

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4984797号
(P4984797)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.		F I	
H O 4 J	3/00	(2006.01)	H O 4 J 3/00 U
H O 4 J	14/08	(2006.01)	H O 4 B 9/00 D
H O 4 L	12/24	(2006.01)	H O 4 L 12/24

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-268711 (P2006-268711)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成18年9月29日 (2006.9.29)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2008-92130 (P2008-92130A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年4月17日 (2008.4.17)	(74) 代理人	100090516
審査請求日	平成21年6月11日 (2009.6.11)		弁理士 松倉 秀実
		(74) 代理人	100113608
			弁理士 平川 明
		(74) 代理人	100105407
			弁理士 高田 大輔
		(74) 代理人	100089244
			弁理士 遠山 勉
		(72) 発明者	片桐 徹
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに伝送速度の異なる複数種類の第1クライアント信号及び第2クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第1クライアント信号をITU-T勧告のGFP (Generic Framing Procedure) フレームにマッピングする手段と；

前記GFPフレームにマッピングされた前記第1クライアント信号に64B/66B符号化を施す手段と；

前記第2クライアント信号と前記64B/66B符号化を施された前記第1クライアント信号とをITU-T勧告のOTN (Optical Transport Network) 準拠のフレームに多重化する手段とを備え；

前記第1クライアント信号及び前記第2クライアント信号を1波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する光トランスポンダ。

【請求項2】

前記マッピング手段は、前記第1クライアント信号のフレームにおける17280列×9行の1行毎を前記GFPフレームにマッピングする

請求項1記載の光トランスポンダ。

【請求項3】

前記多重化手段は、前記64B/66B符号化を施された後の前記第1クライアント信号にITU-T勧告の239/236のスタフ処理を施す

請求項1記載の光トランスポンダ。

【請求項 4】

互いに伝送速度の異なる複数種類の第 1 クライアント信号及び第 2 クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第 1 クライアント信号を I T U-T 勧告の G F P (Generic Framing Procedure) フレームにマッピングする手段と；

前記第 2 クライアント信号と前記 G F P フレームにマッピングされた前記第 1 クライアント信号とを I T U-T 勧告の O T N (Optical Transport Network) 準拠のフレームに多重化する手段とを備え；

前記第 1 クライアント信号は、1 0 G b p s 系 S O N E T / S D H 信号または 1 0 G b E - W A N P H Y 信号であり、

前記第 2 クライアント信号は、1 0 G b E - L A N P H Y 信号であり、

前記第 1 クライアント信号及び前記第 2 クライアント信号を 1 波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する光トランスポンダ。

【請求項 5】

前記マッピング手段は、前記第 1 クライアント信号のフレームを 2 2 2 バイト毎に前記 G F P フレームにマッピングする
請求項 4 記載の光トランスポンダ。

【請求項 6】

前記多重化手段は、前記 G F P フレームにマッピングされた後の前記第 1 クライアント信号に I T U-T 勧告の 2 3 9 / 2 3 7 のスタフ処理を施す
請求項 4 記載の光トランスポンダ。

【請求項 7】

前記第 1 クライアント信号は、1 0 G b p s 系 S O N E T / S D H 信号または 1 0 G b E - W A N P H Y 信号であり、前記第 2 クライアント信号は、1 0 G b E - L A N P H Y 信号である

請求項 1 記載の光トランスポンダ。

【請求項 8】

互いに伝送速度の異なる複数種類の第 1 クライアント信号及び第 2 クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第 1 クライアント信号を I T U-T 勧告の G F P (Generic Framing Procedure) フレームにマッピングするステップと；

前記 G F P フレームにマッピングされた前記第 1 クライアント信号に 6 4 B / 6 6 B 符号化を施すステップと；

前記第 2 クライアント信号と前記 6 4 B / 6 6 B 符号化を施された前記第 1 クライアント信号とを I T U-T 勧告の O T N (Optical Transport Network) 準拠のフレームに多重化するステップとを備え；

前記第 1 クライアント信号及び前記第 2 クライアント信号を 1 波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する光信号伝送方法。

【請求項 9】

前記第 1 クライアント信号は、1 0 G b p s 系 S O N E T / S D H 信号または 1 0 G b E - W A N P H Y 信号であり、前記第 2 クライアント信号は、1 0 G b E - L A N P H Y 信号である

請求項 8 に記載の光信号伝送方法。

【請求項 1 0】

互いに伝送速度の異なる複数種類の第 1 クライアント信号及び第 2 クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第 1 クライアント信号を I T U-T 勧告の G F P (Generic Framing Procedure) フレームにマッピングするステップと；

前記第 2 クライアント信号と前記 G F P フレームにマッピングされた前記第 1 クライアント信号とを I T U-T 勧告の O T N (Optical Transport Network) 準拠のフレームに多重化するステップとを備え；

前記第 1 クライアント信号は、1 0 G b p s 系 S O N E T / S D H 信号または 1 0 G b E - W A N P H Y 信号であり、

10

20

30

40

50

前記第2クライアント信号は、10GbE-LANPHY信号であり、

前記第1クライアント信号及び前記第2クライアント信号を1波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する光信号伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数種類の低速信号を高速信号の同一フレームに混載状態で収容して伝送（交換及び転送を含む）する光ネットワークシステムに関し、特にビットレートが異なる10GbE-LANPHY信号と10Gbps系SONET/SDH信号との両信号を1本の40Gbpsの波長パスに混載してトランスペアレントにマッピングすることを可能にする光信号伝送技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

インターネットなどに代表されるデータ通信の需要の増大に対処するために、通信システムの大容量化が期待されている。大容量化の一手段として、ビットレートを向上させた通信システムが検討されている。その時に、従来の低速ビットレートの信号をビットレートを向上させた高速信号のフレームに収容して信号を転送することに対する要求がある。

【0003】

例えば、ITU-T (International Telecommunications Union-Telecommunication Standardization Sector) G. 709 勧告に規定されているOTN (Optical Transport Network) では、SONET (Synchronous Optical Network: 同期光伝送網) のOC-48 (Optical Carrier-Level 48) / OC-48c 信号や、SDH (Synchronous Digital Hierarchy: 同期デジタルハイアラキー) のSTM-16 (Synchronous Transmission Module-Level 16) 信号といった2.5Gbps系のクライアント信号を16チャンネル多重して伝送速度約43GbpsのOTNのOTU3 (Optical Transport Unit 3) の光信号とするフレームフォーマットの検討がなされている。

20

【0004】

また、SONETのOC-192/OC-192c 信号や、SDHのSTM-64 信号といった10Gbps系のクライアント信号を4チャンネル多重して伝送速度約43GbpsのOTNのOTU3の光信号とするフレームフォーマットの検討もなされている。

30

【0005】

さらに、10GbE-LANPHY信号（イーサネット（登録商標）信号）を4チャンネル多重して伝送速度約44GbpsのOTNのOTU3相当の光信号とするフレームフォーマットも検討されている。

【0006】

上記において、伝送速度が10Gbps系のクライアント信号であるSONET/SDH信号と10GbE-LANPHY信号とに関して注目すると、それぞれのクライアント信号を4チャンネル多重して収容することは可能だが、両方の信号の伝送速度が9.95Gbpsと10.3Gbpsとで異なるため、両信号を同一フレームに混載して収容することは困難である。

40

【0007】

従来の光ネットワークシステムの一例を示す図1を参照すると、例えば東京及び大阪などの通信サイトを構成するノードA、B間で10GbE-LANPHY信号（10.3Gbps）を3本と、SONET OC-192c 信号（9.95Gbps）を1本とを1波長当たり40GbpsのITU-T G. 709 勧告に準拠のOTU3フレームの波長パスにトランスペアレントにマッピングして転送する場合、10GbE-LANPHY信号と10Gbps系SONET OC-192c 信号とのビットレートが異なるために、両信号を1本の40Gbpsの波長パスに混載してマッピングすることが不可能である。

【0008】

詳述すると、図1に示す光ネットワークシステムにおいて、送信側のノードAは、10

50

G b E－L A N P H Y信号（クライアント信号）をそれぞれ伝送する3個のレイヤ2／レイヤ3スイッチ（R）と、SONET OC－192c信号（クライアント信号）を伝送するSONET／SDH ADM（Add／Drop Multiplexer）装置と、3個のクライアント信号を多重して第1波長の光信号として光合波器に送信するN：1トランスポンダ（マックスポンダ）と、1個のクライアント信号を第2波長の光信号として光合波器に送信する1：1トランスポンダと、N：1トランスポンダ及び1：1トランスポンダからの第1波長及び第2波長の光信号を合波（波長多重）して伝送路である1本の光ファイバに送信する光合波器とを送信側構成要素として含んで構成されている。

【0009】

また、受信側のノードBは、1本の光ファイバを通して受信した第1波長及び第2波長の光信号を分波（波長多重分離）してN：1トランスポンダ及び1：1トランスポンダに送信する光分波器と、光分波器からの第1波長の光信号を3個のクライアント信号に分離（多重分離）して送信するN：1トランスポンダ（マックスポンダ）と、光分波器からの第2波長の光信号を1個のクライアント信号として送信する1：1トランスポンダと、N：1トランスポンダからの3個の10GbE－LANPHY信号をそれぞれ受信する3個のレイヤ2／レイヤ3スイッチ（R）と、1：1トランスポンダからの1個のSONET OC－192c信号を受信するSONET／SDH ADM装置とを受信側構成要素として含んで構成されている。

【0010】

図2Aは10Gbps系SONET／SDH信号（SONETのOC－192／OC－192c信号、SDHのSTM－64信号）をITU－T G.709勧告に準拠のOTU3フレームヘトランスペアレントマッピングする收容方法を示し、図2Bは10GbE－LANPHY信号をITU－T G.709勧告のOTU3フレーム相当のフレーム（図中、OTU3'として記述）ヘトランスペアレントマッピングする收容方法を示す。ここで、図2B中のOTU3'、ODU3'、OPU3'、ODTU23'、ODU2'、OPU2'はそれぞれITU－T G.709勧告のOTU3、ODU3、OPU3、ODTU23、ODU2、OPU2と同等のフレーム構造をもつがビットレートが異なるフレームとなる。図2A及び図2Bから明らかなように、10Gbps系SONET／SDH信号と10GbE－LANPHY信号とのビットレートが異なるために、両信号を1本の40Gbpsの波長パス（フレーム）に混載してトランスペアレントにマッピングすることが不可能である。

【0011】

したがって、上述した従来の光ネットワークシステムにおいては、ノードA、B間で1本の40Gbpsの波長パスを使用して、10GbE－LANPHY信号（10.3Gbps）を3本と、SONET OC－192c信号（9.95Gbps）を1本とを2波長の波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）信号により伝送することになる。

【0012】

この結果、波長リソースの無駄使い、更にはWDM光ネットワークの運用効率の低下を免れない。また、2種類のトランスポンダを必要とするので、各ノードにおける装置数の増加を招く。

【非特許文献1】（ITU－T勧告OTNに関する先行技術）ITU-T G.709/Y.1331 Interfaces for the Optical Transport Network (OTN)

【非特許文献2】（ITU－T G.7041勧告GFP（Generic Framing Procedure）に関する先行技術）ITU-T G.7041/Y.1303 Generic framing procedure (GFP)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の課題は、複数種類の低速信号を高速信号の同一フレームに混載状態で收容して伝送する光信号伝送技術を提供することにある。

【0014】

本発明の他の課題は、OC-192、OC-192c、STM-64信号などのビットレートが9.95GbpsのSONET/SDH信号及びビットレートが9.95Gbpsの10GbE-WANPHY信号と、ビットレートが10.3Gbpsの10GbE-LANPHY信号とを40Gbps系の伝送速度を持つ光ネットワークの1波長に（1本の波長パスに）トランスペアレントにマッピングして混載することを可能にする光伝送技術を提供することにある。

【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、本発明の一つの特徴は、SONET/SDH信号や10GbE-WANPHY信号に対して特殊なフレーミング処理及び符号化を施し、SONET/SDH信号や10GbE-WANPHY信号のビットレートを10GbE-LANPHY信号相当のビットレートに調整後に、両方の信号を混載してWDM信号の1波長にトランスペアレントにマッピングして伝送する。

10

【0016】

本発明の第1の光トランスポンダは、互いに伝送速度の異なる複数種類の第1クライアント信号及び第2クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第1クライアント信号をITU-T勧告のGFPフレームにマッピングする手段と；

前記GFP（Generic Framing Procedure）フレームにマッピングされた前記第1クライアント信号に64B/66B符号化を施す手段と；

20

前記第2クライアント信号と前記64B/66B符号化を施された前記第1クライアント信号とをITU-T勧告のOTN（Optical Transport Network）準拠のフレームに多重化する手段とを備え；

前記第1クライアント信号及び前記第2クライアント信号を1波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する。

【0017】

本発明の第2の光トランスポンダは、互いに伝送速度の異なる複数種類の第1クライアント信号及び第2クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第1クライアント信号をITU-T勧告のGFPフレームにマッピングする手段と；

前記第2クライアント信号と前記GFPフレームにマッピングされた前記第1クライアント信号とをITU-T勧告のOTN準拠のフレームに多重化する手段とを備え；

30

前記第1クライアント信号及び前記第2クライアント信号を1波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する。

【0018】

本発明の第1の光信号伝送方法は、互いに伝送速度の異なる複数種類の第1クライアント信号及び第2クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第1クライアント信号をITU-T勧告のGFPフレームにマッピングするステップと；

前記GFPフレームにマッピングされた前記第1クライアント信号に64B/66B符号化を施すステップと；

前記第2クライアント信号と前記64B/66B符号化を施された前記第1クライアント信号とをITU-T勧告のOTN準拠のフレームに多重化するステップとを備え；

40

前記第1クライアント信号及び前記第2クライアント信号を1波長の光信号として同一フレームに混載状態で収容して伝送する。

【0019】

本発明の第2の光信号伝送方法は、互いに伝送速度の異なる複数種類の第1クライアント信号及び第2クライアント信号の内、伝送速度がより低速な前記第1クライアント信号をITU-T勧告のGFPフレームにマッピングするステップと；

前記第2クライアント信号と前記GFPフレームにマッピングされた前記第1クライアント信号とをITU-T勧告のOTN準拠のフレームに多重化するステップとを備え；

前記第1クライアント信号及び前記第2クライアント信号を1波長の光信号として同一

50

フレームに混載状態で収容して伝送する。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、10Gbps系SONET/SDH信号または10GbE-WANPHY信号と10GbE-LANPHY信号とが1波長に混載可能であるので、波長リソースの削減を図ることができ、波長の有効活用によりWDM光ネットワークの運用効率が向上する。また、所要となる装置数を減少することができる。

【0021】

本発明の他の課題、特徴及び利点は、図面及び特許請求の範囲とともに取り上げられる際に、以下に記載される明細書（実施の形態）を読むことにより明らかになるであろう。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、添付図面を参照して、本発明についてさらに詳細に説明する。図面には本発明の好ましい実施形態が示されている。しかし、本発明は、多くの異なる形態で実施されることが可能であり、本明細書に記載される実施形態に限定されると解釈されてはならない。むしろ、これらの実施形態は、本明細書の開示が徹底的かつ完全となり、当業者に本発明の範囲を十分に伝えるように提供される。

【0023】

〔光ネットワークシステム構成〕

本発明の一実施の形態におけるシステム構成を示す図3を参照すると、光ネットワークシステム（この一実施の形態においては、フォトリックネットワークシステムと記載する）SYSは、複数の光分岐・挿入（OADM:Optical Add/Drop Multiplexing）装置10と、これらのOADM装置10間をリング型に接続する光ファイバ伝送路30と、対応のOADM装置10に接続されたクライアント装置20としてのレイヤ2スイッチ装置21及びSONET/SDH装置22とから構成されている。各OADMノードNDは、OADM装置10、レイヤ2スイッチ装置21、及びSONET/SDH装置22から構成される。

20

【0024】

このフォトリックネットワークシステムSYSにおいては、光ファイバ伝送路30を有するフォトリックネットワークNW上で少なくとも1波以上の複数の異なる波長を持つ光信号を波長分割多重したWDM信号が伝送される。

30

【0025】

図3では、ネットワークトポロジ（網形態）がリング型となるフォトリックネットワークNWの場合を示している。ネットワークトポロジとしては、この他に、point-to-point、リニア、メッシュ構成などが適用可能である。

【0026】

ここで、クライアント信号としては、SONET信号（ANSI T1.105勧告：Synchronous Optical Network Basic Description Including Multiplex Structures, Rates, and Formats）、SDH信号（ITU-T勧告G.803:Architecture of Transport Networks Based on the Synchronous Digital Hierarchy）、Ethernet（登録商標）信号（IEEE802.3）などが適用される。

40

【0027】

各OADMノードNDにおけるOADM装置10は、クライアント装置20としてのレイヤ2スイッチ装置21及びSONET/SDH装置22からのクライアント信号を出入力し、1波長の光信号として送受信し、かつ1波長の光信号をWDM信号へ分岐・挿入（多重・分離）する機能を有する。

【0028】

各OADM装置10は、光トランスポンダ11、光分波器12、光スイッチ13、光合

50

波器 14、光増幅器 15、及び光増幅器 16 から構成される。ここに示した OADM 装置 10 の構成は、一例であり、他の構成であっても同様の機能を提供可能である。

【0029】

光ファイバ伝送路 30 を伝送してきた WDM 信号は、伝送路（入力側伝送路）30 に接続された OADM 装置 10 へ入力される。WDM 信号は、最初に光増幅器 15 へ入力され、WDM 信号のまま光パワーが増幅される。光増幅器 15 から出力された WDM 信号は、光分波器 12 へ入力され、WDM 信号から各波長の光信号へ分波される。

【0030】

分波された各波長の光信号は、光スイッチ 13 へ入力され、そこで方路が切替られ、光トランスポンダ 11 への接続あるいは光合波器 14 への接続が選択される。光トランスポンダ 11 へ入力された光信号は、光トランスポンダ 11 によりクライアント装置 20 に合った信号インタフェースへ変換された後に、レイヤ 2 スイッチ装置 21 または S O N E T / S D H 装置 22 のクライアント装置 20 へ入力されて受信される。

10

【0031】

一方、S O N E T / S D H 装置 22 またはレイヤ 2 スイッチ装置 21 から出力されたクライアント信号は、光トランスポンダ 11 へ入力され、光トランスポンダ 11 によりフォトニックネットワーク NW に合った信号インタフェース、すなわち各波長の光信号へ変換された後に、光スイッチ 13 へ入力される。ここで、フォトニックネットワーク NW 向けの信号インタフェースとしては、I T U - T G . 7 0 9 勧告の O T N、I T U - T G . 8 0 3 勧告の S D H、A N S I (American National Standards Institute) 勧告の S O N E T などが適用可能である。

20

【0032】

光スイッチ 13 から出力された光分波器 12 からの光信号及び光トランスポンダ 11 からの光信号は、光合波器 14 へ入力され、各波長の光信号が合波されて WDM 信号となって出力される。光合波器 14 から出力された WDM 信号は、光増幅器 16 へ入力され、そこで光パワーが増幅された後に、OADM 装置 10 に接続された伝送路（出力側伝送路）30 へ入力されて、フォトニックネットワーク NW 上を伝送される。

【0033】

[光トランスポンダの構成例]

図 4 A 及び図 4 B は光トランスポンダの構成例を示す。

30

【0034】

図 4 A に示す光トランスポンダ 11 A は、1 : 1 トランスポンダであり、1 つのクライアント信号を 1 波長の光信号として入出力する機能を有する。この光トランスポンダ 11 A は、WDM ネットワーク（フォトニックネットワーク）側の光信号送受信部 18 A と、クライアント装置側の光信号送受信部 19 A と、ネットワーク側フレーム処理部 171 A 及びクライアント信号処理部 172 A を有する信号フレーム処理部（フレーム）17 A とから構成される。

【0035】

WDM ネットワーク側光信号送受信部 18 A 及びクライアント装置側光信号送受信部 19 A は、信号フレーム処理部 17 A の電気信号を光信号へ変換して送信する機能及び受信した光信号を電気信号へ変換して信号フレーム処理部 17 A へ送出する機能を有する。

40

【0036】

ネットワーク側フレーム処理部 171 A は、クライアント信号をネットワーク側の信号フレームフォーマットに対応したフレームへ変換するとともに、その逆の処理を行う機能を有する。ネットワーク側の信号フレームフォーマットとしては、I T U - T 勧告の S D H 及び O T N、また A N S I 勧告の S O N E T が適用可能である。また、クライアント信号処理部 172 A はクライアント信号のモニタ等を行う機能を有する。

【0037】

図 4 B に示す光トランスポンダ 11 は、N : 1 トランスポンダであり、複数（N 個）のクライアント信号を収容して 1 波長の光信号として入出力する機能を有し、マックスポン

50

ダ (Muxponder) とも称される。ここで、Nは収容するクライアント信号本数である。

【0038】

図4Aに示す光トランスポンダ11Aとの差は、クライアント装置側の光信号送受信部19及びクライアント信号処理部172をそれぞれN個ずつ持つこと、更に、ネットワーク側フレーム処理部171においてN本のクライアント信号の多重・分離機能を有することである。この多重・分離機能としては、例えばITU-T G. 709勧告OTNのODUk (Optical Data Unit k) 多重機能を適用することが可能である。

【0039】

図4Bに示すN:1トランスポンダ11は、図3に示すフォトニックネットワークシステムSYSを構成する各OADM装置10における光トランスポンダ11に適用される。

【0040】

[第1の解決手法]

次に、図3に示す本発明の一実施の形態のフォトニックネットワークシステムSYSにおいて、OC-192, OC-192c, STM-64信号などのビットレートが9.95 GbpsのSONET/SDH信号と、ビットレートが10.3 Gbpsの10GbE-LANPHY信号とを40 Gbps系の伝送速度を持つフォトニックネットワークNWの1波長に(1本の波長パスに)トランスペアレントにマッピングして混載することを可能にする第1の解決手法(第1の収容方法)について、図3、図5A、図5B及び図6を併せ参照して説明する。

【0041】

第1の解決手法においては、9.95 GbpsのSONET OC-192/OC-192c信号またはSDH STM-64信号のフレームの17280列×9行(byte)の1行毎(17280 byte)をGFP (Generic Framing Procedure) マッピングし、64B/66B符号化を行った後に、239/236のスタッフ処理を施した後にODU2'へマッピングしてITU-T G. 709勧告のOTU3'フレームへトランスペアレントにマッピングする(図5A、図6参照)。

【0042】

図5A及び図5Bは第1の解決手法の具体例を示す。図5Aはその多重化方式を示し、図5Bは図5Aに示す多重化方式を実現するための光トランスポンダ11のブロック構成を示している。

【0043】

ここでは、クライアント信号として、伝送速度が約9.95 GbpsであるSONET OC-192/OC-192c信号やSDH STM-64信号と、伝送速度が約10.3 Gbpsである10GBASE-R (10GbE-LANPHY) 信号とを混在させて多重化し、フォトニックネットワークNW側のインタフェース及びフレームへ収容する場合を一例に採って説明する。

【0044】

一層具体的には、2つの異なる伝送速度を持つクライアント信号として、伝送速度が9.953280 GbpsのSONET OC-192c信号と、伝送速度が10.312500 Gbpsである10GBASE-R (10GbE-LANPHY) 信号とし、フォトニックネットワークNW側のインタフェース及びフレームとして、ITU-T勧告のOTNのOTU3相当の信号を想定する。2つの異なる伝送速度を持つクライアント信号を混在させるために、低速な伝送速度を持つSONET OC-192c信号に対して特別なフレーム処理を施すことにより、SONET OC-192c信号の伝送速度を10GBASE-Rの信号速度に合わせた後に、OTNのOTU3相当のフレームフォーマットへ多重化する。

【0045】

入力されたSONET OC-192c信号を、まず、ITU-T G. 7041勧告であるGFPフレームへマッピングする。このとき、GFPフレームのclient p

10

20

30

40

50

payload information fieldのサイズを17280byteとする。このサイズはSONET OC-192c信号のフレームサイズ17280 (byte) 列×9 (byte) 行の1行分に相当する。SONET OC-192c信号フレームの1行毎にGFPフレームへマッピングすることになる (図5A, 図6参照)。

【0046】

その後、GFPフレームへマッピングされたSONET OC-192c信号を64B/66B符号化する。ここで、64B/66B符号化は10GBASE-RのPCS (Physical Coding Sublayer) で規定しているものと同等の処理とする。そして、64B/66B符号化された信号を図5Bに示すFraming process部171 (図4B中のネットワーク側フレーム処理部171に対応) へ入力する。入力された信号はOTNのOPU2相当 (図5A中のOPU2') のフレームへのマッピングを経てODU2相当 (ODU2') のフレームへマッピングされる。

10

【0047】

この時、fixed stuffはODU2' フレームのpayload部分に対して (16byte+16byte) ×4行分の挿入とする。これはODU3のfixed stuff挿入である「239/236」相当のfixed stuff処理とする。ODU2' フレームはODTU23相当のODTU23' フレーム、ODTUG3相当のODTUG3'、ODU3相当のODU3'、OTU3相当のOTU3' フレームへ収容される。

【0048】

20

SONET OC-192c信号をこのように収容したODU2' フレームの伝送速度は、(OC-192c信号伝送速度) × (GFPマッピング) × (64B/66B符号化) × (ODU2' fixed stuff)

$$= 9.953280000 \text{ Gbps} \times (17288/17280) \times (66/64)$$

$$\times (239/236)$$

$$= 10.399611051 \text{ Gbps} \text{ となる。}$$

【0049】

これに対して、10GBASE-R信号をODU2' フレームへ収容する時は、OPU2' 及びODU2' フレームへの収容前に特別な符号化を施さず、更にODU2' フレームのfixed stuff処理はOTNのODU2相当のfixed stuff処理である「239/237」相当の処理、つまりODU2フレームのpayload部分に対して16byte×4行分の挿入となる。したがって、10GBASE-R信号を収容したODU2' フレームの伝送速度は、(10GBASE-R信号伝送速度) × (ODU2' fixed stuff)

30

$$= 10.312500000 \text{ Gbps} \times (239/237)$$

$$= 10.399525316 \text{ Gbps} \text{ となる。}$$

【0050】

10GBASE-R信号を収容したODU2' フレームの伝送速度と、OC-192c信号を収容したODU2' フレームの伝送速度との差は85,734bpsとなり、この周波数差はOTNの周波数調整機能であるJustification Control機能で補償可能である。したがって、OC-192c信号を収容したODU2' フレームと、10GBASE-R信号を収容したODU2' フレームとをOTU3' フレームへ混在して多重化することが可能となる。

40

【0051】

なお、この時のOTU3' フレームの伝送速度は、4 × (10GBASE-R信号伝送速度) × (ODU3 fixed stuff処理) × (OTU3 FEC符号化処理)

$$= 4 \times 10.312500000 \text{ Gbps} \times (239/236) \times (255/239)$$

)

$$= 44.570974576 \text{ Gbps} \text{ となる。}$$

50

【0052】

ここで、「OTNのOTU3相当のフレームOTU3'」等と表記するのは、ITU-T勧告に記載のOTUk、ODUk、OPUkフレームの伝送速度に対して、OTUk'、ODUk'、OPUk'フレームの伝送速度が異なるためである。一例として、OTU3フレームと比較すると、ITU-T G. 709勧告のOTU3フレームの伝送速度は43.018413559 Gbpsとなり、OTU3'フレームの伝送速度は44.570974576 Gbpsとなる。なお、伝送速度は異なるが、フレーム構成（フォーマット）はITU-T G. 709勧告に準拠している。

【0053】

図5Bに示す光トランスポンダ（N：1トランスポンダ）11において、10G optical module部（光トランシーバモジュール部）19は、レイヤ2スイッチ装置21及びSONET/SDH装置22などのクライアント装置20からの伝送速度約10 Gbpsの光信号（SONET OC-192c信号の場合は約9.95 Gbps、10GbE-LANPHYの場合は約10.3 Gbps）を受信後に、その光信号を電気信号へ変換し、信号フレーム処理部17へ出力する光-電気変換機能（O/E）、及び信号フレーム処理部17から出力された電気信号を受信した後、その電気信号を光信号へ変換してクライアント装置20へ出力する電気-光変換機能（E/O）を提供する。この10G optical module部19は、図4B中のクライアント装置側の光信号送受信部19に対応する。

【0054】

client monitor部（クライアントモニタ部）1721は、10G optical module部19より出力される信号の種別を識別する機能を提供する。例えば、10G optical module部19からの信号がSONET OC-192c信号か10GbE-LANPHY信号かを識別する。

【0055】

SEL部（選択部）1722は、1入力2出力の信号切換え機能を提供する。SEL部1722は、10G optical module部19からの入力信号種別を識別する機能を有するclient monitor部1721からの制御信号に応じて信号の出力先を切換える。例えば、入力信号がSONET OC-192c信号の場合はGFP mapper/demapper部1723へ信号を接続し、入力信号が10GbE-LANPHY信号の場合は64B/66B coding/decoding部1724の後段に位置した信号結合部1725を経てFraming process部171（図4B中のネットワーク側フレーム処理部171に対応）へ信号を接続する。なお、SEL部（選択部）1726は、信号結合部1727とともに、client monitor部1721からの制御信号に応じて同様に機能する。これは、ここでクライアント信号として想定しているSONET OC-192c信号や10GBASE-R（10GbE-LANPHY）信号は双方向の信号であるので、10G optical module部19より出力される信号種別を識別するのみで、10G optical module部19の出力に接続されたSEL部1722及びFraming process部171の出力に接続されたSEL部1726の両方のSEL部の制御が可能となる。

【0056】

上記client monitor部1721、SEL部1722、1726、GFP mapper/demapper部1723、64B/66B coding/decoding部1724、及び信号結合部1725、1727は、図4B中の各クライアント信号処理部172に含まれ、ネットワーク側フレーム処理部171に対応するFraming process部171とともに、信号フレーム処理部17を構成する。

【0057】

40G optical module部（光トランシーバモジュール部）18は、フォトニックネットワーク（WDMネットワーク）NW側からの伝送速度約40 Gbpsの光信号を受信した後に、その光信号を電気信号へ変換して信号フレーム処理部17へ出

力する光－電気変換機能（O/E）、及び信号フレーム処理部17から出力された電気信号を受信した後、その電気信号を光信号へ変換してWDMネットワークへ出力する電気－光変換機能（E/O）を提供する。この40G optical module部18は、図4B中のWDMネットワーク側の光信号送受信部18に対応する。

【0058】

上述した光トランスポンダ（N：1トランスポンダ）11においては、ITU-T G.709勧告のOTNのフレーミング技術、ITU-T G.7041勧告のGFPの技術、及びIEEE802.3勧告の10GbEのPCSで用いられている64B/66B符号化の技術など、既存の技術を最適に組み合わせて採用している。そのため、既存のASIC（Application Specific Integrated Circuit）などを適用して容易に実現可能である。下記にASICの一例を示す。

10

【0059】

Framing process部171には、既存のOTU3対応OTN framer LSIが適用可能であり、NEL製などがある。

URL：<https://www.nel.co.jp/new/information/interop2006.html>

GFP mapper/demapper部1723には、既存のGFP用LSIが適用可能であり、ALTERA製のEP1C12F256C6などがある。

URL：<http://www.altera.co.jp/products/ip/communications/packet/m-int-gfpt.html>

64B/66B coding/decoding部1724には、既存の10GbE用LSIが適用可能であり、Broadcom製のBCM8704などがある。

20

URL：<http://ja.broadcom.com/products/Enterprise-Small-Office/10-Gigabit-Ethernet-Transceivers/BCM8704>

〔第2の解決手法〕

次に、図3に示す本発明の一実施の形態のフォトニックネットワークシステムSYSにおいて、OC-192、OC-192c、STM-64信号などのビットレートが9.95GbpsのSONET/SDH信号と、ビットレートが10.3Gbpsの10GbE-LANPHY信号とを40Gbps系の伝送速度を持つフォトニックネットワークNWの1波長に（1本の波長パスに）トランスペアレントにマッピングして混載することを可能にする第2の解決手法（第2の収容方法）について、図3、図7A、図7B及び図8を併せ参照して説明する。

30

【0060】

第2の解決手法においては、9.95GbpsのSONET OC-192/OC-192c信号またはSDH STM-64信号フレームをclient payloadのバイト数を222byteと固定したGFPフレームへマッピングした後に、239/237のODU2'へ収容し、ITU-T G.709勧告のODTU23'、ODTUG3'、ODU3'、及びOTU3'フレームへ順次多重する（図7A、図8参照）。

【0061】

図7A及び図7Bは第2の解決手法の具体例を示す。図7Aはその多重化方式を示し、図7Bは図7Aに示す多重化方式を実現するための光トランスポンダ11のブロック構成を示している。

40

【0062】

ここでは、上述した第1の解決手法における説明と同様に、2つの異なる伝送速度を持つクライアント信号として、伝送速度が9.953280GbpsのSONET OC-192c信号と、伝送速度が10.312500Gbpsである10GBASE-R（10GbE-LANPHY）信号とを例に採って説明する。

【0063】

入力されたSONET OC-192c信号をITU-T G.7041勧告であるGFPフレームへマッピングする。このとき、GFPフレームのclient payload information fieldのサイズを222byteとする（図8参照

50

）。

【0064】

その後、GFPフレームへマッピングされたSONET OC-192c信号を図7Bに示すFraming process部171（図4B中のネットワーク側フレーム処理部171に対応）へ入力する。ここで、入力された信号はOTNのOPU2相当（図7A中のOPU2'）のフレームへのマッピングを経て、ODU2相当（図7A中のODU2'）のフレームへマッピングされる。

【0065】

この時、fixed stuffはODU2'フレームのpayload部分に対して16byte×4行分の挿入とする、「239/237」のfixed stuff処理とする。ODU2'フレームはODTU23相当のODTU23'フレーム、ODTUG3相当のODTUG3'、ODU3相当のODU3'、及びOTU3相当のOTU3'フレームへ順次収容される。

10

【0066】

SONET OC-192c信号をこのように収容したODU2'フレームの伝送速度は、(OC-192c伝送速度)×(GFPマッピング)×(ODU2' fixed stuff)

$$= 9.953280000 \text{ Gbps} \times (230/222) \times (239/237)$$

$$= 10.398977489 \text{ Gbps} \text{ となる。}$$

【0067】

20

これに対して、10GBASE-R信号をODU2'フレームへ収容する時は、OPU2'及びODU2'フレームへの収容前に特別な符号化を施さず、更にODU2'フレームのfixed stuff処理はOTNのODU2相当のfixed stuff処理である「239/237」相当の処理、つまりODU2フレームのpayload部分に対して16byte×4行分の挿入となる。したがって、10GBASE-R信号を収容したODU2'フレームの伝送速度は、(10GBASE-R信号伝送速度)×(ODU2' fixed stuff)

$$= 10.312500000 \text{ Gbps} \times (239/237)$$

$$= 10.399525316 \text{ Gbps}$$

となる。

30

【0068】

10GBASE-R信号を収容したODU2'フレームの伝送速度と、OC-192c信号を収容したODU2'フレームの伝送速度との差は-547,828bpsとなり、この周波数差はOTNの周波数調整機能であるJustification Control機能で補償可能である。したがって、OC-192c信号を収容したODU2'フレームと、10GBASE-R信号を収容したODU2'フレームとをOTU3'フレームへ混在して多重化することが可能となる。

【0069】

図7Bに示す光トランスポンダ(N:1トランスポンダ)11は、図5Bに示す光トランスポンダ11に比較して、64B/66B coding/decoding部172

40

4を有しないことで構成要素において相異なるだけである。

【0070】

〔一実施の形態の効果〕

上述した一実施の形態によれば、ビットレートがそれぞれ10Gbps系列である、10GbE-LANPHY信号と、SONET OC-192/OC-192c信号またはSDH STM-64信号との両方を混載して1本の40Gbpsの波長パス(ITU-T G.709 OTU3相当フレーム)へマッピングすることが可能である。

【0071】

したがって、10GbE-LANPHY信号とSONET/SDH信号とをITU-T G.709 OTNベースのWDMネットワークでシームレスに扱うことが可能となる

50

。さらに、10Gbps系列信号のOTU3相当フレームへの多重化時の帯域占有効率の向上や波長リソースの有効活用に繋がり、WDMネットワークの運用効率が向上する。

【0072】

[変形例]

上述した一実施の形態における処理はコンピュータで実行可能なプログラムとして提供され、CD-ROMやフレキシブルディスクなどの記録媒体、さらには通信回線を経て提供可能である。また、上述した一実施の形態における各処理はその任意の複数または全てを選択し組合せて実施することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】従来の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図。

【図2A】10Gbps系SONET/SDH信号のトランスペアレントマッピングの收容方法を示す図。

【図2B】10GbE-LANPHY信号のトランスペアレントマッピングの收容方法を示す図。

【図3】本発明の一実施の形態の光ネットワークシステムの構成を示すブロック図。

【図4A】光トランスポンダ（1：1トランスポンダ）の構成例を示すブロック図。

【図4B】図3に示す光ネットワークシステムに適用する光トランスポンダ（N：1トランスポンダ）の構成例を示すブロック図。

【図5A】第1の解決手法（第1の收容方法）における多重化方式を説明するための図。

【図5B】第1の解決手法に適用する光トランスポンダを説明するためのブロック図。

【図6】第1の解決手法における多重化方式を説明するための図。

【図7A】第2の解決手法（第2の收容方法）における多重化方式を説明するための図。

【図7B】第2の解決手法に適用する光トランスポンダを説明するためのブロック図。

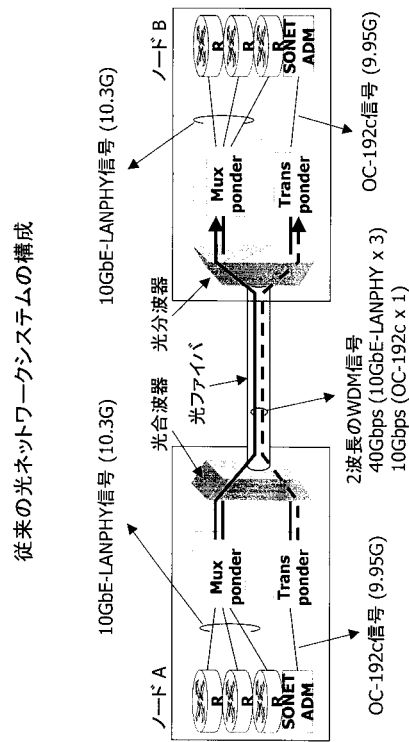
【図8】第2の解決手法における多重化方式を説明するための図。

【符号の説明】

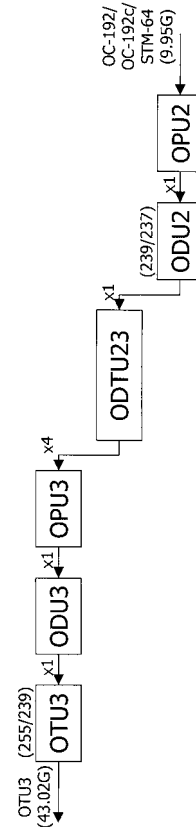
【0074】

SY S	光ネットワークシステム	
NW	フォトリックネットワーク（WDMネットワーク）	
ND	OADMノード	30
10	光分岐・挿入装置（OADM装置）	
11	光トランスポンダ	
20	クライアント装置	
21	レイヤ2スイッチ装置	
22	SONET/SDH装置	
30	光ファイバ伝送路	
17	信号フレーム処理部	
18	WDMネットワーク側の光信号送受信部（40G optical module部）	
19	クライアント装置側の光信号送受信部（10G optical module部）	40
171	ネットワーク側フレーム処理部（Framing process部）	
172	クライアント信号処理部	
1723	GFP mapper/demapper部	
1724	64B/66B coding/decoding部	

【図 1】



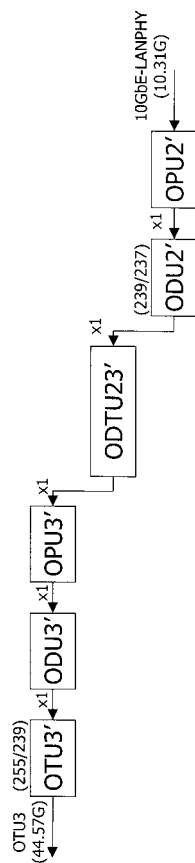
【図 2 A】



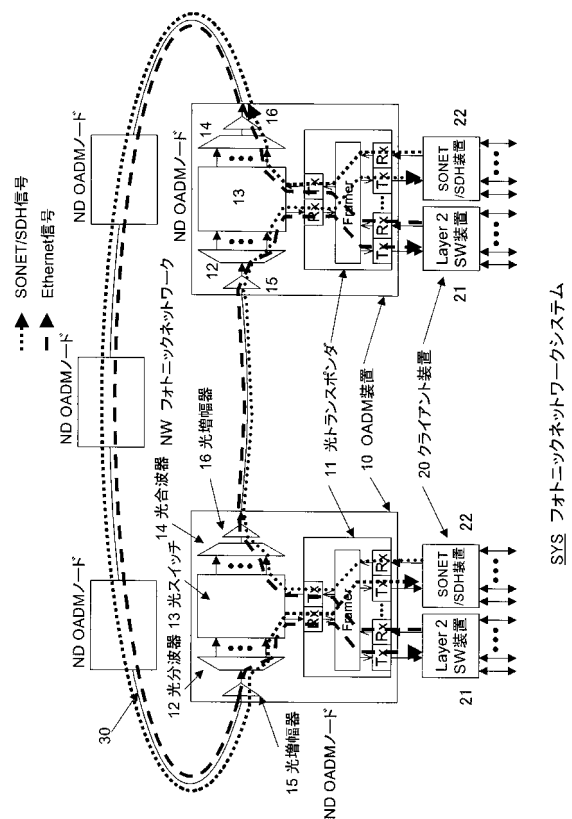
OC-192/OC-192c/STM-64信号のトランスペアレントマッピングの收容方法

【図 2 B】

10GbE-LANPHY信号のトランスペアレントマッピングの收容方法

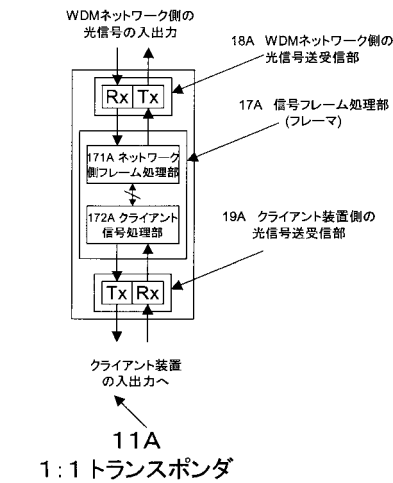


【図 3】



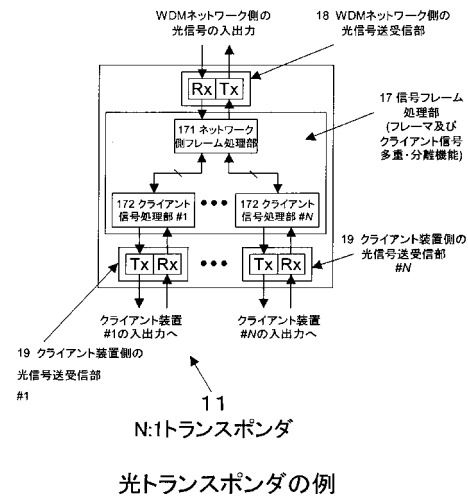
SYS フォトニックネットワークシステム

【図 4 A】



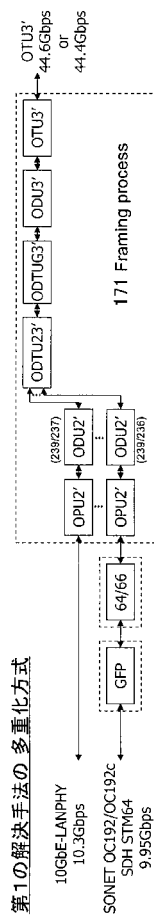
光トランスポンダの例

【図 4 B】



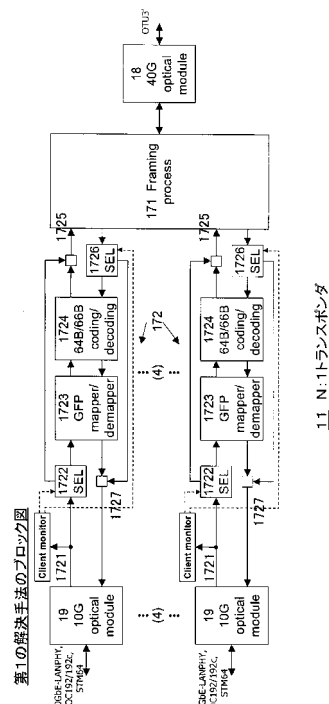
光トランスポンダの例

【図 5 A】



第1の解決手法の多重化方式

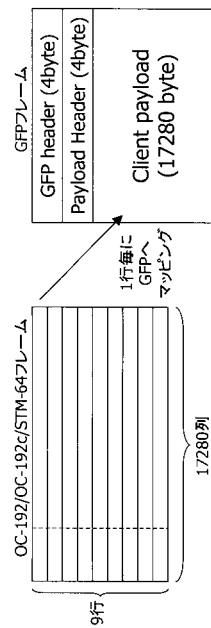
【図 5 B】



第1の解決手法のブロック図

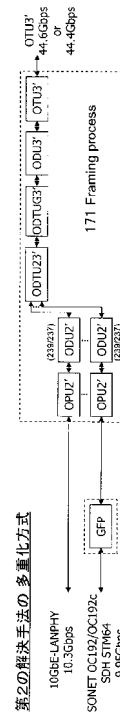
1:1 N:1 トランスポンダ

【図 6】

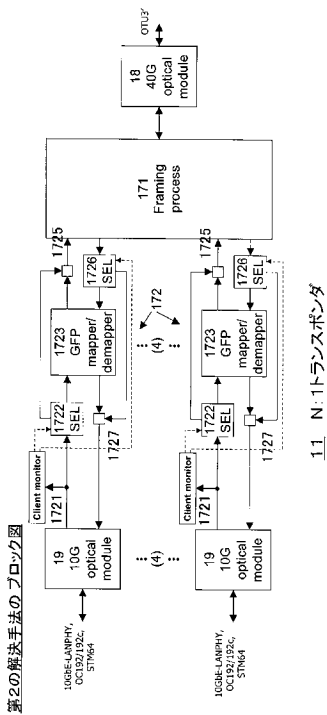


GFPフレームへのマッピング

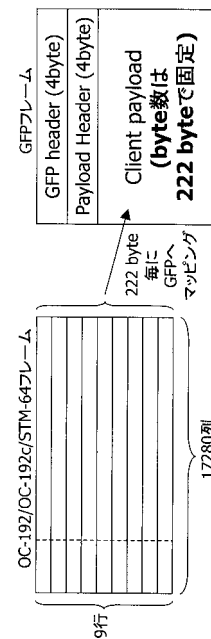
【図 7 A】



【図 7 B】



【図 8】



GFPフレームへのマッピング

フロントページの続き

審査官 阿部 弘

- (56)参考文献 特開2005-328264 (JP, A)
特開2005-210545 (JP, A)
特開2005-006036 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04J 3/00
H04J 14/08
H04L 12/24