(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7544124号
(P7544124)

(45)発行日　令和6年9月3日(2024.9.3)

(24)登録日　令和6年8月26日(2024.8.26)

(51)国際特許分類

Ｈ０４Ｂ　10/291 (2013.01)		Ｈ０４Ｂ	10/291
Ｈ０４Ｂ　10/27　(2013.01)		Ｈ０４Ｂ	10/27
Ｈ０４Ｊ　14/02　(2006.01)		Ｈ０４Ｊ	14/02

ＦＩ

請求項の数　3　（全17頁）

(21)出願番号　特願2022-534519(P2022-534519)
(86)(22)出願日　令和2年7月6日(2020.7.6)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/026497
(87)国際公開番号　WO2022/009291
(87)国際公開日　令和4年1月13日(2022.1.13)
審査請求日　令和4年12月5日(2022.12.5)

(73)特許権者　000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
(74)代理人　110001807
弁理士法人磯野国際特許商標事務所
(72)発明者　河原　光貴
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
日本電信電話株式会社内
(72)発明者　関　剛志
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
日本電信電話株式会社内
(72)発明者　須田　祥生
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
日本電信電話株式会社内
(72)発明者　齋藤　航平
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　波長クロスコネクト装置及び波長クロスコネクト方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

波長クロスコネクト装置であって、

前記波長クロスコネクト装置は、１本又は複数本の光ファイバから構成される光伝送路でマルチバンド伝送されてきた異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の第１光信号を、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションＷＳＳ（Wavelength Selective Switch）で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、

光アンプ及び前記コンテンションＷＳＳを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うＷＸＣ（Wavelength Cross Connect）部を備え、

前記ＷＸＣ部の入力側に、前記第１光信号のうちの前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の第２光信号に変換する入力側変換部を備え、

前記ＷＸＣ部の出力側に、前記入力側変換部で変換された特定波長帯の前記第２光信号を、変換前の光信号に変換する出力側変換部を備え、

前記第１光信号のうちの前記入力側から直接入力された前記特定波長帯の第３光信号は、前記ＷＸＣ部での中継処理後に直接出力するようにし、

前記光アンプは、前記特定波長帯の前記第２光信号および前記特定波長帯の前記第３光信号をそれぞれ増幅し、

前記コンテンションＷＳＳは、

光信号が入力される複数の入力用のコリメータと、
前記入力用のコリメータを介して光信号が入射され、光信号の波長に応じて異なる角度に回折して反射することで分波する回析格子と、
前記回析格子で分波された光信号が入射され、入射された光信号を当該回析格子へ反射する光スイッチング素子と、
前記光スイッチング素子で反射され、前記回析格子で更に反射された光信号が入射され、入射された光信号を出力する複数の出力用のコリメータと、を備える
ことを特徴とする波長クロスコネクト装置。
【請求項２】
前記特定波長帯は、前記ＷＸＣ部の伝送性能に係る構成要素の技術成熟度を異ならせる波長帯の内、当該技術成熟度を最も高める波長帯である
ことを特徴とする請求項１に記載の波長クロスコネクト装置。
【請求項３】
波長クロスコネクト装置による波長クロスコネクト方法であって、
前記波長クロスコネクト装置は、１又は複数の光ファイバを１方路に纏めた複数の方路からマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の第１光信号を、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションＷＳＳで方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、
前記波長クロスコネクト装置は、
光アンプ及び前記コンテンションＷＳＳを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うＷＸＣ部を備え、
前記ＷＸＣ部の入力側において、前記第１光信号のうちの前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の第２光信号に変換するステップと、
前記ＷＸＣ部の出力側において、前記変換された特定波長帯の前記第２光信号を、変換前の光信号に変換するステップと、
前記第１光信号のうちの前記ＷＸＣ部に直接入力された前記特定波長帯の第３光信号を、前記ＷＸＣ部での中継処理後に直接出力するステップと、を実行し、
前記光アンプは、前記特定波長帯の前記第２光信号および前記特定波長帯の前記第３光信号をそれぞれ増幅し、
前記コンテンションＷＳＳは、
光信号が入力される複数の入力用のコリメータと、
前記入力用のコリメータを介して光信号が入射され、光信号の波長に応じて異なる角度に回折して反射することで分波する回析格子と、
前記回析格子で分波された光信号が入射され、入射された光信号を当該回析格子へ反射する光スイッチング素子と、
前記光スイッチング素子で反射され、前記回析格子で更に反射された光信号が入射され、入射された光信号を出力する複数の出力用のコリメータと、を備える
ことを特徴とする波長クロスコネクト方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光を、光ファイバで伝送するマルチバンド伝送に用いられる波長クロスコネクト装置及び波長クロスコネクト方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
マルチバンド伝送システムに用いられる波長クロスコネクト装置は、異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光を伝送する１本、若しくは、複数本の光ファイバから構成される光伝送路に対して、光ネットワーク内の任意の方路間で接続する光ノードである。この波長クロスコネクト装置においては、入力側の方路から伝送されてくる波

長多重信号光が、複数のＷＳＳ（Wavelength Selective Switch：波長選択スイッチ）を経由して出力側の方路へ出力される。

【０００３】

図６に従来のマルチバンド伝送システム（システムともいう）１０に用いられる波長クロスコネクト装置２０の構成を示す。

【０００４】

システム１０は、入力側において符号Ｍｉで示すＭ本の方路毎に接続されたＭ個の波長帯分波器（分波器ともいう）１１ａ，１１ｂ，…，１１ｍと、出力側において符号Ｍｏで示すＭ本の方路毎に接続されたＭ個の波長帯合波器（合波器ともいう）１２ａ，１２ｂ，…，１２ｍとを備える。更に、システム１０は、分波器１１ａ～１１ｍと合波器１２ａ～１２ｍとの間に、光ファイバで接続されるＳ帯ＷＸＣ（Wavelength Cross Connect：波長分割多重クロスコネクト）部２１、Ｃ帯ＷＸＣ部２２及びＬ帯ＷＸＣ部２３を有する波長クロスコネクト装置２０を備える。なお、Ｓ帯ＷＸＣ部２１、Ｃ帯ＷＸＣ部２２及びＬ帯ＷＸＣ部２３を、ＷＸＣ部２１～２３とも称す。

【０００５】

各ＷＸＣ部２１～２３は、図６においてＬ帯ＷＸＣ部２３に代表して表すように、入力側にＭ個の光アンプ２４ａ，２４ｂ，…，２４ｍと、Ｍ個のＷＳＳ２５ａ，２５ｂ，…，２５ｍとを備える。各ＷＳＳ２５ａ～２５ｍは、１入力端及びＭ出力端（１×Ｍ）を有する。更に、Ｌ帯ＷＸＣ部２３は、出力側に、Ｍ入力端及び１出力端（Ｍ×１）を有するＭ個のＷＳＳ２６ａ，２６ｂ，…，２６ｍと、Ｍ個の光アンプ２７ａ，２７ｂ，…，２７ｍとを備える。これらの光アンプ２４ａ～２４ｍ、ＷＳＳ２５ａ～２５ｍ、ＷＳＳ２６ａ～２６ｍ、光アンプ２７ａ～２７ｍの各要素は光ファイバや光導波路で接続されている。

【０００６】

また、Ｓ帯ＷＸＣ部２１及びＣ帯ＷＸＣ部２２においても、図示はしないが、上述したＬ帯ＷＸＣ部２３と同様に、光アンプ２４ａ～２４ｍ、ＷＳＳ２５ａ～２５ｍ、ＷＳＳ２６ａ～２６ｍ、光アンプ２７ａ～２７ｍを備える。

【０００７】

入力側のＭ本の方路毎にマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光１ａ，１ｂ，…，１ｍは、分波器１１ａ～１１ｍに次のように入力される。即ち、波長多重信号光１ａが分波器１１ａに入力され、波長多重信号光１ｂａが分波器１１ｂに、波長多重信号光１ｍが分波器１１ｍに入力される。

【０００８】

但し、波長多重信号光１ａ～１ｍの各々は、後述する波長帯のＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号が多重化されたものであるとする。各波長帯は、短波長側から順に、１４６０ｎｍ～１５３０ｎｍのＳ帯、１５３０ｎｍ～１５６５ｎｍのＣ帯、１５６５ｎｍ～１６２５ｎｍのＬ帯となっている。Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号は、伝送時に、方路としての光ファイバのＳ帯域、Ｃ帯域及びＬ帯域に割り当てられる。

【０００９】

なお、図６において、光信号の伝送経路上に「Ｓ」、「Ｃ」及び「Ｌ」で、光信号のＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯を示す。

【００１０】

分波器１１ａは、波長多重信号光１ａをＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号に分波し、各ＷＸＣ部２１～２３の光アンプ２４ａへ出力する。つまり、分波器１１ａは、分波されたＳ帯光信号をＳ帯ＷＸＣ部２１の光アンプ２４ａへ出力し、Ｃ帯光信号をＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ａへ出力し、Ｌ帯光信号をＬ帯ＷＸＣ部２３の光アンプ２４ａへ出力する。

【００１１】

他の分波器１１ｂ～１１ｍにおいても、上記分波器１１ａと同様に、波長多重信号光１ｂ～１ｍをＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号に分波し、各ＷＸＣ部２１～２３の光アンプ２４ｂ～２４ｍへ出力する。

【００１２】

各ＷＸＣ部２１～２３の光アンプ２４ａ～２４ｍは、Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号を増幅して、各ＷＸＣ部２１～２３のＷＳＳ２５ａ～２５ｍへ出力する。

【００１３】

各ＷＳＳ２５ａ～２５ｍは、波長帯毎の光信号の選択と減衰量調整機能等を有する。ＷＳＳ２５ａ～２５ｍ毎のＭ個の出力端は、出力側のＷＳＳ２６ａ～２６ｍのＭ個の入力端に接続されている。

【００１４】

例えば、ＷＳＳ２５ａは、最上部に記載の第１出力端からＬ帯光信号を、出力側のＷＳＳ２６ａの第２入力端へ出力し、第２出力端からＬ帯光信号を、出力側の図示せぬＷＳＳの入力端に出力し、第３出力端からＬ帯光信号を、出力側のＷＳＳ２６ｍの第１入力端へ出力する。このように１つのＷＳＳ２５ａの各出力端からＬ帯光信号を、異なるＷＳＳ２６ａ～２６ｍの入力端へ出力する。

【００１５】

出力側のＷＳＳ２６ａ～２６ｍの各々は、Ｍ個の入力端から入力された複数の波長帯の光信号を順次選択し、１出力端から光アンプ２７ａ～２７ｍへ出力する。

【００１６】

各光アンプ２７ａ～２７ｍの出力端は、合波器１２ａ～１２ｍに接続されている。これによって、光アンプ２７ａ～２７ｍは、Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号を増幅後に、該当する合波器１２ａ～１２ｍへ出力する。この出力後、各々の合波器１２ａ～１２ｍは、各ＷＸＣ部２１～２３の光アンプ２７ａ～２７ｍで増幅されたＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号を合波する。この合波による波長多重信号光は、Ｍ本の方路Ｍｏへマルチバンド伝送される。

【００１７】

このような波長クロスコネクト装置２０に係る従来の技術として、非特許文献１に記載のものがある。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【００１８】

【文献】A.Napoli et al., “Perspectives of Multi-band Optical Communication Systems,” OECC2018, 5B3-1, July 2018.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１９】

上述した波長クロスコネクト装置２０は、マルチバンド伝送に対応しており、分波器１１ａで分波されたＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号に対応するＳ帯ＷＸＣ部２１、Ｃ帯ＷＸＣ部２２及びＬ帯ＷＸＣ部２３を備える必要がある。このため、単一バンド対応の波長クロスコネクト装置に対して、装置規模及び消費電力の各々が３倍以上に増大する。

【００２０】

また、各ＷＸＣ部２１～２３の構成において、Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の波長帯の違いによる光学特性の差分があるため、Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号の伝送性能に差分が生じる。例えば、ＷＳＳや光アンプにおける透過帯域や光損失の波長帯依存性が生じる。

【００２１】

更に、波長帯に応じて、各ＷＸＣ部２１～２３のＷＳＳ及び光アンプ等の光デバイスに用いる構成部品の技術成熟度が異なる。ある一定レベルの光学性能（透過帯域や光損失等）を担保するために必要な光部品改良等にかかる技術成熟期間が波長帯に応じて異なると、技術成熟期間を最も要する波長帯の光デバイスの技術成熟に、マルチバンド対応ＷＸＣの実現時期が律速される。例えば、光デバイスの技術成熟度は、一般的な光伝送システムへの適用が最も多いＣ帯で最も高く、Ｌ帯、Ｓ帯の順で低い。このため、技術成熟期間を要するＳ帯の光デバイスの実現により、マルチバンド対応ＷＸＣの実現時期が律速されるという課題があった。

【００２２】
本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、装置規模及び消費電力を削減でき、ＷＸＣの異なる波長帯による各光信号の伝送性能の差分を無くし、最も技術成熟期間を要する波長帯の光デバイスにより、マルチバンド対応ＷＸＣの実現時期が律速されることを回避することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【００２３】
上記課題を解決するため、本発明は、波長クロスコネクト装置であって、
前記波長クロスコネクト装置は、１本又は複数本の光ファイバから構成される光伝送路でマルチバンド伝送されてきた異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の第１光信号を、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションＷＳＳ（Wavelength Selective Switch）で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、
光アンプ及び前記コンテンションＷＳＳを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うＷＸＣ（Wavelength Cross Connect）部を備え、
前記ＷＸＣ部の入力側に、前記第１光信号のうちの前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の第２光信号に変換する入力側変換部を備え、
前記ＷＸＣ部の出力側に、前記入力側変換部で変換された特定波長帯の前記第２光信号を、変換前の光信号に変換する出力側変換部を備え、
前記第１光信号のうちの前記入力側から直接入力された前記特定波長帯の第３光信号は、前記ＷＸＣ部での中継処理後に直接出力するようにし、
前記光アンプは、前記特定波長帯の前記第２光信号および前記特定波長帯の前記第３光信号をそれぞれ増幅し、
前記コンテンションＷＳＳは、
光信号が入力される複数の入力用のコリメータと、
前記入力用のコリメータを介して光信号が入射され、光信号の波長に応じて異なる角度に回折して反射することで分波する回析格子と、
前記回析格子で分波された光信号が入射され、入射された光信号を当該回析格子へ反射する光スイッチング素子と、
前記光スイッチング素子で反射され、前記回析格子で更に反射された光信号が入射され、入射された光信号を出力する複数の出力用のコリメータと、を備える
ことを特徴とする。
【発明の効果】
【００２４】
本発明によれば、装置規模及び消費電力を削減でき、ＷＸＣの異なる波長帯による各光信号の伝送性能の差分を無くし、最も技術成熟期間を要する波長帯の光デバイスにより、マルチバンド対応ＷＸＣの実現時期が律速されることを回避することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２５】
【図１】本発明の実施形態に係る波長クロスコネクト装置を用いたマルチバンド伝送システムの構成を示すブロック図である。
【図２】実施形態のＬ／Ｃ変換部の構成を示すブロック図である。
【図３】実施形態のマルチバンド伝送システムの動作を説明するためのフローチャートである。
【図４】コンテンションＷＳＳの構成例を示す斜視図である。
【図５】コンテンションＷＳＳの汎用タイプの構成例を示す斜視図である。
【図６】従来の波長クロスコネクト装置を用いたマルチバンド伝送システムの構成を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】

【００２６】
以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。但し、本明細書の全図において機能が対応する構成部分には同一符号を付し、その説明を適宜省略する。
＜実施形態の構成＞
図１は、本発明の実施形態に係る波長クロスコネクト装置を用いたマルチバンド伝送システムの構成を示すブロック図である。
【００２７】
図１に示す実施形態のマルチバンド伝送システム１０Ａに適用される波長クロスコネクト装置２０Ａが、従来の波長クロスコネクト装置２０（図６）と異なる点は、分波器１１ａ～１１ｍと合波器１２ａ～１２ｍとの間に、入力側のＳ／Ｃ変換部３１及びＬ／Ｃ変換部３２、並びに光アンプ２４ａ～２４ｍと、１つのＷＸＣ部２２Ａと、出力側の光アンプ２７ａ～２７ｍ並びにＣ／Ｓ変換部３５及びＣ／Ｌ変換部３６を備えて構成したことにある。
【００２８】
ＷＸＣ部２２Ａは、前述したＷＸＣ構成要素の技術成熟度が最も高い波長帯（特定波長帯という）であるＣ帯の波長を扱う。ＷＸＣ部２２Ａは、入力側に３つを１組とするｍ組の光アンプ２４ａ，２４ｂ，…，２４ｍと、ｍ個のＷ×Ｗ（Ｍ－１）のコンテンションＷＳＳ（ＷＳＳともいう）２５ａＡ，２５ｂＡ，…，２５ｍＡとを備える。出力側には、ｍ個のＷ（Ｍ－１）×Ｗのコンテンション ＷＳＳ２６ａＡ，２６ｂＡ，…，２６ｍＡと、３つを１組とするＭ組の光アンプ２７ａ，２７ｂ，…，２７ｍとを備える。
【００２９】
上式のＷ×Ｗ（Ｍ－１）又はＷ（Ｍ－１）×Ｗにおいて、Ｗは、波長帯数であり、本例では、Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の３つの波長帯数であるとする。Ｍは、各ＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡと各ＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡの入力端又は出力端における１端の方路本数である。この方路本数は、例えばＷＳＳ２６ａＡの３つの出力端に示すように１端が最低２本であるため、本例では２本とする。
【００３０】
このことから、入力側のＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡのＷ×Ｗ（Ｍ－１）の1項目の「Ｗ」は、波長帯数＝３であるため、入力端数＝３を表す。2項目の「Ｗ（Ｍ－１）」は、３（２－１）＝３であるため、出力端数＝３を表す。この３つの出力端の１端ずつから、同じ波長帯の信号が２つ出力されるようになっている。
【００３１】
出力側のＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡのＷ（Ｍ－１）×Ｗの1項目のＷ（Ｍ－１）は、３（２－１）＝３であるため、入力端数＝３を表す。この３つの入力端の１端ずつには、異なる波長帯数の信号が２つ入力されるようになっている。２項目の「Ｗ」は、本例では、出力端数＝３を表す。
【００３２】
また、ＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡ，２６ａＡ～２６ｍＡの入力端及び出力端は、上から第１入力端、第２入力端、第３入力端及び第１出力端、第２出力端、第３出力端と定める。入力側のＷＳＳ２５ａＡの第１出力端は、出力側のＷＳＳ２６ｂＡ及びＷＳＳ２６ｍＡの第１入力端に接続されている。入力側のＷＳＳ２５ａＡの第２出力端は、出力側のＷＳＳ２６ｂＡ及びＷＳＳ２６ｍＡの第２入力端に接続されている。入力側のＷＳＳ２５ａＡの第３出力端は、出力側のＷＳＳ２６ｂＡ及びＷＳＳ２６ｍＡの第３入力端に接続されている。
【００３３】
言い換えれば、出力側の例えばＷＳＳ２６ｂＡの第１入力端は、入力側のＷＳＳ２５ａＡ及びＷＳＳ２５ｍＡの第１出力端と接続されている。つまり、分波器１１ａ～１１ｍで分波後の同一波長帯の２つの光信号が、出力側のＷＳＳ２６ｂＡの第１入力端に入力されるように接続されている。これと同様に、他のＷＳＳ２５ｂＡ～２５ｍＡ及びＷＳＳ２６ｂＡ～２６ｍＡも図面の接続線で示すように接続されている。

【００３４】
コンテンションＷＳＳは、複数の入力端及び複数の出力端を有し、波長帯毎の光信号の選択と減衰量調整機能等を有する。更に、コンテンションＷＳＳは、上述した通り、光信号の複数入力｛Ｗ又はＷ（Ｍ－１）｝且つ複数出力｛Ｗ（Ｍ－１）又はＷ｝の処理機能を有することを特徴とする。但し、複数の入力端に同波長の光信号が入力された場合、光信号の衝突（コンテンション）が発生する。このため、コンテンションが発生しないように設定してある。
【００３５】
例えばＷＳＳ２５ａＡでは、３つの第１～第３入力端に、波長多重数が波長λ１～λ９６までの９６波長有るＣ帯の光信号が入力されるが、３つの入力端に同時に同じ波長が入力されないように設定してある。言い換えれば、３つの入力端に、同時に各々異なる波長のＣ帯の光信号が入力されるように設定してある。例えば、ＷＳＳ２５ａＡの第１入力端にはＣ帯の波長λ１の光信号が入力され、第２入力端にはＣ帯の波長λ２の光信号が入力され、第３入力端にはＣ帯の波長λ３のＣ帯の光信号が入力されるように設定してある。
【００３６】
次に、入力側のＭ本の方路毎にマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光１ａ，１ｂ，…，１ｍは、各分波器１１ａ～１１ｍでＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号に分波される。分波されたＳ帯の光信号は、後述のＳ／Ｃ変換部３１及び光アンプ２４ａ～２４ｍを介してＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡに入力される。分波されたＣ帯の光信号は、光アンプ２４ａ～２４ｍを介してＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡに入力される。分波されたＬ帯の光信号は、後述のＬ／Ｃ変換部３２及び光アンプ２４ａ～２４ｍを介してＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡに入力される。
【００３７】
Ｓ／Ｃ変換部３１は、Ｓ帯光信号をＣ帯光信号に変換し、Ｌ／Ｃ変換部３２は、Ｌ帯光信号をＣ帯光信号に変換するものである。なお、Ｓ／Ｃ変換部３１及びＬ／Ｃ変換部３２は、請求項記載の入力側変換部を構成する。
【００３８】
分波器１１ａ～１１ｍの各出力端と、ＷＸＣ部２２Ａの入力端との接続構成は、次のように成っている。即ち、入力側方路からマルチバンド伝送されてきたＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の波長多重信号光１ａが分波器１１ａで分波されたＳ帯光信号を出力する出力端が、Ｓ／Ｃ変換部３１を介してＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａに接続されている。また、分波器１１ａのＣ帯光信号の出力端は、直接、ＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａの入力端に接続されている。更に、分波器１１ａのＬ帯光信号の出力端が、Ｌ／Ｃ変換部３２を介してＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａの入力端に接続されている。
【００３９】
また、入力側方路からの波長多重信号光１ｂが分波器１１ｂで分波されたＳ帯光信号を出力する出力端が、Ｓ／Ｃ変換部３１を介してＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ｂに接続されている。また、分波器１１ａのＣ帯光信号の出力端は、直接、ＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ｂの入力端に接続されている。更に、分波器１１ａのＬ帯光信号の出力端が、Ｌ／Ｃ変換部３２を介してＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａの入力端に接続されている。
【００４０】
更に、入力側方路からの波長多重信号光１ｍが分波器１１ｍで分波されたＳ帯光信号を出力する出力端が、Ｓ／Ｃ変換部３１を介してＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ｍに接続されている。また、分波器１１ａのＣ帯光信号の出力端は、直接、ＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ｍの入力端に接続されている。更に、分波器１１ａのＬ帯光信号の出力端が、Ｌ／Ｃ変換部３２を介してＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ｍの入力端に接続されている。
【００４１】
次に、ＷＸＣ部２２Ａの出力側の光アンプ２７ａ～２７ｍに接続されたＣ／Ｓ変換部３５は、入力側のＳ／Ｃ変換部３１でＳ帯光信号が変換されたＣ帯光信号を、Ｓ帯光信号に変換する。また、光アンプ２７ａ～２７ｍに接続されたＣ／Ｌ変換部３６は、入力側のＬ

／Ｃ変換部３２でＬ帯光信号が変換されたＣ帯光信号を、Ｌ帯光信号に変換するＣ／Ｌ変換部３６を備える。なお、Ｃ／Ｓ変換部３５及びＣ／Ｌ変換部３６は、請求項記載の出力側変換部を構成する。

【００４２】

また、ＷＸＣ部２２Ａにおいて、入力端から直接入力されたＣ帯光信号を出力する出力端は、直接、合波器１２ａ～１２ｍの入力端に接続されている。

【００４３】

＜波長帯変換部の構成＞

上述したＳ／Ｃ変換部３１、Ｌ／Ｃ変換部３２、Ｃ／Ｓ変換部３５及びＣ／Ｌ変換部３６の回路構成は、実質上同一構成となっている。このため、図２にＬ／Ｃ変換部３２の回路構成を代表して示し、その説明を行う。

【００４４】

図２に示すＬ／Ｃ変換部３２は、ＷＳＳ５１と、波長可変光源５２ａ，５２ｂと、アンプ５３ａ，５３ｂと、偏波コントローラ５４ａ，５４ｂと、ＷＤＭ（Wavelength Division Multiplexing）カプラ５５ａ，５５ｂ，５６ａ，５６ｂと、偏波ビームスプリッタ５７ａ，５７ｂと、偏波コントローラ５８ａ，５８ｂと、ループ状の高非線形性ファイバ５９ａ，５９ｂと、光カプラ６０とを備えて構成されている。

【００４５】

但し、各符号５２ａ～５９ｂにおいて、ａは光信号の長波長側の構成要素を示し、ｂは光信号の短波長側の構成要素を示す。

【００４６】

偏波ビームスプリッタ５７ａは、２つの入出力ポート５７ａ１，５７ａ２をループ状に光ファイバで接続し、この光ファイバの途中にループ状の高非線形性ファイバ５９ａが接続されている。更に、偏波ビームスプリッタ５７ａの一方の入出力ポート５７ａ１と高非線形性ファイバ５９ａとの間に、偏波コントローラ５８ａが接続されている。

【００４７】

同様に、偏波ビームスプリッタ５７ｂは、２つの入出力ポート５７ｂ１，５７ｂ２をループ状に光ファイバで接続し、この光ファイバの途中にループ状の高非線形性ファイバ５９ｂが接続されている。更に、偏波ビームスプリッタ５７ｂの一方の入出力ポート５７ｂ１と高非線形性ファイバ５９ｂとの間に、偏波コントローラ５８ｂが接続されている。

【００４８】

まず、波長可変光源５２ａから出力されるポンプ光をアンプ５３ａで増幅し、偏波コントローラ５４ａで偏波制御したポンプ光Ｐａを、ＷＤＭカプラ５５ａ，５６ａを介して偏波ビームスプリッタ５７ａに入力する。この際、ポンプ光Ｐａは、偏波ビームスプリッタ５７ａの主軸に関して４５度傾いた直線偏波の状態で偏波ビームスプリッタ５７ａに入力される。４５度の傾きは、偏波コントローラ５４ａの偏波制御により実現される。

【００４９】

同様に、波長可変光源５２ｂから出力されるポンプ光をアンプ５３ｂで増幅し、偏波コントローラ５４ｂで偏波制御したポンプ光Ｐｂを、ＷＤＭカプラ５５ｂ，５６ｂを介して偏波ビームスプリッタ５７ｂに入力する。この際、ポンプ光Ｐｂは、偏波ビームスプリッタ５７ｂの主軸に関して４５度傾いた直線偏波の状態で偏波ビームスプリッタ５７ｂに入力される。４５度の傾きは、偏波コントローラ５４ｂの偏波制御により実現される。

【００５０】

一方、図１に示す分波器１１ａからＬ帯光信号（光信号Ｌともいう）が、Ｌ／Ｃ変換部３２の図２に示すＷＳＳ５１に入力されたとする。この光信号Ｌには、長波長側Ｌａの光信号（長波長側光信号Ｌａともいう）と短波長側Ｌｂの光信号（短波長側光信号Ｌｂともいう）とが合波されている。

【００５１】

ＷＳＳ５１は、光信号Ｌを長波長側光信号Ｌａと短波長側光信号Ｌｂとに分けて出力する。この長波長側光信号Ｌａは、ＷＤＭカプラ５５ａ，５６ａを介して偏波ビームスプリ

ッタ５７ａに入力される。短波長側光信号Ｌｂは、ＷＤＭカプラ５５ｂ，５６ｂを介して偏波ビームスプリッタ５７ｂに入力される。

【００５２】

このような構成の長波長側において、偏波ビームスプリッタ５７ａに入力された長波長側光信号Ｌａ及びポンプ光Ｐａは、偏波ビームスプリッタ５７ａの第１入出力ポート５７ａ１から出力され、矢印Ｙ５ａで示すように、偏波コントローラ５８ａ及び高非線形性ファイバ５９ａを介して第２入出力ポート５７ａ２に入力されるループ経路を辿る。

【００５３】

このループ経路において、偏波ビームスプリッタ５７ａの第１入出力ポート５７ａ１から出力された長波長側光信号Ｌａ及びポンプ光Ｐａは、偏波コントローラ５８ａで偏波制御されながら、高非線形性ファイバ５９ａで４光波混合処理（後述）される。高非線形性ファイバ５９ａは、パラメータとしての非線形定数が高くされた光ファイバであり、ループ中で４光波混合を効率良く起こして波長帯変換を行う。

【００５４】

即ち、高非線形性ファイバ５９ａは、４光波混合処理による非線形光学上の相互変調現象として、長波長側光信号Ｌａ及びポンプ光Ｐａの２つの波長帯を相互作用させ、新しく１つの波長帯であるＣ帯の長波長側の光信号Ｃａを生成する。この生成された光信号Ｃａと、長波長側光信号Ｌａ及びポンプ光Ｐａが、偏波ビームスプリッタ５７ａの第２入出力ポート５７ａ２に入力される。

【００５５】

この動作と同時に、偏波ビームスプリッタ５７ａに入力された長波長側光信号Ｌａ及びポンプ光Ｐａは、第２入出力ポート５７ａ２から出力され、矢印Ｙ５ａと反対方向の矢印Ｙ６ａで示すように、高非線形性ファイバ５９ａ及び偏波コントローラ５８ａを介して第１入出力ポート５７ａ１に入力されるループ経路を辿る。このループ経路においても上記同様に、４光波混合処理によって新しくＣ帯の長波長側Ｃａの光信号（長波長側光信号Ｃａともいう）が生成される。

【００５６】

上記ループ経路を双方向に辿って生成された２つの長波長側光信号Ｃａは、偏波ビームスプリッタ５７ａで波長多重される。この長波長側光信号Ｃａは、矢印Ｙ７ａで示すように、入力側へ向かって出力され、ＷＤＭカプラ５６ａで抽出され、光カプラ６０へ出力される。

【００５７】

短波長側においても、上記長波長側と同様の波長帯変換処理が行われる。

即ち、偏波ビームスプリッタ５７ｂに入力された長波長側光信号Ｌｂ及びポンプ光Ｐｂは、偏波ビームスプリッタ５７ｂの第１入出力ポート５７ｂ１から出力され、矢印Ｙ５ｂで示すように、偏波コントローラ５８ｂ及び高非線形性ファイバ５９ｂを介して第２入出力ポート５７ｂ２に入力されるループ経路を辿る。

【００５８】

このループ経路において、第１入出力ポート５７ｂ１から出力された長波長側光信号Ｌｂ及びポンプ光Ｐｂは、偏波コントローラ５８ｂで偏波制御されながら、高非線形性ファイバ５９ｂで４光波混合処理される。この処理によって、新しくＣ帯の短波長側の光信号Ｃｂが生成され、長波長側光信号Ｌｂ及びポンプ光Ｐｂと共に、偏波ビームスプリッタ５７ｂの第２入出力ポート５７ｂ２に入力される。

【００５９】

この動作と同時に、偏波ビームスプリッタ５７ｂの第２入出力ポート５７ｂ２から、長波長側光信号Ｌｂ及びポンプ光Ｐｂが、矢印Ｙ５ｂと反対方向の矢印Ｙ６ｂで示すループ経路を辿る。このループ経路においても上記同様に、４光波混合処理によって新しくＣ帯の短波長側Ｃｂの光信号（短波長側光信号Ｃｂともいう）が生成される。

【００６０】

上記ループ経路を双方向に辿って生成された２つの短波長側光信号Ｃｂは、偏波ビーム

スプリッタ５７ｂで波長多重され、矢印Ｙ７ｂで示す入力側へ出力され、ＷＤＭカプラ５６ｂを介して光カプラ６０へ出力される。

【００６１】

光カプラ６０は、長波長側光信号Ｃａと、短波長側光信号Ｃｂとを結合してＣ帯の光信号とする。このように、Ｌ／Ｃ変換部３２は、分波器１１ａからのＬ帯光信号を、Ｃ帯光信号に変換する。この変換されたＣ帯光信号は、ＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａに入力される。

【００６２】

＜実施形態の動作＞

次に、マルチバンド伝送システム１０Ａの動作を、図３のフローチャートを参照して説明する。

【００６３】

図３に示すステップＳ１において、図１に示す入力側の方路Ｍｉからマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光１ａ～１ｍは、各分波器１１ａ～１１ｍで波長多重信号光１ａ～１ｍ毎に、Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号に分波される。

【００６４】

ステップＳ２において、上記分波されたＳ帯光信号は、各Ｓ／Ｃ変換部３１でＣ帯光信号に変換され、ＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａ～２４ｍへ出力される。

【００６５】

ステップＳ３において、上記分波されたＣ帯光信号は、直接、光アンプ２４ａ～２４ｍへ出力される。

【００６６】

ステップＳ４において、上記分波されたＬ帯光信号は、各Ｌ／Ｃ変換部３２でＣ帯光信号に変換され、光アンプ２４ｂ～２４ｍへ出力される。なお、上記ステップＳ２～Ｓ４の処理は、実行順序を問わない。

【００６７】

ステップＳ５において、各光アンプ２４ａ～２４ｍは、Ｃ帯光信号を増幅し、各ＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡへ出力する。

【００６８】

ステップＳ６において、ＷＸＣ部２２Ａの入力側の各ＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡは、入力されたＣ帯光信号を、予め定められた所定の出力側のＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡを介して光アンプ２７ａ～２７ｍへ出力する。

【００６９】

ステップＳ７において、ＷＸＣ部２２Ａの出力側の各光アンプ２７ａ～２７ｍは、入力側のＳ／Ｃ変換部３１で変換されたＣ帯光信号を増幅し、Ｃ／Ｓ変換部３５へ出力する。Ｃ／Ｓ変換部３５は、入力側で変換されたＣ帯光信号をＳ帯光信号に変換し、合波器１２ａ～１２ｍへ出力する。

【００７０】

ステップＳ８において、各光アンプ２７ａ～２７ｍは、分波器１１ａ～１１ｍから直接、ＷＸＣ部２２Ａに入力されたＣ帯光信号を増幅し、直接、各合波器１２ａ～１２ｍへ出力する。

【００７１】

ステップＳ９において、ＷＸＣ部２２Ａの出力側の各光アンプ２７ａ～２７ｍは、入力側のＬ／Ｃ変換部３２で変換されたＣ帯光信号を増幅し、Ｃ／Ｌ変換部３６へ出力する。Ｃ／Ｌ変換部３６は、入力側で変換されたＣ帯光信号をＬ帯光信号に変換し、合波器１２ａ～１２ｍへ出力する。なお、上記ステップＳ７～Ｓ９の処理は、実行順序を問わない。

【００７２】

ステップＳ１０において、各々の合波器１２ａ～１２ｍは、入力されたＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各光信号を合波して出力側のＭ本の方路Ｍｏへマルチバンド伝送する。

【００７３】

＜実施形態の効果＞

本実施形態の波長クロスコネクト装置２０Ａは、１本又は複数本の光ファイバを１方路Ｍｉに纏めた複数の方路Ｍｉからマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光１ａ～１ｍが、方路Ｍｉ毎に、異なる波長帯（Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯）に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、ＷＳＳで方路変更して出力側の方路Ｍｏへ出力する中継処理を行う。

【００７４】

（１ａ）波長クロスコネクト装置２０Ａは、光アンプ２４ａ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ及び複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡ，２６ａＡ～２６ｍＡを有し、異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯（Ｃ帯）の光信号の中継処理を行うＷＸＣ部２２Ａを備える。また、ＷＸＣ部２２Ａの入力側に、特定波長帯以外の波長帯の光信号を、特定波長帯の光信号に変換する入力側変換部（Ｓ／Ｃ変換部３１及びＬ／Ｃ変換部３２）を備えると共に、ＷＸＣ部２２Ａの出力側に、入力側変換部で変換された特定波長帯の光信号を、当該変換前の光信号に変換する出力側変換部（Ｃ／Ｓ変換部３５及びＣ／Ｌ変換部３６）を備える。入力側から直接入力された特定波長帯の光信号は、ＷＸＣ部２２Ａでの中継処理後に直接出力される構成とした。

【００７５】

この構成によれば、特定波長帯の光信号を中継処理するＷＸＣ部２２Ａを１つ備える。入力側の特定波長帯以外の波長帯の光信号が、入力側変換部で特定波長帯の光信号に変換され、ＷＸＣ部２２Ａへ入力される。また、入力側の特定波長帯の光信号は直接、ＷＸＣ部２２Ａへ入力される。これらＷＸＣ部２２Ａに入力される複数の特定波長帯の光信号は、入力側のコンテンションＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡの複数の入力端から入力され、複数の出力端から、出力側のコンテンションＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡの複数の入力端へ出力される。更に、出力側のコンテンションＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡの複数の出力端から出力される。これによりＷＸＣ部２２Ａから出力される。このように、ＷＸＣ部２２Ａは、同一波長帯である特定波長帯の光信号での中継処理を行う。

【００７６】

この中継処理後の特定波長帯の光信号は、入力側変換部で変換された光信号であれば、出力側変換部で、その変換前の光信号に変換される。入力側から直接入力された特定波長帯の光信号はＷＸＣ部２２Ａでの中継処理後に直接出力される。

【００７７】

このため、ＷＸＣ部２２Ａは、同じ波長帯（特定波長帯）の光信号を処理する機能を有するので、従来のようなマルチバンド伝送の波長帯の違いによる光学特性の差分が無くなる。

【００７８】

従来では、各ＷＸＣ部２１～２３を、異なる波長帯の光信号処理に対応させる必要があったが、本発明では、１つのＷＸＣ部２２Ａにより同一の波長帯（特定波長帯）で光信号処理を行える。このため、ＷＸＣ部２２Ａの装置規模及び消費電力を減少できる。

【００７９】

更に、本発明の１つのＷＸＣ部２２Ａでは、同一の波長帯の光信号が入出力される。このため、従来のような各ＷＸＣ部２１～２３（図６）における、構成要素（ＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡ，２６ａＡ～２６ｍＡと光アンプ２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ）の技術成熟度を低くする波長帯に係るＳ帯ＷＸＣ部２１（図６）によって、他のＷＸＣ部２２，２３の伝送性能が制限されることを無くすことができる。つまり、最も技術成熟期間を要する波長帯（Ｓ帯）の光デバイスにより、マルチバンド対応ＷＸＣの実現時期が律速されることを回避することができる。

【００８０】

（２ａ）特定波長帯は、ＷＸＣ部２２Ａの伝送性能に係る構成要素の技術成熟度を異ならせる波長帯の内、当該技術成熟度を最も高める波長帯（Ｃ帯）である構成とした。

【００８１】

この構成によれば、ＷＸＣ部２２Ａは、技術成熟度を最も高める特定波長帯に係る構成要素を有して成るので、ＷＸＣ部２２Ａを、伝送性能を最も高くできる。

【００８２】

＜コンテンションＷＳＳの構成例＞

次に、コンテンションＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡ，２６ａＡ～２６ｍＡの構成例を、図４を参照して説明する。但し、ＷＳＳ２５ａＡを代表して説明する。

【００８３】

図４に示すＷＳＳ２５ａＡは、入力用の３つ（Ｗ＝３）のファイバコリメータ（コリメータともいう）６１ａ，６１ｂ，６１ｃと、出力用の３つ（Ｗ（Ｍ－１）＝３）のコリメータ６２ａ，６２ｂ，６２ｃと、波長分割多重された光信号の分波を行うグレーティング（回折格子）６５と、レンズ６７と、例えばＬＣＯＳ（Liquid Crystal on Silicon）で構成される光スイッチング素子６８とを備えて構成されている。入力用のコリメータ６１は、入力側の光ファイバ（図示せず）に接続されている。

【００８４】

このような構成のＷＳＳ２５ａＡの動作について説明する。まず、光ファイバからＣ帯の光信号が第１入力端Ｐａ１からコリメータ６１ａを介して、矢印Ｙ１で示すように、グレーティング６５に入射される。グレーティング６５は、光信号に対して、波長に応じて異なる角度に回折して反射することで、矢印Ｙ２，Ｙ３，Ｙ４で示すように、分波（例えば３分波）を行う。３分波された光信号は、レンズ６７を介して光スイッチング素子６８に入射される。

【００８５】

光スイッチング素子６８は、３分波された光信号を反射する。この反射は、矢印Ｙ５で１光信号を代表して示すように、レンズ６７及びグレーティング６５を介して所望の出力用のコリメータ６２ａに入射され、コリメータ６２ａの出力端Ｐｂ１から出力されるように行う。言い換えれば、入力側のＷＳＳ２５ａＡの出力端から、出力側のＷＳＳ２６ｂＡ，２６ｍＡの第１入力端へ出力されるように行う。

【００８６】

言い換えれば、光スイッチング素子６８は、反射した光信号が、出力側のＷＳＳ２６ｂＡ，２６ｍＡ（図１）の第１入力端にＰａ１に繋がる入力側のＷＳＳ２５ａＡの第１出力端Ｐｂ１に向かうように、波長毎に反射角度を変更して光信号の反射（矢印Ｙ５）を行う。

【００８７】

但し、グレーティング６５で反射された光信号を所望の出力用のコリメータ６２ａへ入射可能となっている。これは、光スイッチング素子６８の反射角度を変更することにより、グレーティング６５での光信号の反射角度が変わるので、この処理により、所望の出力用のコリメータ６２ａへ入射可能となっている。

【００８８】

このような構成では、ＷＳＳ２５ａＡを、複数のコリメータ６１ａ～６１ｃ，６２ａ～６２ｃ、グレーティング６５、レンズ６７及び光スイッチング素子６８を用いて組み合わせた光学系部品で構成でき、この光学系部品の組み合わせで複数のＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡ又はＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡを構成できる。このため、複数のＷＳＳ２５ａＡ～２５ｍＡ又はＷＳＳ２６ａＡ～２６ｍＡを集積化できるので、波長クロスコネクト装置２０Ａの小型化を図ることができる。

【００８９】

また、図５に示すように、１入力Ｐａ１で複数出力Ｐｂ１～Ｐｂ４の構成のＷＳＳが、成熟技術による汎用タイプで存在する。このＷＳＳを用いれば、図４に示した構成のコンテンションＷＳＳを容易に作成できるという効果が得られる。

【００９０】

＜効果＞

（１）波長クロスコネクト装置であって、前記波長クロスコネクト装置は、１本又は複数本の光ファイバから構成される光伝送路でマルチバンド伝送されてきた異なる複数の波

長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションＷＳＳ（Wavelength Selective Switch）で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、前記光アンプ及び前記コンテンションＷＳＳを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うＷＸＣ（Wavelength Cross Connect）部を備え、前記ＷＸＣ部の入力側に、前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の光信号に変換する入力側変換部を備え、前記ＷＸＣ部の出力側に、前記入力側変換部で変換された特定波長帯の光信号を、変換前の光信号に変換する出力側変換部を備え、前記入力側から直接入力された前記特定波長帯の光信号は、前記ＷＸＣ部での中継処理後に直接出力するようにしたことを特徴とする波長クロスコネクト装置である。

【００９１】

この構成によれば、特定波長帯の光信号を中継処理するＷＸＣ部を１つ備える。入力側の特定波長帯以外の波長帯の光信号が、入力側変換部で特定波長帯の光信号に変換され、ＷＸＣ部へ入力される。また、入力側の特定波長帯の光信号は直接、ＷＸＣ部へ入力される。これらＷＸＣ部に入力される複数の特定波長帯の光信号は、入力側のコンテンションＷＳＳの複数の入力端から入力され、複数の出力端から、出力側のコンテンションＷＳＳの複数の入力端へ出力される。更に、出力側のコンテンションＷＳＳの複数の出力端から出力される。これによりＷＸＣ部２２Ａから出力される。このように、ＷＸＣ部は、同一波長帯である特定波長帯の光信号での中継処理を行う。

【００９２】

この中継処理後の特定波長帯の光信号は、入力側変換部で変換された光信号であれば、出力側変換部で、その変換前の光信号に変換される。入力側から直接入力された特定波長帯の光信号はＷＸＣ部での中継処理後に直接出力される。

【００９３】

このため、ＷＸＣ部は、同じ波長帯（特定波長帯）の光信号を処理する機能を有するので、従来のようなマルチバンド伝送の波長帯の違いによる光学特性の差分が無くなる。

【００９４】

従来では、各ＷＸＣ部を、異なる波長帯の光信号処理に対応させる必要があったが、本発明では、１つのＷＸＣ部により同一の波長帯（特定波長帯）で光信号処理を行える。このため、ＷＸＣ部の装置規模及び消費電力を減少できる。

【００９５】

更に、本発明のＷＸＣ部では、同一の波長帯の光信号が入出力される。このため、従来のような各ＷＸＣ部における、構成要素（ＷＳＳと光アンプ）の技術成熟度を低くする波長帯に係るＳ帯ＷＸＣ部によって、他のＷＸＣ部の伝送性能が制限されることを無くすことができる。つまり、最も技術成熟期間を要する波長帯（Ｓ帯）の光デバイスにより、マルチバンド対応ＷＸＣの実現時期が律速されることを回避することができる。

【００９６】

（２）上記（１）において、前記特定波長帯は、前記ＷＸＣ部の伝送性能に係る構成要素の技術成熟度を異ならせる波長帯の内、当該技術成熟度を最も高める波長帯であることを特徴とする。

【００９７】

この構成によれば、全てのＷＸＣ部は、技術成熟度を最も高める特定波長帯に係る構成要素を有して成るので、全ＷＸＣ部を、伝送性能を最も高くできる機能に統一できる。

【００９８】

（３）前記コンテンションＷＳＳは、光信号が入力される複数の入力用のコリメータと、前記入力用のコリメータを介して光信号が入射され、光信号の波長に応じて異なる角度に回折して反射することで分波する回析格子と、前記回析格子で分波された光信号が入射され、入射された光信号を当該回析格子へ反射する光スイッチング素子と、前記光スイッチング素子で反射され、前記回析格子で更に反射された光信号が入射され、入射された光

信号を出力する複数の出力用のコリメータとを備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の波長クロスコネクト装置である。

【００９９】

この構成によれば、コンテンションＷＳＳを、複数のコリメータ、回析格子及び光スイッチング素子を用いて組み合わせた光学系部品で構成でき、この光学系部品の組み合わせで複数のコンテンションＷＳＳを構成できる。このため、複数のコンテンションＷＳＳを集積化できるので、波長クロスコネクト装置２０Ａの小型化を図ることができる。また、１入力で複数出力タイプのＷＳＳが、成熟技術による汎用タイプで存在する。このＷＳＳを用いれば、コンテンションＷＳＳを容易に作成できる。

【０１００】

その他、具体的な構成について、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

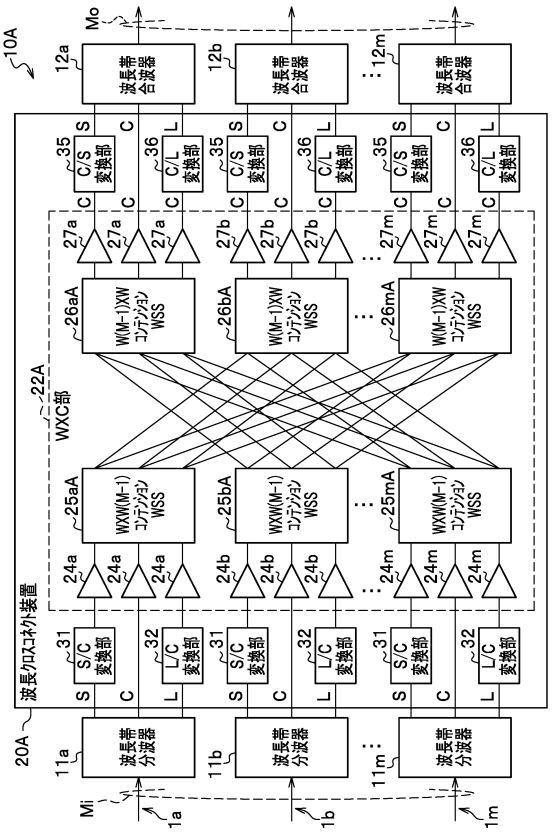
【符号の説明】

【０１０１】

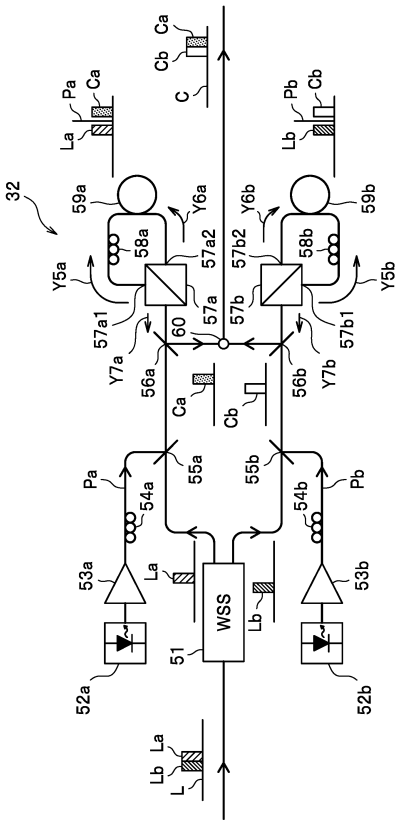
１ａ～１ｍ　波長多重信号光
１１ａ～１１ｍ　波長帯分波器
１２ａ～１２ｍ　波長帯合波器
２０Ａ　波長クロスコネクト装置
２２Ａ　ＷＸＣ部
２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ　光アンプ
２５ａＡ～２５ｍＡ，２６ａＡ～２６ｍＡ　コンテンションＷＳＳ
３１　Ｓ／Ｃ変換部
３２　Ｌ／Ｃ変換部
３５　Ｃ／Ｓ変換部
３６　Ｃ／Ｌ変換部

【図面】

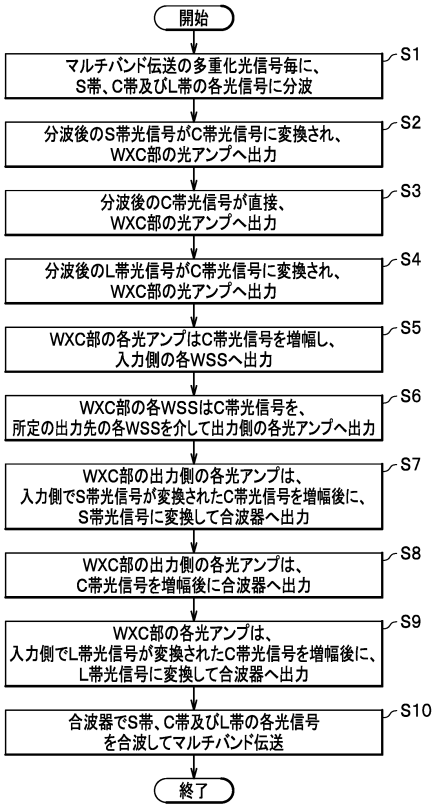
【図１】


10A
20A
22A
WXC部
波長クロスコネクト装置
Mo
Mi
1a
1b
1m
11a
11b
11m
12a
12b
12m
波長帯合波器
波長帯分波器
C/S変換部
C/L変換部
S/C変換部
L/C変換部
W(M−1)×W コンディショナルWSS
WXW(M−1) コンディショナルWSS

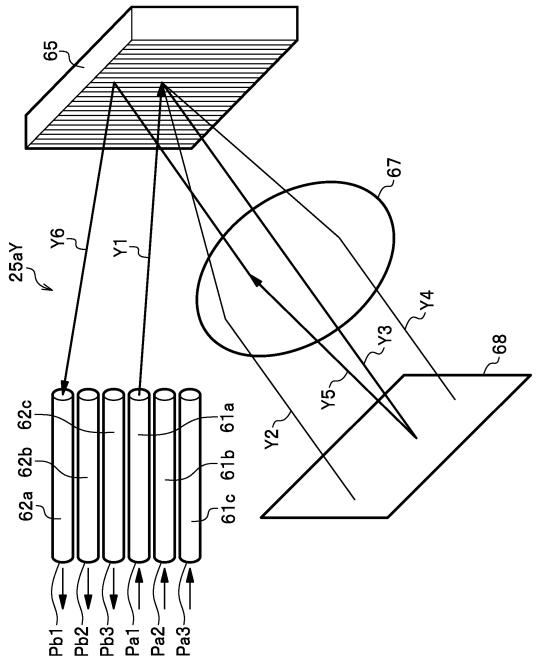
【図２】


32
WSS
51
52a
52b
53a
53b
54a
54b
55a
55b
56a
56b
57a
57b
57a1
57b1
57a2
57b2
58a
58b
59a
59b
60
Ca
Cb
Pa
Pb
La
Lb
Y5a
Y5b
Y6a
Y6b
Y7a
Y7b

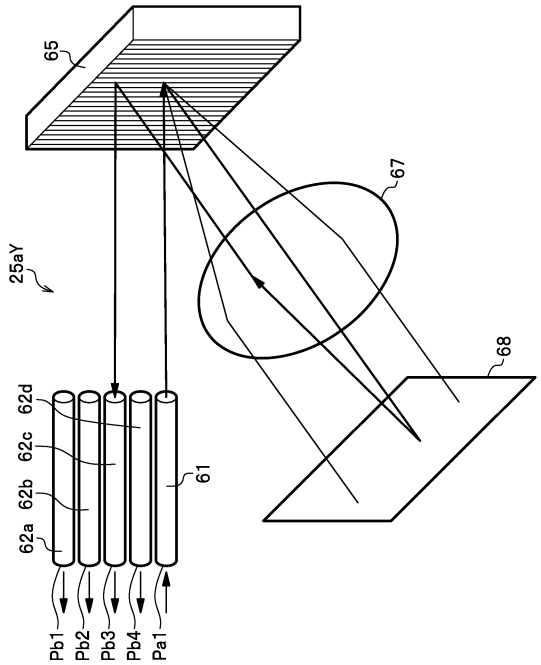
【図３】


開始
マルチバンド伝送の多重化光信号毎に、S帯、C帯及びL帯の各光信号に分波
S1
分波後のS帯光信号がC帯光信号に変換され、WXC部の光アンプへ出力
S2
分波後のC帯光信号が直接、WXC部の光アンプへ出力
S3
分波後のL帯光信号がC帯光信号に変換され、WXC部の光アンプへ出力
S4
WXC部の各光アンプはC帯光信号を増幅し、入力側の各WSSへ出力
S5
WXC部の各WSSはC帯光信号を、所定の出力先の各WSSを介して出力側の各光アンプへ出力
S6
WXC部の出力側の各光アンプは、入力側でS帯光信号が変換されたC帯光信号を増幅後に、S帯光信号に変換して合波器へ出力
S7
WXC部の出力側の各光アンプは、C帯光信号を増幅後に合波器へ出力
S8
WXC部の各光アンプは、入力側でL帯光信号が変換されたC帯光信号を増幅後に、L帯光信号に変換して合波器へ出力
S9
合波器でS帯、C帯及びL帯の各光信号を合波してマルチバンド伝送
S10
終了

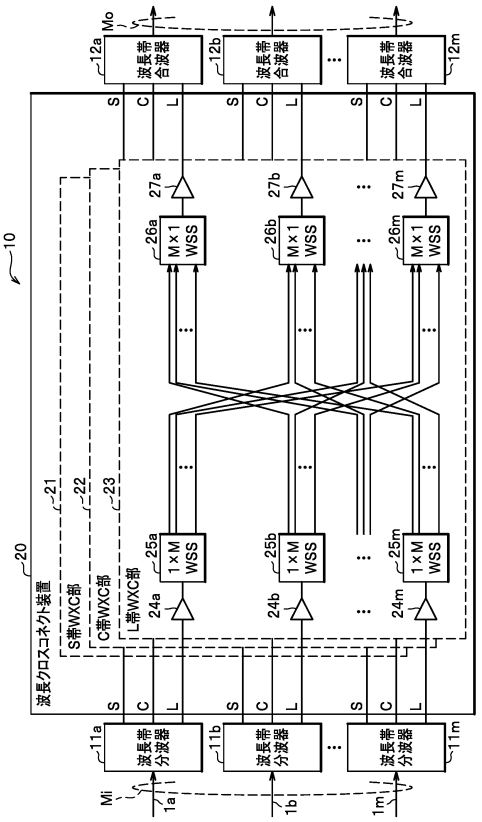
【図４】


25aY
65
67
68
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
Y6
61a
61b
61c
62a
62b
62c
Pa1
Pa2
Pa3
Pb1
Pb2
Pb3

【図５】


65
67
68
25aY
62d
62c
62b
62a
61
Pb1
Pb2
Pb3
Pb4
Pa1

【図６】


Mo
12a
波長帯合波器
12b
12m
S
C
L
27a
27b
27m
26a
26b
26m
M×1 WSS
10
21
22
23
20
25a
25b
25m
1×M WSS
24a
24b
24m
S帯WXC部
C帯WXC部
L帯WXC部
波長クロスコネクト装置
11a
11b
11m
波長帯分波器
Mi
1a
1b
1m

フロントページの続き

東京都千代田区大手町一丁目５番１号 日本電信電話株式会社内

審査官　対馬 英明

(56)参考文献

特開２０２０－１３７０４２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１８８８３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－００８２４４（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２５４１５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２４３５７１（ＪＰ，Ａ）
特許第４４９３５３８（ＪＰ，Ｂ２）
NAPOLI A. et al.，Perspectives of Multi-band Optical Communication Systems，The 23rd OptoElectronics and Communications Conference (OECC 2018) Technical Digest，OPTICAL SOCIETY OF KOREA，2018年07月，5B3-1

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｈ０４Ｂ　１０／００－１０／９０
Ｈ０４Ｊ　１４／００－１４／０８