(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5425667号
(P5425667)
(45)発行日　平成26年2月26日(2014.2.26)　(24)登録日　平成25年12月6日(2013.12.6)

(51)Int.Cl.　　F I
H04L 7/08 (2006.01)　H04L 7/08 A
H04L 1/00 (2006.01)　H04L 7/08 D
H04L 1/00 B

請求項の数 3　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2010-48770(P2010-48770)
(22)出願日　平成22年3月5日(2010.3.5)
(65)公開番号　特開2011-188062(P2011-188062A)
(43)公開日　平成23年9月22日(2011.9.22)
審査請求日　平成24年4月26日(2012.4.26)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　110000198
特許業務法人湘洋内外特許事務所
(72)発明者　竹内　浩史
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町２１６番地
株式会社日立製作所
通信ネットワーク事業部内
(72)発明者　鷹取　耕治
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町２１６番地
株式会社日立製作所
通信ネットワーク事業部内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】送信装置、受信装置、および伝送システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ネットワークを介して送信される伝送フレームを受信する受信装置であって、
前記伝送フレームには、ヘッダ情報、ペイロード、およびＦＥＣ（Forward Error Correction）データが含まれており、
前記ヘッダ情報には、第１および第２の同期符号が含まれており、
前記ＦＥＣデータは、前記第１の同期符号以外のヘッダ情報の部分および前記ペイロードの誤りを訂正するためのデータであり、
当該受信装置は、
前記伝送フレームの前記ヘッダ情報内にある前記第１の同期符号を検出することにより、フレーム同期を確立する同期確立部と、
前記同期確立部によってフレーム同期が確立された後に、前記伝送フレーム内の前記ＦＥＣデータを用いてヘッダ情報およびペイロードの誤り訂正を実行するＦＥＣ実行部と、
前記ＦＥＣ実行部によって誤り訂正が行われた後のヘッダ情報に含まれている第２の同期符号が、予め定められた符号パタンと一致するか否かを判定することにより、フレーム同期が維持されているか否かを判定する同期外れ監視部と、
前記同期外れ監視部によってフレーム同期が維持されていると判定されている場合に、前記伝送フレーム内の前記ペイロードを抽出して外部の装置へ出力するデータ出力部と、を備え、
前記同期外れ監視部は、フレーム同期が維持されていないと判定された前記伝送フレー

ムの連続した受信数が所定数より小さい場合は前記第２の同期符号を用いたフレーム同期の判定を続け、前記受信数が前記所定数以上の場合は前記第２の同期符号を用いたフレーム同期の判定を止め、
　前記同期確立部は、前記同期外れ監視部が前記第２の同期符号を用いたフレーム同期の判定を止めると、再び前記第１の同期符号を用いて前記伝送フレームのフレーム同期を確立することを特徴とする受信装置。
【請求項２】
　請求項１に記載の受信装置であって、
　前記伝送フレームにおいて、前記第１の同期符号以外のヘッダ情報の部分と、前記ペイロードと、前記ＦＥＣデータとには、スクランブルが施されており、
　当該受信装置は、
　前記同期確立部によってフレーム同期が確立された後に、前記伝送フレームに施されたスクランブルを解除するデスクランブラをさらに備え、
　前記ＦＥＣ実行部は、
　前記デスクランブラによってスクランブルが解除された伝送フレームに含まれるヘッダ情報およびペイロードについて誤り訂正を実行することを特徴とする受信装置。
【請求項３】
　請求項１または２に記載の受信装置であって、
　前記第２の同期符号は、予め定められたヘッダ情報のフォーマットにおいて、前記ヘッダ情報内のリザーブ領域に割り当てられていることを特徴とする受信装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、ネットワークを介して装置どうしが同期を確立し、確立された同期が維持されているか否かを監視する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
　近年の光伝送技術の発達により、信号速度は日々増加しており、最近では40Gbit/s、100Gbit/sといった信号速度での通信が実用化されつつある。しかし、信号速度の増加に伴い送受信できるデータ量は増えるが、40Gbit/s以上の信号速度となると、波長分散や自己位相変調などの影響が顕著となり信号誤りが多くなる。そこで、RS-FEC（Reed-Solomon Forward Error Correction）やE-FEC（Enhanced Forward Error Correction）と呼ばれるエラー訂正技術により、誤り率の改善が図られている。
【０００３】
　ところで、フレーム中には同期を取るための同期パタンが含まれるが、この同期パタンは、エラー訂正の対象外とすることが規格で決められている。そのため、同期が確立した後、伝送対象のデータについてはＦＥＣにより正しいデータを復元することができる程度に信号が劣化した場合であっても、同期パタンの誤りを訂正することができず同期外れと判定してしまう場合がある。
【０００４】
　また、ノイズを同期パタンと誤認識してノイズに同期してしまったり、同期を確立しても瞬間的なノイズにより同期外れと見なすような不安定な同期を防止するため、一般的に、所定数以上の連続するフレームにおいて同期パタンを連続して検出できた場合に、装置が同期状態に遷移し、所定数以上の連続するフレームにおいて同期パタンを連続して検出できなかった場合に、装置が非同期（ＨＵＮＴ）状態に遷移する手法がとられる。
【０００５】
　装置が同期外れの状態から同期状態に遷移するために同期パタンを連続して検出すべき回数は後方保護段数と呼ばれ、装置が同期状態から同期外れの状態に遷移するために同期パタンの検出を連続して失敗する回数は前方保護段数と呼ばれる。
【０００６】

このような手法において、前方保護段数をM_2回、フレーム同期パタンの長さをｘ、フレーム同期パタンが一致しない確率をｒ、伝送速度をＳ、フレーム長をＬ、伝送路の誤り率をεとした場合、同期を確立した後に同期パタンを連続して検出できずにＨＵＮＴ状態に戻るまでのミスフレーム時間T_mは、例えば下記の数式（１）および（２）によって算出できる。

【０００７】

【数１】

$$r = 1-(1-\varepsilon)^x \quad \cdots (1)$$

【数２】

$$T_m = \frac{1-r^{M_2}}{(1-r)\times r^{M_2}} \times \frac{L}{S} \quad \cdots (2)$$

【０００８】

上記の式より、同期パタンの長さｘを３２ビット、前方保護段数M_2を２段、伝送路の誤り率εを10^{-4}とすると、STM-1の場合ではミスフレーム時間T_mは約11.9年となる。STM-64も、フレーム時間がSTM-1と同一であるため、信号速度が増しても同期が外れる確率はSTM-1と同じく約11.9年となる。

【０００９】

これに対し、ＯＴＮ（optical transport network）における40G（OTU3）の場合では、約106日で同期が外れる計算になる。また、100G（OTU4）の場合では、１フレームのビット数が40G（OTU3）と同一であるため、フレーム時間が異なり、約41日で同期が外れてしまう計算になる。一般的に、ミスフレーム時間T_mは装置寿命よりも長いことが望ましい。

【００１０】

下記の特許文献１には、同期パタンについてもエラー訂正の対象とすることにより、同期パタンに多少の誤りが発生したとしても同期を維持することができるようにする方式が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１１】

【特許文献１】特開平９－１８４６６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

ところで、上記の特許文献に記載の方式では、エラー訂正方式として畳み込み符号を用いており、同期パタンの抽出にはビタビ復号を行うことが前提となっている。しかし、フレームの同期が確立していない段階でビタビ復号を行っても、正しいフレームのビット位置でデータを復号することができないため、同期パタンを抽出することができない。

【００１３】

正しい同期パタンが得られるまで、全てのビット位置においてビタビ復号を行うことも考えられるが、処理負荷が高くなると共に、同期パタンを見つけるまでに長い時間がかかり効率が悪い。

【００１４】

本発明は上記事情を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、従来と同程度の精度および速さで同期を確立すると共に、同期外れを起こす確率を下げることにある。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

上記課題を解決するために、本発明では、同期が確立されるまでは誤り訂正を行わずに同期符号を検出し、同期が確立した後は誤り訂正を行った後の同期符号により同期外れの

有無を監視する。
【００１６】
例えば、本発明の第一の態様は、ネットワークを介して信号を送信する送信装置であって、
第１の同期符号、第２の同期符号、および外部の装置から入力された，伝送対象となるユーザデータに関する情報を含むヘッダ情報を作成するヘッダ作成部と、
前記ヘッダ作成部によって作成された前記ヘッダ情報の中で前記第１の同期符号以外の部分、および、前記ユーザデータの誤りを訂正するためのＦＥＣ（Forward Error Correction）データを作成するＦＥＣ作成部と、
前記ユーザデータをペイロードとして、前記ヘッダ情報、前記ペイロード、および前記ＦＥＣデータを含む伝送フレームを作成するフレーム作成部と、
前記フレーム作成部によって作成された伝送フレームを、前記ネットワークを介して送信する送信部と
を備えることを特徴とする送信装置を提供する。
【００１７】
また、本発明の第二の態様は、ネットワークを介して送信される伝送フレームを受信する受信装置であって、
前記伝送フレームには、ヘッダ情報、ペイロード、およびＦＥＣ（Forward Error Correction）データが含まれており、
前記ヘッダ情報には、第１および第２の同期符号が含まれており、
前記ＦＥＣデータは、前記第１の同期符号以外のヘッダ情報の部分および前記ペイロードの誤りを訂正するためのデータであり、
当該受信装置は、
前記伝送フレームの前記ヘッダ情報内にある前記第１の同期符号を検出することにより、フレーム同期を確立する同期確立部と、
前記同期確立部によってフレーム同期が確立された後に、前記伝送フレーム内の前記ＦＥＣデータを用いてヘッダ情報およびペイロードの誤り訂正を実行するＦＥＣ実行部と、
前記ＦＥＣ実行部によって誤り訂正が行われた後のヘッダ情報に含まれている第２の同期符号が、予め定められた符号パタンと一致するか否かを判定することにより、フレーム同期が維持されているか否かを判定する同期外れ監視部と、
前記同期外れ監視部によってフレーム同期が維持されていると判定されている場合に、前記伝送フレーム内の前記ペイロードを抽出して外部の装置へ出力するデータ出力部と
を備えることを特徴とする受信装置を提供する。
【発明の効果】
【００１８】
本発明によれば、従来と同程度の精度および速さで同期を確立することができると共に、同期外れを起こす確率を下げることができる。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】本発明の一実施形態に係る伝送システム１０の構成を示すシステム構成図である。
【図２】送信装置２０の機能構成の一例を示すブロック図である。
【図３】伝送フレームの構造の一例を示す概念図である。
【図４】受信装置３０の機能構成の一例を示すブロック図である。
【図５】受信装置３０の状態遷移を説明するための状態遷移図である。
【図６】送信装置２０の動作の一例を示すフローチャートである。
【図７】受信装置３０の動作の一例を示すフローチャートである。
【図８】送信装置２０または受信装置３０の機能を実現するコンピュータ５０の一例を示すハードウェア構成図である。
【図９】ＦＡＳの詳細な構造の一例を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】
【００２０】
以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。
【００２１】
図１は、本発明の一実施形態に係る伝送システム１０の構成を示すシステム構成図である。本実施形態において伝送システム１０は、ＯＴＮ（optical transport network）であり、複数の伝送装置１５を備える。それぞれの伝送装置１５は、送信装置２０および受信装置３０を有する。
【００２２】
送信装置２０は、ルータ１３を介して端末装置１１から伝送対象のデータを受け取った場合、あるいは、自装置が設けられている伝送装置１５が有する受信装置３０から伝送対象のデータを受け取った場合に、受け取ったデータを所定の伝送フレームの形式に加工して他の伝送装置１５へ送信する。伝送フレームには同期符号が含まれている。
【００２３】
受信装置３０は、他の伝送装置１５から送信された伝送フレームの同期符号をサーチすることにより、フレーム同期を確立する。そして、受信装置３０は、他の伝送装置１５から送信された伝送フレームから伝送対象のデータを取り出し、取り出したデータを、自装置が設けられている伝送装置１５が有する送信装置２０へ、あるいは、外部のルータ１３を介して端末装置１１へ送信する。
【００２４】
図２は、送信装置２０の機能構成の一例を示すブロック図である。送信装置２０は、バッファ２１、ヘッダ作成部２２、ＦＥＣ作成部２３、フレーム作成部２４、スクランブラ２５、および送信部２６を有する。
【００２５】
バッファ２１は、ルータ１３を介して端末装置１１から、あるいは、自装置が設けられている伝送装置１５が有する受信装置３０から伝送対象のデータを受信して保持し、フレームの送信タイミングになった場合に、保持している伝送対象のデータをヘッダ作成部２２、ＦＥＣ作成部２３、およびフレーム作成部２４へ送る。
【００２６】
ヘッダ作成部２２は、第１および第２の同期符号を含むヘッダを作成し、作成したヘッダをＦＥＣ作成部２３およびフレーム作成部２４へ送る。ヘッダ作成部２２が作成するヘッダは、例えば図３に示すようなデータ構造である。
【００２７】
図３には、伝送フレームのデータ構造が示されている。伝送フレームには、ヘッダ４０、ペイロード４１、およびＦＥＣデータ４２が含まれる。ヘッダ４０内の領域４３に格納されるＦＡＳは本実施形態における第１の同期符号である。本実施形態において、第２の同期符号は、例えば領域４５のＲＥＳ内に格納される。第１の同期符号と第２の同期符号は同一の符号であってもよく、異なる符号であってもよい。
【００２８】
ＦＥＣ作成部２３は、ヘッダ作成部２２によって作成されたヘッダの一部と、バッファ２１から受け取った伝送対象のデータとに基づいてＦＥＣデータを作成し、作成したＦＥＣデータをフレーム作成部２４へ送る。ヘッダの一部とは、例えば図３に示した領域４４に含まれるデータである。すなわち、領域４３内の第１の同期符号は、ＦＥＣの対象から外されている。
【００２９】
フレーム作成部２４は、バッファ２１から送られてきた伝送対象のデータをペイロードとして、当該ペイロードと、ヘッダ作成部２２によって作成されたヘッダと、ＦＥＣ作成部２３によって作成されたＦＥＣデータとを含む伝送フレームを作成し、作成した伝送フレームをスクランブラ２５へ送る。
【００３０】

スクランブラ２５は、フレーム作成部２４によって作成された伝送フレームにおいて、ＦＡＳ以外のヘッダの部分と、ペイロードと、ＦＥＣデータとを攪拌（スクランブル）し、攪拌された伝送フレームを送信部２６へ送る。送信部２６は、受け取った伝送フレームを他の伝送装置１５へ送信する。

【００３１】

図４は、受信装置３０の機能構成の一例を示すブロック図である。受信装置３０は、同期確立部３１、デスクランブラ３２、同期外れ監視部３３、ＦＥＣ実行部３４、およびデータ出力部３５を有する。

【００３２】

同期確立部３１は、伝送フレームのヘッダに格納された第１の同期符号をサーチする。同期符号のサーチは、例えば他の伝送装置１５から送信されたデータを１フレーム分バッファに取り込み、取り込んだ１フレーム分のデータについて、第１の同期符号と一致するデータの位置をｂｉｔをずらしながら順次判定することで実現される。

【００３３】

連続する所定数のフレームについて第１の同期符号を連続して検出できた場合、同期確立部３１は、フレーム同期が確立したと判定する。そして、同期確立部３１は、受信装置３０が同期状態に遷移した旨をデスクランブラ３２、同期外れ監視部３３、およびデータ出力部３５に通知すると共に、伝送フレームの開始タイミングをデスクランブラ３２に通知する。

【００３４】

また、受信装置３０が非同期状態に遷移した旨を同期外れ監視部３３から通知された場合、同期確立部３１は、再び伝送フレームのヘッダに格納された第１の同期符号のサーチを再開する。

【００３５】

デスクランブラ３２は、受信装置３０が同期状態に遷移した旨および伝送フレームの開始タイミングの通知を同期確立部３１から受けた場合に、通知された開始タイミングから伝送フレームに施された攪拌を元に戻し（デスクランブル）、攪拌前の状態に戻った伝送フレームをＦＥＣ実行部３４へ送る。また、デスクランブラ３２は、受信装置３０が同期外れ（ＨＵＮＴ）状態に遷移した旨を同期外れ監視部３３から通知された場合に、伝送フレームに施された攪拌を元に戻す処理を停止する。

【００３６】

ＦＥＣ実行部３４は、デスクランブラ３２から受け取った伝送フレーム内のＦＥＣデータを用いて、ＦＡＳ以外のヘッダの部分およびペイロードに対してエラー訂正の処理を実行する。そして、ＦＥＣ実行部３４は、エラー訂正の処理を実行した後の伝送フレームをデータ出力部３５へ送ると共に、当該伝送フレームのヘッダから第２の同期符号が格納されている位置のデータを抽出し、抽出したデータを同期外れ監視部３３へ送る。

【００３７】

データ出力部３５は、受信装置３０が同期状態となった旨を同期確立部３１から通知された場合に、ＦＥＣ実行部３４から受け取った伝送フレームからペイロードを抽出し、抽出したペイロードを、自装置が設けられている伝送装置１５が有する送信装置２０へ、あるいは、外部のルータ１３を介して端末装置１１へ送信する。一方、受信装置３０が非同期状態となった旨を同期外れ監視部３３から通知された場合、データ出力部３５は、ペイロードの抽出および送信を停止する。

【００３８】

同期外れ監視部３３は、フレームタイミング毎にＦＥＣ実行部３４から順次送られてくるデータが第２の同期符号であるか否かを判定する。同期外れ監視部３３は、連続する所定数のフレームについて第２の同期符号を連続して検出できなかった場合に、フレーム同期が外れたと判定する。フレーム同期が外れたと判定した場合、同期外れ監視部３３は、受信装置３０が非同期状態に遷移した旨を同期確立部３１、デスクランブラ３２、およびデータ出力部３５に通知する。

【００３９】
ここで、本実施形態における受信装置３０の状態の遷移について図５を用いて説明する。リセット後、受信装置３０の状態は、まずＨＵＮＴ状態に移行し、ＨＵＮＴ状態において、同期確立部３１は伝送フレームのヘッダ内の第１の同期符号をサーチする。
【００４０】
ＨＵＮＴ状態において受信したデータの中に第１の同期符号と一致するデータを見つけることができた場合、受信装置３０の状態はＢＷ（１）の状態に遷移し、その状態において、同期確立部３１は次のフレームにおいて送信されるべきタイミングで第１の同期符号と一致するデータを受信できるか否かを判定する。ＢＷ（１）の状態において次のフレームタイミングで第１の同期符号と一致するデータを受信できなかった場合、受信装置３０の状態はＨＵＮＴ状態に戻る。
【００４１】
一方、ＢＷ（１）の状態において次のフレームタイミングで第１の同期符号と一致するデータを受信できた場合、受信装置３０の状態はＢＷ（２）の状態に遷移する。このように、連続するM_1個の伝送フレームについて第１の同期符号と一致するデータを連続して受信できた場合、受信装置３０の状態は、同期状態に遷移する。本実施形態においてM_1は例えば２であり、２回連続して第１の同期符号を受信できた場合に、受信装置３０の状態は同期状態に遷移する。
【００４２】
受信装置３０の状態が同期状態になると、同期外れ監視部３３は、誤り訂正が施された後のそれぞれの伝送フレームの領域４５を参照して、第２の同期符号と一致するデータが受信できているか否かを判定する。
【００４３】
同期状態において第２の同期符号と一致するデータを受信できなかった場合、受信装置３０の状態はＦＷ（１）の状態に遷移し、その状態において、同期外れ監視部３３は、誤り訂正が施された後の次のフレームの領域４５において第２の同期符号と一致するデータを受信できるか否かを判定する。ＦＷ（１）の状態において誤り訂正が施された後の次のフレームタイミングで第２の同期符号と一致するデータを受信できた場合、受信装置３０の状態は同期状態に戻る。
【００４４】
一方、ＦＷ（１）の状態において誤り訂正が施された後の次のフレームタイミングで第２の同期符号と一致するデータを受信できなかった場合、受信装置３０の状態はＦＷ（２）の状態に遷移する。このように、誤り訂正が施された後の連続するM_2個の伝送フレームの領域４５について第２の同期符号と一致するデータを連続して検出できなかった場合、受信装置３０の状態は、非同期（ＨＵＮＴ）状態に遷移する。本実施形態においてM_2は例えば５であり、５回連続して第２の同期符号を受信できなかった場合に、受信装置３０の状態は非同期状態に遷移する。
【００４５】
図６は、送信装置２０の動作の一例を示すフローチャートである。例えば電源が投入される等の所定のタイミングで、送信装置２０は本フローチャートに示す動作を開始する。
【００４６】
まず、バッファ２１は、ルータ１３を介して端末装置１１から、あるいは、自装置が設けられている伝送装置１５が有する受信装置３０から受信したデータを保持し（Ｓ１００）、フレームの送信タイミングか否かを判定する（Ｓ１０１）。フレームの送信タイミングでない場合（Ｓ１０１：Ｎｏ）、バッファ２１は、再びステップＳ１００に示した処理を実行する。
【００４７】
フレームの送信タイミングである場合（Ｓ１０１：Ｙｅｓ）、バッファ２１は、保持しているデータをヘッダ作成部２２、ＦＥＣ作成部２３、およびフレーム作成部２４へ送る。

【００４８】
次に、ヘッダ作成部２２は、バッファ２１から受け取った伝送対象のデータに基づいて、第１および第２の同期符号を含むヘッダを作成し、作成したヘッダをＦＥＣ作成部２３およびフレーム作成部２４へ送る（Ｓ１０２）。
【００４９】
次に、ＦＥＣ作成部２３は、ヘッダ作成部２２によって作成されたヘッダの一部と、バッファ２１から受け取った伝送対象のデータとに基づいてＦＥＣデータを作成し、作成したＦＥＣデータをフレーム作成部２４へ送る（Ｓ１０３）。
【００５０】
次に、フレーム作成部２４は、バッファ２１から送られてきた伝送対象のデータをペイロードとして、当該ペイロードと、ヘッダ作成部２２によって作成されたヘッダと、ＦＥＣ作成部２３によって作成されたＦＥＣデータとを含む伝送フレームを作成し、作成した伝送フレームをスクランブラ２５へ送る（Ｓ１０４）。
【００５１】
次に、スクランブラ２５は、フレーム作成部２４によって作成された伝送フレームにおいて、ＦＡＳ以外のヘッダの部分と、ペイロードと、ＦＥＣデータとを攪拌（スクランブル）し、攪拌された伝送フレームを送信部２６へ送る（Ｓ１０５）。
【００５２】
次に、送信部２６は、スクランブラ２５から受け取った伝送フレームを他の伝送装置１５へ送信し（Ｓ１０６）、バッファ２１は、再びステップＳ１００に示した処理を実行する。
【００５３】
図７は、受信装置３０の動作の一例を示すフローチャートである。例えば電源が投入される等の所定のタイミングで、受信装置３０は本フローチャートに示す動作を開始する。
【００５４】
まず、同期確立部３１は変数ＢＷの値を０に初期化し、同期外れ監視部３３は、変数ＦＷの値を０に初期化する（Ｓ２００）。そして、同期確立部３１は、他の伝送装置１５から送信されたデータを１フレーム分受信し、受信した１フレーム分のデータの中で、第１の同期符号と一致するデータを、ｂｉｔをずらしながら順次判定することにより、伝送フレームのヘッダ内の第１の同期符号をサーチする（Ｓ２０１）。
【００５５】
受信した１フレーム分のデータの中で第１の同期符号と一致するデータを見つけることができなかった場合（Ｓ２０２：Ｎｏ）、同期確立部３１は、変数ＢＷの値を０に初期化し（Ｓ２０４）、再びステップＳ２０１に示した処理を実行する。
【００５６】
一方、第１の同期符号と一致するデータを見つけることができた場合（Ｓ２０２：Ｙｅｓ）、同期確立部３１は、変数ＢＷの値を１増加させ（Ｓ２０３）、変数ＢＷの値がM_1以上となったか否かを判定する（Ｓ２０５）。本実施形態においてM_1は例えば２である。変数ＢＷの値がM_1未満である場合（Ｓ２０５：Ｎｏ）、同期確立部３１は、再びステップＳ２０１に示した処理を実行する。
【００５７】
変数ＢＷの値がM_1以上の場合（Ｓ２０５：Ｙｅｓ）、同期確立部３１は、フレーム同期が確立したと判定し、受信装置３０が同期状態に遷移した旨をデスクランブラ３２、同期外れ監視部３３、およびデータ出力部３５に通知すると共に、伝送フレームの開始タイミングをデスクランブラ３２に通知する。
【００５８】
次に、デスクランブラ３２は、同期確立部３１より通知された開始タイミングから伝送フレームに施された攪拌を元に戻し（デスクランブル）、攪拌前の状態に戻った伝送フレームをＦＥＣ実行部３４へ送る（Ｓ２０６）。
【００５９】

次に、ＦＥＣ実行部３４は、デスクランブラ３２から受け取った伝送フレーム内のＦＥＣデータを用いて、ＦＡＳ以外のヘッダの部分およびペイロードに対してエラー訂正の処理を実行する（Ｓ２０７）。そして、ＦＥＣ実行部３４は、エラー訂正の処理を実行した後の伝送フレームをデータ出力部３５へ送ると共に、当該伝送フレームのヘッダから第２の同期符号が格納されている位置のデータを抽出し、抽出したデータを同期外れ監視部３３へ送る。

【００６０】

次に、同期外れ監視部３３は、ＦＥＣ実行部３４から送られてきた領域４５のデータが第２の同期符号と一致するか否かを判定することにより、フレームタイミングにおいて第２の同期符号を受信できたか否かを判定する（Ｓ２０８）。第２の同期符号を受信できた場合（Ｓ２０８：Ｙｅｓ）、同期外れ監視部３３は、変数ＦＷの値を０に初期化する（Ｓ２０９）。

【００６１】

次に、データ出力部３５は、ＦＥＣ実行部３４から受け取った伝送フレームからペイロードを抽出し、抽出したペイロードを、自装置が設けられている伝送装置１５が有する送信装置２０へ、あるいは、外部のルータ１３を介して端末装置１１へ送信し（Ｓ２１０）、デスクランブラ３２は、再びステップＳ２０６に示した処理を実行する。

【００６２】

一方、第２の同期符号を受信できなかった場合（Ｓ２０８：Ｎｏ）、同期外れ監視部３３は、変数ＦＷの値を１増加させ（Ｓ２１１）、変数ＦＷの値がM_2以上になったか否かを判定する（Ｓ２１２）。本実施形態においてM_2は例えば５である。変数ＦＷの値がM_2未満である場合（Ｓ２１２：Ｎｏ）、デスクランブラ３２は、再びステップＳ２０６に示した処理を実行する。

【００６３】

一方、変数ＦＷの値がM_2以上になった場合（Ｓ２１２：Ｙｅｓ）、同期外れ監視部３３は、フレーム同期が外れたと判定する。そして、同期外れ監視部３３は、受信装置３０が非同期状態に遷移した旨を同期確立部３１、デスクランブラ３２、およびデータ出力部３５に通知し、同期確立部３１は、再びステップＳ２０１に示した処理を実行する。

【００６４】

図８は、送信装置２０または受信装置３０の機能を実現するコンピュータ５０のハードウェア構成の一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ５０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）５１、ＲＡＭ（Random Access Memory）５２、ＲＯＭ（Read Only Memory）５３、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）５４、通信インターフェイス（Ｉ／Ｆ）５５、入出力インターフェイス（Ｉ／Ｆ）５６、およびメディアインターフェイス（Ｉ／Ｆ）５７を備える。

【００６５】

ＣＰＵ５１は、ＲＯＭ５３またはＨＤＤ５４に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。ＲＯＭ５３は、コンピュータ５０の起動時にＣＰＵ５１によって実行されるブートプログラムや、コンピュータ５０のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。

【００６６】

ＨＤＤ５４は、ＣＰＵ５１によって実行されるプログラムや当該プログラムで使用されるデータ等を格納する。通信インターフェイス５５は、通信回線を介して他の装置からデータを受信してＣＰＵ５１へ送ると共に、ＣＰＵ５１から受け取ったデータを通信回線を介して他の装置へ送信する。

【００６７】

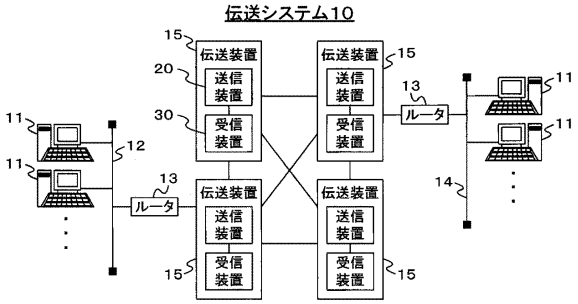
ＣＰＵ５１は、入出力インターフェイス５６を介して、表示装置やキーボード等の入出力装置を制御する。ＣＰＵ５１は、入出力インターフェイス５６を介して、入出力装置からデータを取得する。また、ＣＰＵ５１は、生成したデータを、入出力インターフェイス５６を介して入出力装置へ出力する。

【００６８】
メディアインターフェイス５７は、記録媒体５８に格納されたプログラムまたはデータを読み取り、ＲＡＭ５２を介してＣＰＵ５１に提供する。ＣＰＵ５１は、当該プログラムを、メディアインターフェイス５７を介して記録媒体５８からＲＡＭ５２上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。記録媒体５８は、例えばＤＶＤ（Digital Versatile Disk）、ＰＤ（Phase change rewritable Disk）等の光学記録媒体、ＭＯ（Magneto-Optical disk）等の光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、または半導体メモリ等である。
【００６９】
コンピュータ５０が送信装置２０として機能する場合、コンピュータ５０のＣＰＵ５１は、ＲＡＭ５２上にロードされたプログラムを実行することにより、バッファ２１、ヘッダ作成部２２、ＦＥＣ作成部２３、フレーム作成部２４、スクランブラ２５、および送信部２６の各機能を実現する。
【００７０】
コンピュータ５０が受信装置３０として機能する場合、コンピュータ５０のＣＰＵ５１は、ＲＡＭ５２上にロードされたプログラムを実行することにより、同期確立部３１、デスクランブラ３２、同期外れ監視部３３、ＦＥＣ実行部３４、およびデータ出力部３５の各機能を実現する。
【００７１】
コンピュータ５０のＣＰＵ５１は、これらのプログラムを、記録媒体５８から読み取って実行するが、他の例として、他の装置から、通信媒体を介してこれらのプログラムを取得してもよい。通信媒体とは、通信回線または通信回線を伝搬するディジタル信号もしくは搬送波を指す。
【００７２】
以上、本発明の実施の形態について説明した。
【００７３】
上記説明から明らかなように、本実施形態の伝送システム１０によれば、従来と同程度の精度および速さで同期を確立することができると共に、同期外れを起こす確率を下げることができる。
【００７４】
なお、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。
【００７５】
例えば、上記した実施形態において、ヘッダ作成部２２は、図３に示したように、ヘッダ内の領域４３に第１の同期符号を格納し、領域４５に第２の同期符号を格納するが、本発明はこれに限られない。現在のＯＴＮの規格では、ヘッダ内のＦＡＳは、例えば図９に示すように６バイトのデータであり、最初の３バイトに１６進数で「Ｆ６」が格納され、後半の３バイトに１６進数で「２８」が格納される。
【００７６】
しかし、実際に同期の確立および監視に用いられるデータは、領域４６に含まれる４バイトのみである。そのため、ＦＡＳの２～５バイト目までのデータを同期符号とし、ＦＡＳの最初の１バイト目と最後の６バイト目に、当該同期符号の誤り訂正を行うための符号を格納するようにしてもよい。
【００７７】
この場合、同期確立部３１は、ＨＵＮＴ状態において、他の伝送装置１５から受信した１フレーム分のデータの中で任意の位置の６バイトのデータについて、１バイト目のデータと６バイト目のデータを用いて、２～５バイト目までのデータの誤りを訂正した後に、当該２～５バイト目までのデータが同期符号か否かを判定する。このようにすれば、ＦＡＳ内で同期符号の誤り訂正が可能となるため、ヘッダの領域４５内に第２の同期符号を格納する必要が無くなる。

【００７８】
　また、ＦＥＣ作成部２３によって実行される誤り訂正の方式が、誤り訂正の対象となる元のデータを改変せずに、元のデータから所定の演算により作成された誤り訂正符号を元のデータに付加する方式である場合、ＦＥＣ作成部２３は、ＦＡＳを含むヘッダ全体とペイロードとをＦＥＣの対象としてＦＥＣデータを作成するようにしてもよい。このような誤り訂正の方式を用いると、伝送フレームには、元のデータがそのまま格納されることになる（ただし、スクランブラ２５は、上記した実施形態と同様にＦＡＳのデータにスクランブルをかけないようにする必要がある）。
【００７９】
　受信側では、スクランブルされていないＦＡＳをサーチすることにより、フレームの同期を確立することができ、フレームの同期が確立された後は、デスクランブルおよび誤り訂正を実行した後の伝送フレームのＦＡＳを用いて、同期状態が維持されているか否かを監視することができる。この場合も、ヘッダの領域４５内に第２の同期符号を格納する必要が無くなる。
【符号の説明】
【００８０】
１０・・・伝送システム、１１・・・端末装置、１２・・・通信回線、１３・・・ルータ、１４・・・通信回線、１５・・・伝送装置、２０・・・送信装置、２１・・・バッファ、２２・・・ヘッダ作成部、２３・・・ＦＥＣ作成部、２４・・・フレーム作成部、２５・・・スクランブラ、２６・・・送信部、３０・・・受信装置、３１・・・同期確立部、３２・・・デスクランブラ、３３・・・同期外れ監視部、３４・・・ＦＥＣ実行部、３５・・・データ出力部、４０・・・ヘッダ、４１・・・ペイロード、４２・・・ＦＥＣ、４３・・・領域、４４・・・領域、４５・・・領域、４６・・・領域、５０・・・コンピュータ、５１・・・ＣＰＵ、５２・・・ＲＡＭ、５３・・・ＲＯＭ、５４・・・ＨＤＤ、５５・・・通信インターフェイス、５６・・・入出力インターフェイス、５７・・・メディアインターフェイス、５８・・・記録媒体

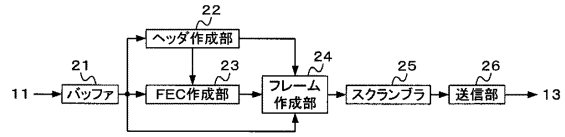
【図１】

図1



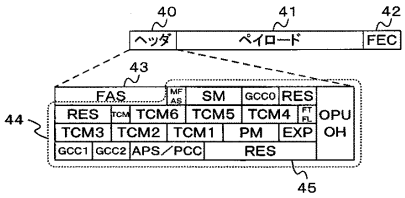
【図２】

図2



【図３】

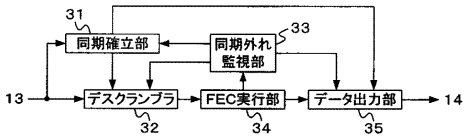
図3



FAS : Frame Alignment Signal
MFAS :Multi Frame Alignment Signal
SM : Section Monitoring
GCC : General Communication Channel
RES : Reserved for future international standardation
PM : Path Monitoring
TCM : Tandem Connection Monitoring
ACT : Actiivation/deactivation control channel
FTFL : Fault Type & Fault Location reporting channel
EXP : Experimental
APS : Automatic Protection Switching
PCC : Protection Communication Channel
OPU : Optical-channel Payload Unit

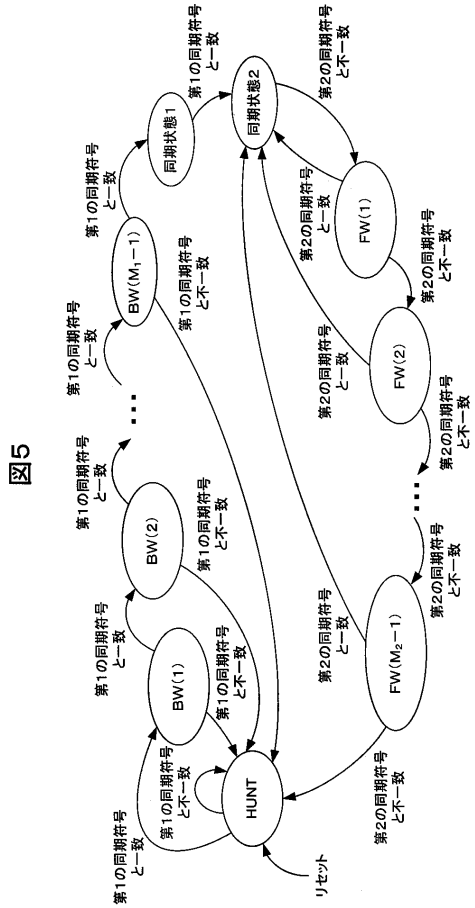
【図４】

図4



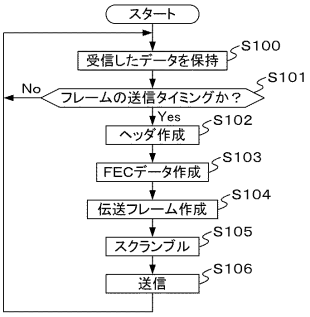
【図５】

図5



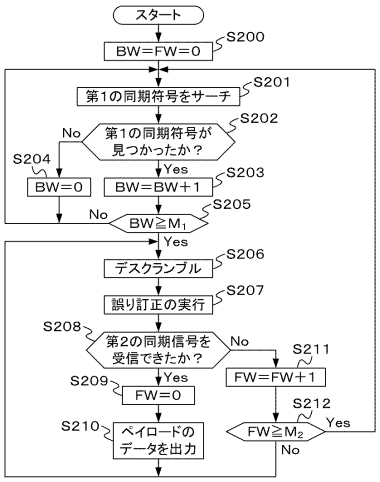
【図６】

図6



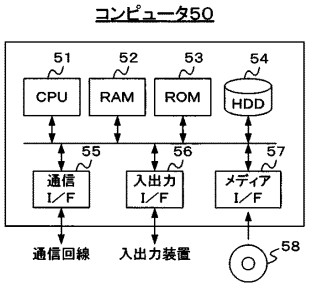
【図７】

図7



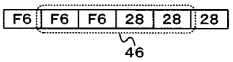
【図８】

図8



【図９】

図9



フロントページの続き

(72)発明者　深代　康之
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町２１６番地　株式会社日立製作所　通信ネットワーク事業部内
(72)発明者　萬代　浩平
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所　中央研究所内
(72)発明者　成田　英将
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町２１６番地　株式会社日立製作所　通信ネットワーク事業部内

審査官　小宮　慎司

(56)参考文献　特開平０１－３１１７３９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３４４４３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－０１０７４９（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１９８４３１（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２１００２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０１８４６６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０６０７５１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ　７／００　－　７／１０
Ｈ０４Ｌ　１／００