

(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2010-56947

(P2010-56947A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04L 12/28 (2006.01)	H04L 12/28 200Z	5K033
H04L 7/00 (2006.01)	H04L 7/00 Z	5K047

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-220315 (P2008-220315)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成20年8月28日 (2008.8.28)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100081961
			弁理士 木内 光春
		(72) 発明者	狩野 達弥
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		Fターム(参考)	5K033 AA05 BA08 BA11 BA17 CA08
			CB06 CB15 DA03 DA15 DB11
			DB12 DB18 EA06
			5K047 HH01

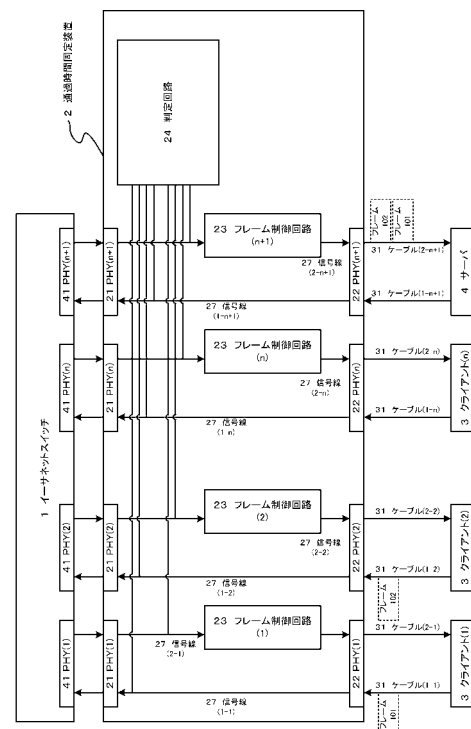
(54) 【発明の名称】 通過時間固定装置

(57) 【要約】

【課題】同期フレームに対して常に伝送遅延時間を固定することが可能で、高精度なサンプリング同期制御が可能な通過時間固定装置を提供する。

【解決手段】クライアント3(1)からのフレーム101は、ポートであるPHY22(1)を通じて通過時間固定装置2に送信される。制御回路25中のフレーム種別判定手段25aが、クライアント3(1)から送られたフレーム101のフレーム種別を判定する。宛先判定手段25bは、受信したフレーム101から宛先アドレスを取得することで、遅延指令の対象となるフレーム制御回路23(n+1)を特定する。同期フレームと判定されたフレーム101は、特定されたフレーム制御回路23(n+1)において一定時間遅延手段26aにより一定時間遅延する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

保護継電装置が各々設けられた各端子からの電流情報に基づいて当該各端子を繋ぐ送電線を保護するために、ネットワークを介して前記端子間のサンプリング同期を行い、当該端子間の伝送遅延時間を制御する通過時間固定装置であって、

前記各端子からの電流情報を含む各種情報から構成されるフレームが相手端子との関係で同期フレームであるかを判定するフレーム種別判定手段と、

前記フレーム種別判定手段により判定された同期フレームの相手端子への伝送を一定時間遅延させる一定時間遅延手段と、

を備えることを特徴とする通過時間固定装置。

10

【請求項 2】

前記一定時間遅延手段は、前記保護継電器毎に各々設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の通過時間固定装置。

【請求項 3】

前記フレームは、対象とする前記一定時間遅延手段を特定するための宛先アドレス情報を含み、

前記宛先アドレス情報に基づいて前記フレーム毎に前記一定時間遅延手段を特定する宛先特定手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通過時間固定装置。

【請求項 4】

前記一定時間遅延手段により遅延中である前記同期フレームが存在するかを判定する遅延フレーム判定手段と、

前記遅延フレーム判定手段により遅延中の前記同期フレームが存在すると判定された場合に、前記フレーム種別判定手段により同期フレームでないと判定されたフレームを遅延させる遅延手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の通過時間固定装置。

20

【請求項 5】

前記遅延手段は、前記同期フレームの遅延が完了するまで遅延させることを特徴とする請求項 4 に記載の通過時間固定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、電流差動保護継電器におけるデータの送受信及びサンプリング同期制御に係り、同期フレームについて伝送遅延時間を固定することが可能な技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、電流差動保護継電器装置は、伝送遅延時間の変動が少ないリレー専用の通信設備を使用してデータの送受信及びサンプリング同期制御を行うのが一般的であり、将来的には、イーサネット（登録商標、以下同じ。）等のネットワークを使用した高精度なサンプリング同期制御を実現可能な保護リレー装置の開発が望まれている。

40

【0003】

従来の保護リレー装置では、高精度なサンプリング同期制御を実現すべく、下記のようなデジタル電流差動リレーの構成が採用されている（非特許文献 1 参照）。このデジタル電流差動リレーは、図 8 の通り、主局と従局を有する 2 端子間において、自局のサンプリングタイミング時刻と相手端子からのサンプリングタイミングデータであるタイミングフラグ（TF）の受信時刻との時間間隔をそれぞれ測定し（ T_M 及び T_S ）、この時間間隔 T_M 及び T_S からサンプリング同期誤差（ ΔT ）を算出している。

【0004】

つまり、このリレーでは、主局及び従局において、時間間隔 T_M 又は T_S を相手装置に伝達し、サンプリング同期誤差 ΔT に基づきサンプリングタイミングを補正している。なお、このリレーにおける伝送フォーマットは、1 フレームの長さが固定されており、かつ

50

、サンプリング基準信号に対して固定の時間差で送信される。

【 0 0 0 5 】

なお、このサンプリング同期制御は、図 8 に示すように、対向端子間の上り、下りの伝送遅延時間が等しい、すなわち、従局から主局へのタイミングフラグ T F の上りの伝送遅延時間 T_{du} と、主局から従局へのタイミングフラグ T F の下りの伝送遅延時間 T_{dd} と、が等しい必要がある。

【 0 0 0 6 】

また、高精度な時刻同期を実現するために、下記のような制限を加えるサンプリング制御方式も提案されている（特許文献 1 参照）。この方式では、伝送するフレームの長さを固定し、かつ、当該長さを一定値以下のものに制限し、さらには、同期フレームを優先的に中継させる優先送信機能を備えたスイッチングハブを採用している。

【非特許文献 1】電気学会発行「保護リレーシステム工学」

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 3 3 2 8 0 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

ところで、上記のような主局及び従局で時間間隔 T_M 又は T_S を相手装置に伝達し、サンプリング同期誤差 ΔT に基づいてサンプリングタイミングを補正するサンプリング同期制御では、タイミングフラグ T F の上りの伝送遅延時間 T_{du} と下りの伝送遅延時間 T_{dd} が等しい必要があった。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、イーサネット等のネットワークを使用した場合には、上りの伝送遅延時間 T_{du} と下りの伝送遅延時間 T_{dd} を等しくすることが困難である。その理由として、ネットワーク中には一般的に複数台の中継装置が配設されており、この中継装置をフレームが通過する際には遅延が発生する点が挙がる。

【 0 0 0 9 】

また、この遅延時間はネットワークの負荷状態で変動し、さらに、当該遅延時間はネットワークの中継装置内部におけるフレーム処理の順番により変化する。そのため、ネットワーク内の中継装置をフレームが通過する伝送遅延時間を一定にすることができず、主局及び従局間の往復の伝送遅延時間は等しくならないので、高精度なサンプリング同期制御が実現できないでいた。

【 0 0 1 0 】

ここで、ネットワークを使用した場合の中継装置（イーサネットスイッチ）において、伝送遅延時間が一致しない点を図 9 を参照してより詳細に説明する。図 9 は、イーサネットスイッチ 1 に、クライアント 3（1）～クライアント 3（n）及びサーバ 4 が接続された構成を示している。

【 0 0 1 1 】

図 9 のような構成では、イーサネットスイッチ 1 を介したクライアント 3（1）及びクライアント 3（2）のフレーム伝送遅延時間は次のように求められる。

まず、クライアント 3（1）が、ケーブル 3 1（1 - 1）上に宛先をサーバ 4 としたフレーム 1 0 1 を送信し、その直後に、クライアント 3（2）がケーブル 3 1（2 - 1）上に宛先をサーバ 4 としたフレーム 1 0 2 を送信する。この際のケーブル上におけるフレームの送信タイミングを示したタイムチャート 1 は、図 1 0 の通りである。

【 0 0 1 2 】

フレーム 1 0 1 とフレーム 1 0 2 はタイムチャート 1 で示す時間差 T_{def} でイーサネットスイッチ 1 に到着し、フレーム 1 0 1 は、このイーサネットスイッチ 1 から T_{101} だけ遅延してケーブル 3 1（2 - n + 1）上へ出力される。一方、フレーム 1 0 2 は、フレーム 1 0 1 が出力中であるため、当該フレーム 1 0 1 の出力完了まで待機し、図 1 0 に示すように待ち時間 T_{102} 後にイーサネットスイッチ 1 からケーブル 3 1（2 - n + 1）上へ出力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

つまり、図 10 のタイムチャート 1 に示すように、フレーム 101 がイーサネットスイッチ 1 を通過する時間 T_{101} と、フレーム 102 がイーサネットスイッチ 1 を通過する時間 T_{102} は、同一ではない。このことから、フレームの伝送遅延時間を一定にすることは困難であり、ネットワークを使用した場合における 2 端子間の上りと下りの伝送遅延時間は一致しない。

【 0 0 1 4 】

ここで、フレーム 102 のイーサネットスイッチ 1 の通過時間である T_{102} は、伝送速度とフレーム 101 のフレーム長で決まる。そのため、伝送速度が仮に 100 Mbps でフレーム 101 のフレーム長が規格の最大長である 12320 ビットであった場合には、 T_{102} はおよそ 123 μ s となる。一方、フレーム 101 のイーサネットスイッチ 1 の通過時間である T_{101} は、イーサネットスイッチ 1 内のハードウェアの遅延時間で決まり、通常数百 ns 程度である。

10

【 0 0 1 5 】

このように、イーサネットスイッチ 1 をフレームが通過する遅延時間は、 T_{101} の数百 ns から T_{102} の 123 μ s まで変化するため、この遅延時間を固定することは困難である。

【 0 0 1 6 】

また、特許文献 1 に記載されているような、フレーム長を固定し、かつ一定の長さ以下に制限し、さらに、同期フレームを優先的に中継する優先送信機能付きスイッチングハブを使用する方式では、伝送遅延時間のゆらぎを小さくしているが、フレーム長が一定値以下に制限されるので当該フレームの拡張性が犠牲となってしまう。さらに、フレーム長を一定値以下とする場合であっても、このフレーム長分の伝送遅延時間のゆらぎは生じてしまう。

20

【 0 0 1 7 】

本発明は、上記課題を解消するために提案されたものであって、その目的は、同期フレームに対して常に伝送遅延時間を固定することが可能で、高精度なサンプリング同期制御が可能な通過時間固定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 8 】

上述した目的を達成するために、本発明は、保護継電装置が各々設けられた各端子からの電流情報に基づいて当該各端子を繋ぐ送電線を保護するために、ネットワークを介して前記端子間のサンプリング同期を行い、当該端子間の伝送遅延時間を制御する通過時間固定装置であって、前記各端子からの電流情報を含む各種情報から構成されるフレームが相手端子との関係で同期フレームであるかを判定するフレーム種別判定手段と、前記フレーム種別判定手段により判定された同期フレームの相手端子への伝送を一定時間遅延させる一定時間遅延手段と、を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 1 9 】

また、前記一定時間遅延手段は、前記保護継電器毎に各々設けられ、前記フレームは、対象とする前記一定時間遅延手段を特定するための宛先アドレス情報を含み、前記宛先アドレス情報に基づいて前記フレーム毎に前記一定時間遅延手段を特定する宛先特定手段を備えることを特徴とする点も本発明の一態様である。

40

【 0 0 2 0 】

さらに、本発明は、前記一定時間遅延手段により遅延中である前記同期フレームが存在するかを判定する遅延フレーム判定手段と、前記遅延フレーム判定手段により遅延中の前記同期フレームが存在すると判定された場合に、前記フレーム種別判定手段により同期フレームでないと判定されたフレームを遅延させる遅延手段と、を備える点も包含する。

【発明の効果】

【 0 0 2 1 】

以上のような本発明によれば、同期フレームの往復の伝送遅延時間差をイーサネットス

50

イチで生じさせないので、高精度のサンプリング同期制御を実現することが可能となる。また、従来ではイーサネットスイッチにおける遅延時間ばらつきを最小限とするためにフレーム長を一定値以下に制限する必要が生じたが、本発明を適用することでフレーム長は制限されず、多くの情報量を効率よく伝送することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

[本実施形態]

[1.1.全体構成]

次に、本実施形態に係る構成について図1を参照して以下に説明する。

図1に示す通り、本実施形態の全体構成として、イーサネットスイッチ1と、クライアント3(1)~クライアント3(n)及びサーバ4とが、本発明部分である通過時間固定装置2を介して繋がれている。ここで、クライアント3(1)~クライアント3(n)及びサーバ4には、ネットワークインターフェイスハードウェアを備えた電流差動保護継電器装置等の一般的なものを採用している。

10

【0023】

イーサネットスイッチ1は、ネットワーク中の中継機器である汎用のスイッチングハブであり、通過時間固定装置2を介して、クライアント3(1)~クライアント3(n)及びサーバ4から送られてきたデータを解析することで宛先を検出し、送り先のクライアント3(1)~クライアント3(n)やサーバ4に送信する。

【0024】

20

また、このイーサネットスイッチ1は、クライアント3(1)~クライアント3(n)及びサーバ4とインターフェイスするための複数のポートを備え、当該ポートは図1のPHY41(1)~PHY41(n+1)に対応する。つまり、イーサネットスイッチ1は、クライアント3(1)~クライアント3(n)及びサーバ4から送信されたフレームの宛先アドレスに従って、当該フレームを所定のポートに送り出す機能を備えている。

【0025】

[1.2.通過時間固定装置の構成]

次に、クライアント3(1)~クライアント3(n)やサーバ4からのフレームの通過時間を固定する通過時間固定装置2の具体的な構成を詳述する。

図1の通り、通過時間固定装置2は、信号線27(1-1)~(n+1)、(2-1)~(2-n+1)を監視し、イーサネットスイッチ1、クライアント3(1)~3(n)及びサーバ4から送信された同期フレームの検出を行う判定回路24を備えている。

30

【0026】

この判定回路24は、図2に示すように制御回路25を備え、当該制御回路25は、下記のような機能を有している。送られてきたフレームのフレーム種別を判定するフレーム種別判定手段25aと、そのフレームの宛先アドレスに基づいて送信対象とするフレーム制御回路23を特定し、当該フレームを特定先に出力する宛先判定手段25b(宛先特定手段に対応する。)と、を備えている。なお、このフレーム種別判定手段25aは、宛先アドレスにより同期フレームであると判定した場合には、遅延指令を宛先判定手段25bで特定されたフレーム制御回路23に送信し、同期フレーム以外と判定された場合には、この特定されたフレーム制御回路23に通過指令を送信する。

40

【0027】

また、通過時間固定装置2は、判定回路24により検出された同期フレームを一定時間(固定時間)遅延した後にクライアント3(1)~クライアント3(n)やサーバ4に送信するフレーム制御回路23(1)~フレーム制御回路23(n+1)を備えている。なお、具体的なフレーム制御回路23の構成は[2.1.第1の動作例]の項目で詳述する。

【0028】

また、図1に示すように、クライアント3(1)~(n)及びサーバ4とインターフェイスするためのポートとしてPHY22(1)~PHY22(n+1)と、イーサネット

50

スイッチ 1 とインターフェイスするポートして $PHY21(1) \sim PHY21(n+1)$ を備えている。

【0029】

[2.1.第1の動作例]

次に、上記のような構成を有する本実施形態に係る通過時間固定装置 2 の第 1 の動作例を以下に説明する。なお、フレーム 101 やフレーム 102 などのクライアント 3 から送信するフレーム構成 1 は、例えば、図 11 の通り、宛先アドレス、送信元アドレス、フレーム種別、データ部、FCS (チェックコード) から成る。

【0030】

後述するが、このフレーム構成内のフレーム種別に基づいて、同期フレームとその他のフレーム (一般フレーム) とが区別され、同期フレームである場合に遅延時間を一定とする処理が施される。すなわち、通過時間固定装置 2 では、同期フレーム以外は当該固定装置 2 を通過するのみで遅延処理は行われない。

【0031】

以下に、図 3 及び 4 を参照して、通過時間固定装置 2 の処理手順を時系列に従い示す。なお、ここでは、送信対象となるフレームが一般フレームを含まず、同期フレーム 101 の場合を説明する。

まず、図 3 に示すタイムチャート 2 のタイミングでクライアント 3 (1) からのフレーム 101 は、ポートである $PHY22(1)$ を通じて通過時間固定装置 2 に送信される。

【0032】

そして、通過時間固定装置 2 内に設けられた判定回路 24 において、制御回路 25 中のフレーム種別判定手段 25a が、クライアント 3 (1) から送られたフレーム 101 のフレーム種別を判定する。ここで、フレーム種別判定手段 25a によりクライアント 3 (1) からのフレーム 101 が同期フレームであると判断されると、フレーム制御回路 23 ($n+1$) に対して、当該フレーム 101 の一定時間の遅延指令を下す。

【0033】

なお、制御回路 25 中の宛先判定手段 25b は、受信したフレーム 101 から宛先アドレスを取得することで、遅延指令の対象となるフレーム制御回路 23 ($n+1$) を特定する。具体的には、同期フレーム 101 の宛先として、フレーム制御回路 23 ($n+1$) と $PHY23(2 \sim n+1)$ が設定されているので、宛先判定手段 25b は、遅延指令を送る対象としてフレーム制御回路 23 ($n+1$) を特定し、当該フレーム制御回路 23 ($n+1$) に対して遅延指令を下す。

【0034】

ここで、フレーム制御回路 23 は、図 4 に示すように、FIFO 26 を備え、遅延指令が下された場合に、この遅延が必要な同期フレームを FIFO 26 で一定時間蓄積することで遅延時間を経過させる。より詳細には、この FIFO 26 内に同期フレームを一定時間遅延させる一定時間遅延手段 26a を備え、この一定時間遅延手段 26a が、当該同期フレームを一定時間遅延させる。

【0035】

一方、遅延処理を行わないフレームの場合は、判定回路 24 中の制御回路 25 が FIFO 26 に対してフレームの通過指令を下し、一定時間の遅延をさせることなく、フレーム制御回路 23 を通過させる。すなわち、制御回路 25 中のフレーム種別判定手段 25a により同期フレームでないと判定された場合には、フレームの通過指令が下されるので、一定時間遅延手段 26a による遅延処理は行われず、当該フレームはフレーム制御回路 23 を通過する。

【0036】

このことから、図 3 の通り、フレーム制御回路 23 (1) ~ ($n+1$) では、受信した当該同期フレーム 101 を一定時間遅延手段 26a により一定時間遅延させ、遅延が完了すると、宛先アドレスに基づく特定された当該フレーム制御回路 23 ($n+1$) に対応する $PHY22(n+1)$ を通じて、この同期フレーム 101 をケーブル 31 (2 ~ $n+1$)

10

20

30

40

50

上に出力する。つまり、フレーム制御回路 23 (n+1) で同期フレーム 101 を一定時間遅延させることができるので、伝送遅延時間を固定することが可能である。

【0037】

なお、FIFO 26 で遅延させる同期フレームの一定時間、すなわち、一定時間遅延手段 26a により遅延される一定時間は、フレームの伝送に使用するポートの伝送速度により相違し、下記のように表すことができる。

【0038】

[数1]

(規格上の最大フレーム長 + α) * 伝送時間

但し、この遅延時間として最大遅延時間を固定しても構わない。

10

【0039】

例えば、フレーム長が 8000 バイト (規格上の最大フレーム長 + α) で伝送速度が 1

[数2]

Gbps の場合の遅延時間は次の通りである。

(8000 バイト * 8 ビット) / 1 G = 64 μ s

【0040】

[2.2.第2の動作例]

次に、上記構成を有する通過時間固定装置 2 の第 2 の動作例を図 5 に示すタイムチャート 3 を参照して以下に説明する。なお、第 2 の動作例では、クライアント 3 (2) からの一般フレーム 102、クライアント 3 (1) からの同期フレーム 101 の順にフレームが通過時間固定装置 2 に送信される場合の動作手順について説明する。

20

【0041】

まず、図 5 のタイムチャート 3 によれば、クライアント 3 (2) からのフレーム 102 が PHY 22 (2) を通じて通過時間固定装置 2 に送信される。そして、判定回路 24 内の制御回路 25 が、このクライアント 2 から送信されたフレーム 102 のフレーム種別を判定する。すなわち、制御回路 25 内のフレーム種別判定手段 25a が受信したフレーム 102 が同期フレームであるか、それ以外であるかを判定する。

【0042】

上述した通り、このフレーム 102 は一般フレームであるので、フレーム種別判定手段 25a は同期フレームでないと判定する。また、宛先判定手段 25b はフレーム 102 の宛先アドレスに基づいて送信対象であるフレーム制御回路 23 (n+1) を特定する。ここで、フレーム種別判定手段 25a により同期フレーム以外のフレーム、すなわち一般フレームと判定されているので、当該フレーム種別判定手段 25a は、宛先判定手段 25b により特定されたフレーム制御回路 23 (n+1) に対して遅延指令を下さず、当該フレーム 102 の通過指令を送る。

30

【0043】

これにより、この一般フレーム 102 は、宛先判定手段 25b により特定されたフレーム制御回路 23 (n+1) を通過し、ケーブル 31 (2 - n+1) 上に出力される。つまり、この一般フレーム 102 は、FIFO 26 内の一定時間遅延手段 26a により遅延処理が施されることなく、当該 FIFO 26 を通過し、ケーブル 31 (2 - n+1) 上に出力される。

40

【0044】

そして、図 5 のタイムチャート 3 の通り、クライアント 3 (1) からのフレーム 101 が PHY 22 (1) を通じて通過時間固定装置 2 に送信される。通過時間固定装置 2 内の判定回路 24 では、制御回路 25 中のフレーム種別判定手段 25a によりクライアント 3 (1) から送信されたこのフレーム 101 のフレーム種別が判定される。

【0045】

上述した通り、クライアント 3 (1) からフレーム 101 は同期フレームであるため、このフレーム種別判定手段 25a は、当該フレーム 101 を同期フレーム 101 と判定する。また、制御回路 25 内の宛先判定手段 25b は、この同期フレーム 101 の宛先アド

50

レスに基づいて送信対象となるフレーム制御回路 23 (n+1) を特定する。なお、フレーム種別判定手段 25 a は、同期フレーム 101 と判定すると、宛先判定手段 25 b により特定されたフレーム制御回路 23 (n+1) に当該フレーム 101 の遅延指令を送信する。

【0046】

遅延指令が下されたフレーム制御回路 23 (n+1) では、FIFO 26 内の一定時間遅延手段 26 a が、この同期フレーム 101 をタイムチャート 3 に示すように一定時間遅延させ、遅延が完了した同期フレーム 101 をケーブル 31 (2 - n+1) 上に出力する。すなわち、一定時間遅延手段 26 a により同期フレーム 101 が FIFO 26 内に一定時間蓄積され、この一定時間が経過するとケーブル 31 (2 - n+1) 上に出力される。

10

【0047】

[2 . 3 . 第 3 の動作例]

次に、通過時間固定装置 2 の第 3 の動作例について図 6 のタイムチャート 4 を参照して以下に説明する。なお、第 3 の動作例では、クライアント 3 (1) からの同期フレーム 101、クライアント 3 (2) からの一般フレーム 102 の順に通過時間固定装置 2 に送信する場合の動作手順について説明する。

【0048】

また、第 3 の動作例では、フレーム制御回路 23 内に当該フレーム制御回路 23 に遅延中のフレームが存在するかを判定する遅延フレーム判定手段 26 b を備えている。さらに、遅延フレーム判定手段 26 b により遅延中のフレームが存在すると判定された場合に、同期フレーム以外のフレームを当該遅延中のフレームの遅延が完了するまで待機させる一般フレーム待機手段 26 c (遅延手段に対応する。) も備えている。

20

【0049】

まず、図 6 のタイムチャート 4 に示すように、クライアント 3 (1) からのフレーム 101 が PHY 22 (1) を通じて通過時間固定装置 2 に送信される。通過時間固定装置 2 に送信されると、判定回路 24 内の制御回路 25 が、クライアント 3 (1) からのフレーム 101 のフレーム種別を判定する。すなわち、制御回路 25 内のフレーム種別判定手段 25 a が、クライアント 3 (1) からのフレーム 101 が同期フレームか、それ以外かを判定する。

【0050】

また、制御回路 25 内の宛先判定手段 25 b は、このフレーム 101 の宛先アドレスから送信対象となるフレーム制御回路 23 (n+1) を特定する。そして、フレーム種別判定手段 25 a は、この宛先判定手段 25 b により特定されたフレーム制御回路 23 (n+1) に対してフレーム 101 の遅延指令を下す。

30

【0051】

次に、図 6 のタイムチャート 4 の通り、クライアント 2 (313) からのフレーム 102 が PHY 22 (2) を通じて通過時間固定装置 2 に送信される。通過時間固定装置 2 にクライアント 3 (2) からのフレーム 102 が送信されると、判定回路 24 の制御回路 25 内のフレーム種別判定手段 25 a が当該フレーム 102 のフレーム種別を判定する。

【0052】

ここでは、上述した通り、クライアント 3 (2) からのフレーム 102 は一般フレームであるため、フレーム種別判定手段 25 a は、同期フレーム以外のフレーム、すなわち一般フレーム 102 と判定する。また、制御回路 25 内の宛先判定手段 25 b は、このフレーム 102 の宛先アドレスに基づいて送信対象となるフレーム制御回路 23 (n+1) を特定する。フレーム種別判定手段 25 a は、この宛先判定手段 25 b により特定されたフレーム制御回路 23 (n+1) に対して、フレーム 102 の通過指令を送る。

40

【0053】

ここで、宛先判定手段 25 b により特定されたフレーム制御回路 23 (n+1) にクライアント 3 (2) からの一般フレーム 102 が送られると、当該フレーム制御回路 23 (n+1) の遅延フレーム判定手段 26 b は、FIFO 26 に遅延中のフレームが存在する

50

かを判定する。図 6 のタイムチャート 4 に示すように、本動作例では、先のクライアント 3 (1) から送信された同期フレーム 1 0 1 が一定時間の遅延中であるため、遅延フレーム判定手段 2 6 b により遅延中のフレーム 1 0 1 が存在すると判定される。

【 0 0 5 4 】

このフレーム制御回路 2 3 ($n+1$) では、先の同期フレーム 1 0 1 が遅延中であるので、一般フレーム待機手段 2 6 c は、図 6 の通り、クライアント 2 からの一般フレーム 1 0 2 を同期フレームの一定時間の遅延が完了するまで遅延させる。つまり、フレーム制御回路 2 3 ($n+1$) に送信された一般フレーム 1 0 2 は、F I F O 2 6 に先の同期フレーム 1 0 1 の遅延が終了するまでの間蓄積される。

【 0 0 5 5 】

そして、クライアント 3 (1) からの同期フレーム 1 0 1 の一定時間の遅延が完了し、P H Y 2 2 ($n+1$) を通じてケーブル 3 1 (2 - $n+1$) 上に出力されると、一般フレーム待機手段 7 0 c による一般フレーム 1 0 2 の待機も終了し、当該フレーム 1 0 2 は同期フレーム 1 0 1 に続きケーブル 3 1 (2 - $n+1$) 上に出力される。

【 0 0 5 6 】

以上のような本実施形態によれば、フレーム制御回路で同期フレームを一定時間遅延させることができるので、同期フレームに対して常に伝送遅延時間を固定することが可能となる。さらに、同期フレームの往復の伝送遅延時間差をイーサネットスイッチで生じさせないので、高精度のサンプリング同期制御を実現することができる。また、フレーム長を一定値以下に制限する必要はないので、多くの情報量を効率よく伝送することが可能となる。

【 0 0 5 7 】

〔 他の実施形態 〕

なお、本発明は、上記のような実施形態に限定されるものではなく、下記のような実施形態も包含する。すなわち、図 7 に示す通り、上記で示したような通過時間固定装置 2 の判定回路 2 4 及びフレーム制御回路 2 3 の構成をイーサネットスイッチ 1 内に採用する実施形態も本発明は包含する。これにより、イーサネットスイッチ 1 単独で高精度なサンプリング時刻の同期制御が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係る全体構成例を示すブロック図

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態に係る通過時間固定装置内の判定回路の具体的な構成例を示すブロック図

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフレームのタイムチャート 2 を示す図

【 図 4 】 本発明に係るフレーム制御回路の具体的な構成例を示すブロック図

【 図 5 】 本発明の第 2 の実施形態に係るフレームのタイムチャート 3 を示す図

【 図 6 】 本発明の第 3 の実施形態に係るフレームのタイムチャート 4 を示す図

【 図 7 】 本発明の他の実施形態に係る全体構成例を示すブロック図

【 図 8 】 従来技術であるデジタル電流差動リレーのサンプリング同期を示す図

【 図 9 】 従来技術の全体構成を示すブロック図

【 図 1 0 】 従来技術に係るフレームのタイムチャート 1 を示す図

【 図 1 1 】 フレームの構成例を示す図

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

1 ... イーサネットスイッチ

2 ... 通過時間固定装置

3 ... クライアント

4 ... サーバ

2 1 ... P H Y (1) ~ ($n+1$)

2 2 ... P H Y (1) ~ ($n+1$)

10

20

30

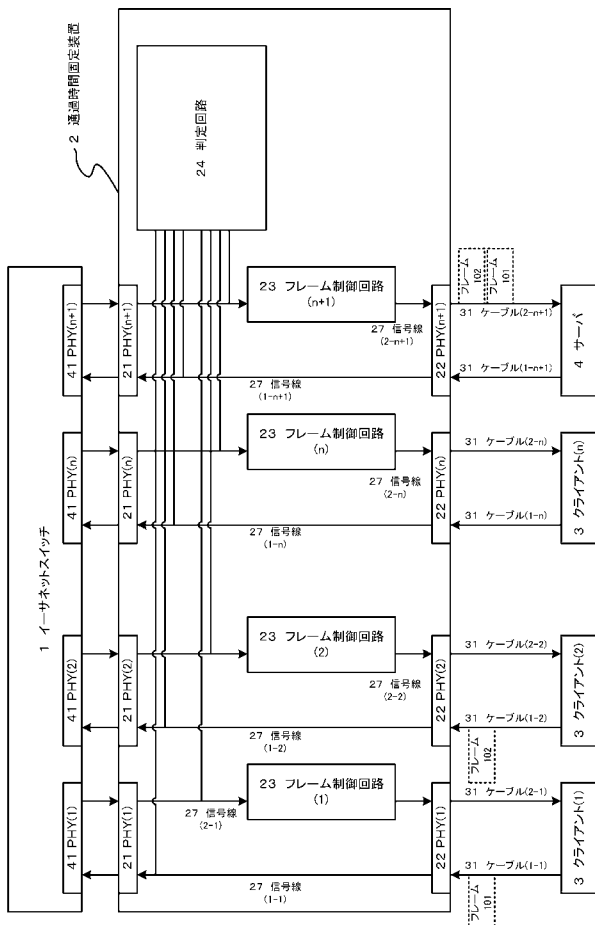
40

50

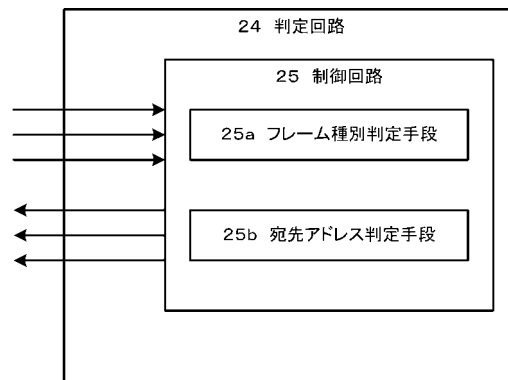
- 2 3 ... フレーム制御回路
- 2 4 ... 判定回路
- 2 5 ... 制御回路
- 2 5 a ... フレーム種別判定手段
- 2 5 b ... 宛先判定手段
- 2 6 ... F I F O
- 2 6 a ... 一定時間遅延手段
- 2 6 b ... 遅延フレーム判定手段
- 2 6 c ... 一般フレーム待機手段
- 2 7 ... 信号線 (1 - 1) ~ (n + 1) 、 (2 - 1) ~ (2 - n + 1)
- 3 1 ... ケーブル (1 - 1) ~ (1 - n) 、 (2 - 1) ~ (2 - n + 1)
- 4 1 ... P H Y (1) ~ (n + 1)
- 7 0 c ... 一般フレーム待機手段
- 1 0 1 ... フレーム (同期フレーム)
- 1 0 2 ... フレーム (一般フレーム)

10

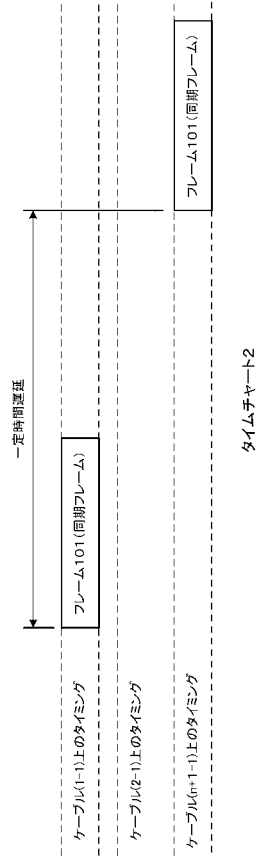
【 図 1 】



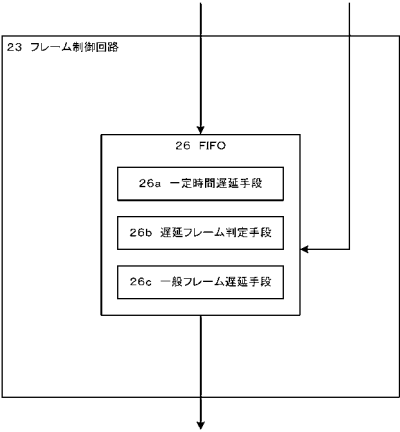
【 図 2 】



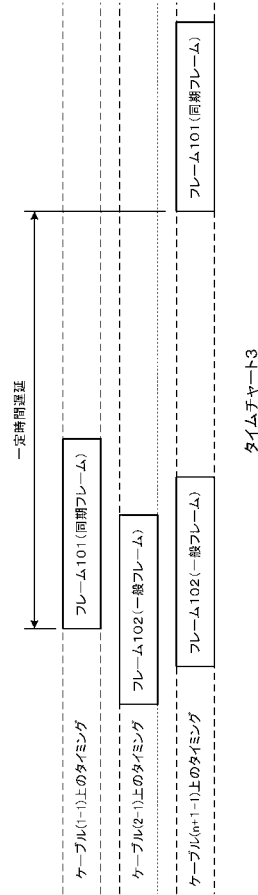
【図 3】



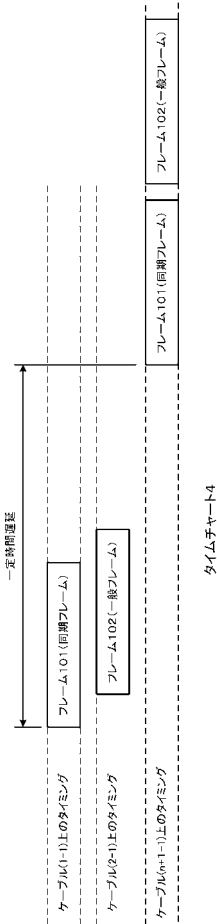
【図 4】



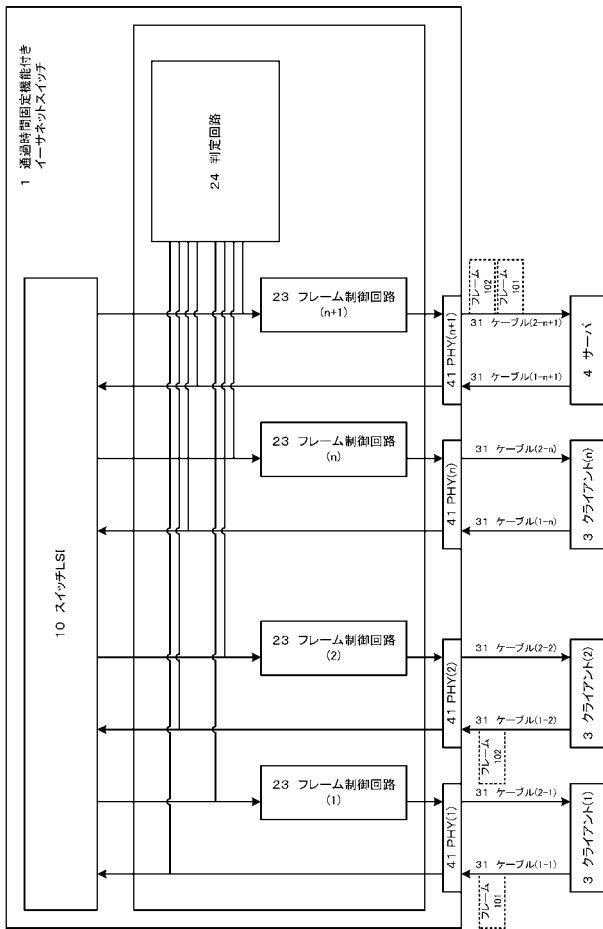
【図 5】



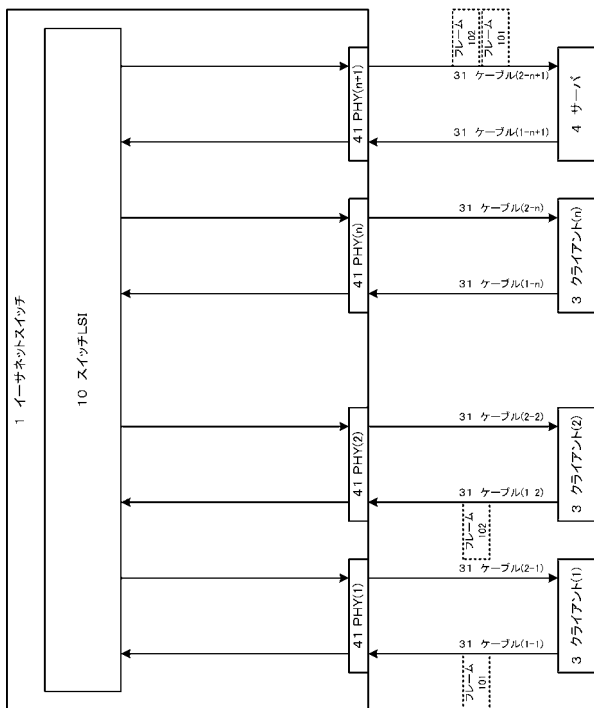
【図 6】



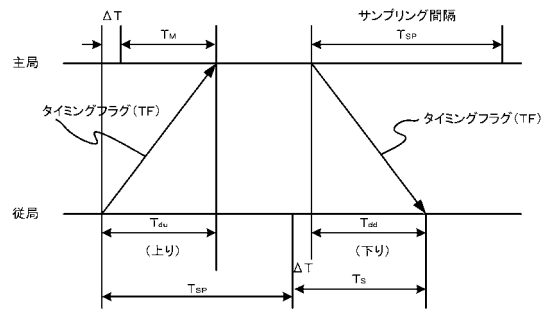
【図 7】



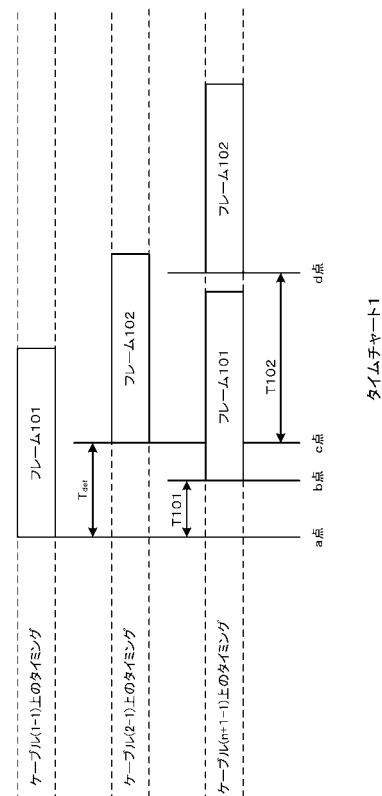
【図 9】



【図 8】



【図 10】



【 図 1 1 】

宛先アドレス	送信元アドレス	フレーム種別	データ部	FCS
フレーム構成				
フレーム種別 0: 閉閉フレーム 1: 一般フレーム				