

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5615747号  
(P5615747)

(45) 発行日 平成26年10月29日(2014.10.29)

(24) 登録日 平成26年9月19日(2014.9.19)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4L 1/08	(2006.01)	HO4L 1/08	
HO4B 10/27	(2013.01)	HO4B 9/00	T
HO4L 1/22	(2006.01)	HO4L 1/22	

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-67611 (P2011-67611)	(73) 特許権者	000237662
(22) 出願日	平成23年3月25日 (2011.3.25)		富士通テレコムネットワークス株式会社
(65) 公開番号	特開2012-205065 (P2012-205065A)		神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目17番3号
(43) 公開日	平成24年10月22日 (2012.10.22)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成25年3月26日 (2013.3.26)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100109047
			弁理士 村田 雄祐
		(74) 代理人	100109081
			弁理士 三木 友由
		(72) 発明者	佐藤 玲子
			神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目17番3号 富士通テレコムネットワークス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光パケット送受信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信すべきオリジナル光パケット信号の後に、該オリジナル光パケット信号のコピーであるコピー光パケット信号を生成して送信する光パケット送信装置と、

受信したオリジナル光パケット信号にエラーが発生した場合に、該オリジナル光パケット信号のコピー光パケット信号に基づいてエラーの回復処理を行う光パケット受信装置と、

を備え、

前記光パケット受信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号よりも先にコピー光パケット信号を受信した場合、その後所定時間内にオリジナル光パケット信号を受信しないときには、該コピー光パケット信号を破棄することを特徴とする光パケット送受信システム。

【請求項2】

前記光パケット送信装置は、オリジナル光パケット信号に、他のオリジナル光パケット信号と区別するためのパケットIDを付加するとともに、

生成したコピー光パケット信号に、オリジナル光パケット信号のコピーであることを示すコピーフラグを付加することを特徴とする請求項1に記載の光パケット送受信システム。

【請求項3】

前記光パケット受信装置は、受信した光パケット信号のパケットIDおよびコピーフラ

グに基づいて、エラーが発生したオリジナル光パケット信号のコピー光パケット信号を特定することを特徴とする請求項 2 に記載の光パケット送受信システム。

【請求項 4】

前記光パケット受信装置は、オリジナル光パケット信号を正常に受信した場合またはコピー光パケット信号に基づいてエラー回復処理を行った場合、それらのパケット ID を保持しておき、その後同一のパケット ID を有する光パケット信号を受信したときにはその光パケット信号を破棄することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の光パケット送受信システム。

【請求項 5】

前記光パケット送信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号の後に、予め設定された数のコピー光パケット信号を生成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光パケット送受信システム。

10

【請求項 6】

前記光パケット送信装置は、オリジナル光パケット信号間隔と、コピー光パケット信号の信号長とに基づいて、コピー元のオリジナル光パケット信号とその後続のオリジナル光パケット信号との間に挿入可能なコピー光パケット信号数を算出し、算出した数のコピー光パケット信号を生成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光パケット送受信システム。

【請求項 7】

前記光パケット受信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号よりも先にコピー光パケット信号を受信した場合、その後所定時間内にオリジナル光パケット信号を受信したときには、該オリジナル光パケット信号に対して所定の処理を行うことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光パケット送受信システム。

20

【請求項 8】

前記光パケット送信装置と前記光パケット受信装置との間に、入力された光パケット信号の方路を切り替えて出力する光パケット交換装置をさらに備え、

前記光パケット交換装置は、ある入力ポートに入力したコピー光パケット信号と、別の入力ポートに入力したオリジナル光パケット信号とが輻輳した場合、オリジナル光パケット信号を優先的に通過させることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光パケット送受信システム。

30

【請求項 9】

前記光パケット交換装置は、ある入力ポートに入力したコピー光パケット信号と、別の入力ポートに入力したコピー光パケット信号とが輻輳した場合、パケット長の長い方のコピー光パケット信号を優先的に通過させることを特徴とする請求項 8 に記載の光パケット送受信システム。

【請求項 10】

前記光パケット交換装置は、ある入力ポートに入力したコピー光パケット信号と、別の入力ポートに入力したコピー光パケット信号とが輻輳した場合、パケット長が所定値以上のコピー光パケット信号を優先的に通過させることを特徴とする請求項 8 に記載の光パケット送受信システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光パケット単位でのパケット交換を可能とする光パケット送受信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

波長分割多重 (WDM : Wavelength Division Multiplexing) を用いた光伝送システムにおいて、波長選択スイッチ (WSS : wavelength selective switch) 等を用いることで、波長単位のパス切替を行う技術が実用化されている。その次の技術として、切替を行

50

う単位を例えばIPパケット(10Gether(10 Gigabit Ethernet(登録商標))信号等)一つ一つという細かい単位とし、各々を光パケットという形式に変換して、超高速の光スイッチで方路切り替えを行う光パケット交換方式が検討されている(例えば、特許文献1参照)。

【0003】

IPパケットはデータが存在しない間は有意な情報が転送されておらず、その分だけ帯域が無駄になっているが、光パケット交換方式が実現すれば、データが存在しない時間帯を別のパケットが占有できることになる。従って、光パケット交換方式は、伝送路の帯域利用効率を飛躍的に高める可能性があり、将来の技術として有望視されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-235986号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光パケット交換方式においては、例えば光伝送路における波形劣化により受信した光パケット信号にエラーが発生した場合、エラーが発生した光パケット信号が破棄される。従って、光パケット信号の破棄率を低減して、伝送品質を向上させることが望まれている。

【0006】

20

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、光パケット信号の破棄率を低減できる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の光パケット送受信システムは、送信すべきオリジナル光パケット信号の後に、該オリジナル光パケット信号のコピー光パケット信号を生成して送信する光パケット送信装置と、受信したオリジナル光パケット信号にエラーが発生した場合に、該オリジナル光パケット信号のコピー光パケット信号に基づいてエラーの回復処理を行う光パケット受信装置とを備える。

【0008】

30

光パケット送信装置は、オリジナル光パケット信号に、他のオリジナル光パケット信号と区別するためのパケットIDを付加するとともに、生成したコピー光パケット信号に、オリジナル光パケット信号のコピーであることを示すコピーフラグを付加してもよい。

【0009】

光パケット受信装置は、受信した光パケット信号のパケットIDおよびコピーフラグに基づいて、エラーが発生したオリジナル光パケット信号のコピー光パケット信号を特定してもよい。

【0010】

光パケット受信装置は、オリジナル光パケット信号を正常に受信した場合またはコピー光パケット信号に基づいてエラー回復処理を行った場合、それらのパケットIDを保持しておき、その後同一のパケットIDを有する光パケット信号を受信したときにはその光パケット信号を破棄してもよい。

40

【0011】

光パケット送信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号の後に、予め設定された数のコピー光パケット信号を生成してもよい。

【0012】

光パケット送信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号とその後続のオリジナル光パケット信号との間に、できるだけ多くのコピー光パケット信号を生成してもよい。

【0013】

光パケット受信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号よりも先にコピー光パケ

50

ット信号を受信した場合、その後所定時間内にオリジナル光パケット信号を受信したときには、該オリジナル光パケット信号に対して所定の処理を行ってもよい。

【0014】

光パケット受信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号よりも先にコピー光パケット信号を受信した場合、その後所定時間内にオリジナル光パケット信号を受信しないときには、該コピー光パケット信号に対して所定の処理を行ってもよい。

【0015】

光パケット受信装置は、コピー元のオリジナル光パケット信号よりも先にコピー光パケット信号を受信した場合、その後所定時間内にオリジナル光パケット信号を受信しないときには、該コピー光パケット信号を破棄してもよい。

10

【0016】

光パケット送信装置と光パケット受信装置との間に、入力された光パケット信号の方路を切り替えて出力する光パケット交換装置をさらに備え、光パケット交換装置は、ある入力ポートに入力したコピー光パケット信号と、別の入力ポートに入力したオリジナル光パケット信号とが輻輳した場合、オリジナル光パケット信号を優先的に通過させてもよい。

【0017】

光パケット交換装置は、ある入力ポートに入力したコピー光パケット信号と、別の入力ポートに入力したコピー光パケット信号とが輻輳した場合、パケット長の長い方のコピー光パケット信号を優先的に通過させてもよい。

【0018】

光パケット交換装置は、ある入力ポートに入力したコピー光パケット信号と、別の入力ポートに入力したコピー光パケット信号とが輻輳した場合、パケット長が所定値以上のコピー光パケット信号を優先的に通過させてもよい。

20

【0019】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を装置、方法、システム、プログラム、プログラムを格納した記録媒体などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、光パケット信号の破棄率を低減して、伝送品質を向上できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態に係る光パケット送受信システムを示す図である。

【図2】本実施形態に係る光パケット送信装置を示す図である。

【図3】図3(a)(b)は、コピーパケット信号の生成について説明するための図である。

【図4】本実施形態に係る光パケット受信装置の構成を示す図である。

【図5】本実施形態に係るエラー回復処理を説明するための図である。

【図6】本実施形態に係る光パケット交換装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0022】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。

【0023】

図1は、本発明の実施形態に係る光パケット送受信システム10を示す。図1に示すように、光パケット送受信システム10は、光パケット送信装置11と、2入力×2出力の光パケット交換装置12と、光パケット受信装置13と、第1～第4光伝送路14～17とを備える。

【0024】

光パケット送信装置11は、クライアント側から受信したクライアント信号(例えば、10Gether(10GigabitEthernet(登録商標))パケット信号)を10分割する

50

。そして、その分割した10個のデータを波長1～10の光信号に載せ、10波の光パケット信号とする。そして、波長1～10の光パケット信号を波長多重し、WDM光パケット信号として出力する。なお、本実施形態では、クライアント信号の分割数および波長数を10としたが、これらは任意の値に設定可能である。

**【0025】**

光パケット送信装置11から出力されたWDMパケット信号は、第2光伝送路15を介して、光パケット交換装置12の第2入力部に入力される。また、光パケット交換装置12の第1入力部には、WDMネットワークから別のWDM光パケット信号が第1光伝送路14を介して入力される。

**【0026】**

光パケット交換装置12は、入力されたWDM光パケット信号から経路情報を抽出し、該経路情報に従って、WDM光パケット信号の方路を切り替える。光パケット交換装置12の第1出力部には第3光伝送路16が接続され、第2出力部には第4光伝送路17が接続されている。第3光伝送路16を伝搬したWDM光パケット信号は、WDMネットワークに出力される。一方、第4光伝送路17を伝搬したWDM光パケット信号は、光パケット受信装置13に入力される。

**【0027】**

光パケット受信装置13は、受信したWDM光パケット信号を波長1～10の光パケット信号に分波した後、元のクライアント信号に復元し、クライアント側に出力する。

**【0028】**

図2は、本実施形態に係る光パケット送信装置11を示す。図2に示すように、光パケット送信装置11は、クライアント信号受信処理部20と、パケット信号処理部21と、電気/光変換部28と、AWG(Arrayed Waveguide Grating)29とを備える。

**【0029】**

クライアント信号受信処理部20は、受信したクライアント信号に対し、光/電気変換、等化増幅、識別再生などの所定の受信処理を行い、パケット信号処理部に出力する。また、クライアント信号受信処理部20は受信したクライアント信号のバッファリングを行う。

**【0030】**

パケット信号処理部21は、信号長カウント部22と、信号分割部25と、経路情報付加部23と、パケットID処理部24と、信号分割部25と、送信処理部26と、コピーパケット生成部27とを備える。

**【0031】**

信号長カウント部22は、受信したクライアント信号の長さをカウントする。また、信号長カウント部22は、クライアント信号の間隔もカウントする。経路情報付加部23は、クライアント信号から経路情報を抽出し、該経路情報をヘッダとしてクライアント信号に付加する。パケットID処理部24は、ヘッダにパケットIDを付加する。このパケットIDは、光パケット送信装置11が送信する光パケット信号同士を区別するためのものである。

**【0032】**

信号分割部25は、信号長カウント部22からのクライアント信号長情報に基づいて、ヘッダが付与されたクライアント信号を10分割する。送信処理部26は、分割した各信号の先頭にプリアンプルを付加するなどの処理を行い、所定の光パケット交換方式に適合したパケット信号を生成する。以下においては適宜、このようなクライアント信号から生成したパケット信号を「オリジナルパケット信号」と呼ぶ。なお、コピーパケット生成部については後述する。

**【0033】**

送信処理部26にて生成された生成された10個のオリジナルパケット信号は、電気/光変換部28に入力される。電気/光変換部28は、10個のE/Oモジュールから構成されている。電気/光変換部28は、パケット信号処理部21からの10個のオリジナル

10

20

30

40

50

パケット信号を波長 1 ~ 10 の「オリジナル光信号パケット信号」に変換する。なお、波長 1 ~ 10 の光パケット信号のうち、ヘッダを有する光パケット信号の波長を「ヘッダ波長」と呼ぶ。ここでは、ヘッダ波長 = 1 とする。

【0034】

電気/光変換部 28 から出力された波長 1 ~ 10 のオリジナル光パケット信号は、AWG 29 に入力される。AWG 29 は、波長 1 ~ 10 のオリジナル光パケット信号を波長多重し、「オリジナルWDM光パケット信号」として出力する。

【0035】

次に、パケット信号処理部 21 のコピーパケット生成部 27 について説明する。コピーパケット生成部 27 は、送信処理部 26 にて生成されたオリジナルパケット信号のコピーを生成する。また、パケット信号処理部 21 は、このコピーのヘッダに「コピーフラグ」を付加する。このコピーフラグは、オリジナルパケット信号とそのコピーとを区別するためのものである。以下においては適宜、このようなオリジナルパケット信号のコピーを「コピーパケット信号」と呼ぶ。

10

【0036】

コピーパケット生成部 27 にて生成された 10 個のコピー光パケット信号は、オリジナルパケット信号と同じように電気/光変換部 28 に送られ、波長 1 ~ 10 の「コピー光パケット信号」に変換される。電気/光変換部 28 から出力された波長 1 ~ 10 のコピー光パケット信号は、AWG 29 に入力され、「コピーWDM光パケット信号」として出力する。

20

【0037】

図 3 (a) (b) は、コピーパケット信号の生成について説明するための図である。図 3 (a) (b) において、横軸は時間軸である。なお、ここでは、ある 1 つの波長に関連するコピーパケット生成処理について説明する。当業者であれば、全ての波長に関して同様の処理が行われることを理解されたい。

【0038】

図 3 (a) は、コピーパケット信号生成前の状態を示す。図 3 (a) に示すようなタイミングで、送信処理部 26 においてオリジナルパケット 001 ~ 004 が順次生成されるとする。各オリジナルパケットの間には、時間間隔  $T_I$  (オリジナルパケット信号間隔  $T_I$  と呼ぶ) が存在している。このオリジナルパケット信号間隔  $T_I$  は、光パケット送信装置 11 に入力されたクライアント信号の間隔と、クライアント信号長とに応じて変化する。

30

【0039】

図 3 (b) は、コピーパケット信号生成後の状態を示す。本実施形態において、コピーパケット生成部 27 は、コピー元のオリジナルパケット信号とその後続のオリジナルパケット信号との間に、できるだけ多くのコピーパケット信号を生成する。

【0040】

上述したように、信号長カウント部 22 は、クライアント信号の信号長をカウントするとともに、クライアント信号の間隔をカウントしている。クライアント信号受信処理部 20 においてクライアント信号のオーバーフローが発生しないようにするためには、クライアント信号長 + クライアント信号間隔 = オリジナル光パケット信号長 + オリジナルパケット信号間隔  $T_I$  とする必要がある。この関係から、コピーパケット生成部 27 は、オリジナルパケット信号間隔  $T_I$  を算出することができる。そして、コピーパケット生成部 27 は、算出したオリジナルパケット信号間隔  $T_I$  と、コピーパケット信号長 (オリジナルパケット信号長にほぼ等しい) とに基づいてオリジナルパケット信号間に挿入可能なコピーパケット信号数を算出する。コピーパケット生成部 27 は、算出した数のコピーパケット信号を生成し、コピー元のオリジナルパケット信号の後に挿入する。

40

【0041】

図 3 の例に則して具体的に説明すると、オリジナルパケット 001 とオリジナルパケット 002 の間には、オリジナルパケット信号間隔  $T_I$  が短いため、オリジナルパケット 0

50

01のコピーは挿入されていない。また、オリジナルパケット002とオリジナルパケット003の間には、オリジナルパケット002のコピーパケット002が1つ挿入されている。また、オリジナルパケット003とオリジナルパケット004の間には、オリジナルパケット003のコピーパケット003が4つ挿入されている。図3(b)に示すように、各コピーパケット信号は、コピー元のオリジナルパケットと同一のパケットID(001、002など)を有するが、コピーであることを示すコピーフラグ(#1、#2など)が付加されている。

#### 【0042】

図3(b)に示すようなオリジナルパケット信号とコピーパケット信号の電気パケット信号列が電気/光変換部28で電気/光変換されることにより、オリジナル光パケット信号とコピー光パケット信号の光パケット信号列が光パケット送信装置11から出力される。

10

#### 【0043】

上記では、オリジナルパケット信号間隔TIをオリジナルパケット信号のコピー前に算出する方法を採用した。しかしながら、コピーパケット信号の生成方法はこれに限定されない。例えば、コピーパケット生成部27は、1つのコピーパケット信号を生成する度に、該コピーパケット信号と後続のオリジナルパケット信号との間隔を検出し、コピーパケット信号生成の可否を判定してもよい。

#### 【0044】

また上記では、コピー元のオリジナルパケット信号とその後続のオリジナルパケット信号との間に、できるだけ多くのコピーパケット信号を生成する方法を採用した。しかしながら、コピーパケット生成部27は、予め設定された数のコピーパケット信号を生成し、オリジナルパケット信号間に挿入してもよい。オリジナルパケット信号間隔が短くて設定数のコピーパケット信号を挿入できない場合には、後続のオリジナルパケット信号の生成を遅らせて、設定数のコピーパケット信号を挿入すればよい。クライアント信号受信処理部20にてクライアント信号のバッファリングを行っているため、このような処理が可能である。また、オリジナルパケット信号間隔が短くて設定数のコピーパケット信号を挿入できない場合には、最大限挿入可能なコピーパケット信号を挿入してもよい。

20

#### 【0045】

また、コピーパケット生成部27は、バッファリング用メモリの残り容量を監視して、生成するコピーパケット信号の数を変えてもよい。例えば、バッファリング用メモリの残り容量に余裕があれば、後続のオリジナルパケット信号を遅延させてオリジナルパケット信号間隔TIを大きくし、より多くのコピーパケット信号を挿入する。一方、バッファリング用メモリの残り容量に余り余裕がなければ、後続のオリジナルパケット信号の遅延を無くすか又は少なくとも低減し、生成するコピーパケット信号の数を必要最小限(例えば1個)にする。理論上、より大容量のバッファリング用メモリを搭載すれば、その分だけコピーパケット信号を挿入できることになるが、コスト上の観点から、搭載できるバッファリング用メモリの容量には限度がある。このような構成を採用することにより、コスト低減と伝送品質向上をバランスよく両立することができる。

30

#### 【0046】

図4は、本実施形態に係る光パケット受信装置13の構成を示す。図4に示すように、光パケット受信装置13は、AWG31と、光/電気変換部32と、パケット信号処理部30と、クライアント信号送信処理部36とを備える。

40

#### 【0047】

AWG31は、入力されたWDM光パケット信号を波長1~10の光パケット信号に分波する。各波長の光信号は、上述したように、オリジナル光パケット信号とコピー光パケット信号の光パケット信号列である。AWG31で分波された10波の光パケット信号は、光/電気変換部32に入力される。

#### 【0048】

光/電気変換部32は、10個のO/Eモジュールから構成されている。光/電気変換

50

部 3 2 は、A W G 3 1 からの 1 0 波の光パケット信号をそれぞれ電気のパケット信号に変換する。変換されたパケット信号は、パケット信号処理部 3 0 に入力される。

【 0 0 4 9 】

パケット信号処理部 3 0 は、信号長カウンタ部 3 3 と、経路情報抽出部 3 4 と、信号再生部 3 5 とを備える。

【 0 0 5 0 】

信号長カウンタ部 3 3 は、各パケット信号の信号長をカウントする。経路情報抽出部 3 4 は、ヘッダ波長に対応するパケット信号から経路情報を抽出する。信号再生部 3 5 は、パケット信号長情報や経路情報を元にパケット信号の正常性判断を行う。通常、先に送信されたオリジナル光パケット信号の方が同一パケット ID のコピー光パケット信号よりも先に光パケット受信装置 1 3 に到着するので、信号再生部 3 5 はまず、オリジナルパケット信号の正常性判断を行う。そして信号再生部 3 5 は、オリジナルパケット信号が正常であると判断した場合、パケット組み立てを行い、クライアント信号を再生する。

【 0 0 5 1 】

一方、オリジナルパケット信号にエラーが発生しており、クライアント信号を再生できない場合、信号再生部 3 5 は、エラーが生じたオリジナルパケット信号のコピーパケット信号を所定の第 1 時間待つ。

【 0 0 5 2 】

図 1 に示すような光パケット送受信システム 1 0 においては、光パケット送信装置 1 1 がオリジナル光パケット信号の直後にコピー光パケット信号を送信したからといって、光パケット受信装置 1 3 にオリジナル光パケット信号が到着した直後にコピー光パケット信号が到着するとは限らない。例えば、光パケット交換装置 1 2 により、オリジナル光パケット信号とコピー光パケット信号との間に別の光パケット信号が挿入されている場合もある。従って、信号再生部 3 5 は、到着したパケット信号の中から、エラーが生じたオリジナルパケット信号のコピーパケット信号を特定しなければならない。このコピーパケット信号の特定は、パケット ID とコピーフラグに基づいて行うことができる。すなわち、エラーが生じたオリジナルパケット信号と同一の ID を有し、且つコピーフラグが付加されているパケット信号があれば、そのパケット信号をコピーパケット信号と特定できる。

【 0 0 5 3 】

第 1 時間内にコピーパケット信号が到着した場合、信号再生部 3 5 は、該コピーパケット信号の正常性判断を行い、正常であれば該コピーパケット信号を元にクライアント信号を再生する。該コピーパケット信号にエラーが発生しており、クライアント信号を再生できない場合、信号再生部 3 5 は、再度第 1 時間コピーパケット信号を待つ。

【 0 0 5 4 】

一方、第 1 時間内にコピーパケット信号が到着しなかった場合、信号再生部 3 5 は、そのオリジナルパケット信号については破棄し、例えば送信元の光パケット送信装置に再送要求をする。なお、このコピーパケット信号を待つ第 1 時間は、光パケット送信装置 1 1 におけるコピーパケット信号の送信タイミングや、コピーパケット信号の伝送時間に基づいて適宜設定できる。

【 0 0 5 5 】

信号再生部 3 5 にて正常に再生されたクライアント信号は、クライアント信号送信処理部 3 6 に送られる。クライアント信号送信処理部 3 6 は、クライアントへの転送情報（例えば IP ネットワークの場合は IP アドレス）を付加した後、光信号に変換してクライアント側に出力する。

【 0 0 5 6 】

オリジナルパケット信号またはコピー光パケット信号を元にクライアント信号の再生ができた場合、信号再生部 3 5 は、そのパケット信号のパケット ID を一定時間メモリに保持しておく。そして、同じパケット ID を有するパケット信号が到着した場合、そのパケット信号を破棄する。これにより、クライアント信号の重複送信を防ぐことができる。

【 0 0 5 7 】

図5は、本実施形態に係るエラー回復処理を説明するための図である。図5において、縦軸は時間軸である。オリジナルパケット001が最初に到着したパケット信号であり、オリジナルパケット004が最後に到着したパケット信号を表している。図5に示すパケット信号は、図3(b)で示したパケット信号と対応している。

【0058】

図5に示すように、オリジナルパケット001がエラーが発生していた場合、コピーパケット信号がないので、信号再生部35はクライアント信号を再生できない。

【0059】

オリジナルパケット002にエラーが発生していた場合、コピーパケット002が正常であれば、信号再生部35はこのコピーパケット002を利用してクライアント信号を再生できる。

10

【0060】

オリジナルパケット003にエラーが発生しており、さらに第1のコピーパケット003にもエラーが生じていた場合、第2のコピーパケット003が正常であれば、信号再生部35はこの第2のコピーパケット003を利用してクライアント信号を再生できる。この場合、クライアント信号の再生に成功したので、信号再生部35は、後続の第3、第4のコピーパケット003を破棄する。

【0061】

オリジナルパケット004が正常であれば、信号再生部35はこのオリジナルパケット004を利用してクライアント信号を再生できる。

20

【0062】

このように、本実施形態によれば、オリジナルパケット信号にエラーが発生してクライアント信号を再生できない場合でも、コピーパケット信号に基づいてクライアント信号を再生することができる。その結果、パケット破棄率が低下するので、信号品質を向上できる。

【0063】

イーサネットなどにおいては、受信パケット信号にエラーが生じた場合に送信元に再送を要求するが、この場合、エラーの回復に時間を要する。本実施形態によれば、オリジナルパケット信号にエラーが発生した場合であっても、後続のコピーパケット信号を用いて即時にエラーを回復することができる。本実施形態では、元々空いていたオリジナルパケット信号間の時間にコピーパケット信号を送っているので、帯域の有効活用したエラー回復方法であるといえる。

30

【0064】

上記のように、通常はオリジナルパケット信号がコピーパケット信号よりも先に到着するが、オリジナルパケット信号よりもコピーパケット信号の方が先に到着する場合がある。特にマルチキャストパケットの場合にこのようなケースが生じる。以下、このような場合の処理について説明する。

【0065】

信号再生部35は、オリジナルパケット信号よりも先にそのコピーパケット信号が到着した場合、所定の第2時間オリジナルパケット信号を待つ。コピーパケット信号の先着は、同一パケットIDのオリジナルパケット信号が既に到着しているか否かに基づいて判断できる。

40

【0066】

第2時間内にオリジナルパケット信号が到着した場合、信号再生部35は、オリジナルパケット信号の正常性を判定し、正常であればオリジナルパケット信号を元にクライアント信号を再生する。このように、遅延が少ない場合であればオリジナルパケット信号を優先的に用いてクライアント信号を再生する。オリジナルパケット信号にエラーが発生していれば、信号再生部35は、先に受信したコピーパケット信号の正常性を判定し、正常であればコピーパケット信号を元にクライアント信号を再生する。コピーパケット信号にもエラーが発生していればそのパケット信号については破棄する。

50

## 【 0 0 6 7 】

一方、第 2 時間内にオリジナルパケット信号が到着しなかった場合、信号再生部 3 5 は、既に到着しているコピーパケット信号の正常性を判定し、正常であれば該コピーパケット信号を元にクライアント信号を再生する。コピーパケット信号にもエラーが発生していればそのパケット信号については破棄する。あるいは、第 2 時間内にオリジナルパケット信号が到着しなかった場合、信号再生部 3 5 は、既に受信したコピーパケット信号を破棄してもよい。

## 【 0 0 6 8 】

図 6 は、本実施形態に係る光パケット交換装置 1 2 を示す。光パケット交換装置 1 2 は、光スイッチ 4 5 と、第 1 入力処理部 4 6 と、第 2 入力処理部 4 7 と、スイッチ制御部 4 8 と、第 1 光カプラ 4 1 と、第 2 光カプラ 4 2 と、第 1 光遅延線 4 3 と、第 2 光遅延線 4 4 とを備える。

10

## 【 0 0 6 9 】

WDM ネットワークから第 1 光伝送路 1 4 を介して光パケット交換装置 1 2 に入力された WDM 光パケット信号（以下、第 1 WDM 光パケット信号と呼ぶ）は、第 1 光カプラ 4 1 に入力される。第 1 光カプラ 4 1 は、第 1 WDM 光パケット信号からヘッダ波長 1 の光パケット信号のみ分岐し、第 1 入力処理部 4 6 へ出力する。第 1 光カプラ 4 1 を通過した第 1 WDM 光パケット信号は、第 1 光遅延線 4 3 を介して光スイッチ 4 5 の第 1 入力ポート 4 5 a に入力される。

## 【 0 0 7 0 】

また、光パケット送信装置 1 1 から第 2 光伝送路 1 5 を介して光パケット交換装置 1 2 に入力された WDM 光パケット信号（以下、第 2 WDM 光パケット信号と呼ぶ）は、第 2 光カプラ 4 2 に入力される。第 2 光カプラ 4 2 は、第 2 WDM 光パケット信号からヘッダ波長 1 の光パケット信号のみ分岐し、第 2 入力処理部 4 7 へ出力する。第 2 光カプラ 4 2 を通過した第 2 WDM 光パケット信号は、第 2 光遅延線 4 4 を介して光スイッチ 4 5 の第 2 入力ポート 4 5 b に入力される。

20

## 【 0 0 7 1 】

第 1 入力処理部 4 6 は、経路情報抽出部 4 9 と、信号長カウント部 5 0 と、コピーパケット処理部 5 1 と、パケット ID 処理部 5 2 と、光 / 電気変換部 5 3 とを備える。

## 【 0 0 7 2 】

光 / 電気変換部 5 3 は、第 1 光カプラ 4 1 から受信したヘッダ波長 1 の光パケット信号を電気信号に変換する。経路情報抽出部 4 9 は、電気のパケット信号のヘッダを解析し、経路情報を抽出する。信号長カウント部 5 0 は、パケット信号の信号長をカウントする。コピーパケット処理部 5 1 は、パケット信号のヘッダを解析してコピーフラグの有無を判定し、パケット信号の種類、すなわち、がオリジナル光パケット信号であるかコピーパケット信号であるかを判定する。パケット ID 処理部 5 2 は、パケット信号のヘッダを解析して、パケット ID 情報を抽出する。第 1 入力処理部 4 6 で検出された経路情報、信号長情報、パケット信号の種類情報、パケット ID 情報は、スイッチ制御部 4 8 に送られる。

30

## 【 0 0 7 3 】

第 2 入力処理部 4 7 の構成も、第 1 入力処理部 4 6 と同様である。第 2 入力処理部 4 7 は、第 2 光カプラ 4 2 から受信したヘッダ波長 1 の光パケット信号から、経路情報、信号長情報、パケット信号の種類情報、パケット ID 情報を検出し、スイッチ制御部 4 8 に送る。

40

## 【 0 0 7 4 】

スイッチ制御部 4 8 は、出力調停部 5 4 と、制御信号生成部 5 5 とを備える。

## 【 0 0 7 5 】

第 1 WDM 光パケット信号と第 2 WDM 光パケット信号とが輻輳していない場合、制御信号生成部 5 5 は、第 1 入力処理部 4 6 または第 2 入力処理部 4 7 からの要求通りに光スイッチ制御信号を生成し、光スイッチ 4 5 へ出力する。

50

## 【 0 0 7 6 】

一方、第 1 WDM 光パケット信号と第 2 WDM 光パケット信号とが輻射している場合、出力調停部 5 4 は、第 1 入力処理部 4 6 および第 2 入力処理部 4 7 から入力された各情報に基づいて、WDM 光パケット信号の調停を行う。言い換えると、出力調停部 5 4 は、第 1 WDM 光パケット信号と第 2 WDM 光パケット信号のいずれを通過させるか判定する。

## 【 0 0 7 7 】

原則的として、出力調停部 5 4 は、2 つの WDM 光パケット信号が輻射している場合、先に到着した WDM 光パケット信号を通過させ、後の WDM 光パケット信号を破棄する。しかしながら、本実施形態においては、原則通りに判定した場合には、コピー光パケット信号と輻射したオリジナル光パケット信号が破棄される事態が生じうる。このような事態を避けるため、出力調停部 5 4 は以下のように判定を行う。

## 【 0 0 7 8 】

1 . オリジナル光パケット信号同士が輻射している場合、先着のオリジナル光パケット信号を優先的に通過させる。

2 . オリジナル光パケット信号とコピー光パケット信号とが輻射している場合、オリジナル光パケット信号を優先的に通過させる。すなわち、先着のコピー光パケット信号を出力中であっても、オリジナル光パケット信号が到着した場合には、コピー光パケット信号の出力を中止し、オリジナル光パケット信号を通過させる。

このような判定を行うことにより、オリジナル光パケット信号がコピー光パケット信号の存在により破棄される事態を回避できる。

## 【 0 0 7 9 】

また、コピー光パケット信号同士が輻射する場合もある。この場合、例えば、先着のコピー光パケット信号を優先的に通過させる方法や、コピー光パケット信号のヘッダにパケットの優先度を示すフラグを付加し、優先度の高い方のコピー光パケット信号を優先的に通過させるなどの方法がある。

## 【 0 0 8 0 】

この他にも、例えば、コピー光パケット信号同士が輻射している場合、パケット長の長い方のコピー光パケット信号を優先的に通過させてもよい。あるいは、パケット長が所定値以上のコピー光パケット信号を優先的に通過させてもよい。これは、長いパケットの方がビットエラーが発生しやすくなるので、コピー光パケット信号を優先的に通過させた方がエラーの回復に有利であるからである。

## 【 0 0 8 1 】

また、コピー光パケット信号同士が輻射している場合、それらのパケット長がともに所定の閾値未満のときには両方のコピー光パケット信号を破棄して帯域を広げ、閾値以上のときには先着のコピー光パケット信号を優先的に通過させてもよい。

## 【 0 0 8 2 】

また、コピー光パケット信号同士が輻射している場合、直前に通過したオリジナル光パケット信号のコピーに相当するコピー光パケット信号を通過させてもよい。また、直前にオリジナル光パケット同士が輻射し、一方のオリジナル光パケットが破棄されている場合には、該破棄されたオリジナル光パケット信号のコピーに相当するコピー光パケット信号を通過させてもよい。

## 【 0 0 8 3 】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せによりいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 4 】

1 0 光パケット送受信システム、 1 1 光パケット送信装置、 1 2 光パケット交換装置、 1 3 光パケット受信装置、 2 0 クライアント信号受信処理部、 2 1 光パケット信号処理部、 2 2 信号長カウント部、 2 3 経路情報付加部、 2 4

10

20

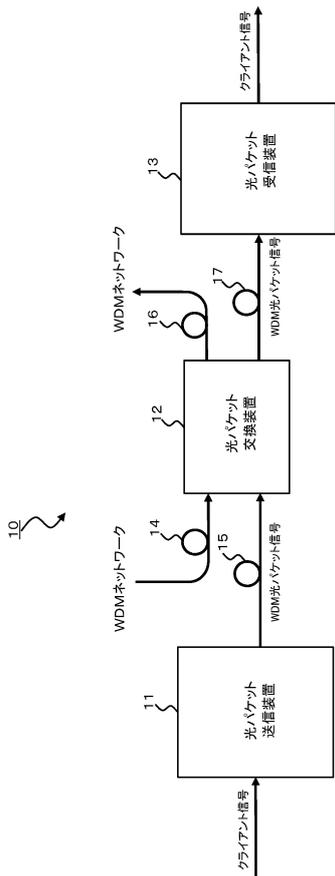
30

40

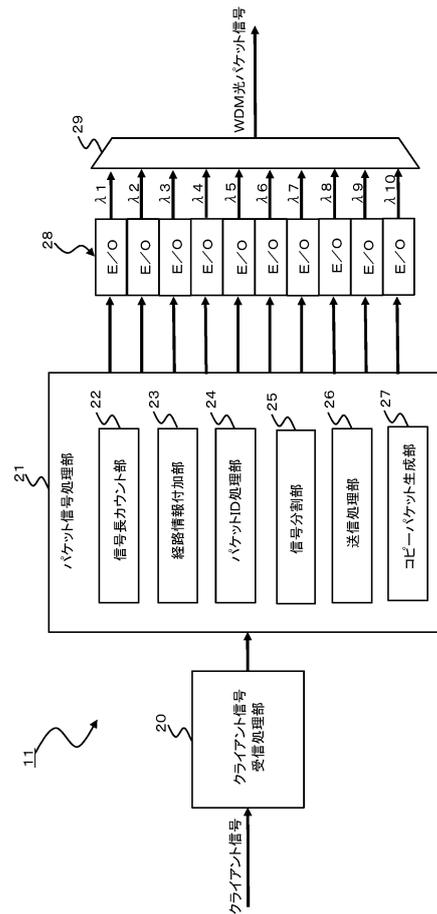
50

パケットID処理部、 25 信号分割部、 26 送信処理部、 27 コピーパケット生成部、 28 電気/光変換部、 29 AWG、 30 パケット信号処理部、 31 AWG、 32 光/電気変換部、 33 信号長カウント部、 34 経路情報抽出部、 35 信号再生部、 36 クライアント信号送信処理部、 41 第1光カプラ、 42 第2光カプラ、 43 第1光遅延線、 44 第2光遅延線、 45 光スイッチ、 46 第1入力処理部、 47 第2入力処理部、 48 スwitch制御部、 49 経路情報抽出部、 50 信号長カウント部、 51 コピーパケット処理部、 52 パケットID処理部、 53 光/電気変換部、 54 出力調停部、 55 制御信号生成部。

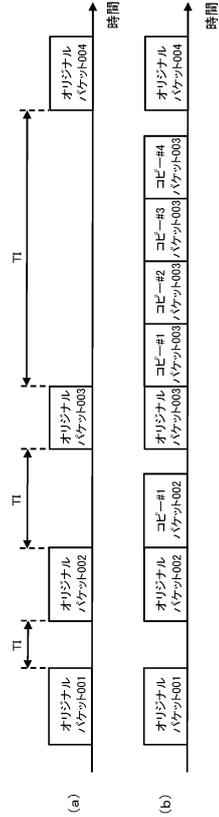
【図1】



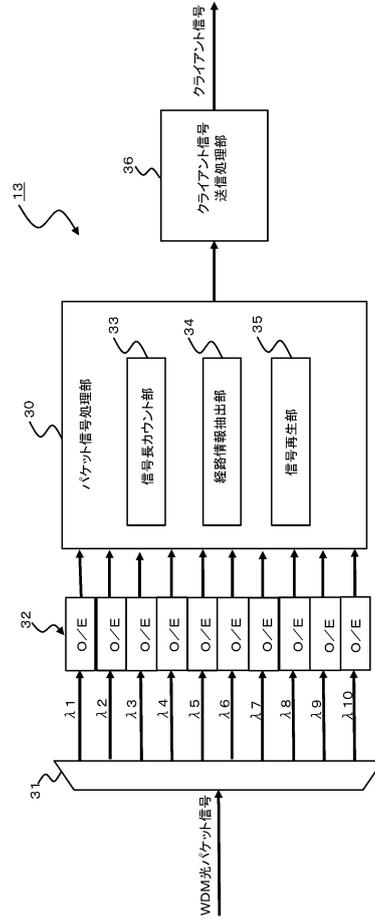
【図2】



【図3】



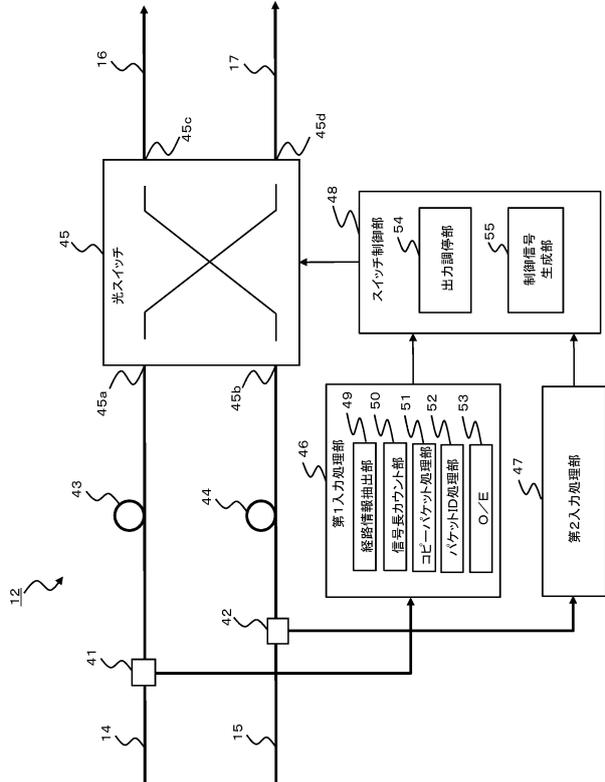
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

審査官 森谷 哲朗

- (56)参考文献 特開2004-120148(JP,A)  
特開平11-168452(JP,A)  
特開2007-295352(JP,A)  
特開2005-252346(JP,A)  
特開2009-055212(JP,A)  
特開2004-228754(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 1/08  
H04B 10/27  
H04L 1/22