

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5776330号
(P5776330)

(45) 発行日 平成27年9月9日 (2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日 (2015.7.17)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 J 14/00 (2006.01)

HO 4 B 9/00 E

HO 4 J 14/02 (2006.01)

HO 4 B 9/00 2 7 O

HO 4 B 10/27 (2013.01)

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-117287 (P2011-117287)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成23年5月25日 (2011.5.25)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2012-248958 (P2012-248958A)		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24年12月13日 (2012.12.13)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成26年2月4日 (2014.2.4)		弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100146776
			弁理士 山口 昭則
		(72) 発明者	坂本 剛
			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
		(72) 発明者	後藤 了祐
			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】 波長再配置方法及びノード装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光波長多重伝送システムの波長再配置方法において、
第1光送信器で第1波長の光信号に変換される第1チャネルの電気信号を、前記第1光送信器への供給から、前記第1波長とは異なる第2波長の光信号に変換する第2光送信器への供給に切替え、
前記第2光送信器の出力する前記第2波長の光信号を送信し、
第2チャネルの電気信号に基づいて第3光送信器で出力する光信号の波長を前記第1波長及び前記第2波長と異なる第3波長から前記第1波長方向に徐々にずらし前記第1波長にして送信し、
前記第1光送信器が前記第3波長の光信号を出力するよう設定し、
前記第1チャネルの電気信号を前記第2光送信器への供給から前記第1光送信器への供給に電気信号スイッチングで切替え、
前記第1光送信器の出力する前記第3波長の光信号を送信することを特徴とする波長再配置方法。

【請求項 2】

光波長多重伝送システムの波長再配置方法において、
第1光送信器で第1波長の光信号に変換される第1チャネルの電気信号を、前記第1光送信器への供給から、前記第1波長とは異なる第2波長の光信号に変換する第2光送信器への供給に切替え、

前記第 2 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を送信し、
第 3 光送信器で第 3 波長の光信号に変換される第 2 チャンネルの電気信号を、前記第 3 光送信器への供給から、前記第 1 乃至第 3 波長のいずれとも異なる第 4 波長の光信号に変換する第 4 光送信器への供給に切替え、
前記第 4 光送信器の出力する前記第 4 波長の光信号を送信し、
前記第 1 光送信器が前記第 3 波長の光信号を出力し、かつ、前記第 3 光送信器が前記第 1 波長の光信号を出力するよう設定し、
前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 2 光送信器への供給から前記第 1 光送信器への供給に電気信号スイッチングで切替え、かつ、前記第 2 チャンネルの電気信号を前記第 4 光送信器への供給から前記第 3 光送信器への供給に電気信号スイッチングで切替え、
前記第 1 光送信器の出力する前記第 3 波長の光信号を送信し、前記第 3 光送信器の出力する前記第 1 波長の光信号を送信する
ことを特徴とする波長再配置方法。

10

【請求項 3】

光波長多重伝送システムの波長再配置方法において、
第 1 波長の光信号を受信して第 1 チャンネルの電気信号に変換する第 1 光受信器と、前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 1 波長とは異なる第 2 波長の光信号に変換する第 1 光送信器を用意し、
ネットワークから受信した前記第 1 波長の光信号を前記第 1 光受信器に供給するよう波長選択光スイッチングで切替え、
前記第 1 光受信器で変換した前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 1 光送信器に供給するよう電気信号スイッチングで切替え、
前記第 1 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を送信し、
前記ネットワークから前記第 1 チャンネルの電気信号を変換した前記第 2 波長の光信号を受信した後、前記第 1 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を前記ネットワークから受信した前記第 2 波長の光信号に波長選択光スイッチングで切替えて前記ネットワークに送信する
ことを特徴とする波長再配置方法。

20

【請求項 4】

光波長多重伝送システムのノード装置において、
第 1 チャンネルの電気信号を第 1 波長の光信号に変換する第 1 光送信器と、
前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 1 波長とは異なる第 2 波長の光信号に変換する第 2 光送信器と、
前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 1 光送信器への供給から前記第 2 光送信器への供給に切替える電気信号スイッチング部と、
前記第 2 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を送信する送信部と、
第 2 チャンネルの電気信号を所定波長の光信号に変換して出力する波長可変素子の第 3 光送信器と、
を有し、

30

前記第 3 光送信器の出力する光信号を第 3 波長から前記第 1 波長方向に徐々にずらし前記第 1 波長にし、
前記第 1 光送信器は、波長可変素子であり、前記第 1 光送信器が前記第 3 波長の光信号を出力するよう設定し、
前記電気信号スイッチング部は、前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 2 光送信器への供給から前記第 1 光送信器への供給に切替え、
前記送信部は、前記第 1 光送信器の出力する前記第 3 波長の光信号を送信する
ことを特徴とするノード装置。

40

【請求項 5】

光波長多重伝送システムのノード装置において、
第 1 波長の光信号を受信して第 1 チャンネルの電気信号に変換する第 1 光受信器と、

50

前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 1 波長とは異なる第 2 波長の光信号に変換する第 1 光送信器と、

ネットワークから受信した前記第 1 波長の光信号を前記第 1 光受信器への供給に切替える波長選択光スイッチング部と、

前記第 1 光受信器で変換した前記第 1 チャンネルの電気信号を前記第 1 光送信器への供給に切替える電気信号スイッチング部と、

前記第 1 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を送信する送信部とを有し、

前記波長選択光スイッチング部は、前記ネットワークから前記第 1 チャンネルの電気信号を変換した前記第 2 波長の光信号を受信した後、前記第 1 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を前記ネットワークから受信した前記第 2 波長の光信号に切替えて前記ネットワークに送信する

ことを特徴とするノード装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光波長多重伝送システムの波長再配置方法及びノード装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光波長多重伝送システムにおいて、多重化される光信号のビットレート的高速化が進んでおり、更にその変調方式についても多様化されつつある。このようなビットレート的高速化に対応し、更により柔軟なネットワークシステムを構築するために、波長の透過帯域幅を可変できる L C O S (L i q u i d C r y s t a l O n S i l i c o n) 等のデバイスを使用し、光信号のビットレートに応じて合分波デバイスの透過帯域幅を可変することにより、より柔軟で光信号のビットレートや変調方式に最適化されたネットワークシステムが提案されている。

【0003】

ところで、W D M (W a v e l e n g t h D i v i s i o n M u l t i p l e x e r) 伝送において、波長グリッド上に連続して配置する波長数を 4 波混合光発生量の波長依存性に応じ波長帯によって異なる値に設定し、連続配置した各波長グループ間には、少なくとも 1 つの波長グリッドに信号光を配置しないガードバンドを設ける技術が知られている (例えば特許文献 1 参照) 。

【0004】

また、光ファイバの零分散波長近傍の波長を利用した W D M 伝送において、零分散波長 0 を含む所定巾の 4 波混合軽減用ガードバンドを設定し、多重化すべき複数チャンネルの信号光を該ガードバンド外に配置する技術が知られている (例えば特許文献 2 参照) 。

【0005】

また、光 W D M 信号の波長を選択してスイッチングする光スイッチで、回折格子型光導波路部、 2×2 単位の光スイッチ処理部を持ち、任意の波長間の相互切れ換え処理を行う技術が知られている (例えば特許文献 3 参照) 。

【0006】

また、光クロスコネクタ装置に係り、入力的光 W D M 信号を N 個の方路に出力する第 1 の W S S、出力側に N 方路からの波長多重信号を収容し、第 1 の W S S (W a v e l e n g t h S e l e c t e d S w i t c h) からの波長に基づいて選択出力する第 2 の W S S、第 2 の W S S の波長多重信号を所定の波長に変換する波長変換手段、波長変換手段から入力された W 本の波長を合波して出力する A W G を設けた光クロスコネクタを方路単位に複数設ける技術が知られている (例えば特許文献 4 参照) 。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2004 - 179836 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平7-107069号公報

【特許文献3】国際公開第2004/102266号パンフレット

【特許文献4】特開2009-33543号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

同じ伝送路内に複数の変調方式やビットレートが異なる光信号が混在する場合、近傍の波長にXPM(Cross Phase Modulation)等の伝送劣化を引き起こすことがある。この伝送劣化は光信号の伝送距離等に多大な影響を与え、ネットワーク全体のコスト増加やネットワーク構築に制限を与える等の悪影響を及ぼす。

10

【0009】

ビットレート10Gbps, 40Gbps, 100Gbpsの光信号が、図1に示すように波長配置されたWDMシステムでは、ビットレートの大きい40Gbps, 100Gbpsの光信号が隣接するビットレートの小さい10Gbpsの光信号からXPMを受け、伝送劣化を引き起こしやすい。

【0010】

更に、波長の透過帯域幅を可変できるLCOS等のデバイスを使用したグリッドレス(Gridless)のネットワークにおいては、ビットレートによって占有する波長帯域が異なるため、各波長間の間隔はもはや等間隔ではなく、光信号のビットレートや変調方式に依存した、均一ではない波長配置になることが予想される。このようなグリッドレスネットワークにおいて、伝送パスの再構築や、光送受信器の入替えによるビットレートの変更を継続的に行った場合、図2に破線の楕円で示すように、波長配置に隙間ができるおそれがある。

20

【0011】

また、図3に示す光波長多重伝送システムにおいて、ノードN1でアッドし、ノードN2, N3を通してノードN4でドロップするチャンネルを新規追加しようとした場合、光パスの途中であるノードN2, N3間及びノードN3, N4間で、新規追加チャンネルと既存チャンネルの一部光信号の帯域が重なるおそれがある。また、光信号の帯域が重ならず光パスが通ったとしても、XPMの影響による劣化を受けるおそれがある。

【0012】

このような新規追加チャンネルと既存チャンネルの一部光信号の帯域の重なりやXPMによる劣化を低減するためには、波長再配置を行うことが必要になる。波長再配置を行う際には波長入替えが必要になる場合があり、従来は波長入替え時に光信号の瞬断が発生し、この光信号の瞬断時間が長いという問題があった。

30

【0013】

開示の波長再配置方法は、波長再配置における光信号の瞬断時間を短縮化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

開示の一実施形態による波長再配置方法は、光波長多重伝送システムの波長再配置方法において、

40

第1光送信器で第1波長の光信号に変換される第1チャンネルの電気信号を、前記第1光送信器への供給から、前記第1波長とは異なる第2波長の光信号に変換する第2光送信器への供給に切替え、

前記第2光送信器の出力する前記第2波長の光信号を送信し、

第2チャンネルの電気信号に基づいて第3光送信器で出力する光信号の波長を前記第1波長及び前記第2波長と異なる第3波長から前記第1波長方向に徐々にずらし前記第1波長にして送信し、

前記第1光送信器が前記第3波長の光信号を出力するよう設定し、

前記第1チャンネルの電気信号を前記第2光送信器への供給から前記第1光送信器への供

50

給に電気信号スイッチングで切替え、

前記第 1 光送信器の出力する前記第 3 波長の光信号を送信する。

【発明の効果】

【0015】

本実施形態によれば、波長再配置における光信号の瞬断時間を短縮化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】WDM システムの波長配置を示す図である。

【図 2】WDM システムの波長配置を示す図である。

10

【図 3】光波長多重伝送システムの一例の構成図である。

【図 4】光波長多重伝送システムの一実施形態の構成図である。

【図 5】ノード装置の第 1 実施形態の構成図である。

【図 6】ガードバンドを示す図である。

【図 7】WDM システムの波長配置を示す図である。

【図 8】波長再配置処理の一実施形態のフローチャートである。

【図 9】WDM システムの波長配置を示す図である。

【図 10】波長再配置処理の一実施形態の変形例のフローチャートである。

【図 11】ノード装置の第 2 実施形態の構成図である。

【図 12】ノード装置の第 2 実施形態の変形例の構成図である。

20

【図 13】インサースピスでの信号波長変更を説明するための波長配置を示す図である。

【図 14】WDM システムの波長配置を示す図である。

【図 15】光波長多重伝送システムの構成図である。

【図 16】波長再配置処理の他の実施形態のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面に基づいて実施形態を説明する。

【0018】

< 光波長多重伝送システム >

図 4 は光波長多重伝送システムの一実施形態の構成図を示す。図 4 において、ノード N 1, N 2, N 3, N 5 それぞれの間は光ファイバで接続され、ノード N 3, N 4, N 6, N 5 それぞれの間は光ファイバで接続されてネットワークを構成している。ノード N 1 ~ N 6 それぞれは、光波長の変更や光パスの再構築が可能な R - OADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) で構成されている。各ノード N 1 ~ N 6 はネットワーク全体を監視制御する NMS (Network Management System) 1 と接続されている。なお、NMS 1 は全てのノード N 1 ~ N 6 と接続されている必要はなく、NMS 1 は一部のノード (例えば N 1) と接続されていれば、ノード N 1 からネットワークを介して他のノード N 2 ~ N 6 と接続することができる。

30

【0019】

< ノード装置の第 1 実施形態 >

図 5 はノード装置の第 1 実施形態の構成図を示す。このノード装置は R - OADM であり、ノード N 1 ~ N 6 として使用される。図 5 において、ポート # 1 から受信した WDM 信号は光送受信部 11 - 1 で受信され、ポート # 1 に対応する多重分離部 12 - 1 のスプリッタ 13 (SPL) でパワー分岐される。分岐された光信号はポート # 2 ~ # 8 それぞれに対応する送受信部の波長選択スイッチ (WSS: Wavelength Selected Switch) 14 に供給されると共に、受信用の波長選択スイッチ (WSS) 16, 17 に供給される。同様に、ポート # 8 から受信した WDM 信号は光送受信部 11 - 8 で増幅され、ポート # 8 に対応する多重分離部 12 - 8 のスプリッタ 13 でパワー分岐され、ポート # 1 ~ # 7 それぞれに対応する送受信部の波長選択スイッチ 14 に供給さ

40

50

れると共に、受信用の波長選択スイッチ 18, 19 に供給される。

【0020】

波長選択スイッチ 16 ~ 19 は各波長を選択して波長毎に出力方路をスイッチングし、ナローバンドの光送受信器 (NBO: Narrow Band Optics) 21a, 21b, 21c, 21d, 21e 等に供給する。光送受信器 21a ~ 21e は光受信器として用いられ、光信号を電気信号に変換してスイッチファブリック (Switch Fabric) 23 に供給する。

【0021】

スイッチファブリック 23 には光送受信器 (NBO) 21a ~ 21e, 22a ~ 22e 等と、光送受信器 (CLT: Client unit) 24a ~ 24e, 25a ~ 25d 等が接続されている。スイッチファブリック 23 は後述する管理部 (MC: Management Complex) 30 の制御に従って NBO 21a ~ 21e の出力信号を CLT 24a ~ 24d, NBO 22a ~ 22e のいずれかに供給する。

10

【0022】

光送受信器 (CLT) 24a ~ 24d, 25a ~ 25d 等はワイドバンドの光送受信器である。光送受信器 24a ~ 24d はスイッチファブリック 23 から供給される電気信号を光信号に変換してクライアントに送信する。また、光送受信器 25a ~ 25d はクライアントから受信したワイドバンドの光信号を電気信号に変換してスイッチファブリック 23 に供給する。スイッチファブリック 23 は光送受信器 (CLT) 25a ~ 25d 等からの電気信号を光送受信器 (NBO) 22a ~ 22e 等に供給する。

20

【0023】

光送受信器 (NBO) 22a ~ 22e は光送信器として用いられ、スイッチファブリック 23 からの電気信号を光信号に変換して送信用の波長選択スイッチ 31, 32, 33, 34 に供給する。波長選択スイッチ 31, 32 で波長多重された光信号は多重分離部 12 - 1 の波長選択スイッチ 14 に供給されて、ポート # 2 ~ # 8 からの光信号と波長多重される。その後、光送受信部 11 - 1 によりポート # 1 から送信される。波長選択スイッチ 33, 34 で波長多重された光信号は多重分離部 12 - 8 の波長選択スイッチ 14 に供給されて、ポート # 1 ~ # 7 からの光信号と波長多重される。その後、光送受信部 11 - 8 によりポート # 8 から送信される。

【0024】

ここで、波長選択スイッチ (WSS) 14, 16 ~ 19, 31 ~ 34、光送受信器 (NBO) 21a ~ 21e, 22a ~ 22e それぞれは全て LCOS や TLD (Tunable Laser) 等の波長可変デバイスを使用する。これらの波長可変デバイスは管理部 (MC) 30 からの制御に従って発振又は送受信又は選択する波長を変化させることにより、CDC (Colorless Directionless Contentionless) 機能における Colorless 機能を実現している。また、スイッチファブリック 23 により Directionless 機能を実現している。なお、Colorless とは出力光の波長を自由に変更できることを意味し、Directionless とは出力光の方路を自由に変更できることを意味し、Contentionless とは出力光において波長が衝突しないことを意味している。

30

40

【0025】

なお、波長選択スイッチ (WSS) 14, 16 ~ 19, 31 ~ 34 の代りに、光スイッチ (OXC: Optical Cross Connect Switch) と、波長毎に設けられる波長可変デバイスとしてのチューナブルフィルタ (TF: Tunable Filter) を用いても良い。

【0026】

< ガードバンド >

光信号間の XPM の影響をできるだけ抑えつつ、光波長帯域の有効利用を実現するためには、まず、ある最適なネットワークの波長の利用形態を定義し、それに合った光波長や光パスの選択を行う。更に、ネットワーク構築後に光波長の変更や光パスの再構築を行う

50

際には、既存の光信号に影響を及ぼさず、かつ、変更の対象となる光信号についてもサービスを中断することのないインサービスで行う必要がある。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、図 6 に示すように、WDM 伝送で使用する波長帯域をビットレート又は変調方式毎、又は、ビットレート及び変調方式毎に特定化し、特定化された各波長帯域の間に光信号の使用を許可しない帯域（ガードバンド）を設けることで、XPM の影響を回避する。

【 0 0 2 8 】

図 6 においては、第 1 の波長帯域 W1 にはビットレートが 10 Gbps で直接変調された複数の光信号が波長配置されている。第 2 の波長帯域 W2 にはビットレートが 40 Gbps で DQPSK 変調された複数の光信号が波長配置されている。また、第 3 の波長帯域 W3 にはビットレートが 100 Gbps で DP-QPSK 変調された複数の光信号が波長配置されている。

10

【 0 0 2 9 】

そして、第 1 の波長帯域 W1 と第 2 の波長帯域 W2 の間には、特に第 2 の波長帯域 W2 の光信号が第 1 の波長帯域 W1 の光信号から XPM を受けない程度に十分な帯域幅のガードバンド G1 が設けられている。また、第 2 の波長帯域 W2 と第 3 の波長帯域 W3 の間には、特に第 3 の波長帯域 W3 の光信号が第 2 の波長帯域 W2 の光信号から XPM を受けない程度に十分な帯域幅のガードバンド G2 が設けられている。

20

【 0 0 3 0 】

< スイッチファブリックによる波長の再配置 >

XPM を避けるため、また、波長帯域の有効利用を行うために波長入替えが必要になる場合がある。この場合、光信号波長の変更を無瞬断で行うためには、使用していない空きの波長入替え用の光送受信器（NBO）を準備し、スイッチファブリック 23 において電気信号でスイッチングすることで 1 つの切替波長を波長入替え用の光送受信器（NBO）に回避させ、所望の信号を入替える。

【 0 0 3 1 】

図 7 に示す波長配置では、10 Gbps で直接変調の信号（CH1）の波長 1 の隣に 40 Gbps で DQPSK の信号（CH2）の波長 2 が配置され、波長 2 の隣に 10 Gbps で直接変調の信号（CH3）の波長 3 が配置され、波長 3 の隣に 40 Gbps で DQPSK の信号（CH4）の波長 4 が配置されている。このような波長配置で図 4 におけるノード N1 からノード N2 を経てノード N3 にパスが設定されているものとして説明する。

30

【 0 0 3 2 】

図 8 に波長再配置処理の一実施形態のフローチャートを示す。図 8 において、ステップ S11 で NMS1 は波長入替え用 NBO をビットレートと変調方式に応じて送信側及び受信側のノードに準備させる。

【 0 0 3 3 】

例えばノード N1 では図 5 における光送受信器（CLT）25b からの信号（CH3）を光送受信器（NBO）22b で受信して波長 3 として波長選択スイッチ 31 に供給している場合、波長入替え用 NBO として波長 5 の光送受信器（NBO）22c を用意する。また、ノード N3 では図 5 における光送受信器（NBO）21d が波長 3 の信号（CH3）を受信して光送受信器（CLT）24d に供給している場合、波長入替え用 NBO として波長 5 の光送受信器（NBO）21e を用意する。

40

【 0 0 3 4 】

ステップ S12 で NMS1 は入替える波長 3 と同じ光パスを他の波長（例えば 5）で確保し、波長 5 の光パスに自己生成信号を流しておき、送信側のノード N1 と受信側のノード N3 との疎通を確認する。

【 0 0 3 5 】

ステップ S13 で NMS1 からの指示により送信側のノード N1 の MC30 はスイッチ

50

ファブリック 2 3 にて光送受信器 (C L T) 2 5 b からの信号 (C H 3) を光送受信器 (N B O) 2 2 b への供給から波長入替え用の光送受信器 (N B O) 2 2 c への供給に切替える指示を行う。受信側のノード N 3 では、波長 3 の入力光が断になった場合に波長 5 の入力光に自動的に切替える設定に予めしておけば、つまり、予め切替時の切替波長として波長入替え用の N B O として光送受信器 (N B O) 2 1 e を設定しておけば N M S 1 からの切替指示 (又は O S C による切替指示) により自動で切替える。これによって、図 7 の信号 (C H 3) の波長 3 は波長 5 に無瞬断で切替えられる。

【 0 0 3 6 】

ここで、スイッチファブリック 2 3 にて光送受信器 (C L T) 2 5 b からの信号 (C H 3) を光送受信器 (N B O) 2 2 b への供給から波長入替え用の光送受信器 (N B O) 2 2 c への供給に切替える場合、光送受信器 (N B O) 2 2 b , 2 2 c それぞれはデータバッファを有しており、光送受信器 (C L T) 2 5 b からデータ D 1 , D 2 が連続して出力される場合、データ D 1 を光送受信器 (N B O) 2 2 b に供給してバッファリングした後、データ D 2 を光送受信器 (N B O) 2 2 c に供給してバッファリングすることができ、光送受信器 (N B O) 2 2 b がデータ D 1 を含む光信号 (3) を出力した後、光送受信器 (N B O) 2 2 c がデータ D 2 を含む光信号 (5) を出力することで、受信側ではデータ D 1 , D 2 を連続して得ることができ、無瞬断切替えが可能となる。

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ S 1 4 で N M S 1 からの指示によりノード N 1 の M C 3 0 は波長選択スイッチ 3 1 が波長を切替えた光信号 (3) の出力をオフするよう制御する。そして、M C 3 0 は入替える信号 (C H 2) の波長 2 をインサーブスのままで図 7 における波長 3 の波長まで移動 (変換) させる。上記の波長 2 を波長 3 の波長まで移動させる方法については後述する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 5 で N M S 1 からの指示によりノード N 1 の M C 3 0 は波長切替えが完了した信号 (C H 3) についての波長設定を図 7 における波長 2 に変更するよう光送受信器 (N B O) 2 2 b の設定を行う。そして、自己生成信号を流して、受信側との疎通を確認する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 6 で N M S 1 からの指示により送信側のノード N 1 の M C 3 0 はスイッチファブリック 2 3 にて光送受信器 (C L T) 2 5 b からの信号を元の光送受信器 (N B O) 2 2 b に供給するよう切替指示を行う。

【 0 0 4 0 】

このようにして、1 0 G b p s で直接変調の信号 (C H 3) を波長 3 から波長 2 に入替え、4 0 G b p s で D Q P S K の信号 (C H 2) を波長 2 から波長 3 に入替えることを無瞬断で行うことができる。

【 0 0 4 1 】

ところで、図 7 の例では 4 0 G b p s で D Q P S K の信号 (C H 2) の波長 2 と、1 0 G b p s で直接変調の信号 (C H 3) の波長 3 のいずれか一方を波長入替え用の光送受信器 (N B O) に回避させることになる。この波長入替え用の N B O を選択する際には、ビットレートの高い N B O と低い N B O いずれかを選択可能である。この場合は、ビットレートの低い信号 (C H 3) を優先するように、自動的に M C 3 0 が切替先を選択する。これは、ビットレートの低い信号の方が波長入替え用の N B O におけるバッファ容量が少なく済むためである。

【 0 0 4 2 】

< 波長の再配置の変形例 >

図 9 に示す波長配置では、入替えを行おうとする 4 0 G b p s で D Q P S K の信号 (C H 2) の波長 2 と、1 0 G b p s で直接変調の信号 (C H 3) の波長 3 との間に、1 0 0 G b p s で D P - Q P S K の信号の波長 1 1 が配置されている。このような波長配置で図 4 におけるノード N 1 からノード N 2 を経てノード N 3 にパスが設定されているも

10

20

30

40

50

のとして説明する。このような場合には、波長入替え用のNBOを2つ準備する。

【0043】

図10に波長再配置処理の一実施形態の変形例のフローチャートを示す。図10において、ステップS21でNMS1は波長入替え用NBOをビットレートと変調方式に応じて送信側及び受信側のノードに準備させる。

【0044】

ステップS22でNMS1は入替える波長 2, 3と同じ光パスを他の波長(例えば 6, 5)で確保し、波長 6, 5の光パスに自己生成信号を流しておき、送信側のノードN1と受信側のノードN3との疎通を確認する。

【0045】

ステップS23でNMS1からの指示により送信側のノードN1のMC30はスイッチファブリック23にて光送受信器(CLT)25bからの信号(CH3)を波長入替え用の光送受信器(NBO)22cに供給するよう切替指示を行い、同様に信号(CH2)を波長入替え用の光送受信器(NBO)に供給するよう切替指示を行う。受信側のノードN3では、予めプロビジョニング時の切替波長として波長入替え用のNBOとして2つの光送受信器(NBO)21e等を設定しておけば自動で切替える。これによって、図9の信号(CH2, CH3)の波長 2, 3は波長 6, 5に無瞬断で切替えられる。

【0046】

次に、ステップS24でNMS1からの指示によりノードN1のMC30は波長選択スイッチ31等が波長を切替えた波長 2, 3の出力をオフするよう制御する。そして、NMS1からの指示によりノードN1のMC30は波長切替えが完了した信号(CH2)についての波長設定を図9における波長 3に変更し、信号(CH3)についての波長設定を波長 2に変更するよう光送受信器(NBO)22b等の設定を行う。そして、自己生成信号を流して、受信側との疎通を確認する。

【0047】

ステップS25でNMS1からの指示により送信側のノードN1のMC30はスイッチファブリック23にて光送受信器(CLT)25b等からの信号を元の光送受信器(NBO)22b等に供給するよう切替指示を行う。

【0048】

このようにして、10Gbpsで直接変調の信号(CH3)を波長 3から波長 2に入替え、40GbpsでDQPSKの信号(CH2)を波長 2から波長 3への入替えを無瞬断で行うことができる。

【0049】

ところで、スイッチファブリック23において電気信号でスイッチングする際のバッファ容量に余裕がある場合は、できるだけビットレートの最も高い波長入替え用の光送受信器(NBO)を使用する。図9に示す10Gbps信号用の波長 5の光送受信器(NBO)と、40Gbps信号用の波長 6の光送受信器(NBO)の他に、100Gbps信号用の波長 7の光送受信器(NBO)が波長入替え用のNBOとして使用可能である場合、100Gbps信号用の波長 7の光送受信器(NBO)を波長入替え用のNBOとして選択する。そして、波長 2の40GbpsでDQPSKの信号(CH2)と波長 3の10Gbpsで直接変調の信号(CH3)を100Gbps信号用の波長 7の光送受信器(NBO)に供給して波長 7の光信号とすることができる。

【0050】

これにより、複数のNBOを準備する必要がなくなり、確保しなければならない帯域を減らすことができる。なお、10Gbps信号用の波長 5と40Gbps信号用の波長 6を合わせた波長帯域幅に比して、100Gbps信号用の波長 7の波長帯域幅が小さくなる。

【0051】

上記方法により、40GbpsでDQPSKの信号(CH2)と10Gbpsで直接変調の信号(CH3)を100Gbps信号用の波長 7を用いて伝送する場合、ビットレ

10

20

30

40

50

ートが100Gbpsと高くなることにより、ビットレートが40Gbps又は10Gbps等の低い信号が確保できていた伝送性能を満足できなくなるおそれがある。これはビットレートが高くなるほど伝送距離が短くなるという特性があるためである。

【0052】

このような場合は、NBOの出力としてビットレート可変機能を持つものを使用することで、波長入替え用の波長 7 の光信号を出力するNBOのビットレートを100Gbpsから50Gbpsに可変して信号(CH2, CH3)の伝送性能を向上させることができ、予備のNBOや波長帯域を有効に使用することが可能になる。

【0053】

上記実施形態は、ネットワーク側の波長の入替えのみではなく、クライアント側の信号をネットワーク側の信号に束ねる際に、より効率よく、収容性の高い多重化を行うために、一度空きポートの波長に退避させて、波長の再入替えを行う際にも有効な方法となる。例えば10系統の10Gbpsのクライアント信号が10個の光送受信器(CLT)25a等へ供給され、スイッチファブリック23で10個の10Gbps信号用の光送受信器(NBO)22aへ供給され、10波長で同一パスに伝送されている場合を考える。この場合、スイッチファブリック23において、10個の光送受信器(CLT)25a等を1個の100Gbps信号用の光送受信器(NBO)へ供給して100Gbps信号用の波長で伝送することができる。これにより、多くのNBOを準備する必要がなくなり、確保しなければならない帯域を減らすことができる。

【0054】

< ノード装置の第2実施形態 >

図11はノード装置の第2実施形態の構成図を示す。このノード装置は設定追従モードに対応した構成のR-OADMであり、ノードN1~N6として使用される。図11において、ポート#1から受信したWDM信号は光送受信部41-1で受信され、ポート#1に対応する多重分離部42-1のスプリッタ43でパワー分岐され、ポート#2~#8それぞれに対応する送受信部の波長選択スイッチ(WSS)44へ供給されると共に、多重分離部42-1内のスプリッタ45でパワー分岐されて受信用の波長選択スイッチ(WSS)47, 48へ供給される。

【0055】

同様に、ポート#8から受信したWDM信号は光送受信部41-8で増幅され、ポート#8に対応する多重分離部42-8のスプリッタ43でパワー分岐され、ポート#1~#7それぞれに対応する送受信部の波長選択スイッチ44へ供給されると共に、多重分離部42-8内のスプリッタ45でパワー分岐されて受信用の波長選択スイッチ(WSS)47, 48へ供給される。

【0056】

波長選択スイッチ47の出力する多重光信号はスプリッタ(SPL)49においてパワー分岐されて波長選択スイッチ(WSS)51, 52へ供給される。波長選択スイッチ51, 52は各波長を選択して波長毎に出力方路をスイッチングし、光送受信器であるトランスポンダ(TP)53a~53d等へ供給する。トランスポンダ53a~53dは光信号を電気信号に変換してフレーミングを行い、この電気信号をワイドバンドの光信号に変換してクライアントに送信する。

【0057】

同様に、波長選択スイッチ48の出力する多重光信号はスプリッタ54においてパワー分岐されて波長選択スイッチ(WSS)55, 56へ供給される。波長選択スイッチ55, 56は各波長を選択して波長毎に出力方路をスイッチングし、光送受信器であるトランスポンダ(TP)57a~57d等へ供給する。トランスポンダ57a~57dはワイドバンドの光信号を電気信号に変換してフレーミングを行い、この電気信号をワイドバンドの光信号に変換してクライアントに送信する。

【0058】

トランスポンダ(TP)58a~58d等は光送受信器であり、クライアントから受信

10

20

30

40

50

したワイドバンドの光信号を電気信号に変換してフレーミングを行い、この電気信号をナローバンドの光信号に変換して波長選択スイッチ(WSS)59, 60に供給する。波長選択スイッチ59, 60は各波長の光信号を多重し、波長選択スイッチ59, 60の出力する光信号はカプラ(CPL)61で合波されて送信用の波長選択スイッチ(WSS)62に供給される。波長選択スイッチ62は各波長を選択して波長毎に出力方路をスイッチングし、多重分離部42-1~42-8のカプラ(CPL)46に供給する。

【0059】

同様に、トランスポンダ(TP)64a~64d等は光送受信器であり、クライアントから受信したワイドバンドの光信号を電気信号に変換してフレーミングを行い、この電気信号をナローバンドの光信号に変換して波長選択スイッチ(WSS)65, 66に供給する。波長選択スイッチ65, 66は各波長の光信号を多重し、波長選択スイッチ65, 66の出力する光信号はカプラ(CPL)67で合波されて送信用の波長選択スイッチ(WSS)68に供給される。波長選択スイッチ68は各波長を選択して波長毎に出力方路をスイッチングし、多重分離部42-1~42-8のカプラ(CPL)46に供給する。

【0060】

多重分離部42-1~42-8のカプラ46で合波された光信号は波長選択スイッチ44に供給されて、ポート#1~#8からの光信号と波長多重される。その後、光送受信部41-1~41-8それぞれを通してポート#1~#8から送信される。

【0061】

ここで、波長選択スイッチ(WSS)44, 47, 48, 51, 52, 55, 56, 59, 60, 62, 65, 66, 68、トランスポンダ58a~58d, 64a~64dそれぞれは全てLCOSやTLD等の波長可変デバイスを使用する。また、トランスポンダ53a~53d, 57a~57dのコヒーレント受信器で用いる局部発振光の生成部も波長可変デバイスを使用する。

【0062】

なお、波長選択スイッチ(WSS)44, 47, 48, 51, 52, 55, 56, 59, 60, 62, 65, 66, 68の代りに、光スイッチ(OLC)と、波長毎に設けられる波長可変デバイスとしてのチューナブルフィルタ(TF)を用いても良い。

【0063】

これらの波長可変デバイスは管理部(MC)70からの制御に従って発振又は送受信又は選択する波長を変化させることにより、CDC(Colorless Directionless Contentionless)機能におけるColorless機能を実現している。また、各多重分離部内のスプリッタ45の出力信号を受信用の波長選択スイッチ47, 48に供給して波長選択し、送信用の波長選択スイッチ62, 68で波長選択を行った信号を各多重分離部内のカプラ46に供給することでDirectionless機能を実現している。

【0064】

また、管理部(MC)70はNMS1から波長切替えを行う光信号や切替え後の波長の制御情報を指示される。光送受信部41-1~41-8には、監視制御情報をネットワークの上流から下流に受け渡すためのOSC(Optical Supervisory Channel)信号を送受信するためのOSC送受信部71-1~71-8が設けられている。図11でポート#8側に下流のノードが接続され、ポート#1側に上流のノードが接続されているものとした場合、管理部70はNMS1からの制御情報をOSC送受信部71-8に供給し、OSC送受信部71-8は上記制御情報をOSC信号に挿入して下流のノード装置に送信する。また、下流のノード装置ではOSC送受信部71-1でOSC信号から上記制御情報を抽出して管理部70に供給する。

【0065】

<変形例>

図12はノード装置の第2実施形態の変形例の構成図を示す。このノード装置は自動追従モードに対応した構成のR-OADMであり、ノードN1~N6として使用される。図

10

20

30

40

50

12において図11と異なる構成は、光モニタ(OCM: Optical Channel Monitor)72~76を設けている点である。光モニタ72は波長選択スイッチ44の後段に設けられ、光モニタ73, 74はカプラ46, 67の後段に設けられ、光モニタ75, 76は波長選択スイッチ47, 51の後段に設けられており、各光モニタ72~76で計測された光信号の中心波長等は管理部(MC)70に供給される。

【0066】

なお、図12では図示していないが、多重分離部42-1の波長選択スイッチ44、カプラ46、カプラ61、波長選択スイッチ52, 48, 55, 56それぞれの後段に光モニタ(OCM)を設けても良い。

【0067】

<インサースイスでの信号波長変更>

波長再配置処理におけるステップS14で光信号の波長を変更する場合や、ネットワークの構築後にビットレートの変更や光パスの再配置などにより波長帯域にできた隙間を埋めて新たな信号帯域を作り出す場合には、極力、無瞬断で信号波長を切替える。例えば図13では、10Gbpsで直接変調の信号(CH1)の波長1から帯域を空けて10Gbpsで直接変調の信号(CH3)の波長2が配置され、波長2から帯域を空けて40GbpsでDQPSKの信号(CH2)の波長3が配置され、波長3から帯域を空けて40GbpsでDQPSKの信号(CH4)の波長4が配置されている。この場合、波長2を波長1方向にずらして波長1に隣接させ、同様に、波長3を波長4方向にずらして波長4に隣接させ、波長2, 3間の波長帯域を大きく空けることで

【0068】

この場合、波長を切替える又はずらす光信号及び隣接する波長の光信号に瞬断や劣化が起きないようにしながら波長を切替える構成について説明する。

【0069】

<設定追従モード>

図11において、NMS1では図4に示すネットワークにおける波長配置及びパス設定情報を集約している。NMS1により波長切替を行う光信号に対して切替後の波長である移動先波長を光パスの通る各ノードに設定する。送信側ノードでは、管理部70から例えばトランスポンダ64d, 波長選択スイッチ(WSS)66, 68, 多重分離部42-8の波長選択スイッチ(WSS)44に現在の設定波長と波長変更量を通知して、光信号の劣化(又はFECのエラー訂正数)によるペナルティが発生しない程度に(例えば1GHzずつ)、中心波長あるいは帯域を切替後の波長方向にずらし、ずらした信号波長の情報をノードの管理部70からOSC送受信部71-8に供給し、OSC信号を使用して下流のノードに通知する。

【0070】

下流のノードは、上流から受信したOSC信号の信号波長の情報により、管理部70は波長選択スイッチ(WSS)47, 51, 例えばトランスポンダ53aに現在の設定波長と波長変更量を通知して、中心波長あるいは帯域をずらして行く。

【0071】

更に、トランスポンダとしてビットレート可変送受信器を使用しており、信号のビットレートが変わる場合は、NMS1あるいは管理部70により下流のノードに信号のビットレートを通知し、該当する波長選択スイッチ(WSS)の帯域幅を変更する。

【0072】

<自動追従モード>

図12において、NMS1では図4に示すネットワークにおける波長配置及びパス設定情報を集約している。NMS1により波長切替を行う光信号に対して切替後の波長である移動先波長を光パスの通る各ノードに設定する。送信側ノードでは、管理部70から例えばトランスポンダ64d, 波長選択スイッチ(WSS)66, 68, 多重分離部42-8の波長選択スイッチ(WSS)44に現在の設定波長と波長変更量を通知して、光モニタ

10

20

30

40

50

(OCM) 72, 73, 74 でモニタされた中心波長を監視しながら中心波長あるいは帯域を切替後の波長方向にずらす。

【0073】

下流のノードは、光モニタ(OCM) 75, 76 でモニタされた中心波長の情報に応じて管理部 70 は波長選択スイッチ(WSS) 47, 51, 例えばトランスポンダ 53a に現在の設定波長と波長変更量を通知して、中心波長あるいは帯域をずらして行く。

【0074】

更に、トランスポンダにビットレート可変送受信器を使用しており、信号のビットレートが変わる場合は、光モニタ(OCM) 72 ~ 76 で該当波長のスペクトルの帯域幅をモニタし、管理部 70 により自動的に該当する波長選択スイッチ(WSS) の帯域を変更する。

10

【0075】

< アラーム、モニタリング方式 >

ところで、将来的にビットレート増加の可能性がある場合は、ビットレート増加分の帯域をガードバンドとして確保するように、NMS 1 から、あるいはOSC 信号を用いて各ノードに通知する。ネットワーク内のいずれかのノードでガードバンドに含まれる波長を使用しようとした場合は、これを検出したノードからNMS 1 にアラーム(警報)をあげる。

【0076】

また、波長を変更する先の受信側ノードで、移動先波長を他のパスで使用していると、光信号が衝突してしまうため、予め移動先波長をネットワーク全体に通知し、既に移動先波長を使用している区間がある場合はアラームをあげる。なお、このアラームはNMS 1で行ってもよい。

20

【0077】

また、各ノードの管理部 70 は、移動先波長あるいは隣接波長の劣化(又はFECのエラー訂正数)の状況を監視し、移動先波長あるいは隣接波長の劣化(又はFECのエラー訂正数)が所定の閾値を超えてアラームがあがった場合は、波長切替動作を停止する。

【0078】

< 既存信号を通過する(またぐ)波長切替 >

図 14 に示す波長配置において、既存の信号波長 15 を通過する(またぐ)形で波長 14 を波長 16 に切替える場合について考える。例えば図 15 に示すネットワークにおいて、既存の信号(波長 15)はノード N2 からノード N3 を通しノード N4 に至るパスである。そして、波長 14 はノード N1 からノード N2, N3 を通しノード N4 に至るパスである。このような場合に光信号の瞬断(50ms 以内)が許容される場合は、図 10 の波長再配置処理を使用する以外にも、以下の方法により、波長変更の際に各ノードに 1 個の波長変換用の光送受信器(NBO)を準備しておくだけで、光送受信器(NBO)の波長変更速度よりも十分短い瞬断時間での切替えが可能になる。なお、この実施形態では、図 5 に示すようにスイッチファブリック 23 を有するノード装置が必要となる。

30

【0079】

図 16 に波長再配置処理の他の実施形態のフローチャートを示す。図 16 おいて、ステップ S31 では、波長 14 を波長 16 に変更する際に波長 15 と衝突するノード N2 において、変更後の波長 16 を用いて受信端のノード N4 までのパス(N2, N3, N4)を設定する。

40

【0080】

ステップ S32 では、前記衝突するノード N2 において、波長 14 の光信号に対するルートを、多重分離部 12 - 1 のスプリッタ 13 から多重分離部 12 - 8 の波長選択スイッチ(WSS) 14 への供給するルートから、多重分離部 12 - 1 のスプリッタ 13 から波長選択スイッチ(WSS) 16, 17 を経て例えば光送受信器(NBO) 21b に供給するよう切替える。更に、光送受信器 21b で波長 14 の光信号を電気信号に変換しスイッチファブリック 23 で波長 16 の光信号を生成する例えば光送受信器(NBO) 2

50

2 d に供給する。これにより、波長 1 4 の光信号は波長 1 6 に変換され、波長選択スイッチ (W S S) 3 3 , 1 4 を通り、ステップ S 3 1 で設定されたパスに切替えて載せる。この際に 5 0 m s 以内の瞬断が発生する。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 3 3 で、送信元のノード N 1 において、波長 1 4 の光信号を波長 1 6 に変更する。この波長変更には前述の設定追従モード又は自動追従モードを用いてノード N 2 , N 3 , N 4 における波長 1 4 の光信号を波長 1 6 に変更する。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 3 4 で、前記衝突するノード N 2 において、波長 1 6 の光信号に対するルートを多重分離部 1 2 - 1 のスプリッタ 1 3 から多重分離部 1 2 - 8 の波長選択スイッチ (W S S) 1 4 に供給し、波長選択スイッチ (W S S) 1 4 では多重分離部 1 2 - 1 のスプリッタ 1 3 からの光信号を選択して出力するように切替える。この際に 5 0 m s 以内の瞬断が発生する。

【 0 0 8 3 】

このようにして、さまざまなビットレートや変調方式が混在する際の、X P M による伝送品質の劣化を防ぐことが可能になる。また、光信号が瞬断することのないインサースで波長変更を行うことにより、W D M 信号の帯域の有効利用と柔軟なネットワーク設計が可能になる。また、波長変更のための設備を最小限にすることが可能になり、より短い時間での波長変更が可能になる。

(付記 1)

光波長多重伝送システムの波長再配置方法において、

第 1 光送信器で第 1 波長の光信号に変換される第 1 チャネルの電気信号を、前記第 1 光送信器への供給から、前記第 1 波長とは異なる第 2 波長の光信号に変換する第 2 光送信器への供給に切替え、

前記第 2 光送信器の出力する前記第 2 波長の光信号を送信することを特徴とする波長再配置方法。

(付記 2)

付記 1 記載の波長再配置方法において、

第 2 チャネルの電気信号に基づいて第 3 光送信器で出力する光信号の波長を前記第 3 波長から前記第 1 波長方向に徐々にずらし前記第 1 波長にして送信することを特徴とする波長再配置方法。

(付記 3)

付記 2 記載の波長再配置方法において、

前記第 1 光送信器が前記第 3 波長の光信号を出力するよう設定し、

前記第 1 チャネルの電気信号を前記第 2 光送信器への供給から前記第 1 光送信器への供給に電気信号スイッチングで切替え、

前記第 1 光送信器の出力する前記第 3 波長の光信号を送信することを特徴とする波長再配置方法。

(付記 4)

付記 1 記載の波長再配置方法において、

第 3 光送信器で第 3 波長の光信号に変換される第 2 チャネルの電気信号を、前記第 3 光送信器への供給から、前記第 1 乃至第 3 波長とは異なる第 4 波長の光信号に変換する第 4 光送信器への供給に切替え、

前記第 4 光送信器の出力する前記第 4 波長の光信号を送信することを特徴とする波長再配置方法。

(付記 5)

付記 4 記載の波長再配置方法において、

前記第 1 光送信器が前記第 3 波長の光信号を出力し、かつ、前記第 3 光送信器が前記第 1 波長の光信号を出力するよう設定し、

前記第 1 チャネルの電気信号を前記第 2 光送信器への供給から前記第 1 光送信器への供

10

20

30

40

50

給に電気信号スイッチングで切替え、かつ、前記第2チャンネルの電気信号を前記第4光送信器への供給から前記第3光送信器への供給に電気信号スイッチングで切替え、

前記第1光送信器の出力する前記第3波長の光信号を送信し、前記第3光送信器の出力する前記第1波長の光信号を送信することを特徴とする波長再配置方法。

(付記6)

光波長多重伝送システムの波長再配置方法において、

第1波長の光信号を受信して第1チャンネルの電気信号に変換する第1光受信器と、前記第1チャンネルの電気信号を前記第1波長とは異なる第2波長の光信号に変換する第1光送信器を用意し、

ネットワークから受信した前記第1波長の光信号を前記第1光受信器に供給するよう波長選択光スイッチングで切替え、

前記第1光受信器で変換した前記第1チャンネルの電気信号を前記第1光送信器に供給するよう電気信号スイッチングで切替え、

前記第1光送信器の出力する前記第2波長の光信号を送信し、

前記ネットワークから前記第1チャンネルの電気信号を変換した前記第2波長の光信号を受信した後、前記第1光送信器の出力する前記第2波長の光信号を前記ネットワークから受信した前記第2波長の光信号に波長選択光スイッチングで切替えて前記ネットワークに送信する

ことを特徴とする波長再配置方法。

(付記7)

光波長多重伝送システムのノード装置において、

第1チャンネルの電気信号を第1波長の光信号に変換する第1光送信器と、

前記第1チャンネルの電気信号を前記第1波長とは異なる第2波長の光信号に変換する第2光送信器と、

前記第1チャンネルの電気信号を前記第1光送信器への供給から前記第2光送信器への供給に切替える電気信号スイッチング部と、

前記第1光送信器の出力する前記第1波長の光信号又は前記第2光送信器の出力する前記第2波長の光信号を送信する送信部と、

を有することを特徴とするノード装置。

(付記8)

付記7記載のノード装置において、

第2チャンネルの電気信号を所定波長の光信号に変換して出力する波長可変素子の第3光送信器を有し、

前記第3光送信器の出力する光信号を第3波長から前記第1波長方向に徐々にずらし前記第1波長にする

ことを特徴とするノード装置。

(付記9)

付記8記載のノード装置において、

前記第1光送信器は、波長可変素子であり、前記第1光送信器が前記第3波長の光信号を出力するよう設定し、

前記電気信号スイッチング部は、前記第1チャンネルの電気信号を前記第2光送信器への供給から前記第1光送信器への供給に切替え、

前記送信部は、前記第1光送信器の出力する前記第3波長の光信号を送信することを特徴とするノード装置。

(付記10)

付記7記載のノード装置において、

第2チャンネルの電気信号を前記第3波長の光信号に変換する第3光送信器と、

前記第2チャンネルの電気信号を前記第1乃至第3波長とは異なる第4波長の光信号に変換する第4光送信器を有し、

10

20

30

40

50

前記電気信号スイッチング部は、前記第2チャンネルの電気信号を前記第3光送信器への供給から前記第4光送信器への供給に切替え、

前記送信部は、前記第4光送信器の出力する前記第4波長の光信号を送信することを特徴とするノード装置。

(付記11)

付記10記載のノード装置において、

前記第1光送信器と前記第3光送信器は、波長可変素子であり、前記第1光送信器が前記第3波長の光信号を出力し、かつ、前記第3光送信器が前記第1波長の光信号を出力するように設定し、

前記電気信号スイッチング部は、前記第1チャンネルの電気信号を前記第2光送信器への供給から前記第1光送信器への供給に切替え、かつ、前記第2チャンネルの電気信号を前記第4光送信器への供給から前記第3光送信器への供給に切替え、

前記送信部は、前記第1光送信器の出力する前記第3波長の光信号を送信し、前記第3光送信器の出力する前記第1波長の光信号を送信することを特徴とするノード装置。

(付記12)

光波長多重伝送システムのノード装置において、

第1波長の光信号を受信して第1チャンネルの電気信号に変換する第1光受信器と、

前記第1チャンネルの電気信号を前記第1波長とは異なる第2波長の光信号に変換する第1光送信器と、

ネットワークから受信した前記第1波長の光信号を前記第1光受信器への供給に切替える波長選択光スイッチング部と、

前記第1光受信器で変換した前記第1チャンネルの電気信号を前記第1光送信器への供給に切替える電気信号スイッチング部と、

前記第1光送信器の出力する前記第2波長の光信号を送信する送信部とを有し、

前記波長選択光スイッチング部は、前記ネットワークから前記第1チャンネルの電気信号を変換した前記第2波長の光信号を受信した後、前記第1光送信器の出力する前記第2波長の光信号を前記ネットワークから受信した前記第2波長の光信号に切替えて前記ネットワークに送信する

ことを特徴とするノード装置。

【符号の説明】

【0084】

1 NMS

11-1~11-8, 41-1~41-8 光送受信部

12-1~12-8, 42-1~42-8 多重分離部

13, 43, 45, 46, 49 スプリッタ

14, 16~19, 44, 47, 48, 51, 52, 55, 56, 59, 60 波長選択スイッチ(NBO)

21a~21e, 22a~22e 光送受信器(NBO)

23 スイッチファブリック

24a~24e, 25a~25d (CLT)

30, 70 管理部

46, 61, 67 カブラ

53a~53d, 58a~58d, 57a~57d, 64a~6d, トランスポンダ

10

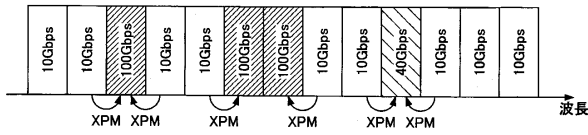
20

30

40

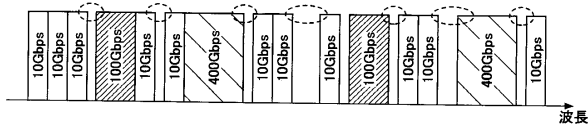
【図 1】

WDMシステムの波長配置を示す図



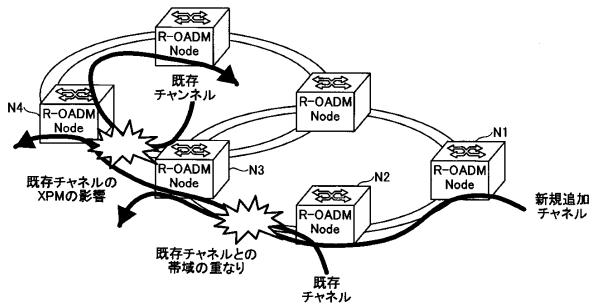
【図 2】

WDMシステムの波長配置を示す図



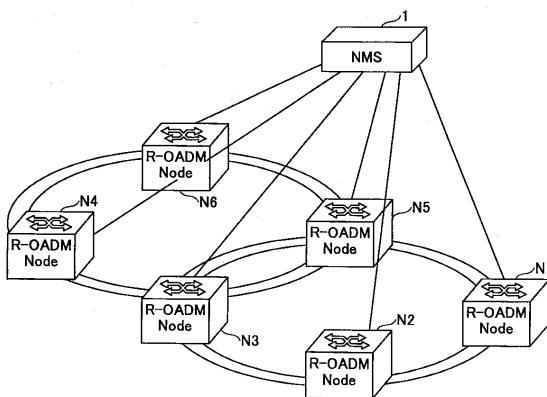
【図 3】

光波長多重伝送システムの一例の構成図



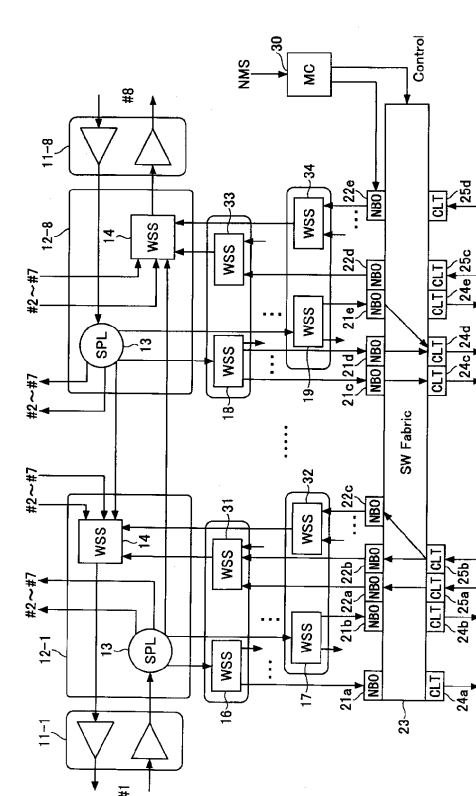
【図 4】

光波長多重伝送システムの一実施形態の構成図

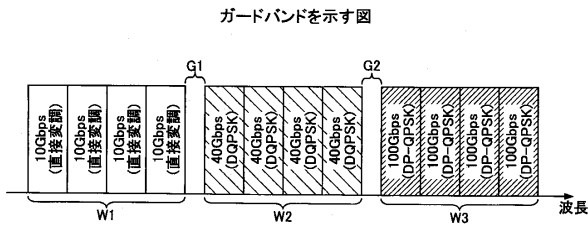


【図 5】

ノード装置の第1実施形態の構成図

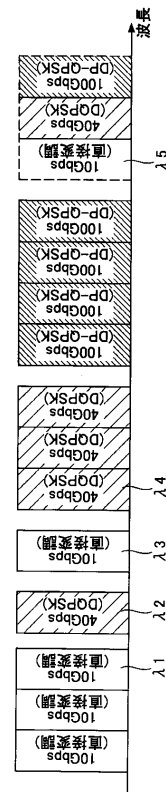


【図 6】



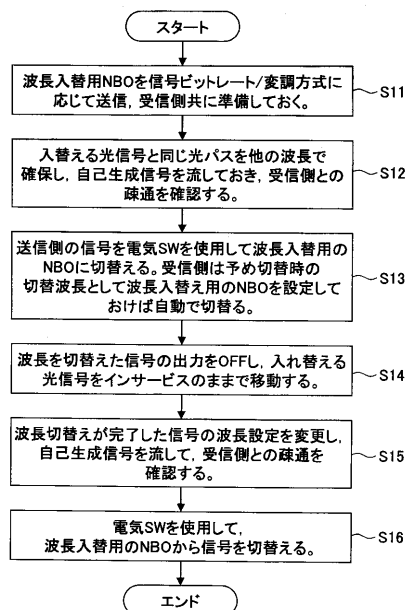
【図 7】

WDMシステムの波長配置を示す図



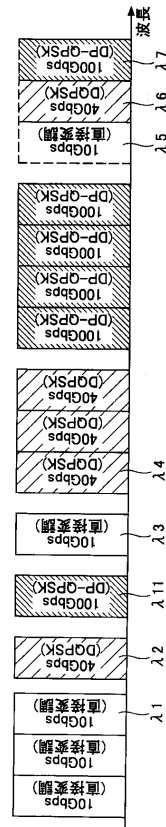
【図 8】

波長再配置処理の一実施形態のフローチャート



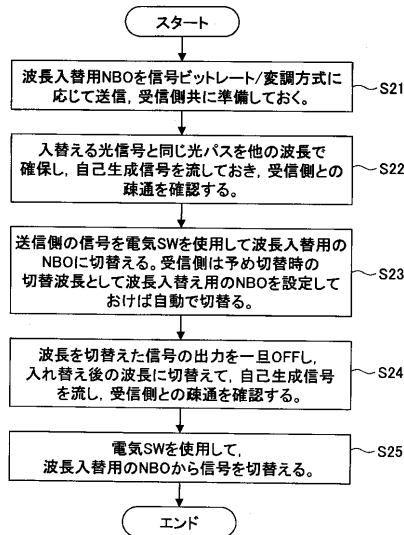
【図 9】

WDMシステムの波長配置を示す図



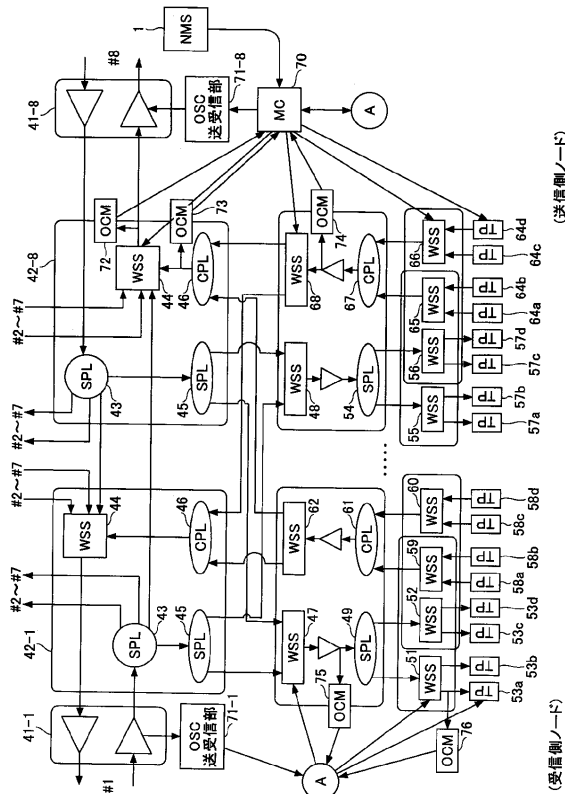
【図10】

波長再配置処理の一実施形態の変形例のフローチャート



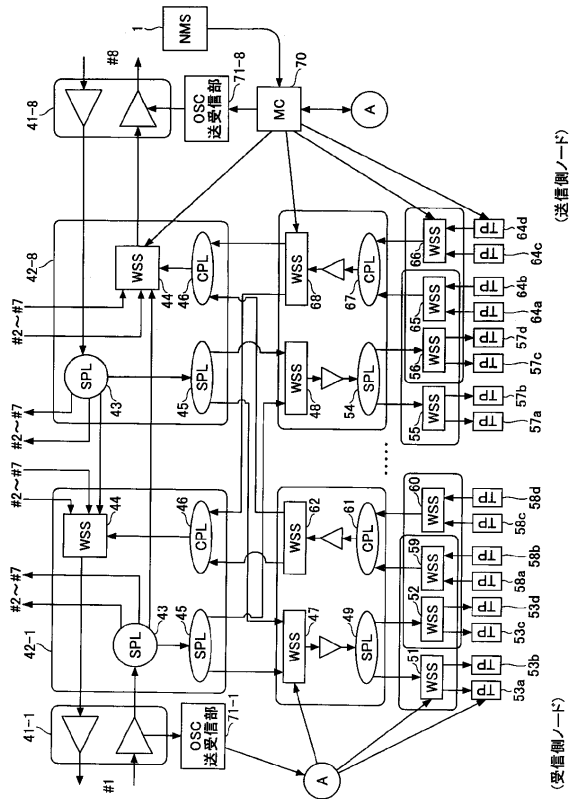
【図12】

ノード装置の第2実施形態の変形例の構成図



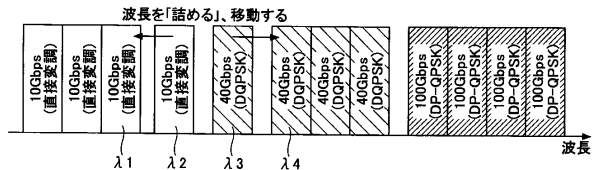
【図11】

ノード装置の第2実施形態の構成図



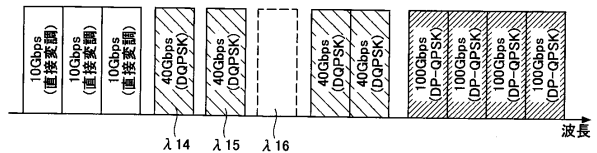
【図13】

インサートサービスでの信号波長変更を説明するための波長配置を示す図



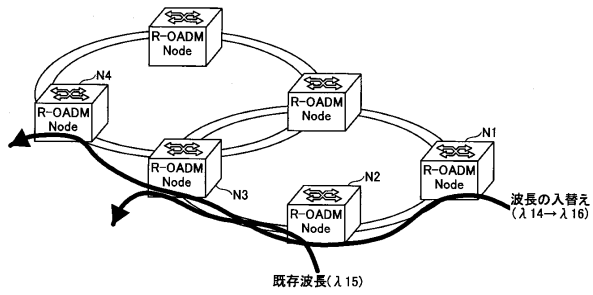
【図14】

WDMシステムの波長配置を示す図



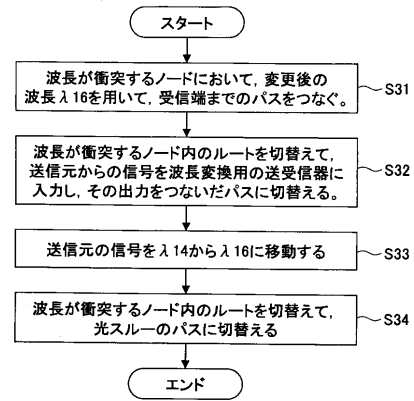
【図 15】

光波長多重伝送システムの構成図



【図 16】

波長再配置処理の他の実施形態のフローチャート



フロントページの続き

審査官 後澤 瑞征

- (56)参考文献 特開2009-027421(JP,A)
特開平11-068656(JP,A)
特開2000-332696(JP,A)
特開2010-147577(JP,A)
特開2002-084259(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B10/00-10/90
H04J14/00-14/08