

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6135293号
(P6135293)

(45) 発行日 平成29年5月31日(2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int.Cl.

F 1

H03K 3/354 (2006.01)
G06F 1/04 (2006.01)H03K 3/354
G06F 1/04 303B

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-102443 (P2013-102443)
 (22) 出願日 平成25年5月14日 (2013.5.14)
 (65) 公開番号 特開2014-222857 (P2014-222857A)
 (43) 公開日 平成26年11月27日 (2014.11.27)
 審査請求日 平成28年2月26日 (2016.2.26)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (72) 発明者 矢後 清隆
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 審査官 及川 尚人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】クロック発生装置、及び、クロック発生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クロック信号を生成する第1発振器を有する第1装置と、クロック信号を生成する第2発振器を有する第2装置とに接続されるクロック発生装置であって、

前記第1発振器が生成したクロック信号および前記第2発振器が生成したクロック信号のうちいずれか一方を内部クロックとして選択する選択部と、

外部マスタークロックと前記内部クロックとの経路遅延の時間差に基づく累積データを格納し、前記累積データを用いて、前記外部マスタークロックに前記内部クロックを同期させ、前記同期させたクロック信号を前記第1発振器および前記第2発振器に出力するクロック部と、

前記選択部で選択されるクロック信号を切り替えることを指示する切替信号を受信した場合、前記選択部に選択するクロック信号を切り替えることを指示し、前記クロック部に前記累積データを削除することを指示する制御部と、を備え、

前記選択部は、前記制御部からの指示に基づいて、選択するクロック信号を切り替え、

前記クロック部は、前記累積データを削除する指示を受けた場合、前記累積データを削除し、前記選択部によって切り替えられたクロック信号を前記外部マスタークロックに同期させ、前記同期させたクロック信号を前記第1発振器および前記第2発振器に出力するクロック発生装置。

【請求項 2】

クロック信号を生成する第1発振器を有する第1装置と、クロック信号を生成する第2

発振器を有する第2装置とに接続されるクロック発生装置において、

クロック発生装置が、

前記第1発振器が生成したクロック信号および前記第2発振器が生成したクロック信号のうちいずれか一方を内部クロックとして選択し、

外部マスタークロックと前記内部クロックとの経路遅延の時間差に基づく累積データを格納し、前記累積データを用いて、前記外部マスタークロックに前記内部クロックを同期させ、前記同期させたクロック信号を前記第1発振器および前記第2発振器に出力し、

選択されるクロック信号を切り替えることを指示する切替信号を受信した場合、選択するクロック信号を切り替え、前記累積データを削除し、切り替えられたクロック信号を前記外部マスタークロックに同期させ、前記同期させたクロック信号を前記第1発振器および前記第2発振器に出力する

クロック発生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クロック発生装置、及び、クロック発生方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線基地局では、現在、FDD (Frequency Division Duplex) 方式が採用されているが、セルの小型化に向けてTDD (Time Division Duplex) 方式の採用も検討されている。TDD 方式では、FDD 方式に比べて、無線基地局間の相互のタイミングが重要な課題になっている。この課題の解決のために、IEEE 1588 で規定されているPTP (Precision Time Protocol) と呼ばれるプロトコルまたはGPS (Global Positioning System) 等を使用した時刻同期が使用される。PTP (Precision Time Protocol) は、ネットワーク上のデバイスを同期する方法を規定した標準規格である。

【0003】

無線基地局では、基地局間同期カードにPTP のオーディナリクロックまたはGPS 受信器を実装して、これに同期したクロックを生成して、無線部にクロックを供給することで、無線基地局間同期が実現される。

【0004】

図1は、従来の無線基地局における基地局間同期カード、クロックカードの構成例を示す図である。図1の例では、無線基地局は、基地局間同期カードおよび2つのクロックカード（クロックカード#1、クロックカード#2）を含む。

【0005】

無線基地局では、クロックカードからデータ処理を行う無線カードに対して通信用クロックを供給している。クロックカードは、通信用クロックの安定供給のために冗長構成をとっている。即ち、無線基地局には、複数のクロックカードが搭載されている。クロックカードには、それぞれに高安定基準周波数発振器（以後、発振器ともいう）が搭載されている。

【0006】

また、外部マスタークロック（例えば、PTP マスター又はGPS アンテナ）を基準として同期用クロックを生成するための基地局間同期カードにも、高安定基準周波数発振器が搭載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平4-291533号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

20

30

40

50

高安定基準周波数発振器は無線基地局における精度保証のために使用される。高安定基準周波数発振器は高価であるため、使用する個数を削減することが求められる。さらに、高安定基準周波数発振器の使用個数を削減することで、精度が悪化しないようにすることが求められる。

【0009】

本件開示の技術は、クロック発生装置において、精度を悪化させずに高安定基準周波数発振器の個数を削減することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

開示の技術は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用する。

10

【0011】

即ち、第1の態様は、

クロック信号を生成する第1発振器を有する第1装置と、クロック信号を生成する第2発振器を有する第2装置とに接続されるクロック発生装置であって、

前記第1発振器が生成したクロック信号および前記第2発振器が生成したクロック信号のうちいずれか一方を選択する選択部と、

内部クロックを含み、クロック信号に基づく累積データを格納し、前記選択部で選択されたクロック信号および前記累積データを用いて、外部マスタークロックに内部クロックを同期し、前記内部クロックに基づくクロック信号を出力するクロック部と、

前記選択部で選択されるクロック信号を切り替えることを指示する切替信号を受信した場合、前記選択部に選択するクロック信号を切り替えることを指示し、前記クロック部に前記累積データを削除することを指示する制御部と、を備え、

前記選択部は、前記制御部からの指示に基づいて、選択するクロック信号を切り替え、

前記クロック部は、前記累積データを削除する指示を受けた場合、前記累積データを削除し、前記選択部によって切り替えられたクロック信号を用いて、前記外部マスタークロックに前記内部クロックを同期し、前記内部クロックに基づくクロック信号を出力するクロック発生装置である。

20

【0012】

開示の態様は、プログラムが情報処理装置によって実行されることによって実現されてもよい。即ち、開示の構成は、上記した態様における各手段が実行する処理を、情報処理装置に対して実行させるためのプログラム、或いは当該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として特定することができる。また、開示の構成は、上記した各手段が実行する処理を情報処理装置が実行する方法をもって特定されてもよい。

30

【発明の効果】

【0013】

開示の技術によれば、クロック発生装置において、精度を悪化させずに高安定基準周波数発振器の個数を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、従来の無線基地局における基地局間同期カード、クロックカードの構成例を示す図である。

40

【図2】図2は、無線基地局の構成例を示す図である。

【図3】図3は、無線基地局の基地局間同期カードおよびクロックカードの構成例を示す図である。

【図4】図4は、PTPデバイスに供給されるクロック信号の切り替えの動作フローの例を示す図である。

【図5】図5は、動作シーケンスの例(1)を示す図である。

【図6】図6は、動作シーケンスの例(2)を示す図である。

【図7】図7は、位相調整の動作フローの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0015】

以下、図面を参照して実施形態について説明する。実施形態の構成は例示であり、開示の構成は、開示の実施形態の具体的構成に限定されない。開示の構成の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。

【0016】

〔実施形態〕

(構成例)

図2は、無線基地局の構成例を示す図である。無線基地局10は、基地局間同期カード100、クロックカードA200、クロックカードB300、制御カード400、無線カード500、スイッチカード600、局インターフェースカード700を含む。無線基地局10は、LTE局のPTPマスタとの間でパケットを送受信する。
10

【0017】

基地局間同期カード100は、PTPマスタからのPTPパケット等に基づいてPTPマスタのクロックに内部クロックを同期する。基地局間同期カード100は、内部クロックに基づいてクロック信号を生成し、クロックカードA200およびクロックカードB300に生成したクロック信号を出力する。

【0018】

クロックカードA200は、基地局間同期カード100からのクロック信号等に基づいて、通信用クロック信号を生成し、無線カードに出力する。クロックカードB300は、クロックカードA200と同様の構成を有し、クロックカードA200が故障した時などの緊急用のクロックカードとして使用される。
20

【0019】

制御カード400は、クロックカードA200およびクロックカードB300を制御する。無線カード500は、無線端末との間で、送信信号および受信信号に対して、ベースバンド信号処理を行う。無線カード500は、クロックカードから通信用クロック信号を受信する。スイッチカード600は、無線カードを切り替える。局インターフェースカード700は、L2SW (Layer 2 Switch) を含む。L2SWは、PTPマスタからのPTPパケットを抽出し、基地局間同期カード100に送信する。

【0020】

図3は、無線基地局の基地局間同期カードおよびクロックカードの構成例を示す図である。図3の例では、無線基地局は、基地局間同期カード100、クロックカードA200、クロックカードB300を含む。基地局間同期カード100には、PTPマスタ1100、GPSアンテナ1200が接続される。PTPマスタ1100及びGPSアンテナ1200のうち、どちらか一方は、省略されてもよい。
30

【0021】

基地局間同期カード100は、PTPデバイス102、クロック選択部112、信号変化監視部114、切替用状態遷移制御部116、同期状態監視制御部118、PTPデバイス通信部120を含む。基地局間同期カード100は、さらに、GbEPHY130、GPS140、CPU150、メモリ160を含む。

【0022】

PTPデバイス102は、クロック選択部112から所定の周波数のクロック信号を受信する。所定の周波数は、例えば、10MHzまたは5MHzである。PTPデバイス102は、クロック選択部112から受信したクロック信号(内部クロック)の、PTPマスタ1100のクロックに対するドリフト、オフセットを補正する。PTPデバイス102は、1PPS (1 Pulse Per Second) 信号、10MHzクロック信号、ToD (Time of Day) 等を出力する。1PPS信号は、1秒毎のパルス信号である。ToD (Time of Day) は、時刻情報である。PTPデバイス102は、クロック部の一例である。
40

【0023】

PTPデバイス102は、内部の累積データと、入力されるクロック信号と、PTPマスタ1100等からの信号によって、1PPS信号等を生成する。PTPデバイス102
50

の内部の累積データは、入力されるクロック信号によって得られるデータである。入力されるクロック信号は、入力されるクロック信号を生成する発振器に依存する。よって、累積データは、入力されるクロック信号を生成する発振器に依存する。従って、入力されるクロック信号を生成する発振器の変更前に得られた PTP デバイス 102 の内部の累積データを使用して、入力されるクロック信号を生成する発振器の変更後に、1PPS 信号等を生成すると、動作保証がされない。よって、PTP デバイス 102 に入力されるクロック信号を生成する発振器が変更された場合、PTP デバイス 102 の内部の累積データがリセットされることが求められる。

【0024】

クロック選択部 112 は、PTP デバイス 102 に出力するクロック信号を、通常用(アクティブ系)と緊急用(スタンバイ系)との間で、切り替える。クロック選択部 112 に入力されるクロック信号は、クロックカード A200 の高安定基準周波数発振器 202 で生成されたクロック信号、及び、クロックカード B300 の高安定基準周波数発振器 302 で生成されたクロック信号である。クロック選択部 112 は、通常時、クロックカード A200 の高安定基準周波数発振器 202 で生成されたクロック信号を、PTP デバイス 102 に出力する。クロック信号の切り替えは、例えば、切替用状態遷移制御部 116 からの指示により行われる。クロック選択部 112 は、選択部の一例である。

【0025】

信号変化監視部 114 は、切替信号を監視して、変化があれば切替用状態遷移制御部 116 に通知する。

【0026】

切替用状態遷移制御部 116 は、信号変化監視部 114 からのトリガ(通知)により、切替の遷移を制御する。

【0027】

同期状態監視制御部 118 は、PTP デバイス通信部 120 を経由して、PTP デバイス 102 の状態の読み出しと PTP デバイス 102 の操作とを実行する。

【0028】

PTP デバイス通信部 120 は、PTP デバイス 102 との間で、PTP デバイス 102 固有の通信を行う。PTP デバイス通信部 112 による通信は、例えば、I2C 等の低速のシリアル通信である。

【0029】

GbEPHY130 は、PTP マスター 300 から PTP パケットを受信する。GbEPHY130 は、PTP デバイス 102 に、PTP パケットを送信する。GbEPHY130 は、PTP デバイス 102 から、PTP マスター 300 向けの PTP パケットを受信する。GbEPHY130 は、PTP パケットを PTP マスター 1100 に送信する。

【0030】

GPS モジュール 140 は、GPS アンテナで受信した GPS 信号から、1PPS 信号、TOD を生成し、PTP デバイス 102 に出力する。GPS によるクロックは、外部マスタークロックの一例である。

【0031】

CPU150 は、基地局間同期カード 100 を制御する。CPU150 は、記録媒体に記録されたプログラムをメモリ 160 の作業領域にロードして実行し、プログラムの実効を通じて周辺機器等が制御されることによって、所定の目的に合致した機能を実現できる。CPU150 の代わりに DSP (Digital Signal Processor) が使用されてもよい。

【0032】

メモリ 160 は、CPU150 で使用されるプログラムやデータが格納される。メモリ 160 は、例えば、RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) を含む。

【0033】

基地局間同期カード 100 は、GbEPHY130 及び GPS モジュール 140 のうち

10

20

30

40

50

、少なくともいずれか1つを備えていればよい。

【0034】

クロック選択部112、信号変化監視部114、切替用状態遷移制御部116、同期状態監視制御部118、PTPデバイス通信部120は、例えば、FPGA(Field Programmable Gate Array)を使用して実現される。

【0035】

信号変化監視部114、切替用状態遷移制御部116、同期状態監視制御部118、PTPデバイス通信部120は、1つの制御部として動作してもよい。

【0036】

クロックカードA200は、高安定基準周波数発振器202、DPLL204、選択器206、APLL208、位相差検出部210、異常時切替部212を含む。 10

【0037】

クロックカードB300は、高安定基準周波数発振器302、DPLL304、選択器306、APLL308、位相差検出部310、異常時切替部312を含む。

【0038】

クロックカードA200及びクロックカードB300で生成されるクロック信号は、無線カードなどに出力される。

【0039】

クロックカードA200及びクロックカードB300は、同様の機能を有する。ここでは、クロックカードA200が通常時に使用されるクロックカードであり、クロックカードB300が緊急時に使用されるカードであるとする。ここでは、主として、クロックカードA200について説明する。 20

【0040】

高安定基準周波数発振器202は、所定の周波数の信号(クロック信号)を発生する。所定の周波数は、例えば、5MHz又は10MHzである。高安定基準周波数発振器202が発生する信号は、DPLL204、基地局間同期カード100のクロック選択部112に出力される。

【0041】

DPLL(Digital Phase Locked Loop)204は、デジタル位相同期回路である。DPLL204は、高安定基準周波数発振器202又はPTPデバイス102からの信号に基づいて、位相差検出部210からの指示により、出力する信号の周波数を例えば1PPM単位で調整する。DPLL204は、3.84MHzの信号(通信用クロック信号)を選択器206に出力する。 30

【0042】

選択器206は、2つの入力信号から1つの信号を選択し出力する。選択器206には、DPLL204からの信号、クロックカードB300からの信号が入力される。選択器206において、通常時、DPLL204からの信号が選択される。また、クロックカードB300の選択器306において、通常時、クロックカードA200からの信号が選択される。

【0043】

APLL(Analog Phase Locked Loop)208は、アナログ位相同期回路である。APLL208は、選択器206から入力されるクロック信号に同期したクロック信号を出力する。APLL208から出力された信号(通信用クロック信号)は、無線カードに入力される。 40

【0044】

位相差検出部210は、自己位相を保存するレジスタを有し、外部の1PPS及びTODと、自己位相の1PPS及びTODとを比較することで、自己位相が遅れているか進んでいるかを検出する。位相差検出部210は、位相差により、DPLL204の同期位相を調整する。

【0045】

50

異常時切替部 212 は、クロックカード B300 の異常検出部 314 から異常通知を受けると、基地局間同期カード 100 の信号変化監視部 114 に、切替信号を送信する。

【0046】

異常検出部 214 は、クロックカード A200 の状態を監視し、クロックカード A200 の異常を検出する。異常検出部 214 は、クロックカード A200 が通常時に使用されるクロックカードとして動作しているときに、クロックカード A200 の異常を検出すると、クロックカード B300 の異常時切替部 312 に、異常通知を行う。

【0047】

クロックカード B300 の異常時切替部 312 は、クロックカード A200 の異常検出部 214 から異常通知を受けると、基地局間同期カード 100 の信号変化監視部 114 に、切替信号を送信する。
10

【0048】

複数の構成要素が一体となって 1 つの構成要素として動作してもよい。また、1 つの構成要素が複数の構成要素に分かれて動作してもよい。さらに、複数の構成要素が別の複数の構成要素として動作してもよい。

【0049】

基地局間同期カード 100、クロックカード A200、クロックカード B300 の各ユニットは、ハードウェアの構成要素、ソフトウェアの構成要素、又は、これらの組み合わせとして、それぞれ実現され得る。

【0050】

ハードウェアの構成要素は、ハードウェア回路であり、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array)、特定用途向け集積回路 (ASIC : Application Specific Integrated Circuit)、ゲートアレイ、論理ゲートの組み合わせ、アナログ回路等がある。
20

【0051】

ソフトウェアの構成要素は、ソフトウェアとして所定の処理を実現する部品である。ソフトウェアの構成要素は、ソフトウェアを実現する言語、開発環境等を限定する概念ではない。

【0052】

(時刻同期)

基地局間同期カード 100 の PTP デバイス 102 のクロック (内部クロック) を、PTP マスター 1100 のクロックに、同期することについて説明する。
30

【0053】

PTP マスター 1100 は、基地局間同期カード 100 の PTP デバイス 102 に対して、PTP マスター 1100 における時刻 T1 に、Sync Message を送信する。基地局間同期カード 100 は、PTP マスター 1100 からの Sync Message を、PTP デバイス 102 における時刻 T2 に、受信する。また、PTP デバイス 102 は、PTP マスター 1100 における Sync Message の送信時刻 T1 を、PTP マスター 1100 から Sync Follow up Message で受信する。

【0054】

また、PTP デバイス 102 は、PTP マスター 1100 に対して、PTP デバイス 102 における時刻 T3 に、Delay Request Message を送信する。PTP マスター 1100 は、PTP デバイス 102 からの Delay Request Message を、PTP マスター 1100 における時刻 T4 に、受信する。また、PTP デバイス 102 は、PTP マスター 1100 における Delay Request Message の受信時刻 T4 を、PTP マスター 1100 から Delay Response Message で受信する。
40

【0055】

PTP マスター 1100 と PTP デバイス 102 との間の (一方向の) 経路遅延 T_d は、 $T_d = ((T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)) / 2$ と算出される。経路遅延 T_d を用いて、PTP マスター 1100 と PTP デバイス 102 との時間差 T_{ms} は、 $T_{ms} = T_d - (T_2 - T_1) = (T_4 - T_3) - T_d$ と算出される。時間差 T_{ms} は、PTP デバイス 102
50

2で算出される。

【0056】

時間差 T_{m s} は、PTP デバイス 102 で、継続的に（例えば、所定時間毎に）算出され、PTP デバイス 102 に累積される。PTP デバイス 102 は、時間差 T_{m s} の平均値を算出する。PTP デバイス 102 に累積される時間差 T_{m s} や時間差 T_{m s} の平均値は、累積データの例である。累積データは、PTP デバイス 102 に格納される。PTP デバイス 102 の内部クロックは、時間差 T_{m s} の平均値を用いて、修正される。PTP デバイス 102 は、内部クロックに基づくクロック信号を、クロックカード A200 およびクロックカード B300 に出力する。時間差 T_{m s} は、PTP デバイス 102 に入力されるクロック信号（高安定基準周波数発振器が生成するクロック信号）に依存する。従って、PTP デバイス 102 に入力されるクロック信号が変更されたにも関わらず、累積された時間差 T_{m s} の平均値を用いて修正された、PTP デバイス 102 から出力されるクロック信号の精度は、保証されない。10

【0057】

GPS クロックに PTP デバイス 102 のクロック（内部クロック）を同期する場合、PTP デバイス 102 は、GPS クロックと PTP デバイス 102 のクロックとの時間差を算出する。当該時間差は、PTP デバイス 102 で、継続的に算出され、累積される。PTP デバイス 102 の内部クロックは、当該時間差の平均値を用いて、修正される。当該時間差も、PTP デバイス 102 に入力されるクロック信号に依存する。従って、PTP デバイス 102 に入力されるクロック信号が変更されたにも関わらず、累積された時間差の平均値を用いて修正された、PTP デバイス 102 から出力されるクロック信号の精度は、保証されない。20

【0058】

（動作例）

図 4 は、本実施形態の PTP デバイスに供給されるクロック信号の切り替えの動作フローの例を示す図である。

【0059】

クロックカード A200において、異常が検出されると、クロックカード B300 の異常時切替部 312 に通知される（S101）。クロックカード B300 の異常時切替部 312 は、クロックカード A200 の異常を認知すると、基地局間同期カード 100 に対し、切替信号を送信する（S102）。切替信号は、クロックカードの切り替え、及び、PTP デバイス 102 のリセットを指示する信号である。また、異常時切替部 312 は、クロックカード A200 及びクロックカード B300 に、自走モード（ホールドオーバーモード）に切り替えることを指示する（S103）。自走モードは、各クロックカードが基地局間同期カード 100 からのクロック信号に依存せずに、通信用クロック信号を出力するモードである。また、各クロックカードは、無線カード等に出力する通信用クロック信号を、クロックカード A200 の通信用クロック信号から、クロックカード B300 の通信用クロック信号に切り替える（S104）。

30

【0060】

基地局間同期カード 100 は、切替信号を受信すると、PTP デバイス 102 のリセットを行う（S105）。また、基地局間同期カード 100 は、PTP デバイス 102 に入力されるクロック信号を、クロックカード A200 のクロック信号から、クロックカード B300 のクロック信号に変更する（S106）。

40

【0061】

また、基地局間同期カード 100 は、PTP デバイス 102 の累積データを削除する。基地局間同期カード 100 の PTP デバイス 102 は、外部マスタークロックとの再同期処理を行う。基地局間同期カード 100 は、PTP デバイス 102 が再び同期状態になると、各クロックカードに対し、自走モードから従属モードに切り替えることを指示する（S107）。各クロックカードは、自走モードから従属モードに切り替え、PTP デバイス 102 によるクロック信号を受信する。これにより、各クロックカードは、再び、PTP デバイス 102 によるクロック信号を受信する。

50

Pデバイス102のクロック信号に基づいた通信用クロック信号を無線カードなどに向けて出力する。

【0062】

次に、本実施形態のPTPデバイスに供給されるクロック信号の切り替えの動作を、動作シーケンスを使用して、詳細に説明する。

【0063】

図5及び図6は、本実施形態の動作シーケンスの例を示す図である。図5の「A」乃至「N」は、それぞれ、図6の「A」乃至「N」と接続する。

【0064】

クロックカードA200の異常検出部214は、クロックカードA200の状態を監視する。異常検出部214は、クロックカードA200の異常を検出する(SQ1001)と、クロックカードB300の異常時切替部312に、異常通知を送信する(SQ1002)。クロックカードA200の異常とは、例えば、高安定基準周波数発振器202の故障である。異常検出部214は、例えば、高安定基準周波数発振器202の故障を、高安定基準周波数発振器202のクロック信号の断検出で、検出する。10

【0065】

異常時切替部312は、クロックカードA200の異常検出部214からクロックカードA200の異常通知を受けると、切替信号を基地局間同期カード100の信号変化監視部114に送信する(SQ1003)。切替信号は、クロックカードの切り替え、及び、PTPデバイス102のリセットを指示する信号である。異常時切替部312は、例えば、クロックカードA200の点検、検査、修理等によりクロックカードA200が停止する場合に、切替信号を基地局間同期カード100の信号変化監視部114に送信してもよい。20

【0066】

異常時切替部312は、クロックカードA200の位相差検出部210に対し、自走モード(自走同期モード)に切り替えることを指示する(SQ1004)。クロックカードA200は、自走モードに切り替えることにより、PTPデバイス102からのクロック信号の影響を受けなくなる。また、異常時切替部312は、クロックカードB300の位相差検出部310に対し、自走モード(自走同期モード)に切り替えることを指示する(SQ1005)。クロックカードB300は、自走モードに切り替えることにより、PTPデバイス102からのクロック信号の影響を受けなくなる。各クロックカードは、PTPデバイス102からのクロック信号からの信号を受けなくても、自走モードで、所定時間の間、精度保証された通信用クロック信号を供給することができる。30

【0067】

また、異常時切替部312は、クロックカードA200の選択器206に対し、クロックカードB300からの信号を選択することを指示する(SQ1006)。クロックカードB300からの信号が選択されることにより、クロックカードA200からクロックカードB300によって生成された通信用クロック信号が無線カード400に出力されるようになる。異常時切替部312は、クロックカードB300の選択器306に対し、クロックカードB300のDPLL304からの信号を選択することを指示する(SQ1007)。クロックカードB300のDPLL304からの信号が選択されることにより、クロックカードB300からクロックカードB300によって生成された通信クロック信号が無線カード400に出力されるようになる。40

【0068】

一方、基地局間同期カード100の信号変化監視部114は、異常時切替部312から切替信号を受信すると、切替用状態遷移制御部116に、切替信号を受信したことを通知する(SQ1008)。

【0069】

切替用状態遷移制御部116は、信号変化監視部114から通知を受けると、同期状態監視制御部118に、リセット要求を送信する(SQ1009)。リセット要求は、PT50

Pデバイス102のリセットを要求するものである。また、切替用状態遷移制御部116は、クロック選択部112に対し、選択するクロック信号を変更することを要求するクロック選択要求を送信する(SQ1010)。クロック選択部112は、切替用状態遷移制御部116からクロック選択要求を受信すると、PTPクロックに入力するクロック信号を、クロックカードA200のクロック信号からクロックカードB300のクロック信号に切り替える。クロックカードA200のクロック信号は、高安定基準周波数発振器202によって生成される。クロックカードB300のクロック信号は、高安定基準周波数発振器302によって生成される。

【0070】

同期状態監視制御部118は、切替用状態遷移制御部116からリセット要求を受信すると、PTPデバイス通信部120に対し、PTPデバイス102をリセットすることを指示する(SQ1011)。10

【0071】

PTPデバイス通信部120は、同期状態監視制御部118から指示を受けると、PTPデバイス102に対し、リセット指示を送信する(SQ1012)。

【0072】

PTPデバイス102は、リセット指示を受信すると、PTPデバイス102のリセット処理を行う。PTPデバイス102は、リセット処理では、クロック信号の生成に使用される累積データの削除を行う。PTPデバイス102はリセット処理が終了すると、G_bEPHY130を介したPTPマスター1100又はGPSモジュール140との間で、改めて同期処理(再同期処理)を行う。再同期処理では、例えば、PTPデバイス102は、PTPマスター1100との間でPTPパケットの送受信を繰り返し、平均値処理等を行う。再同期処理が終了すると、PTPデバイスは同期状態となる。PTPデバイス102は、高安定基準周波数発振器202が生成したクロック信号を使用している際に累積された累積データを、高安定基準周波数発振器302が生成したクロック信号を使用している際に、使用しない。よって、PTPデバイス102は、精度保証されたクロック信号を出力することができる。20

【0073】

同期状態監視制御部118は、PTPデバイス通信部120を介して、PTPデバイス102の状態の読み出しを行う。同期状態監視制御部118は、PTPデバイス102のリセット処理及び再同期処理が終了し、PTPデバイス102が再び同期状態となったのを確認すると、リセット処理及び再同期処理の終了を切替用状態遷移制御部116に通知する(SQ1013)。同期状態監視制御部118は、リセット処理の開始から所定時間経過時を、リセット処理の終了としてもよい。30

【0074】

切替用状態遷移制御部116は、PTPデバイス通信部120から通知を受けると、位相差検出部210に対し、自走モードから従属モードに切り替えることを指示する(SQ1014)。クロックカードA200は、従属モードに切り替えることにより、PTPデバイス102からの10MHzの信号(クロック信号)を受信する。

【0075】

位相差検出部210は、外部の1PPS及びTODと、自己位相の1PPS及びTODとを比較することで、自己位相が遅れているか進んでいるかを検出する。位相差検出部210は、位相差を解消すべく、DPLL204の同期位相を調整する。位相調整により、外部の信号の位相と自己位相との間の位相差は徐々に解消される。位相調整については、後に詳述する。

【0076】

また、切替用状態遷移制御部116は、PTPデバイス通信部120から通知を受けると、位相差検出部310に対し、自走モードから従属モードに切り替えることを指示する(SQ1015)。クロックカードB300は、従属モードに切り替えることにより、PTPデバイス102からの10MHzの信号を受信する。4050

【0077】

位相差検出部310は、外部の1PPS及びTODと、自己位相の1PPS及びTODとを比較することで、自己位相が遅れているか進んでいるかを検出する。位相差検出部310は、位相差を解消すべく、DPLL204の同期位相を調整する。位相調整により、外部の信号の位相と自己位相との間の位相差は徐々に解消される。

【0078】

図7は、位相調整の動作フローの例を示す図である。

【0079】

位相差検出部210は、基準クロック信号であるPTPデバイス102からの1PPS及びTODと、自己位相の1PPS及びTODとを比較する(S201)。

10

【0080】

位相差検出部210は、基準クロック信号の位相と自己位相との間に位相差があるか否かを判定する(S202)。位相差がない場合(S202; YES)、処理が終了する。位相差がある場合(S202; NO)、処理がステップS203に進む。

【0081】

位相差検出部210は、基準クロック信号の位相に対して自己位相が進んでいるか否かを判定する(S203)。基準クロック信号の位相に対して自己位相が遅れている場合(S203; YES)、処理がステップS204に進む。基準クロック信号の位相に対して自己位相が進んでいる場合(S202; NO)、処理がステップS205に進む。

【0082】

ステップS204では、位相差検出部210は、DPLL204の周波数を+1PPM(parts per million)にする。その後、処理がステップS201に戻る。

20

【0083】

ステップS205では、位相差検出部210は、DPLL204の周波数を-1PPMにする。その後、処理がステップS201に戻る。

【0084】

このようにすることにより、基準クロックの位相と自己位相との間に位相差が徐々に解消される。

【0085】

クロックカードB300の位相差検出部310についても、クロックカードA200の位相差検出部210と、同様である。

30

【0086】

(実施形態の作用、効果)

無線基地局10における基地局間同期カード100のPTPデバイス102は、クロックカードA200の高安定基準周波数発振器202又はクロックカードB300の高安定基準周波数発振器302が生成するクロック信号を受信する。基地局間同期カード100は、高安定基準周波数発振器を有さない。PTPデバイス102は、入力されるクロック信号が切り替えられる際に、PTPデバイス102の内部の累積データを削除する。PTPデバイス102は、切り替えられたクロック信号を用いて、外部マスタークロックに内部のクロックを同期する。PTPデバイス102に入力されるクロック信号が切り替えられる際に、PTPデバイス102の内部の累積データが削除される。これにより、切り替え後に、PTPデバイス102は、切り替え前の累積データの影響を受けることなく、PTPデバイス102の内部クロックを外部マスタークロックに同期させることができる。即ち、基地局間同期カード100は、PTPデバイス102に供給されるクロックを切り替えた後も、精度保証されたクロック信号を出力することができる。

40

【0087】

各クロックカードが自走モードで動作している間に、PTPデバイス102は、累積データを削除し再同期処理を行う。これにより、基地局間同期カード100は、クロックカードからの通信用クロック信号の供給に影響をあたえることなく、PTPデバイス102に供給するクロック信号を切り替えることができる。

50

【0088】

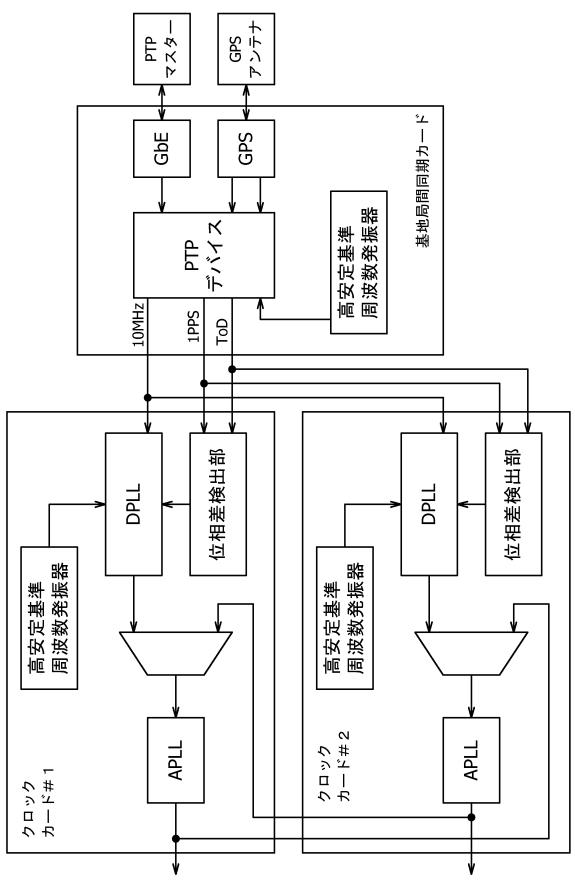
基地局間同期カード100が高安定基準周波数発振器を有さないので、従来技術と比べて、無線基地局10における高安定基準周波数発振器の個数が削減される。また、基地局間同期カード100が高安定基準周波数発振器を有さないので、従来技術と比べて、高安定基準周波数発振器を取り除くことで実装面積が削減される。

【符号の説明】

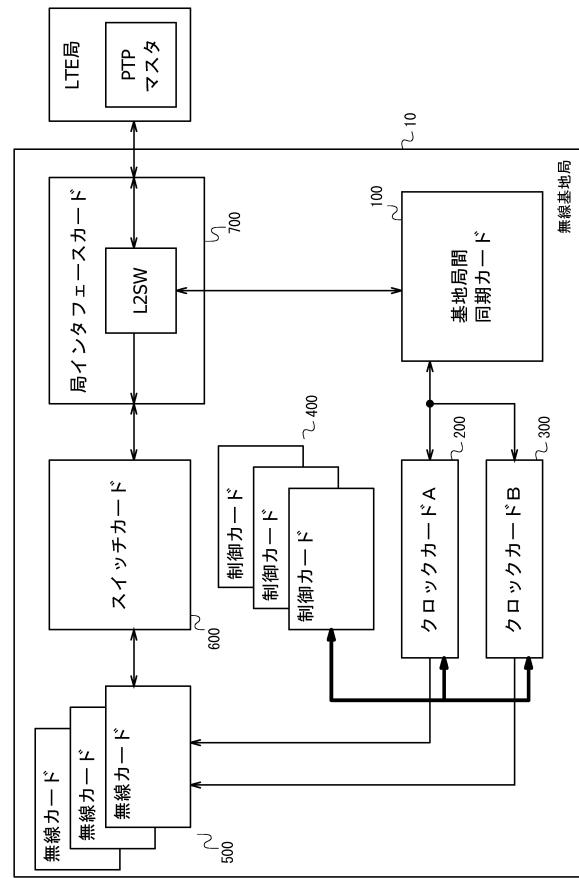
【0089】

1 0	無線基地局	
1 0 0	基地局間同期カード	
1 0 2	P T P デバイス	10
1 1 2	クロック選択部	
1 1 4	信号変化監視部	
1 1 6	切替用状態遷移制御部	
1 1 8	同期状態監視制御部	
1 2 0	P T P デバイス通信部	
1 3 0	G b E P H Y	
1 4 0	G P S モジュール	
1 5 0	C P U	
1 6 0	メモリ	
2 0 0	クロックカードA	20
2 0 2	高安定基準周波数発振器	
2 0 4	D P L L	
2 0 6	選択器	
2 0 8	A P L L	
2 1 0	位相差検出部	
2 1 2	異常時切替部	
2 1 4	異常検出部	
3 0 0	クロックカードB	
3 0 2	高安定基準周波数発振器	
3 0 4	D P L L	30
3 0 6	選択器	
3 0 8	A P L L	
3 1 0	位相差検出部	
3 1 2	異常時切替部	
3 1 4	異常検出部	
4 0 0	制御カード	
5 0 0	無線カード	
6 0 0	スイッチカード	
7 0 0	局インターフェースカード	
1 1 0 0	P T P マスタ	40
1 2 0 0	G P S アンテナ	

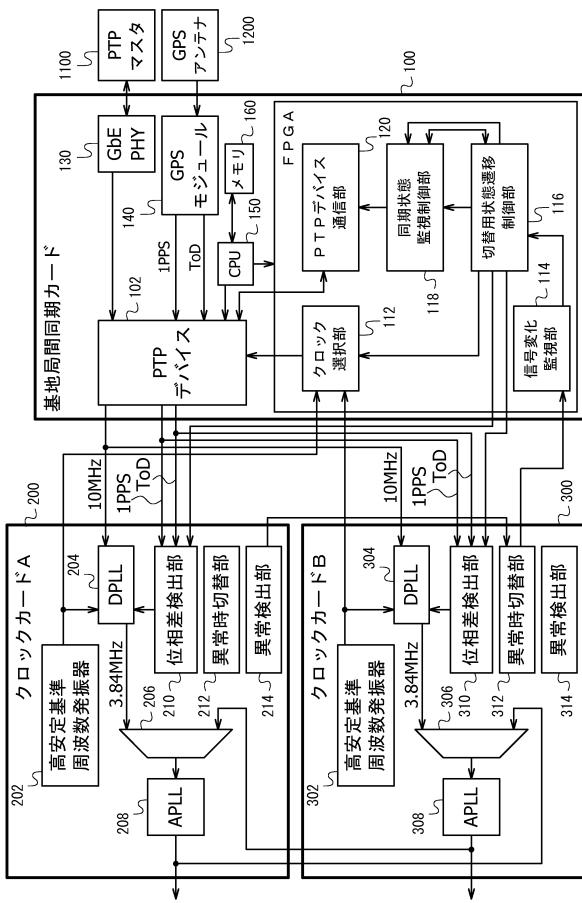
【図1】



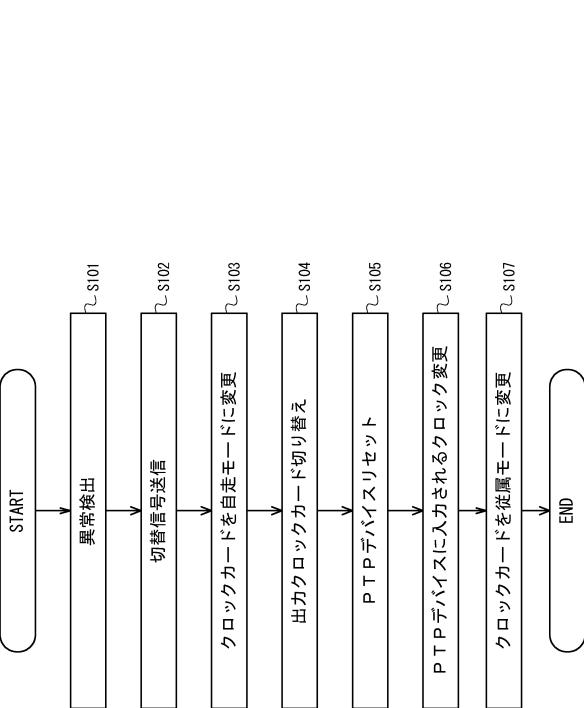
【図2】

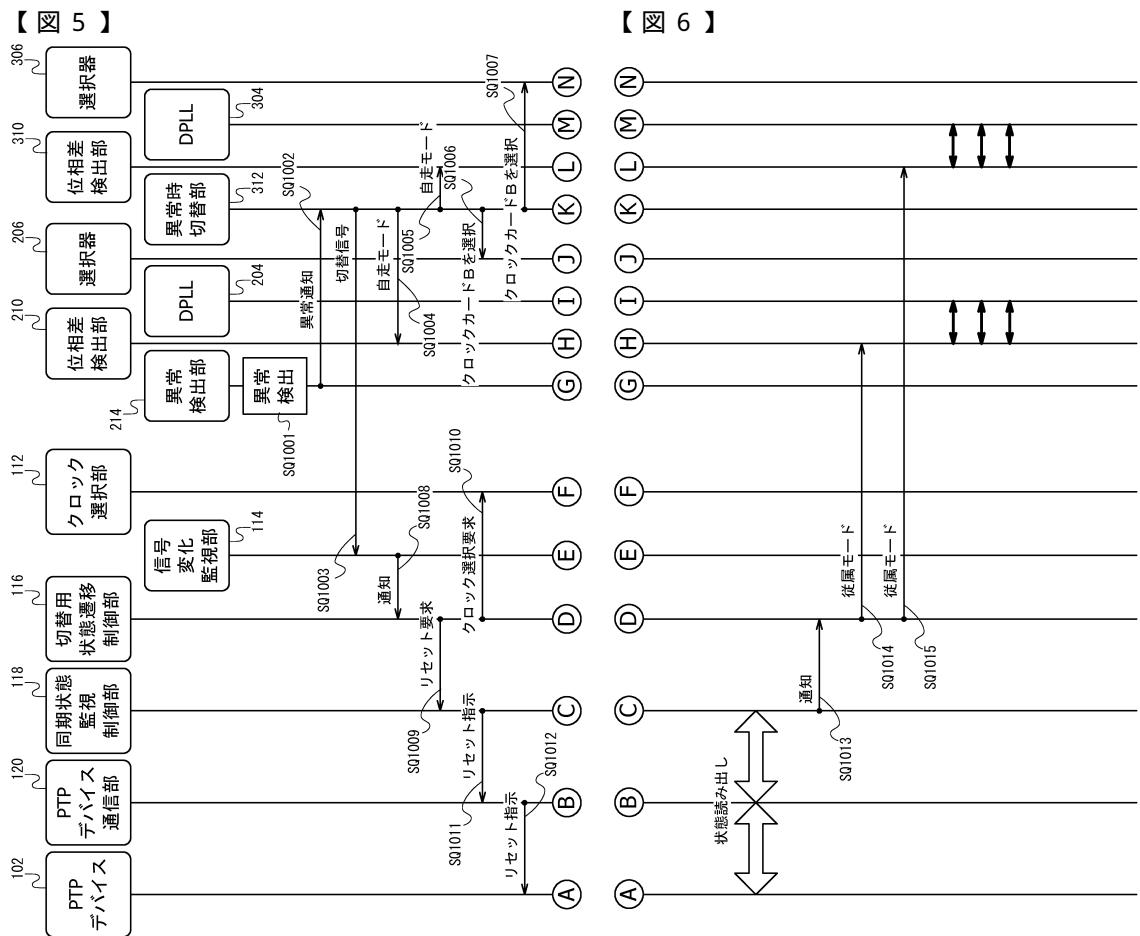


【図3】

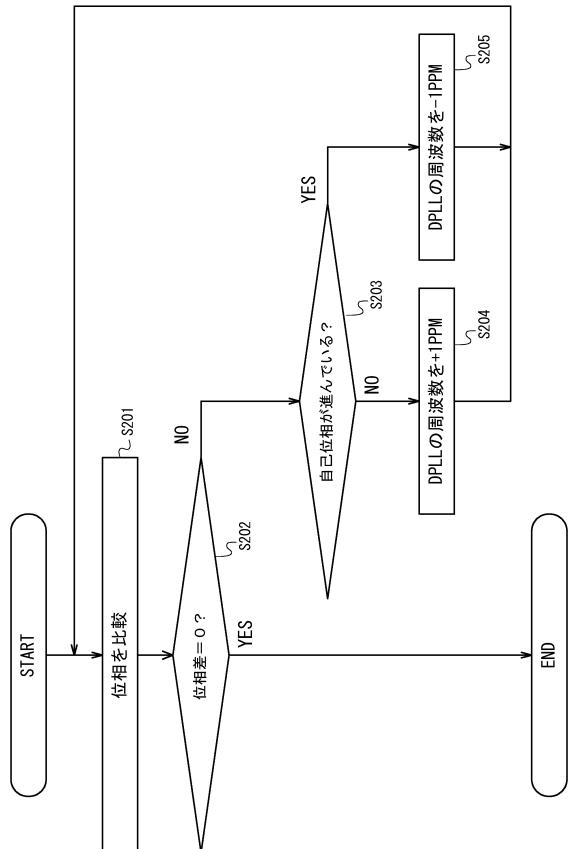


【図4】





【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-004914(JP,A)
特開2006-245859(JP,A)
特開2012-060583(JP,A)
特開2011-029918(JP,A)
特開平07-301685(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 03 K 3 / 26 - 3 / 36
G 06 F 1 / 04