

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5729318号  
(P5729318)

(45) 発行日 平成27年6月3日(2015.6.3)

(24) 登録日 平成27年4月17日(2015.4.17)

(51) Int.Cl. F I  
H04L 12/44 (2006.01) H04L 12/44 200

請求項の数 14 (全 34 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-13596 (P2012-13596)                  (22) 出願日 平成24年1月26日 (2012.1.26)                  (65) 公開番号 特開2013-153356 (P2013-153356A)                  (43) 公開日 平成25年8月8日 (2013.8.8)                  審査請求日 平成26年7月24日 (2014.7.24)</p>	<p>(73) 特許権者 000002130                  住友電気工業株式会社                  大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号                  (74) 代理人 110000682                  特許業務法人ワンディーIPパートナーズ                  (72) 発明者 芝 晋吾                  大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号                  住友電気工業株式会社 大阪製作所内                    審査官 安藤 一道</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 宅側装置、通信システム、局側装置および通信制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の光回線ユニットを備える局側装置と通信信号を送受信するための宅側装置であって、

前記光回線ユニットと通信信号を送信または受信するための通信部と、

前記通信部の動作を停止するスリープ動作を行なうためのスリープ制御部と、

前記スリープ動作が行なわれている際、前記局側装置における運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知するための切り替え検知部とを備える、宅側装置。

【請求項2】

前記スリープ制御部は、前記切り替え検知部によって前記事象の発生が検知された場合に、前記スリープ動作を停止する、請求項1に記載の宅側装置。

【請求項3】

前記スリープ制御部は、前記切り替え検知部によって前記事象の発生が検知された場合に、さらに、起床通知を前記局側装置へ送信する、請求項2に記載の宅側装置。

【請求項4】

前記宅側装置は、時刻情報に従って動作し、さらに、

前記局側装置からの前記通信信号に含まれる時刻情報に基づいて前記宅側装置の時刻情報を調整するための時刻調整部を備え、

前記切り替え検知部は、前記局側装置からの時刻情報と前記宅側装置の時刻情報との差

に基づいて、前記事象の発生を検知する、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の宅側装置。

【請求項 5】

前記切り替え検知部は、前記局側装置からの前記通信信号の途絶を、前記事象の発生として検知する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の宅側装置。

【請求項 6】

前記切り替え検知部は、前記局側装置からの前記通信信号の送信元アドレスの変化を、前記事象の発生として検知する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の宅側装置。

【請求項 7】

前記宅側装置は、さらに、  
 所定条件を満たすと前記局側装置との通信接続を再確立するための処理を行なうと判断し、前記所定条件を満たしていない場合には前記通信接続を継続すると判断するための判断部を備え、

前記判断部は、前記切り替え検知部によって前記事象の発生が検知された場合には、前記所定条件を満たしても、前記通信接続を継続すると判断する、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の宅側装置。

【請求項 8】

複数の宅側装置と、各前記宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置とを備える通信システムであって、

前記局側装置は、複数の光回線ユニットを含み、前記複数の光回線ユニットの各々は、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、前記クロックのタイミングに従って前記各宅側装置と通信信号を送受信し、

前記宅側装置は、前記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行ない、前記スリープ動作を行なっている際、前記局側装置における運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知する、通信システム。

【請求項 9】

複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置であって、  
 各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、前記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、前記時刻情報に従って前記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットと、

前記宅側装置と通信信号を送受信すべき前記光回線ユニットを、運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへ切り替える切り替え制御を行なうための切り替え部とを備え、

前記光回線ユニットは、前記時刻情報を前記通信信号に含めて前記宅側装置へ送信し、  
 前記待機系の光回線ユニットは、前記切り替え部による前記切り替え制御が行なわれると、前記運用系の光回線ユニットの生成する前記時刻情報の値との差が所定値以上の時刻情報を生成して前記宅側装置へ送信する、局側装置。

【請求項 10】

複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置であって、  
 各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、前記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、前記時刻情報に従って前記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットと、

前記宅側装置と通信信号を送受信すべき前記光回線ユニットを、運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへ切り替える切り替え制御を行なうための切り替え部とを備え、

前記光回線ユニットは、前記時刻情報を前記通信信号に含めて前記宅側装置へ送信し、  
 前記局側装置は、さらに、  
 前記切り替え部による前記切り替え制御が行なわれると、各前記宅側装置へ起床指示を

10

20

30

40

50

送信することにより、前記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なっている前記宅側装置の前記スリープ動作を停止させるための起床制御部を備える、局側装置。

【請求項 1 1】

複数の光回線ユニットを備える局側装置と通信信号を送受信するための宅側装置における通信制御方法であって、

前記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なうステップと、

前記スリープ動作を行なっている際、前記局側装置における運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知するステップとを含む、通信制御方法。

10

【請求項 1 2】

複数の宅側装置と、各前記宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置とを備える通信システムにおける通信制御方法であって、

前記局側装置は、複数の光回線ユニットを含み、前記複数の光回線ユニットの各々は、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、前記クロックのタイミングに従って前記各宅側装置と通信信号を送受信し、

前記宅側装置が、前記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なうステップと、

前記スリープ動作が行なわれている際、前記局側装置における運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知するステップとを含む、通信制御方法。

20

【請求項 1 3】

複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置における通信制御方法であって、

前記局側装置は、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、前記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、前記時刻情報に従って前記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットを備え、

前記宅側装置と通信信号を送受信すべき前記光回線ユニットを、運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへ切り替える切り替え制御を行なうステップと、

前記切り替え制御が行なわれると、前記待機系の光回線ユニットが、前記運用系の光回線ユニットの生成する前記時刻情報の値との差が所定値以上の時刻情報を生成して前記宅側装置へ送信するステップとを含む、通信制御方法。

30

【請求項 1 4】

複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置における通信制御方法であって、

前記局側装置は、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、前記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、前記時刻情報に従って前記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットを備え、

前記宅側装置と通信信号を送受信すべき前記光回線ユニットを、運用系の前記光回線ユニットから待機系の前記光回線ユニットへ切り替える制御を行なうステップと、

前記切り替え制御が行なわれると、各前記宅側装置へ起床指示を送信することにより、前記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なっている前記宅側装置の前記スリープ動作を停止させるステップとを含む、通信制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、宅側装置、通信システム、局側装置および通信制御方法に関し、特に、省電力機能を有する宅側装置、冗長構成を有する局側装置、これらの宅側装置および局側装置を備えた通信システム、および通信制御方法に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、インターネットが広く普及しており、利用者は世界各地で運営されているサイトの様々な情報にアクセスし、その情報を入手することが可能である。これに伴って、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) およびFTTH (Fiber To The Home) 等のブロードバンドアクセスが可能な装置も急速に普及してきている。

## 【0003】

IEEE Std 802.3ah (登録商標) - 2004 (非特許文献1)には、複数の宅側装置(ONU:Optical Network Unit)が光通信回線を共有して局側装置(OLT:Optical Line Terminal)とのデータ伝送を行なう媒体共有形通信である受動的光ネットワーク(PON:Passive Optical Network)の1つの方式が開示されている。すなわち、PONを通過するユーザ情報およびPONを管理運用するための制御情報を含め、すべての情報がイーサネット(登録商標)フレームの形式で通信されるEPON(Ethernet(登録商標)PON)と、EPONのアクセス制御プロトコル(MPCP(Multi-Point Control Protocol))およびOAM(Operations Administration and Maintenance)プロトコルとが規定されている。局側装置と宅側装置との間でMPCPフレームをやりとりすることによって、宅側装置の加入、離脱、および上りアクセス多重制御などが行なわれる。また、非特許文献1では、MPCPメッセージによる、新規宅側装置の登録方法、帯域割り当て要求を示すレポート、および送信指示を示すゲートについて記載されている。

## 【0004】

なお、1ギガビット/秒の通信速度を実現するEPONであるGE-PONの次世代の技術として、IEEE 802.3av(登録商標) - 2009として標準化が行なわれた10G-EPONすなわち通信速度が10ギガビット/秒相当のEPONにおいても、アクセス制御プロトコルはMPCPが前提となっている。

## 【0005】

ところで、一般的にビジネス向けのネットワークサービスでは、高品質サービスを提供するためにシステムの二重化(冗長化)が必須である。また、音声/映像配信サービスでも二重化システムを用いることにより信頼性の高いシステムを提供することができる。二重化システムでは、装置、部品およびネットワークの各々が必要に応じて運用系および待機系を有する冗長構成がとられる。運用しているシステムの一部に障害が発生した場合には、運用系から待機系への冗長切り替えを行なうことにより、障害によるシステム停止時間をできるだけ短くすることが可能となる。

## 【0006】

また、障害が顕在化していなくても、特性の劣化傾向および部品の寿命等を勘案して、モジュールを予防的に交換する場合がある。システムがモジュールについて冗長構成を有していれば、このような保守作業によるシステム停止時間をできるだけ短くすることが可能となる。

## 【0007】

PONシステムにおける局側装置の冗長構成の一例として、たとえば、特開2010-206687号公報(特許文献1)には、以下のような局側装置が開示されている。すなわち、全体制御部が、保守交換指示を受けて切り替え時刻を設定し、この切り替え時刻において全体制御部がPON回線制御を停止する。また、局所制御部が、この切り替え時刻においてPON回線制御を開始する。そして、全体制御部が保守交換され、保守交換された新たな全体制御部が、局所制御部によるPON回線制御が行なわれているとき、局所制御部によるPON回線制御の内容を監視する。そして、新たな全体制御部が、切り替え時刻を設定し、この切り替え時刻において、局所制御部がPON回線制御を停止し、かつ新たな全体制御部が、局所制御部に代わり、局所制御部によるPON回線制御を監視した結果に基づいてPON回線制御を開始する。

## 【0008】

また、PONの省電力化を図るための機能として、ONUが通信を行っていない場合

10

20

30

40

50

に不要となる機能について、当該機能を実行するためのCPU (Central Processing Unit)、LSI (Large Scale Integration) または送受信器等への電力供給を停止するスリープ機能が提案されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】IEEE Std 802.3ah (登録商標) -2004

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2010-206687号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

局側装置が、ONUと光信号を送受信するための複数のOSUを備えている場合、運用系のOSUから待機系のOSUへの冗長切り替えにおいて、運用系のOSUが保持している各ONUの各種情報を、待機系のOSUに転送する必要がある。このとき、各ONUのスリープ動作に関する情報、たとえばスリープ動作中であるか否か、ならびにスリープ期間の開始タイミングおよびスリープ期間の長さ等を待機系のOSUに転送することができれば、待機系のOSUにおいて、スリープ動作中のONUを把握し、必要に応じてONUを起床させることが可能である。

20

【0012】

しかしながら、1つのOSUは、たとえば最大128台のONUと通信を行なうことが可能であるため、転送すべきデータ量が膨大であり、すべての情報を転送すると切り替え時間が増大し、冗長切り替えによるPONシステムの通信断時間が長くなってしまう。このため、運用系のOSUからは、最低限の情報を待機系のOSUに転送する構成が好ましく、各ONUのスリープ動作に関する情報が転送されない場合が考えられる。

【0013】

局側装置におけるOSUの冗長切り替えが行なわれても、ONUは、通常、スリープ動作を継続する。そして、切り替え先のOSUが、ONUのスリープ動作に関する情報を有していない場合には、当該ONUへ送信すべき下りフレームが発生しても、当該ONUのスリープ動作を停止させることが困難となり、下りトラフィックの中継不能を招いてしまう。

30

【0014】

この発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することが可能な宅側装置、通信システム、局側装置および通信制御方法を提供することである。

【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、この発明のある局面に係わる宅側装置は、複数の光回線ユニットを備える局側装置と通信信号を送受信するための宅側装置であって、上記光回線ユニットと通信信号を送信または受信するための通信部と、上記通信部の動作を停止するスリープ動作を行なうためのスリープ制御部と、上記スリープ動作が行なわれている際、上記局側装置における運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知するための切り替え検知部とを備える。

40

【0016】

このように、スリープ動作中の宅側装置が光回線ユニットの冗長切り替えを検知する構成により、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれると、宅側装置は、たとえば、自動的に省電力モードから通常モードへ復帰したり、局側装置へ起床通知を送信したりすることができる。これにより、切り替え先の光回線ユニットから宅側装置への通信を早期に開

50

始することができ、下りトラフィックの中継不能の抑制を図ることができる。すなわち、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができる。したがって、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

【0017】

好ましくは、上記スリープ制御部は、上記切り替え検知部によって上記事象の発生が検知された場合に、上記スリープ動作を停止する。

【0018】

このように、宅側装置が、光回線ユニットの冗長切り替えを検知してスリープ動作を停止する構成により、冗長切り替え後、局側装置から宅側装置への通信をスムーズに再開させることができる。また、切り替え先の光回線ユニットがたとえば起床指示を連続送信して宅側装置を起床させる必要がなくなり、光回線ユニットの処理の簡易化および通信回線における帯域の無駄な消費を抑制することができる。

【0019】

より好ましくは、上記スリープ制御部は、上記切り替え検知部によって上記事象の発生が検知された場合に、さらに、起床通知を上記局側装置へ送信する。

【0020】

このように、宅側装置が、光回線ユニットの冗長切り替えを検知してスリープ動作を停止し、起床通知を局側装置へ送信する構成により、局側装置が宅側装置の通常動作への復帰を把握できていない期間を短縮させ、早期に把握させることができるため、通信システムにおける各宅側装置の管理を適切に行なうことができる。

【0021】

好ましくは、上記宅側装置は、時刻情報に従って動作し、さらに、上記局側装置からの上記通信信号に含まれる時刻情報に基づいて上記宅側装置の時刻情報を調整するための時刻調整部を備え、上記切り替え検知部は、上記局側装置からの時刻情報と上記宅側装置の時刻情報との差に基づいて、上記事象の発生を検知する。

【0022】

このような構成により、光回線ユニットの冗長切り替えの発生を適切な方法で検知することができる。また、宅側装置がアクティブ期間およびスリープ期間を繰り返す周期的スリープ動作を行なう場合において、スリープ期間において局側装置からの通信信号の受信を停止しても、局側装置から送信される時刻情報をアクティブ期間において受信すれば、光回線ユニットの冗長切り替えの発生を検知することができる。

【0023】

好ましくは、上記切り替え検知部は、上記局側装置からの上記通信信号の途絶を、上記事象の発生として検知する。

【0024】

このような構成により、光回線ユニットの冗長切り替えの発生を適切な方法で検知することができる。また、切り替え元の光回線ユニットの時刻情報と切り替え先の光回線ユニットの時刻情報との差が小さい場合でも、光回線ユニットの冗長切り替えの発生を検知することができる。

【0025】

好ましくは、上記切り替え検知部は、上記局側装置からの上記通信信号の送信元アドレスの変化を、上記事象の発生として検知する。

【0026】

このような構成により、光回線ユニットの冗長切り替えの発生を適切な方法で検知することができる。また、宅側装置がアクティブ期間およびスリープ期間を繰り返す周期的スリープ動作を行なう場合において、スリープ期間において局側装置からの通信信号の受信を停止しても、局側装置から送信される時刻情報をアクティブ期間において受信すれば、

10

20

30

40

50

光回線ユニットの冗長切り替えの発生を検知することができる。また、切り替え元の光回線ユニットの時刻情報と切り替え先の光回線ユニットの時刻情報との差が小さい場合でも、光回線ユニットの冗長切り替えの発生を検知することができる。

【0027】

好ましくは、上記宅側装置は、さらに、所定条件を満たすと上記局側装置との通信接続を再確立するための処理を行なうと判断し、上記所定条件を満たしていない場合には上記通信接続を継続すると判断するための判断部を備え、上記判断部は、上記切り替え検知部によって上記事象の発生が検知された場合には、上記所定条件を満たしても、上記通信接続を継続すると判断する。

【0028】

このような構成により、宅側装置が光回線ユニットの冗長切り替えによって通信接続断を検出し、通信接続を再確立するための処理を行なうことを防ぐことができるため、通信システムにおける通信不能時間の増大を防ぐことができる。

【0029】

上記課題を解決するために、この発明のある局面に係わる通信システムは、複数の宅側装置と、各上記宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置とを備える通信システムであって、上記局側装置は、複数の光回線ユニットを含み、上記複数の光回線ユニットの各々は、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、上記クロックのタイミングに従って上記各宅側装置と通信信号を送受信し、上記宅側装置は、上記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行ない、上記スリープ動作を行なっている際、上記局側装置における運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知する。

【0030】

このように、スリープ動作中の宅側装置が光回線ユニットの冗長切り替えを検知する構成により、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれると、宅側装置は、たとえば、自動的に省電力モードから通常モードへ復帰したり、局側装置へ起床通知を送信したりすることができる。これにより、切り替え先の光回線ユニットから宅側装置への通信を早期に開始することができる。下りトラフィックの中継不能の抑制を図ることができる。すなわち、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができる。したがって、各光回線ユニットの生成するクロックの相違から、冗長切り替えの前後で宅側装置が受け取る時刻情報の値が異なることにより、宅側装置において局側装置との通信接続断が検出されてしまうような通信システムにおいて、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

【0031】

上記課題を解決するために、この発明のある局面に係わる局側装置は、複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置であって、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、上記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、上記時刻情報に従って上記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットと、上記宅側装置と通信信号を送受信すべき上記光回線ユニットを、運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへ切り替える切り替え制御を行なうための切り替え部とを備え、上記光回線ユニットは、上記時刻情報を上記通信信号に含めて上記宅側装置へ送信し、上記待機系の光回線ユニットは、上記切り替え部による上記切り替え制御が行なわれると、上記運用系の光回線ユニットの生成する上記時刻情報の値との差が所定値以上の時刻情報を生成して上記宅側装置へ送信する。

【0032】

このような構成により、切り替え元の光回線ユニットの時刻情報と切り替え先の光回線ユニットの時刻情報とが精度よく一致している場合でも、宅側装置において時刻情報のず

10

20

30

40

50

れを検出し、光回線ユニットの冗長切り替えを確実に検知することが可能となる。すなわち、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。したがって、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

【0033】

またこの発明の別の局面に係わる局側装置は、複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置であって、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、上記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、上記時刻情報に従って上記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットと、上記宅側装置と通信信号を送受信すべき上記光回線ユニットを、運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへ切り替える切り替え制御を行なうための切り替え部とを備え、上記光回線ユニットは、上記時刻情報を上記通信信号に含めて上記宅側装置へ送信し、上記局側装置は、さらに、上記切り替え部による上記切り替え制御が行なわれると、各上記宅側装置へ起床指示を送信することにより、上記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なっている上記宅側装置の上記スリープ動作を停止させるための起床制御部を備える。

【0034】

このように、局側装置が、光回線ユニットの冗長切り替えの対処を主体的に行なう構成により、宅側装置において光回線ユニットの冗長切り替えを検知するための構成が不要となり、宅側装置の構成および処理の簡易化を図ることができる。また、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。したがって、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

【0035】

上記課題を解決するために、この発明のある局面に係わる通信制御方法は、複数の光回線ユニットを備える局側装置と通信信号を送受信するための宅側装置における通信制御方法であって、上記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なうステップと、上記スリープ動作を行なっている際、上記局側装置における運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知するステップとを含む。

【0036】

このように、スリープ動作中の宅側装置が光回線ユニットの冗長切り替えを検知する構成により、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれると、宅側装置は、たとえば、自動的に省電力モードから通常モードへ復帰したり、局側装置へ起床通知を送信したりすることができる。これにより、切り替え先の光回線ユニットから宅側装置への通信を早期に開始することができ、下りトラフィックの中継不能の抑制を図ることができる。すなわち、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。したがって、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

【0037】

またこの発明のある局面に係わる通信制御方法は、複数の宅側装置と、各上記宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置とを備える通信システムにおける通信制御方法であって、上記局側装置は、複数の光回線ユニットを含み、上記複数の光回線ユニットの各々は、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、上記クロックのタイミン

10

20

30

40

50

グに従って上記各宅側装置と通信信号を送受信し、上記宅側装置が、上記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なうステップと、上記スリープ動作が行なわれている際、上記局側装置における運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへの切り替えを示す事象の発生を検知するステップとを含む。

【0038】

このように、スリープ動作中の宅側装置が光回線ユニットの冗長切り替えを検知する構成により、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれると、宅側装置は、たとえば、自動的に省電力モードから通常モードへ復帰したり、局側装置へ起床通知を送信したりすることができる。これにより、切り替え先の光回線ユニットから宅側装置への通信を早期に開始することができ、下りトラフィックの中継不能の抑制を図ることができる。すなわち、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。したがって、各光回線ユニットの生成するクロックの相違から、冗長切り替えの前後で宅側装置が受け取る時刻情報の値が異なることにより、宅側装置において局側装置との通信接続断が検出されてしまうような通信システムにおいて、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

10

【0039】

またこの発明のある局面に係わる通信制御方法は、複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置における通信制御方法であって、上記局側装置は、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、上記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、上記時刻情報に従って上記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットを備え、上記宅側装置と通信信号を送受信すべき上記光回線ユニットを、運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへ切り替える切り替え制御を行なうステップと、上記切り替え制御が行なわれると、上記待機系の光回線ユニットが、上記運用系の光回線ユニットの生成する上記時刻情報の値との差が所定値以上の時刻情報を生成して上記宅側装置へ送信するステップとを含む。

20

【0040】

このような構成により、切り替え元の光回線ユニットの時刻情報と切り替え先の光回線ユニットの時刻情報とが精度よく一致している場合でも、宅側装置において時刻情報のずれを検出し、光回線ユニットの冗長切り替えを確実に検知することが可能となる。すなわち、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。したがって、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

30

【0041】

またこの発明のある局面に係わる通信制御方法は、複数の宅側装置と通信信号を送受信するための局側装置における通信制御方法であって、上記局側装置は、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部を有し、上記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、上記時刻情報に従って上記通信信号を送受信するための複数の光回線ユニットを備え、上記宅側装置と通信信号を送受信すべき上記光回線ユニットを、運用系の上記光回線ユニットから待機系の上記光回線ユニットへ切り替える制御を行なうステップと、上記切り替え制御が行なわれると、各上記宅側装置へ起床指示を送信することにより、上記局側装置との通信信号の送信動作または受信動作を停止するスリープ動作を行なっている上記宅側装置の上記スリープ動作を停止させるステップとを含む。

40

【0042】

このように、局側装置が、光回線ユニットの冗長切り替えの対処を主体的に行なう構成により、宅側装置において光回線ユニットの冗長切り替えを検知するための構成が不要と

50

なり、宅側装置の構成および処理の簡易化を図ることができる。また、光回線ユニットの冗長切り替えが行なわれた場合に、通信システムにおける通信を早期に再開させることができるため、通信システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。したがって、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

【発明の効果】

【0043】

本発明によれば、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の実施の形態に係るPONシステムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る局側装置におけるOSUの構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る宅側装置の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TRXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

20

【図6】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、ONUがLOSを検出した際の動作手順を示すフローチャートである。

【図7】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TRXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、ONUがタイムスタンプドリフトを検出した際の動作手順を示すフローチャートである。

【図10】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおけるMPCPフレームの構成の一例を示す図である。

30

【図11】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TRXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、ONUが送信元アドレスの変化を検出した際の動作手順を示すフローチャートである。

【図14】本発明の実施の形態に係る局側装置における、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態に係るPONシステムによる効果を説明するための図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0045】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0046】

[構成および基本動作]

図1は、本発明の実施の形態に係るPONシステムの概略構成を示すブロック図である。

【0047】

図1を参照して、PONシステム301は、局側装置101と、光ファイバであるN本

50

のPON回線1～N(203-1～203-N)と、N個の光カプラ204-1～204-Nと、複数の宅側装置(ONU)202とを備える。局側装置101は、光回線ユニット(以下、OSU(Optical Subscriber Unit)とも称する)1～N+1(12-1～12-N+1)と、集線部13と、光スイッチ14と、局側装置101の全体的な制御を行なう全体制御部(切り替え部)11とを含む。ここで、Nは1以上の整数である。また、宅側装置から上位ネットワーク(以下「アップリンク」とも称する。)への方向を上り方向と称し、アップリンクから宅側装置への方向を下り方向と称する。

#### 【0048】

PONシステム301では、ONU202は、周期的スリープ動作を行なうことが可能である。この周期的スリープ動作において、ONU202は、局側装置101からの下りフレームの受信動作および局側装置101への上りフレームの送信動作を停止するスリープ状態へ遷移し、スリープ状態を継続するスリープ期間の満了後にスリープ状態から復帰して上記受信動作および送信動作を行ない、上記受信動作および送信動作を行なう起床期間の満了後に再びスリープ状態へ遷移する。また、ONU202は、起床期間において局側装置から起床指示を受けると、スリープ状態へ遷移せず、周期的スリープ動作を停止する。より詳細には、ONU202は、起床指示を受けると、起床応答を局側装置101へ送信し、上記受信動作および送信動作を継続する。

10

#### 【0049】

ここでは、PONシステム301において、各PON回線は10ギガビット/秒の通信速度を実現するEPONである10G-EPONに対応しており、アップリンクは10ギガビット/秒の通信速度を実現するイーサネット(登録商標)に対応すると仮定して説明する。また、MPCPフレームによってONUの登録、離脱、ONUへの帯域割り当て、ONUからの帯域要求が行なわれ、拡張MACフレームによってONUへのスリープ指示などが行なわれると仮定して説明する。

20

#### 【0050】

局側装置101は、10G-EPONに対応するPON回線を複数回線収容する。1本のPON回線には1または複数のONUが接続される。局側装置101は、これらのPON回線からのデータを1または複数の通信回線を有するアップリンクに多重する。また、局側装置101は、アップリンクからのデータを振り分けて各PON回線における各宅側装置へ送信する。また、局側装置101は、PON回線の上り帯域および下り帯域を各宅側装置に割り当てる。たとえば、各宅側装置から局側装置101への上り光信号はバースト信号であり、局側装置101から各宅側装置への下り光信号は連続的な信号である。PONシステム301では、各ONU202から局側装置101への光信号が時分割多重される。

30

#### 【0051】

具体的には、局側装置101は、N本のPON回線1～Nに接続され、このN本のPON回線を終端する。各OSUは、PON回線に対応して設けられ、対応のPON回線に接続された1または複数のONUとフレームを送受信する。PON回線1～Nは、光カプラ204-1～204-Nにそれぞれ接続されており、これらの光カプラを介して各ONU202に接続されている。

40

#### 【0052】

局側装置101は、たとえば、N:1の冗長構成を有している。すなわち、N+1個のOSUのうち、OSU1～Nが運用系(現用)OSUであり、OSU N+1が待機系(予備)OSUである。なお、局側装置1aは、2個以上の待機系OSUを含む構成であってもよい。

#### 【0053】

全体制御部11は、ONU202とフレームを送受信すべきOSU12を、運用系のOSU12から待機系のOSU12へ切り替える切り替え制御を行なう。

#### 【0054】

光スイッチ14は、全体制御部11からの指示に従い、N+1個のOSU1～N+1(

50

12 - 1 ~ 12 - N + 1) と、N本のPON回線1 ~ N ( 3 - 1 ~ 3 - N ) との間の通信経路を切り替える。

【0055】

集線部13は、複数のOSU経由で各ONUから受信した上りフレームをアップリンクへ送信する。具体的には、集線部13は、OSU1 ~ N ( 12 - 1 ~ 12 - N + 1 ) からの上りフレームを多重してアップリンクに送信するとともに、アップリンクから受信した下りフレームを適切なOSUに振り分ける処理を行なう。

【0056】

図2は、本発明の実施の形態に係る局側装置におけるOSUの構成を示す図である。

【0057】

図2を参照して、OSU12は、集線IF ( Interface ) 部31と、制御IF部32と、受信処理部33と、送信処理部34と、PON送受信部35と、PON制御部 ( 起床制御部 ) 36と、上りフレームを蓄積するFIFO37と、下りフレームを蓄積するFIFO38と、クロック生成部39とを含む。

【0058】

クロック生成部39は、たとえばVCO ( Voltage Controlled Oscillator ) を含み、OSU12における各部が動作するためのクロックを生成する。

【0059】

すなわち、局側装置101では、複数のOSU12の各々は、クロックを生成するための別個のクロック生成部39を有する。OSU12は、このクロックのタイミングに従って時刻情報すなわちタイムスタンプを生成し、タイムスタンプに従ってフレームを送受信する。また、OSU12は、時刻情報をフレームに含めて配下の各ONU202へ送信する。

【0060】

PON送受信部35は、PON線路の親局側起点として、PON回線である1本の光ファイバと光スイッチ14を介して接続される。PON送受信部35は、この光ファイバを介して各ONUと双方向通信が行なえるように、特定の波長、たとえば1310nm帯の上り光信号を受信し、電気信号に変換して受信処理部33に出力するとともに、送信処理部34から受けた電気信号を別波長の下り光信号に変換して送信する。たとえば、PON送受信部35は、送信処理部34から受けた10Gbpsの電気信号を1570nm帯の下り光信号に変換して送信する。

【0061】

受信処理部33は、PON送受信部35から受けた電気信号からフレームを再構成するとともに、フレームの種別に応じてPON制御部36またはFIFO37にフレームを振り分ける。具体的には、データフレームをFIFO37に出力し、制御フレームをPON制御部36に出力する。

【0062】

また、受信処理部33は、どのロジカルリンクからフレームをいつ受信するかを示すグラント情報を送信処理部34から受けて、バースト受信を支援するための制御信号をPON送受信部35へ出力してもよい。また、受信処理部33は、このグラント情報を受けて、当該グラント情報に示されていない受信フレームをフィルタリングする、すなわち廃棄するようにしてもよい。

【0063】

集線IF部31は、FIFO37に蓄積された上りフレームを集線部13へ出力する。また、集線IF部31は、集線部13からフレームを受けると、当該フレームが通常データフレームである場合にはFIFO38に出力し、当該フレームが制御フレームである場合にはPON制御部36へ出力する。

【0064】

集線IF部31は、PON制御部36から制御フレームを受けた場合には、FIFO37からのフレーム列の合間において、当該制御フレームをFIFO37からのフレームよ

10

20

30

40

50

りも優先して集線部 1 3 へ出力する。

【 0 0 6 5 】

送信処理部 3 4 は、F I F O 3 8 または P O N 制御部 3 6 が送信すべきフレームを有する場合、優先順位に従ってそのフレームを受け取り、P O N 送受信部 3 5 に出力する。

【 0 0 6 6 】

P O N 制御部 3 6 は、M P C P および O A M など、P O N 回線の制御および管理に関する局側処理を行なう。すなわち、P O N 回線に接続されている各 O N U と M P C P メッセージおよび O A M メッセージをやりとりすることによって、O N U の登録、離脱および帯域割り当てを含めた上りアクセス制御、下りアクセス制御、ならびに O N U へのスリープ指示を含めた O N U の運用管理などを行なう。

10

【 0 0 6 7 】

たとえば、P O N 制御部 3 6 は、各 O N U 2 0 2 から受けた P O N 回線における上り帯域の割り当て要求に基づいて、P O N 回線における上り帯域を各 O N U 2 0 2 に割り当てる。具体的には、P O N 制御部 3 6 は、O N U 2 0 2 から受けた P O N 回線における帯域の割り当て要求を示すレポートフレームに基づいて、P O N 回線における帯域を O N U 2 0 2 に割り当てる、すなわちグラントを記したゲートフレームを O N U 2 0 2 へ送信する。P O N 制御部 3 6 は、ゲートフレームを用いて、O N U 2 0 2 に対して、上りフレームの送信開始タイミングおよび送信可能データ長を通知する。

【 0 0 6 8 】

また、P O N 制御部 3 6 は、スリープ期間の開始タイミングおよびその長さ、ならびに起床期間の開始タイミングおよびその長さ等をパラメータとするスリープ指示を示す制御フレームを O N U 2 0 2 へ送信する。

20

【 0 0 6 9 】

制御 I F 部 3 2 は、全体制御部 1 1 からの指示に基づいて、集線 I F 部 3 1、受信処理部 3 3、送信処理部 3 4、および P O N 制御部 3 6 への設定を行ない、これら各ユニットの状態を全体制御部 1 1 に通知する。また、これら各ユニットに異常が発生した場合は、全体制御部 1 1 からの指示に依らず、異常が発生したユニットの状態を全体制御部 1 1 に通知する。全体制御部 1 1 は、たとえばこれらの情報に基づいて、O S U 1 2 の冗長切り替えを行なう。P O N 送受信部 3 5 への設定および状態通知は、受信処理部 3 3 を経由して行なわれる。

30

【 0 0 7 0 】

図 3 は、本発明の実施の形態に係る宅側装置の構成を示す図である。

【 0 0 7 1 】

図 3 を参照して、宅側装置 2 0 2 は、P O N ポート 2 1 と、光受信処理部（通信部）2 2 と、バッファメモリ 2 3 と、送信処理部 2 4 と、U N I（User Network Interface）ポート 2 5 と、受信処理部 2 6 と、バッファメモリ 2 7 と、光送信処理部（通信部）2 8 と、制御部（スリープ制御部、切り替え検知部および時刻調整部）2 9 とを備える。

【 0 0 7 2 】

光受信処理部 2 2 は、局側装置 1 0 1 から送信される下り光信号を P O N ポート 2 1 経由で受信して電気信号に変換し、当該電気信号からフレームを再構成するとともに、フレームの種別に応じてバッファメモリ 2 3 経由で制御部 2 9 または送信処理部 2 4 にフレームを振り分ける。具体的には、光受信処理部 2 2 は、データフレームを送信処理部 2 4 に出力し、制御フレームを制御部 2 9 に出力する。

40

【 0 0 7 3 】

送信処理部 2 4 は、光受信処理部 2 2 から受けたデータフレームを U N I ポート 2 5 経由で図示しないパーソナルコンピュータ等のユーザ端末へ送信する。

【 0 0 7 4 】

受信処理部 2 6 は、U N I ポート 2 5 経由でユーザ端末から受信したデータフレームをバッファメモリ 2 7 経由で光送信処理部 2 8 へ出力する。

【 0 0 7 5 】

50

制御部 29 は、MPCP および OAM 等、PON 回線の制御および管理に関する宅側処理を行なう。すなわち、PON 回線に接続されている局側装置 101 と MPCP メッセージおよび OAM メッセージをやりとりすることによって、アクセス制御等の各種制御を行なう。制御部 29 は、各種制御情報を含む制御フレームを生成し、バッファメモリ 27 経由で光送信処理部 28 へ出力する。

**【0076】**

光送信処理部 28 は、受信処理部 26 から受けたデータフレームおよび制御部 29 から受けた制御フレームを光信号に変換し、PON ポート 21 経由で局側装置 101 へ送信する。

**【0077】**

また、制御部 29 は、局側装置 101 からスリープ指示を示す制御フレームを受信して、周期的スリープ動作を開始する。制御部 29 は、スリープ状態において、たとえば光受信処理部 22 および光送信処理部 28 の動作を停止することにより、下りフレームの受信動作および上りフレームの送信動作を停止する（以下、TRX パワーダウンとも称する。）周期的スリープ動作を行なう。あるいは、制御部 29 は、スリープ状態において、たとえば光送信処理部 28 の動作を停止することにより、下りフレームの受信動作を継続し、上りフレームの送信動作を停止する（以下、TX パワーダウンとも称する。）周期的スリープ動作を行なう。また、制御部 29 は、スリープ指示に対するスリープ応答を示す制御フレームを局側装置 101 へ送信する。

**【0078】**

また、制御部 29 は、局側装置 101 からスリープ指示を示す制御フレームを受信して、スリープ状態へ遷移できないと判断した場合には、周期的スリープ動作を行わず、スリープ拒否を示す制御フレームを局側装置 101 へ送信する。

**【0079】**

また、制御部 29 は、周期的スリープ動作において、スリープ状態から復帰した後、スリープ状態を継続可能であるか否かを判断し、継続可能であると判断した場合には、所定の起床期間が終了すると再びスリープ状態へ遷移する。一方、制御部 29 は、スリープ状態から復帰した後、スリープ状態を継続不可であると判断した場合には、たとえば起床通知を局側装置 101 へ送信し、通常動作を行なう。

**【0080】**

このような PON システムにおいて、ONU 202 は、周期的スリープ動作中に局側装置 101 における OSU 12 の冗長切り替え（以下、OSU 冗長切り替えとも称する。）が発生しても、周期的スリープ動作を継続する。局側装置 101 は、ONU 202 が周期的スリープ動作を行なっている状態において、OSU 冗長切り替えを行なった後、当該 ONU 202 へ送信すべき下りフレームが発生しても、当該 ONU 202 の周期的スリープ動作を停止させることは困難であり、下りトラフィックの中継不能を招いてしまう。

**【0081】**

これは、ONU 202 が、周期的スリープ動作において、局側装置 101 からの起床指示を受けるために間欠的に起動、すなわちスリープ状態から復帰しても、切り替え先の OSU 12 は、ONU 202 の当該復帰タイミングを把握しておらず、起床指示を ONU 202 の起床期間において当該 ONU 202 に到着させることが困難だからである。

**【0082】**

そこで、本発明の実施の形態に係る PON システムでは、以下のような動作により、上記問題点を解決する。

**【0083】****[動作]**

ONU 202 において、制御部 29 は、周期的スリープ動作が行なわれている際、局側装置 101 における運用系の OSU 12 から待機系の OSU 12 への切り替えを示す切り替え事象の発生を検知する。

**【0084】**

たとえば、制御部 29 は、切り替え事象の発生を検知した場合に、周期的スリープ動作を停止する。また、制御部 29 は、切り替え事象の発生を検知した場合に、さらに、起床通知を局側装置 101 へ送信する。

【0085】

また、たとえば、制御部 29 は、所定条件を満たすと局側装置 101 との通信接続すなわちリンクを再確立するための処理を行なうと判断し、所定条件を満たしていない場合には通信接続を継続すると判断する。そして、制御部 29 は、周期的スリープ動作が行なわれている際、切り替え事象の発生を検知した場合には、上記所定条件を満たしても、通信接続を継続すると判断する。

【0086】

より詳細には、ONU 202 は、周期的スリープ動作中に、OSU 冗長切り替えを推測させる所定のイベントを検出すると、たとえば自発的に周期的スリープ動作を停止し、起床通知を示す制御フレームを局側装置 101 へ送信する。この所定のイベントは、たとえば、LOS (Loss of Signal)、すなわち ONU 202 が局側装置 101 から送信される下り光信号を所定時間以上検出できない事象である。すなわち、制御部 29 は、局側装置 101 からの下り光信号の途絶を、切り替え事象の発生として検知する。制御部 29 は、周期的スリープ動作中に LOS を検出すると、OSU 冗長切り替えが発生したと判断し、たとえば自発的に周期的スリープ動作を停止し、起床通知を示す制御フレームを局側装置 101 へ送信する。

【0087】

具体的には、光受信処理部 22 は、周期的スリープ動作中も LOS 検出を行なう。光受信処理部 22 は、周期的スリープ動作中に LOS を検出すると、LOS 検出を制御部 29 に通知する。

【0088】

制御部 29 は、光受信処理部 22 からの LOS 検出通知を受けて、周期的スリープ動作の停止、および切り替え先の OSU 12 への起床通知の送信、の実行判断を行なう。

【0089】

以下、本発明の実施の形態に係る PON システムにおける、OSU 冗長切り替えに対する省電力動作について図面を用いて説明する。

【0090】

図 4 は、本発明の実施の形態に係る PON システムにおいて、TRX パワーダウンを行なう ONU における、OSU 冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【0091】

図 4 を参照して、ONU 202 は、通常モード、および省電力モードの 2 つの動作モードを有する。省電力モードでは、周期的スリープ動作が行なわれ、スリープ状態となるスリープ期間と、起床期間、すなわち省電力動作が停止されるアクティブ期間とが交互に繰り返される。

【0092】

まず、OSU 1 は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中の ONU へ送信する。

【0093】

次に、ONU は、OSU 1 からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームを OSU 1 へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONU では、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

【0094】

次に、タイミング t1 において、OSU 1 から OSU N+1 への冗長切り替えが発生する。これにより、タイミング t1 からタイミング t2 まで、局側装置 101 から当該 ONU への下り光信号の送信が停止される。

【0095】

10

20

30

40

50

次に、アクティブ期間中のタイミング t 3 において、ONU は、LOS を検出し、タイミング t 4 において起床通知を局側装置 101 へ送信し、通常モードへ遷移する。

【0096】

次に、OSU N+1 は、ONU から起床通知を受けて、当該 ONU が周期的スリープ動作を停止した、すなわち省電力モードから通常モードへ遷移したことを認識する（タイミング t 5）。

【0097】

ONU 202 が TRX パワーダウンを行なう場合には、光受信処理部 22 のうち、下り光信号を検知する部分の動作はスリープ状態においても停止しない等の特別な構成としない限り、スリープ期間において LOS を検出することはできず、図 4 に示すような動作となる。

10

【0098】

一方、ONU 202 が TX パワーダウンを行なう場合には、スリープ状態において光受信処理部 22 の動作を継続することから、スリープ期間でも LOS を検出することができる。このため、以下の図 5 に示すような動作が可能となる。

【0099】

図 5 は、本発明の実施の形態に係る PON システムにおいて、TX パワーダウンを行なう ONU における、OSU 冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【0100】

図 5 を参照して、まず、OSU 1 は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中の ONU へ送信する。

20

【0101】

次に、ONU は、OSU 1 からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームを OSU 1 へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONU では、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

【0102】

次に、タイミング t 11 において、OSU 1 から OSU N+1 への冗長切り替えが発生する。これにより、タイミング t 11 からタイミング t 12 まで、局側装置 101 から当該 ONU への下り光信号の送信が停止される。

30

【0103】

次に、スリープ期間中のタイミング t 13 において、ONU は、LOS を検出し、タイミング t 14 において起床通知を局側装置 101 へ送信し、通常モードへ遷移する。

【0104】

次に、OSU N+1 は、ONU から起床通知を受けて、当該 ONU が周期的スリープ動作を停止した、すなわち省電力モードから通常モードへ遷移したことを認識する（タイミング t 15）。

【0105】

図 6 は、本発明の実施の形態に係る PON システムにおいて、ONU が LOS を検出した際の動作手順を示すフローチャートである。

40

【0106】

たとえば、ONU 202 は、通常モードにおいて、LOS を検出した場合、または局側装置 101 からのゲートフレームを所定時間以上受信できない場合、リンク断を検出することなく、プロテクション処理を開始する。このプロテクション処理では、ONU 202 は、一定期間、タイムスタンプドリフトを検出しない。

【0107】

図 6 を参照して、ONU 202 は、LOS を検出した場合において（ステップ S 11 で YES）、通常モードで動作しているときには（ステップ S 12 で YES）、上記のようにプロテクション処理を開始する（ステップ S 13）。

【0108】

50

一方、ONU 202は、LOSを検出した場合において(ステップS11でYES)、省電力モードで動作しているときには(ステップS12でNO)、通常モードに遷移し、省電力動作を停止する(ステップS14)。

【0109】

次に、ONU 202は、プロテクション処理を開始し(ステップS15)、そして、起床通知を局側装置101へ送信する(ステップS16)。

【0110】

図4～図6に示すようなLOSをOSU冗長切り替えのイベントとして検出する構成では、ONU 202がTRXパワーダウンを行なう場合、LOSを検出できない可能性がある。すなわち、TXパワーダウンを行なうか、あるいは、光受信処理部22の動作を停止する場合でも、下り光信号を検知する部分の動作は停止させないようにする必要がある。

10

【0111】

また、冗長切り替えの際に切り替え元のOSU12および切り替え先のOSU12から下り光信号が連続的に送信されると、LOSを検出できない可能性がある。

【0112】

そこで、ONU 202における制御部29は、局側装置101からの時刻情報とONU 202の時刻情報との差に基づいて、切り替え事象の発生を検知する。

【0113】

より詳細には、ONU 202は、たとえば、周期的スリープ動作中に、タイムスタンプドリフトを検出すると、自発的に周期的スリープ動作を停止し、起床通知を示す制御フレームを局側装置101へ送信する。ここで、タイムスタンプドリフトとは、局側装置101から送信されるMPCPフレームのタイムスタンプ値とONU 202のタイムスタンプ値との差が所定の閾値を超える事象である。

20

【0114】

ONU 202は、スリープ状態において光受信処理部22のすべての動作を停止しても、局側装置101からのMPCPフレームをアクティブ期間において受信すれば、タイムスタンプドリフトを検出可能である。

【0115】

ここで、タイムスタンプは、たとえば以下のように用いられる。すなわち、ONU 202において、制御部29は、局側装置101からのフレームに含まれる時刻情報に基づいてONU 202の時刻情報を調整する。具体的には、ONU 202は、局側装置101からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己のPONクロックを調整し、局側装置101と同期をとる。

30

【0116】

PONクロックは、PON通信に用いるクロックであり、PONシステム301において、局側装置101、およびその配下の全ONU 202で共通に使用される単位の時計、たとえば16ns周期のクロックである。また、タイムスタンプは、たとえば自己のPONクロックで動作するカウンタのカウント値である。

【0117】

たとえば、ONU 202は、タイムスタンプドリフトを検出すると、局側装置101とのリンク断を検出し、局側装置101とのリンクを再確立するための処理を実行する。具体的には、ONU 202は、前回調整した自己のPONクロックによるタイムスタンプと、今回受信したMPCPゲートフレームのタイムスタンプとの差が所定の閾値、たとえば $8TQ = 96ns$ よりも大きい場合、タイムスタンプドリフトが生じたと判断して、リンク断を検出し、MPCPリンク断処理を行なう。ここで、MPCPリンク断処理が行なわれると、最初からリンクアップシーケンスが実行されることから、このシーケンス分、局側装置101およびONU 202間で通信不能期間が発生してしまう。

40

【0118】

これに対して、PONシステム301では、ONU 202は、周期的スリープ動作中にタイムスタンプドリフトを検出した場合には、リンク断を検出することなく、たとえば自

50

発的に周期的スリープ動作を停止し、起床通知を示す制御フレームを局側装置101へ送信する。

【0119】

具体的には、制御部29は、周期的スリープ動作中に局側装置101から受信したMPCPゲートフレームのタイムスタンプと、自己のONU202のタイムスタンプとの差からタイムスタンプドリフトを検出する。

【0120】

制御部29は、周期的スリープ動作中においてタイムスタンプドリフトを検出した場合には、リンク断を検出せず、周期的スリープ動作の停止、および切り替え先のOSU12への起床通知の送信、の実行判断を行なう。

10

【0121】

図7は、本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TRXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【0122】

図7を参照して、まず、OSU1は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中のONUへ送信する。

【0123】

次に、ONUは、OSU1からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームをOSU1へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONUでは、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

20

【0124】

次に、OSU1は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する(タイミングt21)。

【0125】

次に、1回目のアクティブ期間におけるタイミングt22において、ONUは、OSU1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己のPONクロックを調整し、OSU1と同期をとる。

【0126】

次に、OSU1は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する(タイミングt23)。

30

【0127】

次に、2回目のアクティブ期間におけるタイミングt24において、ONUは、OSU1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己のPONクロックを調整し、OSU1と同期をとる。

【0128】

次に、タイミングt25において、OSU1からOSU<sub>N+1</sub>への冗長切り替えが発生する。

【0129】

次に、OSU<sub>N+1</sub>は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する(タイミングt26)。

40

【0130】

次に、2回目のアクティブ期間におけるタイミングt27において、ONUは、OSU1からのMPCPゲートフレームを受信し、タイムスタンプドリフトを検出する。

【0131】

次に、ONUは、タイムスタンプドリフトを検出すると、起床通知を局側装置101へ送信し、通常モードへ遷移する(タイミングt28)。

【0132】

次に、OSU<sub>N+1</sub>は、ONUから起床通知を受けて、当該ONUが周期的スリープ動作を停止した、すなわち省電力モードから通常モードへ遷移したことを認識する(タイ

50

ミング t 2 9 )。

【 0 1 3 3 】

ONU 2 0 2 が T R X パワーダウンを行なう場合には、スリープ状態において下りフレームを受信しないことから、スリープ期間においてタイムスタンプドリフトを検出することはできず、図 7 に示すような動作となる。

【 0 1 3 4 】

一方、ONU 2 0 2 が T X パワーダウンを行なう場合には、スリープ状態において下りフレームを受信することから、スリープ期間でもタイムスタンプドリフトを検出することができる。このため、以下の図 8 に示すような動作が可能となる。

【 0 1 3 5 】

図 8 は、本発明の実施の形態に係る P O N システムにおいて、T X パワーダウンを行なう ONU における、O S U 冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【 0 1 3 6 】

図 8 を参照して、まず、O S U 1 は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中の ONU へ送信する。

【 0 1 3 7 】

次に、ONU は、O S U 1 からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームを O S U 1 へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONU では、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

【 0 1 3 8 】

次に、O S U 1 は、M P C P ゲートフレームを ONU へ送信する ( タイミング t 3 1 )

【 0 1 3 9 】

次に、1 回目のスリープ期間におけるタイミング t 3 2 において、ONU は、O S U 1 からの M P C P ゲートフレームを受信し、当該 M P C P ゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己の P O N クロックを調整し、O S U 1 と同期をとる。

【 0 1 4 0 】

次に、タイミング t 3 3 において、O S U 1 から O S U N + 1 への冗長切り替えが発生する。

【 0 1 4 1 】

次に、O S U N + 1 は、M P C P ゲートフレームを ONU へ送信する ( タイミング t 3 4 )。

【 0 1 4 2 】

次に、1 回目のスリープ期間におけるタイミング t 3 5 において、ONU は、O S U 1 からの M P C P ゲートフレームを受信し、タイムスタンプドリフトを検出する。

【 0 1 4 3 】

次に、タイミング t 3 6 において、ONU は、起床通知を局側装置 1 0 1 へ送信し、通常モードへ遷移する。

【 0 1 4 4 】

次に、O S U N + 1 は、ONU から起床通知を受けて、当該 ONU が周期的スリープ動作を停止した、すなわち省電力モードから通常モードへ遷移したことを認識する ( タイミング t 3 7 )。

【 0 1 4 5 】

図 9 は、本発明の実施の形態に係る P O N システムにおいて、ONU がタイムスタンプドリフトを検出した際の動作手順を示すフローチャートである。

【 0 1 4 6 】

図 9 を参照して、ONU 2 0 2 は、タイムスタンプドリフトを検出した場合において ( ステップ S 1 で Y E S )、通常モードで動作しているときには ( ステップ S 2 で Y E S )、M P C P リンク断処理、すなわち局側装置 1 0 1 とのリンクを再確立するための処理を

10

20

30

40

50

開始する（ステップS3）。

【0147】

一方、ONU202は、タイムスタンプドリフトを検出した場合において（ステップS1でYES）、省電力モードで動作しているときには（ステップS2でNO）、通常モードに遷移し、省電力動作を停止する（ステップS4）。

【0148】

次に、ONU202は、起床通知を局側装置101へ送信する（ステップS5）。

【0149】

図7～図9に示すようなタイムスタンプドリフトを検出する構成では、切り替え元のOSUのタイムスタンプと切り替え先のOSUのタイムスタンプとが精度よく一致している場合、ONU202は、タイムスタンプドリフトを検出しないことから、OSU冗長切り替えを検知できない。

10

【0150】

そこで、PONシステム301では、切り替え先のOSU12は、冗長切り替えの際、自己のタイムスタンプをずらす。すなわち、待機系のOSU12におけるPON制御部36は、全体制御部11による切り替え制御が行なわれると、運用系のOSU12の生成する時刻情報の値との差が所定値以上の時刻情報を生成してONU202へ送信する。

【0151】

より詳細には、切り替え先のOSU12は、ONU202においてタイムスタンプドリフトが検出できるように、自己のタイムスタンプを、切り替え元のOSU12のタイムスタンプと所定の閾値以上離れた値に設定する。OSU12は、たとえば、ONU202においてタイムスタンプドリフトが検出される基準となる閾値を、ユーザ等から予め設定されることにより取得可能である。

20

【0152】

これにより、OSU202においてタイムスタンプドリフトを確実に検出することが可能となる。

【0153】

また、OSU冗長切り替えが行なわれると、ONU202がOSU12から受信するPON制御フレーム、たとえば、ゲートフレーム等のMPCPフレーム、OAMフレームおよび拡張MACフレームの送信元アドレスが変わる。

30

【0154】

図10は、本発明の実施の形態に係るPONシステムにおけるMPCPフレームの構成の一例を示す図である。図10は、IEEE802.3-2008に従う内容である。

【0155】

図10を参照して、MPCPフレームは、送信先アドレスが挿入される6オクテットのフィールドと、送信元アドレスが挿入される6オクテットのフィールドと、データ長およびタイプが挿入される2オクテットのフィールドと、オペレーションコードが挿入される2オクテットのフィールドと、タイムスタンプが挿入される4オクテットのフィールドと、データもしくはパディングが挿入されるか、または予備として用いられる40オクテットのフィールドと、FCS（Frame Check Sequence）が挿入される4オクテットのフィールドとを含む。

40

【0156】

MPCPフレームの送信元アドレスフィールドには、送信するMAC装置すなわちOSU12のMACアドレスが格納される。異なるMAC装置が同一のMACアドレスを使用することはできないため、送信元アドレスフィールドの値は、冗長切り替えの前後で変わる。

【0157】

そこで、ONU202における制御部29は、局側装置101からのフレームの送信元アドレスの変化を、切り替え事象の発生として検知する。

【0158】

50

より詳細には、ONU 202は、周期的スリープ動作中にPON制御フレームの送信元アドレスの変化を検出した場合には、OSU冗長切り替えが発生したと判断し、リンク断を検出することなく、自発的に周期的スリープ動作を停止し、起床通知を示す制御フレームを局側装置101へ送信する。

【0159】

これにより、LOSを検出できない場合でも、また、冗長切り替えの前後でMPCPゲートフレームのタイムスタンプのずれが小さい場合でも、ONU 202は、OSU冗長切り替えの発生を検知することができる。また、切り替え先のOSU 12においてタイムスタンプをずらす必要がなくなる。

【0160】

図11は、本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TRXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【0161】

図11を参照して、まず、OSU 1は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中のONUへ送信する。

【0162】

次に、ONUは、OSU 1からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームをOSU 1へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONUでは、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

【0163】

次に、OSU 1は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する(タイミングt51)。

【0164】

次に、1回目のアクティブ期間におけるタイミングt52において、ONUは、OSU 1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己のPONクロックを調整し、OSU 1と同期をとる。

【0165】

次に、OSU 1は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する(タイミングt53)。

【0166】

次に、2回目のアクティブ期間におけるタイミングt54において、ONUは、OSU 1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己のPONクロックを調整し、OSU 1と同期をとる。

【0167】

次に、タイミングt55において、OSU 1からOSU N+1への冗長切り替えが発生する。

【0168】

次に、OSU N+1は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する(タイミングt56)。

【0169】

次に、2回目のアクティブ期間におけるタイミングt57において、ONUは、OSU 1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームの送信元アドレスと、前回受信したMPCPゲートフレームの送信元アドレスとが異なることを検出する。

【0170】

次に、ONUは、送信元アドレスの変化を検出すると、起床通知を局側装置101へ送信し、通常モードへ遷移する(タイミングt58)。

【0171】

次に、OSU N+1は、ONUから起床通知を受けて、当該ONUが周期的スリープ

10

20

30

40

50

動作を停止した、すなわち省電力モードから通常モードへ遷移したことを認識する（タイミングt59）。

【0172】

ONU202がTRXパワーダウンを行なう場合には、スリープ状態において下りフレームを受信しないことから、スリープ期間において送信元アドレスの変化を検出することはできず、図11に示すような動作となる。

【0173】

一方、ONU202がTXパワーダウンを行なう場合には、スリープ状態において下りフレームを受信することから、スリープ期間でも送信元アドレスの変化を検出することができる。このため、以下の図12に示すような動作が可能となる。

10

【0174】

図12は、本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、TXパワーダウンを行なうONUにおける、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。

【0175】

図12を参照して、まず、OSU1は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中のONUへ送信する。

【0176】

次に、ONUは、OSU1からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームをOSU1へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONUでは、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

20

【0177】

次に、OSU1は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する（タイミングt61）。

【0178】

次に、1回目のスリープ期間におけるタイミングt62において、ONUは、OSU1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームが示すタイムスタンプに基づいて自己のPONクロックを調整し、OSU1と同期をとる。

【0179】

次に、タイミングt63において、OSU1からOSU<sub>N+1</sub>への冗長切り替えが発生する。

30

【0180】

次に、OSU<sub>N+1</sub>は、MPCPゲートフレームをONUへ送信する（タイミングt64）。

【0181】

次に、1回目のスリープ期間におけるタイミングt65において、ONUは、OSU1からのMPCPゲートフレームを受信し、当該MPCPゲートフレームの送信元アドレスと、前回受信したMPCPゲートフレームの送信元アドレスとが異なることを検出する。

【0182】

次に、タイミングt66において、ONUは、起床通知を局側装置101へ送信し、通常モードへ遷移する。

40

【0183】

次に、OSU<sub>N+1</sub>は、ONUから起床通知を受けて、当該ONUが周期的スリープ動作を停止した、すなわち省電力モードから通常モードへ遷移したことを認識する（タイミングt67）。

【0184】

図13は、本発明の実施の形態に係るPONシステムにおいて、ONUが送信元アドレスの変化を検出した際の動作手順を示すフローチャートである。

【0185】

図13を参照して、ONU202は、PON制御フレームの送信元アドレスの変化を検

50

出した場合において（ステップS 2 1でYES）、通常モードで動作しているときには（ステップS 2 2でYES）、特段の処理を行わず、待機する。

【0186】

一方、ONU 2 0 2は、PON制御フレームの送信元アドレスの変化を検出した場合において（ステップS 2 1でYES）、省電力モードで動作しているときには（ステップS 2 2でNO）、通常モードに遷移し、省電力動作を停止する（ステップS 2 3）。

【0187】

次に、ONU 2 0 2は、起床通知を局側装置へ送信する（ステップS 2 4）。

【0188】

なお、ONU 2 0 2は、以上のような各判断基準の一部を用いてOSU冗長切り替えの発生を判断してもよいし、全部を用いてOSU冗長切り替えの発生を判断してもよい。

10

【0189】

また、本発明の実施の形態に係るPONシステムでは、上記のように、省電力モードで動作中のONU 2 0 2がOSU冗長切り替えを検知し、その対処を当該ONU 2 0 2が主体的に行なう構成に限らず、局側装置1 0 1が、OSU冗長切り替えの対処を主体的に行なう構成であってもよい。

【0190】

すなわち、切り替え先のOSU 1 2におけるPON制御部3 6は、全体制御部1 1による切り替え制御が行なわれると、配下の各ONU 2 0 2へ起床指示を送信することにより、周期的スリープ動作を行なっているONU 2 0 2の当該周期的スリープ動作を停止させる。

20

【0191】

具体的には、冗長切り替えによって新しくPON回線を引き継いだOSU 1 2は、冗長切り替え後すぐに、起床指示を配下の各ONU 2 0 2へ送信し、各ONU 2 0 2を通常モードで動作させる。

【0192】

ここで、起床指示の送信対象となるONU 2 0 2は、配下の全ONUとしてもよいし、省電力モードで動作中と推察されるONU 2 0 2だけを送信対象としてもよい。たとえば、切り替え先のOSU 1 2が、切り替え元のOSU 1 2から、省電力モードで動作中のONU 2 0 2のリストを引き継いだ場合には、当該リストに記されているONU 2 0 2だけを送信対象にすることが可能である。

30

【0193】

また、たとえば、OSU 1 2は、起床指示に対する応答である起床通知を返さないONU 2 0 2は、TRXパワーダウンの省電力モードで動作していると判断し、当該ONU 2 0 2が起床指示を示す制御フレームをアクティブ期間において受信できるように、起床指示を何度も再送信する。

【0194】

図1 4は、本発明の実施の形態に係る局側装置における、OSU冗長切り替えの際の動作の一例を示す図である。図1 4は、OSUの配下に2つのONU 1, 2が存在する場合を示している。

40

【0195】

図1 4を参照して、まず、OSU 1は、スリープ指示を示す制御フレームを、通常モードで動作中のONU 1へ送信する。

【0196】

次に、ONU 1は、OSU 1からのスリープ指示を受けて、スリープ通知を示す制御フレームをOSU 1へ送信し、省電力モードへ遷移する。ONU 1では、省電力モードへ遷移すると、たとえば、まずアクティブ期間となった後、スリープ期間となり、再びアクティブ期間となる。

【0197】

次に、タイミングt 4 1において、OSU 1からOSU N + 1への冗長切り替えが発

50

生する。

【0198】

次に、OSU N+1は、起床指示を示す制御フレームをONU1およびONU2へ送信する(タイミングt42およびt43)。

【0199】

次に、ONU1は、アクティブ期間において、OSU N+1からの起床指示を受けて、起床通知を局側装置101へ送信し、通常モードへ遷移する(タイミングt44)。

【0200】

また、ONU2は、OSU N+1からの起床指示を受けて、起床通知を局側装置101へ送信する(タイミングt45)。

10

【0201】

次に、OSU N+1は、ONU1から起床通知を受けて、当該ONUが通常モードで動作中であることを認識する(タイミングt46)。

【0202】

また、OSU N+1は、ONU2から起床通知を受けて、当該ONUが通常モードで動作中であることを認識する(タイミングt47)。

【0203】

図15は、本発明の実施の形態に係るPONシステムによる効果を説明するための図である。

【0204】

図15を参照して、OSU12が故障したときの、PON回線の通信不能期間を最小限に抑えるためには、OSU間でのデータベースの移管を速やかに行なわなければならない。

20

【0205】

一般に、OSU12の管理している管理データは、配下の全ONU202の状態等を含んでおり、データ量が非常に多い。このため、管理データをすべて切り替え先のOSU12に高速で転送するためには、OSU12において高速なインタフェースを用意しておかなければならず、コストが高くなってしまう。

【0206】

本発明の実施の形態に係るPONシステムでは、OSU間で転送する情報を最低限に抑える、具体的には、各ONU202の省電力動作の有無、および間欠起床のタイミング等を不要にすることができるため、高速通信のインタフェースが不要になり、コスト面で有利である。

30

【0207】

また、切り替え先および切り替え元のOSUのPONクロックが8単位すなわち8TQ以上離れている場合には、通常、省電力モードで動作しているONU202は、リンク断を検出してしまふ。その一方で、別個のPONクロックの生成部を有する2つのOSUを、96ns以内の誤差で同期させることは困難である。

【0208】

本発明の実施の形態に係るPONシステムでは、ONU202は、タイムスタンプドリフトが発生しても、リンク断を検出せずに、局側装置101との通信を継続して行なうことができる。このため、OSU間の正確なクロック同期を実現するための構成が不要となり、機器構成を簡素化することができ、コスト面で有利である。

40

【0209】

ところで、各ONUのスリープ動作に関する情報、たとえば周期的スリープ動作中であるか否か、ならびにスリープ期間の開始タイミングおよびスリープ期間の長さ等を待機系のOSUに転送することができれば、待機系のOSUにおいて、周期的スリープ動作中のONUの起床タイミングを把握し、必要に応じてONUを起床させることが可能である。

【0210】

しかしながら、1つのOSUは、たとえば最大128台のONUと通信を行なうことが

50

可能であるため、転送すべきデータ量が膨大であり、すべての情報を転送すると切り替え時間が増大し、冗長切り替えによるPONシステムの通信断時間が長くなってしまふ。このため、運用系のOSUからは、最低限の情報を待機系のOSUに転送する構成が好ましく、各ONUのスリープ動作に関する情報が転送されない場合が考えられる。

**【0211】**

この場合、冗長切り替えが行なわれると、切り替え先のOSUにおいてONUの起床期間のタイミングを把握することができず、ONUを起床させることができなくなってしまう。

**【0212】**

すなわち、局側装置におけるOSUの冗長切り替えが行なわれても、ONUは、通常、周期的スリープ動作を継続する。そして、切り替え先のOSUが、ONUの周期的スリープ動作に関する情報を有していない場合には、当該ONUへ送信すべき下りフレームが発生しても、当該ONUのスリープ動作を停止させることが困難となり、下りトラフィックの中継不能を招いてしまう。

10

**【0213】**

これに対して、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、周期的スリープ動作が行なわれている際、局側装置101における運用系のOSU12から待機系のOSU12への切り替えを示す切り替え事象の発生を検知する。

**【0214】**

このように、スリープ動作中のONU202がOSU12の冗長切り替えを検知する構成により、OSU12の冗長切り替えが行なわれると、ONU202は、たとえば、自動的に省電力モードから通常モードへ復帰したり、局側装置101へ起床通知を送信したりすることができる。これにより、切り替え先のOSU12からONU202への通信を早期に開始することができ、下りトラフィックの中継不能の抑制を図ることができる。すなわち、OSU12の冗長切り替えが行なわれた場合に、PONシステムにおける通信を早期に再開させることができるため、PONシステムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。

20

**【0215】**

したがって、本発明の実施の形態に係るONUでは、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

30

**【0216】**

また、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、切り替え事象の発生を検知した場合に、周期的スリープ動作を停止する。

**【0217】**

このように、ONU202が、OSU12の冗長切り替えを検知してスリープ動作を停止する構成により、冗長切り替え後、局側装置101からONU202への通信をスムーズに再開させることができる。また、切り替え先のOSU12がたとえば起床指示を連続送信してONU202を起床させる必要がなくなり、OSU12の処理の簡易化およびPON回線における帯域の無駄な消費を抑制することができる。

40

**【0218】**

また、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、切り替え事象の発生を検知した場合に、さらに、起床通知を局側装置101へ送信する。

**【0219】**

このように、ONU202が、OSU12の冗長切り替えを検知してスリープ動作を停止し、起床通知を局側装置101へ送信する構成により、局側装置101がONU202の通常動作への復帰を把握できていない期間を短縮させ、早期に把握させることができるため、PONシステムにおける各ONU202の管理を適切に行なうことができる。

**【0220】**

また、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、局側装置101からの時

50

刻情報すなわちタイムスタンプとONU 202の時刻情報との差に基づいて、切り替え事象の発生を検知する。

【0221】

このような構成により、OSU 12の冗長切り替えの発生を適切な方法で検知することができる。また、ONU 202がアクティブ期間およびスリープ期間を繰り返す周期的スリープ動作を行なう場合において、スリープ期間において下り光信号の受信を停止しても、局側装置101から送信されるタイムスタンプをアクティブ期間において受信すれば、OSU 12の冗長切り替えの発生を検知することができる。

【0222】

また、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、局側装置101からの下り光信号の途絶を、切り替え事象の発生として検知する。

10

【0223】

このような構成により、OSU 12の冗長切り替えの発生を適切な方法で検知することができる。また、切り替え元のOSU 12のタイムスタンプと切り替え先のOSU 12のタイムスタンプとの差が小さい場合でも、OSU 12の冗長切り替えの発生を検知することができる。

【0224】

また、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、局側装置101からのフレームの送信元アドレスの変化を、切り替え事象の発生として検知する。

【0225】

20

このような構成により、OSU 12の冗長切り替えの発生を適切な方法で検知することができる。また、ONU 202がアクティブ期間およびスリープ期間を繰り返す周期的スリープ動作を行なう場合において、スリープ期間において下り光信号の受信を停止しても、局側装置101から送信されるタイムスタンプをアクティブ期間において受信すれば、OSU 12の冗長切り替えの発生を検知することができる。また、切り替え元のOSU 12のタイムスタンプと切り替え先のOSU 12のタイムスタンプとの差が小さい場合でも、OSU 12の冗長切り替えの発生を検知することができる。

【0226】

また、局側装置が、ONUと光信号を送受信するための複数のOSUを備えている場合、たとえば、各OSUには別個のクロック生成部が設けられ、OSUは、独自のPONクロックのタイミングに基づいて時刻情報すなわちタイムスタンプを生成する。そして、OSUは、当該時刻情報に従って動作し、また、当該時刻情報をONUに定期的に通知する。ONUは、OSUから通知された時刻情報に基づいて自己の時刻情報を調整し、当該時刻情報に従って動作する。

30

【0227】

そして、局側装置が運用系のOSUから待機系のOSUへの冗長切り替えを行なうと、各OSUのPONクロックの相違から、冗長切り替えの前後でONUが受け取る時刻情報の値が異なることにより、ONUにおいて局側装置とのリンク断が検出されてしまう場合がある。

【0228】

40

また、局側装置におけるOSUの冗長切り替えにより、局側装置からONUへの下り光信号が途絶えた場合でも、ONUにおいて局側装置とのリンク断が検出されてしまう可能性がある。

【0229】

ONUは、局側装置とのリンク断を検出すると、局側装置とのリンクすなわち通信接続を再確立するための処理を実行することになる。ここで、局側装置と通信するONUは、一般に数十台以上存在することから、リンク断を検出した各ONUのすべてが局側装置とのリンクを再確立するまでに長時間を要してしまう。

【0230】

また、局側装置は、ONUがリンク断を検出すると、当該ONUへ送信する予定であっ

50

た蓄積データをクリアする場合もあり、データの再送処理による遅延も生じてしまう。

【0231】

これに対して、本発明の実施の形態に係るONUでは、制御部29は、所定条件を満たすと局側装置101との通信接続を再確立するための処理を行なうと判断し、所定条件を満たしていない場合には通信接続を継続すると判断する。そして、制御部29は、周期的スリープ動作が行なわれている際、切り替え事象の発生を検知した場合には、上記所定条件を満たしても、通信接続を継続すると判断する。

【0232】

このような構成により、ONU202がOSU12の冗長切り替えによってリンク断を検出し、リンクを再確立するための処理を行なうことを防ぐことができるため、PONシステムにおける通信不能時間の増大を防ぐことができる。

10

【0233】

また、本発明の実施の形態に係るPONシステムでは、局側装置101は、複数のOSU12を含む。複数のOSU12の各々は、クロックを生成するための別個のクロック生成部39を有し、このクロックのタイミングに従って各ONU202とフレームを送受信する。そして、ONU202は、周期的スリープ動作を行なっている際、局側装置101における運用系のOSU12から待機系のOSU12への切り替えを示す切り替え事象の発生を検知する。

【0234】

このように、スリープ動作中のONU202がOSU12の冗長切り替えを検知する構成により、OSU12の冗長切り替えが行なわれると、ONU202は、たとえば、自動的に省電力モードから通常モードへ復帰したり、局側装置101へ起床通知を送信したりすることができる。これにより、切り替え先のOSU12からONU202への通信を早期に開始することができ、下りトラフィックの中継不能の抑制を図ることができる。すなわち、OSUの冗長切り替えが行なわれた場合に、PONシステムにおける通信を早期に再開させることができるため、PONシステムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。

20

【0235】

したがって、各OSUの生成するクロックの相違から、冗長切り替えの前後でONUが受け取る時刻情報の値が異なることにより、ONUにおいて局側装置とのリンク断が検出されてしまうようなPONシステムにおいて、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

30

【0236】

また、本発明の実施の形態に係るPONシステムでは、複数のOSU12は、各々が、クロックを生成するための別個のクロック生成部39を有し、上記クロックのタイミングに従って時刻情報を生成し、時刻情報に従ってフレームを送受信する。待機系のOSU12は、全体制御部11による切り替え制御が行なわれると、運用系のOSU12の生成する時刻情報の値との差が所定値以上の時刻情報を生成してONU202へ送信する。

【0237】

このような構成により、切り替え元のOSU12のタイムスタンプと切り替え先のOSU12のタイムスタンプとが精度よく一致している場合でも、ONU202においてタイムスタンプドリフトを検出し、OSU12の冗長切り替えを確実に検知することが可能となる。すなわち、OSU12の冗長切り替えが行なわれた場合に、PONシステムにおける通信を早期に再開させることができるため、PONシステムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。

40

【0238】

したがって、本発明の実施の形態に係るPONシステムでは、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

50

## 【 0 2 3 9 】

また、本発明の実施の形態に係る P O N システムでは、局側装置 1 0 1 における O S U 1 2 の P O N 制御部 3 6 は、全体制御部 1 1 による切り替え制御が行なわれると、各 O N U 2 0 2 へ起床指示を送信することにより、周期的スリープ動作を行なっている O N U 2 0 2 の周期的スリープ動作を停止させる。

## 【 0 2 4 0 】

このように、局側装置 1 0 1 が、O S U 1 2 の冗長切り替えの対処を主体的に行なう構成により、O N U 2 0 2 において O S U 1 2 の冗長切り替えを検知するための構成が不要となり、O N U 2 0 2 の構成および処理の簡易化を図ることができる。

## 【 0 2 4 1 】

また、O S U 1 2 の冗長切り替えが行なわれた場合に、P O N システムにおける通信を早期に再開させることができるため、P O N システムにおける通信不能時間を短縮することができ、サービス品質を向上させることができる。

## 【 0 2 4 2 】

したがって、本発明の実施の形態に係る P O N システムでは、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することができる。

## 【 0 2 4 3 】

なお、本発明の実施の形態に係る P O N システムでは、O N U 2 0 2 は、周期的スリープ動作を行なう構成であるとしたが、これに限定するものではない。周期的スリープ動作に限らず、O N U 2 0 2 は、たとえば、局側装置 1 0 1 のスリープ指示によって一定期間だけ省電力動作を行なうようなスリープ動作を行なう構成であってもよい。

## 【 0 2 4 4 】

すなわち、O N U 2 0 2 において、制御部 2 9 は、光送信処理部 2 8 または光受信処理部 2 2 の動作を停止するスリープ動作を行なう。そして、制御部 2 9 は、このスリープ動作が行なわれている際、局側装置 1 0 1 における運用系の O S U 1 2 から待機系の O S U 1 2 への切り替えを示す切り替え事象の発生を検知する。

## 【 0 2 4 5 】

このような構成でも、スリープ動作中に O S U 1 2 の冗長切り替えを検知することにより、宅側装置のスリープ動作中における局側装置の冗長切り替えに対して、局側装置および宅側装置間の通信停止時間の増大を抑制し、信頼性の高い通信システムを提供することが可能である。

## 【 0 2 4 6 】

また、本発明の実施の形態に係る P O N システムでは、O N U 2 0 2 は、O S U 1 2 の冗長切り替えの発生を検知した後、周期的スリープ動作を停止する構成であるとしたが、これに限定するものではない。O N U 2 0 2 は、O S U 1 2 の冗長切り替えの発生を検知しても、周期的スリープ動作を継続する構成であってもよい。この場合、たとえば、前述のように、切り替え先の O S U 1 2 は、O N U 2 0 2 からの応答が無いこと等を検知して、O N U 2 0 2 に対して連続的に起床指示を送信し、O N U 2 0 2 を起床させる構成が考えられる。また、前述のように、切り替え先の O S U 1 2 が、切り替え直後に配下の各 O N U 2 0 2 に対して起床指示を送信する構成も考えられる。

## 【 0 2 4 7 】

また、本発明の実施の形態に係る P O N システムでは、O N U 2 0 2 は、O S U 1 2 の冗長切り替えの発生を検知した後、起床通知を局側装置 1 0 1 へ送信する構成であるとしたが、これに限定するものではない。O N U 2 0 2 は、O S U 1 2 の冗長切り替えの発生を検知しても、起床通知を局側装置 1 0 1 へ送信しない構成であってもよい。この場合も、上記のように連続的に起床通知を送信する構成、または配下の各 O N U 2 0 2 へ起床通知を送信する構成が考えられる。

## 【 0 2 4 8 】

また、本発明の実施の形態に係る P O N システムでは、O N U 2 0 2 における制御部 2

10

20

30

40

50

9 が、周期的スリープ動作の制御を行ない、また、OSU12の冗長切り替えの発生を検知する構成であるとしたが、これに限定するものではない。すなわち、ONU202の代わりに、PONシステム301における局側装置101およびONU202以外の他の装置が、ONU202にスリープ動作をさせる制御、およびOSU12の冗長切り替えを検知する動作等を行なう構成であってもよい。

【0249】

上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

10

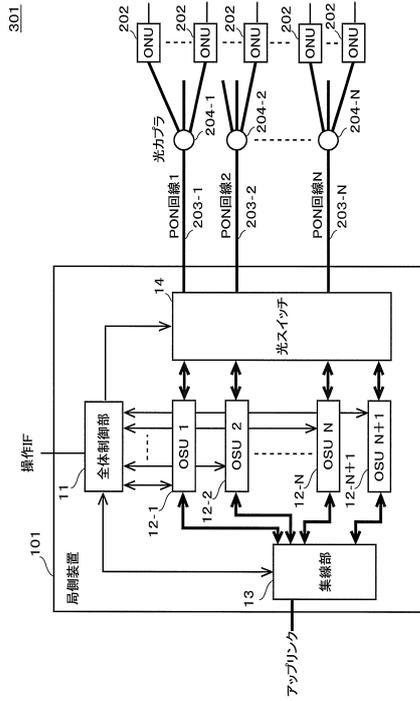
【0250】

- 11 全体制御部
- 12, 12-1 ~ 12-N+1 光回線ユニット(OSU)
- 13 集線部
- 21 PONポート
- 22 光受信処理部(通信部)
- 23 バッファメモリ
- 24 送信処理部
- 25 UNIポート
- 26 受信処理部
- 27 バッファメモリ
- 28 光送信処理部(通信部)
- 29 制御部(スリープ制御部、切り替え検知部および時刻調整部)
- 31 集線IF部
- 32 制御IF部
- 33 受信処理部
- 34 送信処理部
- 35 PON送受信部
- 36 PON制御部(起床制御部)
- 37, 38 FIFO
- 39 クロック生成部
- 101 局側装置(OLT)
- 202 宅側装置(ONU)
- 203-1 ~ 203-N PON回線
- 204-1 ~ 204-N 光カプラ
- 301 PONシステム

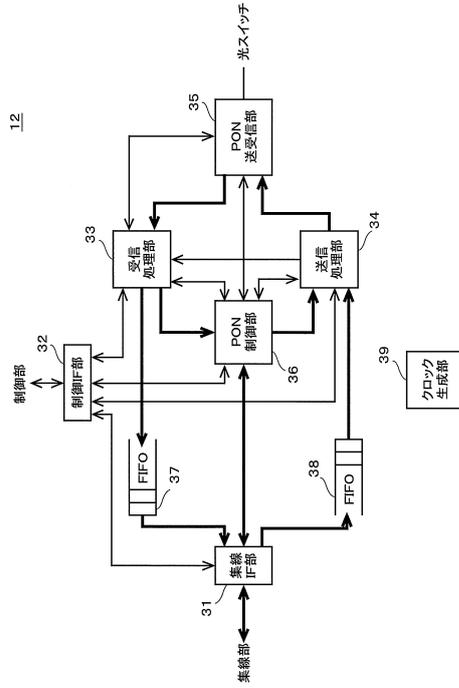
20

30

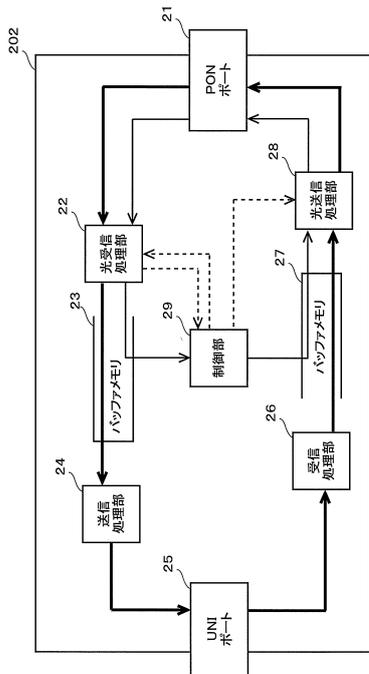
【図 1】



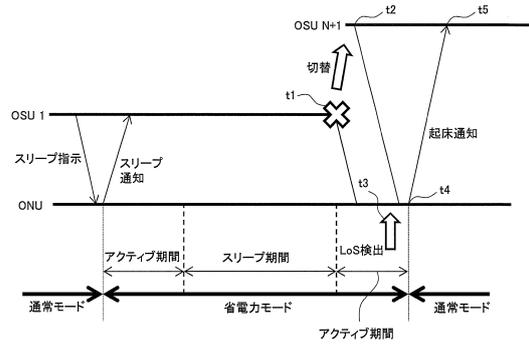
【図 2】



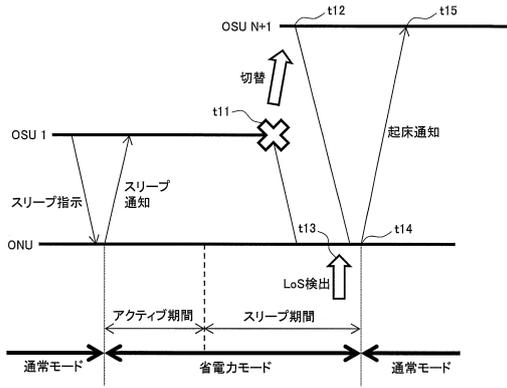
【図 3】



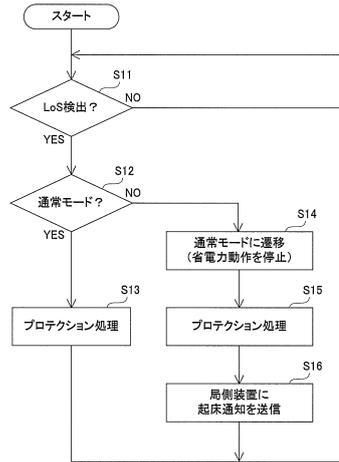
【図 4】



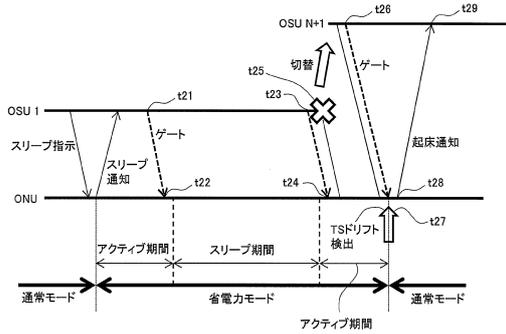
【図5】



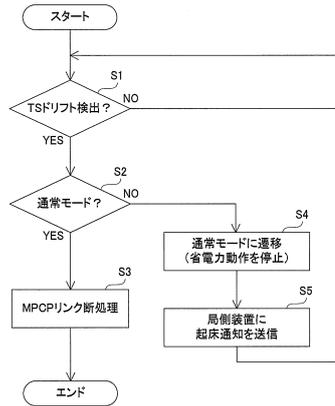
【図6】



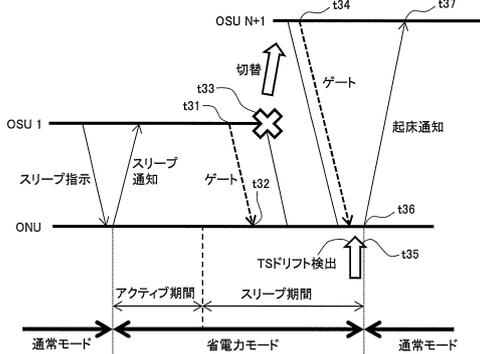
【図7】



【図9】



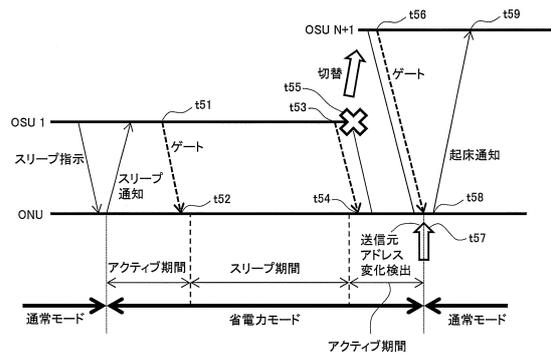
【図8】



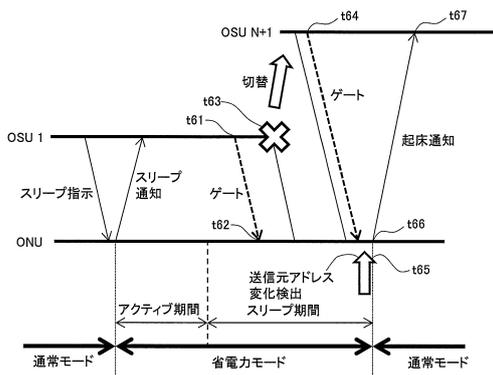
【図10】

オクテット	
送信先アドレス	6
送信元アドレス	6
データ長/タイプ	2
オペレーションコード	2
タイムスタンプ	4
データ/予約/パディング	40
FCS	4

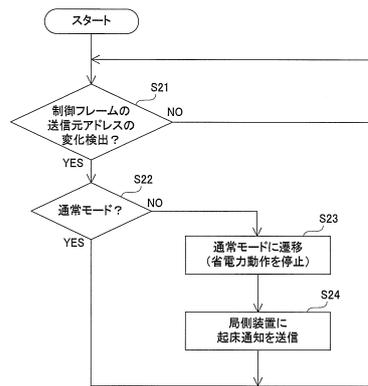
【図11】



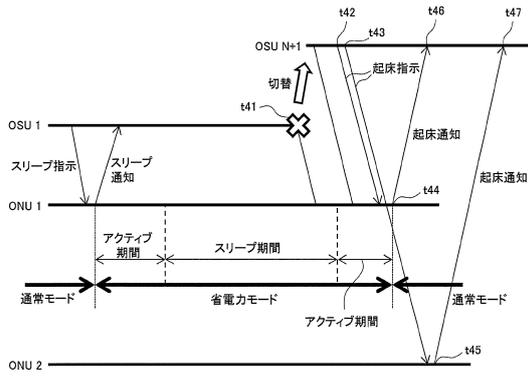
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-142698(JP,A)  
特開2010-206687(JP,A)  
特開2009-246446(JP,A)  
国際公開第2013/077249(WO,A1)  
特開2012-156954(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04L 12/44