に設定して当該カウンタをカウントダウンさせて、カウンタが0になった時に、前記タイマ発生部から、前記第1の割り込み信号及び前記第2の割り込み信号と、を前記クロック測定部及び外部装置に出力する。

【0016】

本発明による一形態のタイマ補正プログラムは、基準となる周波数である第1のクロックを発振させ、前記第1のクロックとは異なる周波数の第2のクロックを発振させ、第1のクロックを受け取り、第1の割り込み信号と次の周期である第2の記割り込み信号との間に受け取った前記第1のクロックのパルス数を測定して第1の測定値とし、前記第1の測定値を測定した後の測定値を第2の測定値として、前記第1の測定値と前記第2の測定値とをパルス数比率算出部に出力し、前記第1の測定値と前記第2の測定値との差に前の周期で得られた第1の累積値とを加算して第2の累積値を求め、次の周期の加算で、前記第1の累積値に前記第2の累積値を代入して再帰的に算出した前記第2の累積値を出力し、前記第1の測定値と前記第2の測定値が一致するか否かの判断情報と、前記第1の測定値と前記第2の測定値との比を出力し、前記判断情報と前記比の情報を受け取り、カウンタの前記閾値を算出して当該閾値を記憶し、当該閾値を出力し、前記入力クロック選択部が出力するクロックでカウントを行い、カウント値を閾値に設定して当該カウンタをカウントダウンさせて、カウンタが0になった時に、前記タイマ発生部から、前記第1の割り込み信号及び前記第2の割り込み信号と、を前記クロック測定部及び外部装置に出力する処理をコンピュータに実行させる。

【発明の効果】

【0017】

本発明は、周波数の異なる複数のクロック発振装置を搭載し、その何れか1つを選択してタイマに供給する場合に、クロックの周波数が任意に切替わっても、タイマが出力する信号を、基準となるクロックにより生成したタイマの周期及び信号が変化するタイミングを一致させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるタイマ補正装置1のブロック図である。

【図2】本発明のタイマ補正装置1の動作を示すフロー図である。

【図3A】本発明のタイマ補正装置1の動作のタイミングチャート図である。

【図3B】本発明のタイマ補正装置1の動作のタイミングチャート図である。

【図4A】本発明のタイマ補正装置1の状態を規定する数値の計算式を示す図である。

【図4B】本発明のタイマ補正装置1の状態を規定する数値の計算式を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[第1の実施の形態]

本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1の実施の形態のタイマ補正装置1を示す図である。

【0020】

タイマ補正装置1は、第1のクロック発振部10と、第2のクロック発振部11と、クロック測定部13と、入力クロック選択部12と、パルス数比率算出部14と、クロック過不足累積部15と、タイマ閾値補正部16と、タイマ発生部17と、を備えている。

【0021】

パルス数比率算出部14は、第1の記憶部3と第2の記憶部4と判断部5を含む。

【0022】

10

20

30

40

50

第1のクロック発振部10は、クロック測定部13と入力クロック選択部12に接続される。第2のクロック発振部11は、入力クロック選択部12に接続される。第1のクロック発振器10及び第2のクロック発振器11は、2以上の任意の個数を搭載することが可能である。また、第1のクロック発振器10及び第2のクロック発振器11の周波数が可変できることでもよい。

【0023】

入力クロック選択部12は、第1のクロック発振部10あるいは第2のクロック発振部11のいずれかのパルスを選択して、タイマ発生部17に供給する。タイマ補正装置1の初期状態では第1のクロック発振部10が選択されているとする。

【0024】

パルス数比率算出部14およびクロック過不足累積部15は、タイマ閾値補正部16に接続される。パルス数比率算出部14はクロック過不足累積部15に接続される。クロック測定部13はパルス数比率算出部14に接続される。

【0025】

タイマ閾値補正部16はタイマ発生部17に接続される。タイマ閾値補正部16が補正タイマ閾値110をタイマ発生部17に出力する。タイマ発生部17は、入力クロック選択部12から受け取ったクロックをカウントして、予め定めた閾値に等しくなると割り込み信号100を出力する。タイマ発生部17から出力された割り込み信号100は、クロック測定部13及び外部装置に供給される。外部装置は、コンピュータ等の情報処理装置である。本発明は、図1の構成に限定されるものではない。

【0026】

タイマ補正装置1の動作を図2に示すフローチャートを用いて説明する。

【0027】

第1のクロック発振部10及び第2のクロック発振部11が電源の投入やオペレータ等の操作により起動されて各々の周波数で発振を開始する(S10)。

【0028】

第1のクロック発振部10及び第2のクロック発振部11の信号は、入力クロック選択部12に出力される。入力クロック選択部12は、いずれか1つの信号を選択し、タイマ発生部17に供給する(S20)。

【0029】

クロック測定部13が第1のクロック発振部10からのクロックの測定を開始する(S30)。

【0030】

一方タイマ発生部17は、入力クロック選択部12が選択したクロックを基にカウントを行う。タイマ発生部17は、タイマ発生部17のカウント数が、予め設定したタイマ閾値に達した時、タイマ割り込み信号100を出力する(S40)。

【0031】

ここで、本発明の第1の実施の形態のタイマ補正装置1において電源投入後に行われる初期化段階を経て定常作状態になった時点のクロック測定部13によるパルス数の測定値をX0とする。X0はパルス数比率算出部14に備えられた第1の記憶部3に記憶される。また、X0の観測が終了し、第1の記憶部3にX0が記憶された後に、同じくクロック測定部13により測定したパルス数の測定値をXnとする。第2の記憶部4がXnを記憶する。また、Xnは、判断部5およびクロック過不足部15に伝達されて、さらにクロック過不足部15からタイマ閾値補正部16に伝達される。なお引数nは割り込み信号100と次に発生する割り込み信号100との間の状態を一意に区別する為に付与した整数である。例えば、タイマ補正装置が動作中のある時点の状態0と定めた場合、この状態において、クロック測定部13のパルス数の測定値はX0である。同様に、状態0から状態1に当該タイマ補正装置の動作が遷移した場合のクロック測定部13のパルス数の測定値はX1である。したがって、状態が順次遷移して状態nにおける測定値はXnになる。

【0032】

10

20

30

40

50

タイマ発生部 17 のカウント数が予め設定した閾値に達した時点で、タイマ発生部 17 が割り込み信号 100 を出力し、クロック測定部 13 に伝達する (S50)。

【0033】

クロック測定部 13 が割り込み信号 100 を受け付けるまでにカウントした数値 X_n を読出してパルス数比率算出部 14 に出力する (S60)。パルス数比率算出部 16 が受け取った X_n を第 2 の記憶部 4 に記憶する。

【0034】

判断部 5 は、第 1 の記憶部 3 から X_0 と、第 2 の記憶部 4 から X_n と、を読み出す。判断部 5 は、 $X_0 = X_n$ であるか否かの判断結果をタイマ閾値補正部 16 に出力する。判断部 5 が、 X_0 と X_n との比を算出して、タイマ閾値補正部 16 に出力する (S70)。

10

【0035】

$X_0 = X_n$ である場合 (S70 = Yes)、タイマ閾値補正部 16 は、閾値を算出する為の (2) 式 (後述) に従って、補正タイマ閾値 110 を算出する (S80)。

【0036】

$X_0 \neq X_n$ である場合 (S70 = No)、タイマ閾値補正部 16 は、閾値を算出する為の (1) 式 (後述) に従って、補正タイマ閾値 110 を算出する (S90)。

【0037】

補正タイマ閾値 110 は、タイマ発生部 17 によって、割り込み信号 100 を発行する判断に用いられ、前述のタイマ閾値に上書きされる (S100)。

【0038】

20

クロック過不足累積部 15 は X_0 と X_n との数値の差異を算出してクロック過不足累積値 (A_n と呼ぶ) を一時記憶する。 A_n の記憶は 2 世代であり、 A_n と次の状態である A_{n+1} を記憶する (S110)。

【0039】

その後、フローは S30 に戻り、クロック測定部 13 の動作から、フローが繰り返される。

【0040】

ここで、タイマ閾値補正部 16 が行う計算について説明する。

【0041】

まず、タイマ補正装置 1 が動作し、継続的にタイマ発生部 17 から割り込み信号 110 が出力されている場合とする。割り込み信号 110 が出力された時点から次の割り込み信号 110 が出力されるまでの期間を状態と表現する。この状態にそれぞれ識別子として n (整数) を付与し、 n 番目の状態を状態 n と呼ぶ。さらに状態 n の期間が終了して、次に動作している状態を状態 $n+1$ と呼ぶ。本例の説明における状態の番号は、状態 n と次の状態 $n+1$ 、さらにその次の状態 $n+2$ 、の様に、状態が連続していることを示す。

30

【0042】

次に、算出に必要なパラメータとその内容を説明する。まず、状態 0、すなわち 0 番目の状態におけるパルス数測定値の基準値となる X_0 と、状態 n 、すなわち状態が n 番目のパルス数測定値である X_n がある。ここで、状態 0 から状態 X_n に至るまでの、 X_0 と各々の X_n ($n = 1$ から n までの全て) との差をそれぞれ加算してその累積値を得る。この累積値がクロック過不足数 A_n とする。また、閾値を算出する式は 2 種類あり、 X_0 と X_n とが一致するか否かの違いによりいずれか一つの式を選択する。式の詳細は後述する。なお、本説明における、 X_n 、 A_n 、後述する Y_n の引数 n は、状態 n におけるそれぞれの値であることを示す。

40

【0043】

まず、 X_0 の値と X_n との値が不一致の場合の算出について説明する。この条件は、状態 0 の割り込み信号 100 が発生する周期と状態 n で割り込み信号 100 が発生する周期とが異なることを意味する。そこで、まず周期を一致させる為に補正タイマ閾値 110 の計算を行う。状態 n における補正タイマ閾値 110 の値を Y_n として、次の状態 $n+1$ における補正タイマ閾値 110 の値を Y_{n+1} とすると、 Y_{n+1} は下記の (1) 式で算出

50

する。

$$Y_{n+1} = Y_n * X_0 / X_n \cdot \cdot \cdot (1)$$

この新たな閾値により、以後のタイマ発生部 17 のカウント数が補正される。この (1) 式は、基準となるカウント数である X_0 と状態 n におけるカウント数である X_n との比を求めて、状態 n の時の補正タイマ閾値 110 の値に前述の比を割かけることで、クロックの周波数が変化したことによるカウント数の増減を基準値となる X_0 に割かけることで、カウント数が一致することになる。従って、最終的には $X_0 = X_n$ に調整される。

【0044】

また、クロック過不足数の累積値 A_{n+1} は、下記 (3) 式で算出する。

$$A_{n+1} = A_n + X_0 - X_n \cdot \cdot \cdot (3)$$

10

次に、 X_0 と X_n とが一致している場合の算出について説明する。

【0045】

この条件は、状態 0 の割り込み信号 100 が発生する周期と状態 n で割り込み信号 100 が発生する周期とが一致していることを意味している。しかし、周期を一致させる為タイマの閾値を変更した結果、割り込み信号 100 が出力されるタイミングが、状態 0 と状態 n では異なっている状態が存在する。それはクロック過不足数 A_n が 0 ではない状態である。そこで、状態 0 の場合に割り込み信号 100 が出力したタイミングと状態 n の割り込み信号 100 とのタイミングを一致させる為に補正タイマ閾値 110 の計算を行う。

【0046】

状態 n における補正タイマ閾値 110 の値を Y_n として、次の状態 $n+1$ におけるタイマの時計動作に対する補正タイマ閾値 110 の値を Y_{n+1} とすると、 Y_{n+1} は下記 (2) 式で算出する。

20

$$Y_{n+1} = Y_n * (X_0 + A_n) / X_n \cdot \cdot \cdot (2)$$

この (2) 式は、 $X_0 = X_n$ に至った後、 X_0 の切り替えタイミングと X_n の切り替えタイミングとの差を補正する為にクロック過不足数 A_n が X_0 に加算されることでパルス数の補正が行われて、 X_n に切替わった後にずれたタイミングの補正を考慮したタイミング補正値を算出する式である。

【0047】

また、クロック過不足数の累積値 A_{n+1} は、下記の (4) 式で算出する。

$$A_{n+1} = A_n + X_0 - X_n \cdot \cdot \cdot (4)$$

30

ここでさらに、図 1 に示したタイマ補正装置 1 の動作例を、図 3 A 及び図 3 B のタイミングチャート図及び図 4 A 及び図 4 B のタイマ補正装置 1 の状態を規定する数値の計算式を示す表を用いてより具体的に説明する。

【0048】

図 3 A 及び図 3 B は、第 1 のクロック発振部 10 のクロック波形、第 2 のクロック発振部 11 のクロック発振波形、補正タイマ閾値 110、クロックパルスの過不足数、割り込み信号 100 が発生するタイミング、本来期待される割り込み信号 100 のタイミングの小各々の関係を図に表したものである。

【0049】

図 4 A 及び図 4 B は、クロック測定部 13 が測定するクロックパルス数 (X_0 , X_n) とクロック過不足数 (A_n , A_{n+1}) を算出する式とその値と、補正タイマ閾値 110 (Y_n , Y_{n+1}) を算出する式とその値と、を図にしたものである。図 3 A、図 3 B、に記載した状態 0 から状態 6 は図 4 A 及び図 4 B の記載した状態 0 から状態 6 にそれぞれ対応する。

40

【0050】

次に、図 3 A、図 3 B、図 4 A 及び図 4 B を用いて、割り込み信号 100 の周期の補正及びタイミングを基準のタイミングと一致させる動作について、説明 1 から説明 6 の段階にわけて説明する。

【0051】

ここで、本例の定常状態の定義について説明する。定常状態とは、タイマ補正装置 1 の

50

電源が投入され、タイマ発生部 17 及びクロック測定部 13 に対して初期値を設定して、動作が開始されて、その後、クロック測定部 13 が測定したパルス数の過渡的な変動が収束して、特定の値を連続して出力する状態に至った状態を言う。

【0052】

(説明1)

定常状態において、タイマ発生部 17 の入力クロックには、低速の第 1 のクロック発振部 10 のクロックが選択されているとする(図 3 A __状態 0、図 4 A __状態 0)。この時、タイマ発生部 17 が出力する割り込み信号 100 と次に割り込み信号 100 との間に測定される第 1 のクロック発振部 10 からパルス数をクロック測定部 13 が測定し、その値を X_0 とする。この低速の第 1 のクロック発振部 10 のクロックによりタイマ発生部 17 のカウントが実行されて割り込み信号 100 を出力し、タイマ閾値補正部 16 が、次の補正タイマ閾値 Y_n を計算する(図 3 A __状態 1、図 4 A __状態 1)。定常状態(本例では状態 0 及び状態 0 以前の状態が相当する)においては、第 1 のクロック発振部 10 のパルスとタイマ発生部 17 に入力するクロックは同一であり、クロック測定部 13 が測定する割り込み信号 100 と次に割り込み信号 100 との間のクロックパルス数は、変化しない。また、定常状態ではクロック過不足は存在せず、クロック過不足数 A_0 は 0 である。次の状態 1 における補正タイマ閾値 Y_1 は、 $X_0 = X_n$ の条件を成立することから前述の(2)式を適用する。したがって、前の状態 0 における補正タイマ閾値 Y_0 に対し、 $Y_1 = Y_0 * (X_0 + A_0) / X_0 = Y_0 = 5$ となり、前回の補正タイマ閾値と等しい。つまり、定常状態においては、タイマ割り込みは第 1 のクロックパルス数 X_0 の間隔で発生する。なお、クロック過不足累積部 15 が、クロック過不足数 A_1 を計算して、 $A_1 = A_0 + X_0 - X_0 = 0$ を得る。クロック過不足累積部 15 が A_1 を記憶する。

10

20

【0053】

(説明2)

状態 1 の動作を説明する。前述の状態 0 で計算したタイマ閾値である $Y_1 = 5$ がタイマ発生部 17 の閾値に設定され、カウントが実行される。

【0054】

タイマ割り込み信号 100 が発生までの間に、低速の第 1 のクロック発振部 10 のクロックから高速の第 2 のクロック発振部 11 のクロックに切替わったとする(図 3 A __状態 1、図 4 A __状態 1)。

30

【0055】

高速の第 2 のクロック発振部 11 にクロックに切替わったことでタイマ発生部 17 のカウント速度が上がるが、補正タイマ閾値 110 が定常状態と等しい Y_0 が適用されたままである為、定常時よりも短い時間で補正タイマ割り込み信号 100 が発生する(図 3 A __状態 1 の後端部分、図 4 A __状態 1)。

【0056】

状態 1 の期間にクロック測定部 13 が測定した第 1 のクロック発振部 10 のクロックパルス数を X_1 とする。タイマ発生部 17 に供給される第 2 のクロック 11 のクロックの周波数が第 1 のクロック 10 のクロック周波数より高い為、定常時よりも早くタイマ割り込みが発生する。 $X_1 < X_0$ である。したがって、タイマ発生部 17 の入力クロックが高速のクロックに切替わった後も、タイマ発生部 17 の割り込み信号 100 の発生頻度を定常状態と同一に維持する為には、次の状態 2 におけるタイマ発生部 17 に対する補正タイマ閾値 110 は、現在の状態 1 に適用した補正タイマ閾値である Y_1 に対して増加させる必要がある。

40

【0057】

ここで、 $X_0 = X_1$ の条件(図 3 A の状態 1 を参照すると $X_0 = 5$ 、 $X_1 = 4$ である。)が成立することから前述の(1)式を適用して次の状態 2 の補正タイマ閾値 Y_2 を算出する。タイマ閾値補正部 16 が、 $Y_2 = Y_1 * X_0 / X_1 = 6$ を得る。

【0058】

また、タイマ割り込み信号 100 が発生する間に本来測定すべき第 1 のクロック発振部 1

50

0のクロックパルス数は X_0 だが、実際に測定されたクロックパルス数は X_1 である為、タイマ割込みが発生したタイミングは、定常時と比べて $X_0 - X_1$ 分のずれが生じている。さらに、 $X_0 > X_1$ の条件となることから、クロック過不足累積部15が前述の(3)式を適用してクロック過不足数 A_2 を計算して、 $A_2 = A_1 + X_0 - X_1 = 1$ を得る。クロック過不足累積部15が A_2 を記憶する。

【0059】

(説明3)

次に、状態2を説明する。入力クロックは高速の第2のクロックが供給されたままであったとする(図3A__状態2~状態3、図4A__状態2~状態3)。補正タイマ閾値 Y_2 を基に、割り込み信号100が発生するが、今回は前回より短い間隔でタイマ割込みが発生する(図3A__状態2の後端の部分、図4A__状態2)。この時に、状態2の期間でクロック測定部13が測定したクロックパルス数を X_2 とする。前回より早く割り込み信号100が発生した為、 $X_2 < X_1 < X_0$ である。 $X_0 > X_2$ の条件である。よって、タイマ閾値補正部16が、前述の(1)式を適用して、次の状態3の補正タイマ閾値 Y_3 を計算して、 $Y_3 = Y_2 * X_0 / X_2 = 10$ を得る。これにより、タイマ発生部17に入力するクロックが、第2のクロック11が出力するクロックのままであれば、次の状態3の期間で測定される第1のクロック発振部10からのクロックパルス数は、定常時と同じ値になる。なお、 $X_0 > X_2$ の条件が成立することから、クロック過不足部累積部15が前述の(3)式を適用して、クロック過不足数 A_3 を計算して、 $A_3 = A_2 + X_0 - X_2 = 3$ を得る。クロック過不足累積部15が A_3 を記憶する。

10

20

【0060】

(説明4)

次の状態3も、入力クロックは高速の第2のクロック11からの供給のままであったとする(図3A__状態3、図4A__状態3)。状態3で算出した補正タイマ閾値 Y_3 は Y_2 より大きく、かつ入力クロックに変化がないため、前回より長い間隔でタイマ割込みが発生し、定常時と間隔は等しくなる(図3B__状態3の後端の部分、図4B__状態3)。この時にクロック測定部13が測定した、第1のクロック発振部10のクロックパルス数を X_3 とする。定常時と割り込み信号100が発生する間隔が等しい為、 $X_3 = X_0$ である。 $X_3 = X_0$ の条件が成立することから、補正タイマ閾値 Y_4 の計算には前述の(2)式を適用する。タイマ閾値補正部16が、次の状態4の補正タイマ閾値 Y_4 を計算して、 $Y_4 = Y_3 * (X_0 + A_3) / X_3 = 16$ を得る。なお、 $X_3 = X_0$ であるため、 $Y_4 = Y_3 * (X_0 + A_3) / X_0$ とも言える。また、 $X_3 = X_0$ の条件が成立することから、クロック過不足数 A_4 の計算には前述の(4)式を適用する。クロック過不足累積部15が、クロック過不足数 A_4 を計算して、 $A_4 = A_3 + X_0 - X_3 = 3$ を得る。クロック過不足累積部15が A_4 を記憶する(この場合の過不足数は変化しない)。

30

【0061】

(説明5)

次の状態4も、タイマ発生部17に入力するクロックが、高速の第2のクロック11が出力するクロックのままであったとする(図3B__状態4、図4B__状態4)。補正タイマ閾値 Y_4 は Y_3 より大きく、かつ入力クロックに変化がないため、前回より長い間隔でタイマ割込みが発生する(図3B__状態4の後端の部分、図4B__状態4)。この時にクロック測定部13が測定した、第1のクロック発振部10のクロックパルス数を X_4 とする。入力クロックの周波数は前回から変化がなく、また、前回補正された補正タイマ閾値は、クロック過不足数の分のみ増えている為、 $X_4 = X_3 + A_3$ である。 $X_4 > X_0$ の条件が成立することから補正タイマ閾値 Y_5 の計算には前述の(1)式を適用する。タイマ閾値補正部16が、次の状態5の補正タイマ閾値 Y_5 を計算して、 $Y_5 = Y_4 * X_0 / X_4 = 10$ を得る。なお、(説明4)で述べたように $Y_4 = Y_3 * (X_0 + A_3) / X_3$ 、 $X_3 = X_0$ である為、次の補正タイマ閾値 Y_5 は前々回の補正タイマ閾値 Y_3 と等し

40

50

くなる。前々回の補正タイマ閾値 Y_3 は、入力クロックが第2のクロック発振部11のクロックの時、定常時のタイマ割込み発生間隔と等しくなる値である。また、 $X_4 = X_0$ の条件が成立することから、クロック過不足数 A_5 の計算には前述の(3)式を適用する。クロック過不足累積部15が、クロック過不足数 A_5 を計算して、 $A_5 = A_4 + X_0 - X_4 = 0$ を得る。クロック過不足累積部15が A_5 を記憶する。

【0062】

(説明6)

次の状態5の期間も、入力クロックは高速の第2のクロックのままであったとする(図3B__状態5、図4B__状態5)。前回補正された補正タイマ閾値 Y_5 は Y_4 より小さく、かつ入力クロックに変化がないため、前回よりも短い間隔でタイマ割込みが発生する(図3B__状態5の最後の部分、図4B__状態5)。この時に測定された、クロック測定部13が測定した、第1のクロック発振部10のクロックパルス数を X_5 とする。入力クロック周波数に変化がなく、また、補正タイマ閾値 Y_5 は前々回の補正タイマ閾値 Y_3 と等しい値であった為、 $X_5 = X_3 = X_0$ となる。 $X_5 = X_0$ の条件が成立することから補正タイマ閾値 Y_6 の計算には前述の(2)式を適用する。タイマ閾値補正部16が、次の状態6の補正タイマ閾値 Y_6 を、 $Y_6 = Y_5 * (X_0 + A_5) / X_5$ の式で計算するが、 $X_5 = X_0$ 、 $Y_5 = Y_3$ 、 $A_5 = 0$ であるため、補正タイマ閾値 Y_6 は補正タイマ閾値 Y_3 と等しく10になる。よって、入力クロック周波数に変更されない限り、タイマ割込み発生間隔は、定常状態のタイマ割込み発生間隔と等しくなる。また、 $X_5 = X_0$ の条件が成立することから、クロック過不足数 A_6 の計算には前述の(4)式を適用する。クロック過不足累積部15が、クロック過不足数 A_6 を計算して、 $A_6 = A_5 + X_0 - X_5 = 0$ を得る。クロック過不足累積部15が A_6 を記憶する。

【0063】

以上により、入力クロックを切り替えた後の割り込み信号100が発生する間隔が入力クロック切り替え前と等しく、かつ入力クロック切り替えた後のタイマ割込み発生タイミングも、入力クロック切り替え前と一致する。なお、入力クロックを高速クロックから低速クロックに変更する場合も同様である。

【0064】

以上の様に、本発明の第1の実施の形態におけるタイマ補正装置1は、周波数の異なるクロックに切り替えても、切り替える前の割り込み信号の周期と位相とを一致させることが出来る。その理由は、周期を合わせる補正に加えて位相を合わせる補正を行うことが出来るからである。

【符号の説明】

【0065】

- 1 タイマ補正装置
- 3 第1の記憶部
- 4 第2の記憶部
- 5 判断部
- 10 第1のクロック発振部
- 11 第2のクロック発振部
- 12 入力クロック選択部
- 13 クロック測定部
- 14 パルス数比率算出部
- 15 クロック過不足累積部
- 16 タイマ閾値補正部
- 17 タイマ発生部
- 100 割り込み信号
- 110 補正タイマ閾値

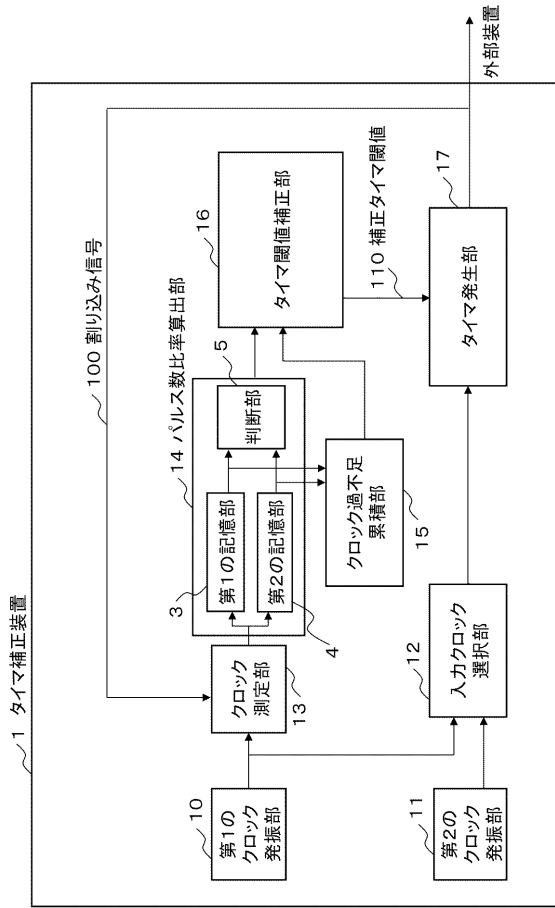
10

20

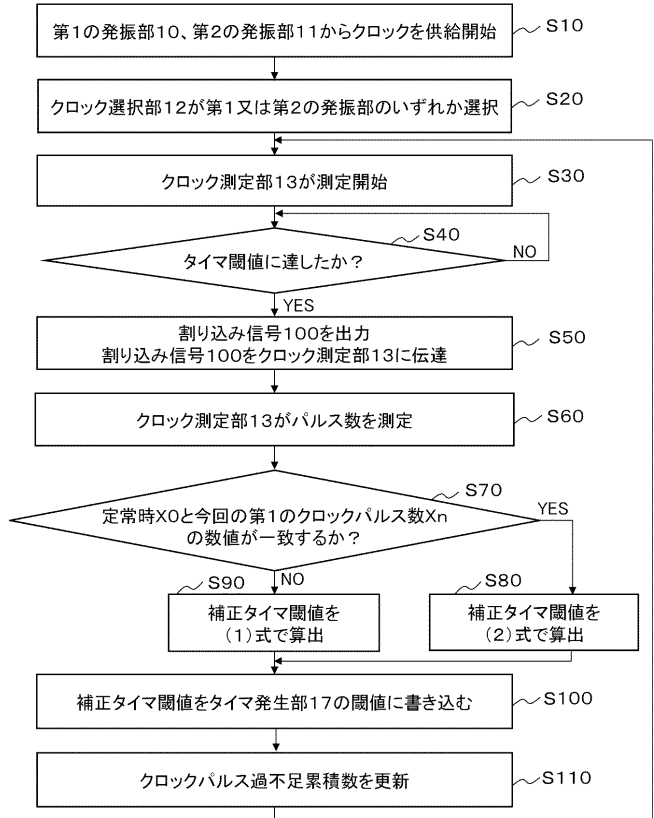
30

40

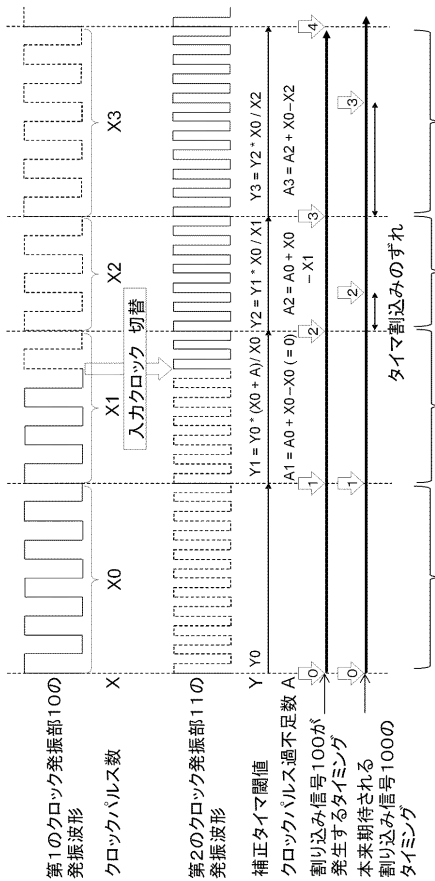
【図1】



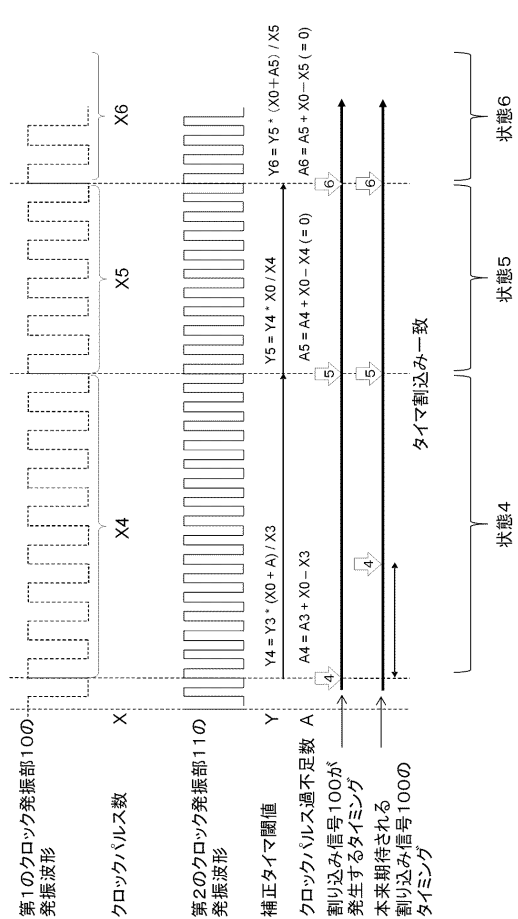
【図2】



【図3A】



【図3B】



【 図 4 A 】

状態0	状態1	状態2	状態3
クロックハリス数 X (2)式適用条件成立	X1=4 (X0≠X1) (1)式適用条件成立	X2=3 (X0≠X2) (1)式適用条件成立	X3=5 (X0≠X3) (2)式適用条件成立
式 A0=0	A1=A0+X0-X0(=0)	A2=A1+X0-X1	A3=A2+X0-X2
計算 A0=0	A1=0+5-5=0	A2=0+5-4=1	A3=1+5-3=3
式 Y0=5	(2)式適用 Y1=Y0*(X0+A0)/X0	(1)式適用 Y2=Y1*(X0)/X1	(1)式適用 Y3=Y2*(X0)/X2
計算 Y0=5	Y1=5*(5+0)/5=5	Y2=5*(5)/4=6	Y3=6*(5)/3=10

【 図 4 B 】

状態4	状態5	状態6
クロックハリス数 X (1)式適用条件成立	X4=8 (X0≠X4) (2)式適用条件成立	X5=5 (X0≠X5) (2)式適用条件成立
クロック過不足数 A	A4=A3+X0-X3	A5=A4+X0-X4(=0)
	A4=3+5-5=3	A5=3+5-8=0
補正タイム閾値 Y	(2)式適用 Y4=Y3*(X0+A3)/X3	(1)式適用 Y5=Y4*(X0)/X4
	Y4=10*(5+3)/5=16	Y5=16*(5/8)=10
		(2)式適用 Y6=Y5*(X0+A5)/X5
		Y6=10*(5+0)/5=10