(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7472982号
(P7472982)

(45)発行日　令和6年4月23日(2024.4.23)

(24)登録日　令和6年4月15日(2024.4.15)

(51)国際特許分類

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

ＦＩ

請求項の数　7　（全17頁）

(21)出願番号　特願2022-534520(P2022-534520)
(86)(22)出願日　令和2年7月6日(2020.7.6)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/026498
(87)国際公開番号　WO2022/009292
(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、マルチバンド伝送システム及びマルチバンド伝送方法

(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光信号を光アンプで増幅した後、入力側において１入力端からの入力を１出力端から複数分岐出力後に、出力側において１入力端からの複数合成入力を１出力端から出力する光信号処理を行うＷＳＳ（Wavelength Selective Switch）で方路変更し、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。
【請求項２】
請求項１に記載の波長クロスコネクト装置を複数備え、複数の波長クロスコネクト装置

を、当該波長クロスコネクト装置における入出力側の複数の帯域毎にＷＤＭ（Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ Ｄｉｖｉｓｉｏｎ Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘ）網でリング状に接続して構成されるマルチバンド伝送システムであって、

前記リング状に接続された波長クロスコネクト装置間の複数の帯域毎のＷＤＭ網に所定の波長を割り当て、この割り当てられた波長の光信号が伝送される光パスを、１又は複数の波長クロスコネクト装置を介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部を備え、

前記リンク波長割当制御部は、波長クロスコネクト装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスを、同一区間の異なる帯域のＷＤＭ網に張る制御を行う

ことを特徴とするマルチバンド伝送システム。

【請求項３】

請求項１に記載の波長クロスコネクト装置を複数備え、複数の波長クロスコネクト装置を、当該波長クロスコネクト装置における入出力側の複数の帯域毎にＷＤＭ網でリング状に接続して構成されるマルチバンド伝送システムのマルチバンド伝送方法であって、

前記リング状に接続された波長クロスコネクト装置間の複数の帯域毎のＷＤＭ網に所定の波長を割り当て、この割り当てられた波長の光信号が伝送される光パスを、１又は複数の波長クロスコネクト装置を介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部を、前記マルチバンド伝送システムに備え、

前記リンク波長割当制御部は、

前記波長クロスコネクト装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスを、同一区間の異なる帯域のＷＤＭ網に張るステップ

を実行することを特徴とするマルチバンド伝送方法。

【請求項４】

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、異なる帯域のＷＤＭ網を通って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、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を入力側の方路から、方路を変更して、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波長帯変換部を、入力側の方路ごと、かつ、変換する波長帯ごとに備える、

ことを特徴とする波長クロスコネクト装置。

【請求項５】

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、異なる帯域のＷＤＭ網を通って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、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を入力側の方路から、方路を変更して、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部の出力側に、前記特定波長帯の光信号を、当該特定波長帯以外の任意の波長帯の光信号に変換する出力側波長帯変換部を、出力側の方路ごと、かつ、変換する波長帯ごとに備える、

ことを特徴とする波長クロスコネクト装置。

【請求項６】

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、異なる帯域のＷＤＭ網を通って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、異なる波長帯に分波された各波

長帯の光信号を入力側の方路から、方路を変更して、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波長帯変換部を、入力側の方路ごと、かつ、変換する波長帯ごとに備え、
前記ＷＸＣ部の出力側に、前記特定波長帯の光信号を、当該特定波長帯以外の任意の波長帯の光信号に変換する出力側波長帯変換部を、出力側の方路ごと、かつ、変換する波長帯ごとに備える、
ことを特徴とする波長クロスコネクト装置。
【請求項７】
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、入力側において１入力端からの入力を１出力端から複数分岐出力後に、出力側において１入力端からの複数合成入力を１出力端から出力する光信号処理を行うＷＳＳ（Wavelength Selective Switch）で方路変更し、出力側の方路へ出力する中継処理を行う、
ことを特徴とする請求項４乃至請求項６のいずれか１項に記載の波長クロスコネクト装置。
【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、マルチバンド伝送システム及びマルチバンド伝送方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
１本の光ファイバに上記波長多重信号光を伝送する波長分割多重通信（ＷＤＭ: Wavelength Division Multiplex）がある。図６は、従来のＷＤＭを用いたマルチバンド伝送システム（システムともいう）の構成を示すブロック図である。
【０００３】
図６に示すマルチバンド伝送システム１０は、互いに離間した複数の波長クロスコネクト装置２０ａ，２０ｂ，２０ｃ，２０ｄ，２０ｅ，２０ｆを、Ｓ帯のＷＤＭ網Ｓｎと、Ｃ帯のＷＤＭ網Ｃｎと、Ｌ帯のＷＤＭ網Ｌｎとでリング状に接続して構成されている。Ｓ帯のＷＤＭ網Ｓｎ、Ｃ帯のＷＤＭ網Ｃｎ及びＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎは、各々離間している。Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯については後述する。
【０００４】
図７に従来のシステム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。波長クロスコネクト装置２０は、同一構成の波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆを示している。
【０００５】
波長クロスコネクト装置２０は、入力側に、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が接続され、出力側に、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が接続されている。
【０００６】
更に、波長クロスコネクト装置２０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。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。

【０００７】

図６に示したシステム１０においては、各波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆのＳ帯ＷＸＣ部２１がＳ帯のＷＤＭ網Ｓｎで接続され、Ｃ帯ＷＸＣ部２２がＣ帯のＷＤＭ網Ｃｎで、Ｌ帯ＷＸＣ部２３がＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎで接続されている。

【０００８】

また、図６に四角柱で示す各波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆは、分波器１１ａ～１１ｍと合波器１２ａ～１２ｍとを備えている。四角柱の下端側又は上端側に、分波器１１ａ～１１ｍに接続された入力側の方路Ｍｉと、合波器１２ａ～１２ｍに接続された出力側の方路Ｍｏとが接続されているとする。

【０００９】

図７に示す各ＷＸＣ部２１～２３は、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。

【００１０】

また、Ｓ帯ＷＸＣ部２１及び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。

【００１１】

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。

【００１２】

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。

【００１３】

なお、図７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。

【００１４】

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。

【００１５】

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。

【００１６】

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。

【００１７】

各ＷＳＳ２５ａ～２５ｍは、波長帯毎（帯域毎）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。

【００１８】

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ＷＳＳ２６ｂ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。

【００１９】

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。

【００２０】

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。

【００２１】

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】

【００２２】

【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】

【００２３】

上述した図６に示すシステム１０において、各波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆのＳ帯ＷＸＣ部２１、Ｃ帯ＷＸＣ部２２及びＬ帯ＷＸＣ部２３（図７）を帯域毎に接続するＳ帯のＷＤＭ網Ｓｎ、Ｃ帯のＷＤＭ網Ｃｎ及びＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎは互いに離間して独立している。このため、異なる帯域のＷＤＭ網Ｓｎ，Ｃｎ，Ｌｎ間で光信号の伝送を行うことはできない。つまり、同じ帯域のＷＸＣ部２１～２３同士で、同帯域のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ、Ｃ帯のＷＤＭ網Ｃｎ又はＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎを介して通信を行うようになっている。

【００２４】

図６に示すように、例えば入力側の方路Ｍｉ１から波長クロスコネクト装置２０ｄ，２０ｅ，２０ｆを介して出力側の方路Ｍｏ１へ、Ｌ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上で光パスＰ１を張る。この光パスＰ１にＬ帯で波長λ１の光信号λ１Ｌを伝送したとする。この時、入力側の方路Ｍｉ２から波長クロスコネクト装置２０ｅ，２０ｆ，２０ａを介して出力側の方路Ｍｏ２へ、Ｌ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上で光パスＰ２を張り、この光パスＰ２に上記と同じ光信号λ１Ｌを伝送したとする。

【００２５】

この場合、上記同一波長λ１の光信号λ１Ｌは、異なる光パスＰ１，Ｐ２を通るが、これらの光パスＰ１，Ｐ２は同一のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上に張られている。このため、波長クロスコネクト装置２０ｅ，２０ｆ間のように同一のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上を同一波長λ１の光信号λ１Ｌが通過すると、×印で示すように波長衝突を起こし、伝送できなくなる課題があった。また、波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆにＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯のＷ

ＸＣ部２１～２３を用いるので、ＷＸＣ部の装置規模及び消費電力が増大する課題もあった。

【００２６】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、波長クロスコネクト装置のＷＸＣ部の装置規模及び消費電力を抑制でき、こ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において、入力側の方路から出力側の方路へ異なる光パスに伝送される同一波長の光信号を波長衝突無しに伝送することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【００２７】

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光信号を光アンプで増幅した後、入力側において１入力端からの入力を１出力端から複数分岐出力後に、出力側において１入力端からの複数合成入力を１出力端から出力する光信号処理を行うＷＳＳ（Wavelength Selective Switch）で方路変更し、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。

【発明の効果】

【００２８】

本発明によれば、波長クロスコネクト装置のＷＸＣ部の装置規模及び消費電力を抑制でき、こ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において、入力側の方路から出力側の方路へ異なる光パスに伝送される同一波長の光信号を波長衝突無しに伝送することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】本発明の実施形態に係るＷＤＭを用いたマルチバンド伝送システムの構成を示す図である。

【図２】マルチバンド伝送システムの各波長クロスコネクト装置の構成を示すブロック図である。

【図３】波長クロスコネクト装置のＷＸＣ部の構成を示すブロック図である。

【図４】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５】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図である。

【図７】従来の波長クロスコネクト装置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】

【００３０】

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ＷＤＭを用いたマルチバンド伝送システムの構成を示す図である。図１に示すマルチバンド伝送システム（システム）１０Ａが、従来のマルチバンド伝送システム（図６）と異なる点は、各波長クロスコネクト装置２０ａＡ，２０ｂ

Ａ，２０ｃＡ，２０ｄＡ，２０ｅＡ，２０ｆＡが、異なる帯域のＷＤＭ網Ｓｎ，Ｃｎ，Ｌｎ間を通って光信号を伝送可能としたことにある。

【００３１】

図２に本実施形態のシステム１０Ａに用いられる波長クロスコネクト装置２０Ａの構成を示す。波長クロスコネクト装置２０Ａは、同一構成の波長クロスコネクト装置２０ａＡ～２０ｆＡを示している。

【００３２】

波長クロスコネクト装置２０Ａ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（図２で図示省略）と、１つのＷＸＣ部２２Ａと、出力側の光アンプ２７ａ～２７ｍ（図２で図示省略）並びにＣ／Ｓ変換部３５及びＣ／Ｌ変換部３６を備えて構成されている。更に、波長クロスコネクト装置２０Ａには、リンク波長割当制御部２９が接続されている。但し、リンク波長割当制御部２９は、図１に示すように、システム１０Ａの全ての波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆを一括して制御する状態に接続されている。リンク波長割当制御部２９は、１つの装置として構成してもよい。

【００３３】

ＷＸＣ部２２Ａは、図３に示すように、特定波長帯である例えば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、これらの光アンプ２４ａ～２４ｍの各々に接続された１×Ｗ（Ｍ－１）のＷＳＳ２５ａ１～２５ａ３，２５ｂ１～２５ｂ３，…，２５ｍ１～２５ｍ３（ＷＳＳ２５ａ１～２５ｍ３ともいう）とを備える。

【００３４】

ＷＸＣ部２２Ａの出力側には、入力側のＷＳＳ２５ａ１～２５ｍ３と同数の出力側のＷ（Ｍ－１）×１のＷＳＳ２６ａ１～２６ａ３，２６ｂ１～２６ｂ３，…，２６ｍ１～２６ｍ３（ＷＳＳ２６ａ１～２６ｍ３ともいう）と、３つを１組とするＭ組の光アンプ２７ａ，２７ｂ，…，２７ｍとを備える。

【００３５】

上式の１×Ｗ（Ｍ－１）において、「１」は各ＷＳＳ２５ａ１～２５ｍ３の入力端が１つであることを示す。「Ｗ（Ｍ－１）」は、各ＷＳＳ２５ａ１～２５ｍ３の出力端の分岐数を示す。また、Ｗ（Ｍ－１）×１において、「Ｗ（Ｍ－１）」は、各ＷＳＳ２６ａ１～２６ｍ３の入力側の分岐数を示す。「１」は各ＷＳＳ２６ａ１～２６ｍ３の出力端が１つであることを示す。

【００３６】

上記のＷは、波長帯数を示し、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、互いに同数のＷＳＳ２６ａ１～２６ｍ３とＷＳＳ２６ａ１～２６ｍ３とを、同じ方路で組み分けした際の組数を示す。例えば、入力側及び出力側のＷＳＳが、第１方路のＷＳＳ２５ａ１～２５ａ３と、第２方路のＷＳＳ２５ｂ１～２５ｂ３と、第３方路のＷＳＳ２５ｍ１～２５ｍ３との３組（以降、具体例としては３組とする）があるとすると、Ｍ＝３となる。この場合、入力側の例えばＷＳＳ２５ａ１では、Ｗ（Ｍ－１）＝３（３－１）＝６となるので、ＷＳＳ２５ａ１の出力端の分岐数が６となる。出力側の例えばＷＳＳ２６ａ１では、Ｗ（Ｍ－１）＝３（３－１）＝６となるので、ＷＳＳ２６ａ１の入力端の分岐数が６となる。

【００３７】

このことから、上から１組目の内のＷＳＳ２５ａ１の出力端は、自方路以外、即ち、１組目の方路以外の２組目の方路のＷＳＳ２６ｂ１Ａ～２６ｂ３と、ｍ組目（例えば３組目とする）の方路のＷＳＳ２６ｍ１Ａ～２６ｍ３との合計６つの出力端に接続されている。言い換えれば、例えば入力側のＷＳＳ２５ａ１と出力側のＷＳＳ２６ｂ１とは、入力側において１入力端からの入力を１出力端から複数分岐出力後に、出力側において１入力端からの複数合成入力を１出力端から出力する光信号処理を行っている。他のＷＳＳも同じ接続様態であるため説明を省略する。

【００３８】
次に、図１に示すように、リンク波長割当制御部２９は、波長割当テーブル（一例として波長割当テーブル９ｅｆ，９ｆａ）を備え、波長クロスコネクト装置２０ａ～２０ｆ間を接続するＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の各ＷＤＭ網Ｓｎ～Ｌｎへの光パス（リンク）の割り当てを行うと共に、予め定められた波長λ１～波長λ９６を割り当てる設定を波長割当テーブルに行う。
【００３９】
波長割当テーブル９ｅｆには、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間のＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の何れかの光パスに、波長λ１～波長λ９６を割り当てる設定が行われる。波長割当テーブル９ｆａには、波長クロスコネクト装置２０ｆＡ，２０ａＡ間のＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の何れかの光パスに、波長λ１～λ９６を割り当てる設定が行われる。
【００４０】
図１に示す例では、リンク波長割当制御部２９が、波長割当テーブル９ｅｆにおいて、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ及びＣ帯のＷＤＭ網Ｃｎに、波長λ１を割り当てる設定を行っている。また、波長割当テーブル９ｆａにおいて、波長クロスコネクト装置２０ｆＡ，２０ａＡ間のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎに、波長λ１を割り当てる設定を行っている。
【００４１】
この設定によって、リンク波長割当制御部２９は、例えば入力側の方路Ｍｉ１から波長クロスコネクト装置２０ｄＡ，２０ｅＡ，２０ｆＡを介して出力側の方路Ｍｏ１へ向かって、Ｌ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上に、Ｌ帯で波長λ１の光信号λ１Ｌが伝送可能な光パスＰ１（実線）を張ることができる。
【００４２】
これと同時に、リンク波長割当制御部２９は、入力側の方路Ｍｉ２から波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ，２０ａＡを介して出力側の方路Ｍｏ２へ向かって、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間ではＣ帯のＷＤＭ網Ｃｎ上に、且つ、波長クロスコネクト装置２０ｆＡ，２０ａＡ間ではＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上に、上記と同じ光信号λ１Ｌを伝送可能な光パスＰ２ａ（破線）を張ることができる。
【００４３】
つまり、リンク波長割当制御部２９は、同一区間（例えば波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間）に、同波長λ１の光信号λ１Ｌが伝送される異なる光パスＰ１，Ｐ２ａを張る場合、これらの光パスＰ１，Ｐ２ａを、同一区間の異なる帯域のＷＤＭ網（Ｃ帯のＷＤＭ網ＣｎとＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ）に張るようにする。このために、波長割当テーブル９ｅｆ，９ｆａの各ＷＤＭ網Ｃｎ，Ｌｎへの波長λ１の割り当てが設定されるようになっている。
【００４４】
次に、図３において、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。
【００４５】
分波器１１ａ～１１ｍ（図２）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Ｍｉ（図２）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。
【００４６】
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２４ｂの入力端に接続されている。

【００４７】

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１１ｍ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１１ｍ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。

【００４８】

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。

【００４９】

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。

【００５０】

＜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４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。

【００５１】

図４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。

【００５２】

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。

【００５３】

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。

【００５４】

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。

【００５５】

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。

【００５６】

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。

【００５７】

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４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。

【００５８】

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。

【００５９】

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。

【００６０】

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。

【００６１】

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。

【００６２】

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。

【００６３】

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。

【００６４】

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。

【００６５】
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。
【００６６】
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。
【００６７】
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。
【００６８】
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。
【００６９】
＜実施形態の動作＞
次に、図１に示すマルチバンド伝送システム１０Ａの動作を、図５のフローチャートを参照して説明する。
【００７０】
図５に示すステップＳ１において、図１に示すように、リンク波長割当制御部２９が波長割当テーブル９ｅｆに、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ及びＣ帯のＷＤＭ網Ｃｎに、波長λ１を割り当てる設定を行ったとする。更に、リンク波長割当制御部２９が波長割当テーブル９ｆａに、波長クロスコネクト装置２０ｆＡ，２０ａＡ間のＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎに、波長λ１を割り当てる設定を行ったとする。
【００７１】
次に、ステップＳ２において、リンク波長割当制御部２９は、波長割当テーブル９ｅｆに基づき、入力側の方路Ｍｉ１から波長クロスコネクト装置２０ｄ，２０ｅ，２０ｆを介して出力側の方路Ｍｏ１へ、Ｌ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上に光パスＰ１（実線）を張る。
【００７２】
これと共に、リンク波長割当制御部２９は、波長割当テーブル９ｅｆ，９ｆａに基づき、入力側の方路Ｍｉ２から波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ，２０ａＡを介して出力側の方路Ｍｏ２へ向かい、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間ではＣ帯のＷＤＭ網Ｃｎ上に、且つ、波長クロスコネクト装置２０ｆＡ，２０ｆＡ間ではＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上に、上記と同じ光信号λ１Ｌが伝送可能な光パスＰ２ａ（破線）を張る。
【００７３】
つまり、同一区間（波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間）に、同波長λ１の光信号λ１Ｌが伝送される異なる光パスＰ１，Ｐ２ａが張られるので、各光パスＰ１，Ｐ２ａは、同一区間の異なる帯域のＷＤＭ網（Ｃ帯のＷＤＭ網ＣｎとＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ）に張られることになる。
【００７４】
次に、ステップＳ３において、入力側の方路Ｍｉ１から光パスＰ１にＬ帯で波長λ１の光信号λ１Ｌが、次のように伝送される。
【００７５】
まず、入力側の方路Ｍｉ１から波長クロスコネクト装置２０ｄＡに入力されたＬ帯の光

信号λ１Ｌは、図２に示す例えば分波器１１ａを介してＬ／Ｃ変換部３２でＣ帯に変換される。この変換されたＣ帯の光信号λ１Ｌは、図３に示すＷＸＣ部２２Ａの光アンプ２４ａを介してＷＳＳ２５ａ３に入力され、この出力端から例えばＬ帯系列のＷＳＳ２６ｂ３へ出力される。

【００７６】

更に、Ｃ帯の光信号λ１Ｌは、ＷＳＳ２６ｂ３から光アンプ２７ｂを介してＣ／Ｌ変換部３６でＬ帯に変換され、図１に示すＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上の光パスＰ１を介して後段の波長クロスコネクト装置２０ｅＡに入力される。この波長クロスコネクト装置２０ｅＡでも前段の波長クロスコネクト装置２０ｄＡと同等の処理が行われ、更に後段の波長クロスコネクト装置２０ｆＡでも同等の処理が行われる。波長クロスコネクト装置２０ｆＡでは、Ｌ帯で波長λ１の光信号λ１Ｌが、図２に示す例えば合波器１２ｂから出力側の方路Ｍｏ１（図１）へ出力される。

【００７７】

次に、ステップＳ４において、図１に示す方路Ｍｉ２から光パスＰ２ａに上記と同じＬ帯で波長λ１の光信号λ１Ｌが、次のように伝送される。

【００７８】

まず、入力側の方路Ｍｉ２から波長クロスコネクト装置２０ｅＡに入力されたＬ帯の光信号λ１Ｌは、図２に示す例えば分波器１１ａを介してＬ／Ｃ変換部３２でＣ帯に変換される。この変換されたＣ帯の光信号λ１Ｌは、図３に示す光アンプ２４ａを介してＷＳＳ２５ａ３に入力され、この出力端から例えばＣ帯系列のＷＳＳ２６ｂ２へ出力される。

【００７９】

更に、Ｃ帯の光信号λ１Ｌは、ＷＳＳ２６ｂ２から光アンプ２７ｂを介して、図１に示すＣ帯のＷＤＭ網Ｃｎ上の光パスＰ２ａを介して後段の波長クロスコネクト装置２０ｆＡに入力される。この波長クロスコネクト装置２０ｆＡに入力されたＣ帯の光信号λ１Ｌは、図３に示す光アンプ２４ｂを介してＷＳＳ２５ｂ２に入力され、この出力端からＬ帯系列の例えばＷＳＳ２６ａ３へ出力される。このＣ帯の光信号λ１Ｌは、ＷＳＳ２６ｂ３から光アンプ２７ｂを介してＣ／Ｌ変換部３６でＬ帯に変換され、図１に示すＬ帯のＷＤＭ網Ｌｎ上の光パスＰ２ａを介して更に後段の波長クロスコネクト装置２０ａＡに入力される。

【００８０】

この波長クロスコネクト装置２０ａＡでは、Ｌ帯の光信号λ１Ｌが、図２に示す例えば分波器１１ａを介してＬ／Ｃ変換部３２でＣ帯に変換される。このＣ帯の光信号λ１Ｌは、図３に示す光アンプ２４ａを介してＷＳＳ２５ａ３に入力され、この出力端からＬ帯系列の例えばＷＳＳ２６ｂ３へ出力される。更に、Ｃ帯の光信号λ１Ｌは、ＷＳＳ２６ｂ３から光アンプ２７ｂを介してＣ／Ｌ変換部３６でＬ帯に変換され、図２に示す合波器１２ｂから出力側の方路Ｍｏ２（図１）へ出力される。

【００８１】

＜実施形態の効果＞

本実施形態のマルチバンド伝送システム１０Ａの波長クロスコネクト装置２０Ａ（波長クロスコネクト装置２０ａＡ～２０ｆＡ）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Ｍｉ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２４ａ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍで増幅した後、ＷＳＳ２５ａ１～２５ｍ３，２６ａ１～２６ｍ３で方路変更し、出力側の方路Ｍｏへ出力する中継処理を行っている。

【００８２】

ＷＳＳ２５ａ１～２５ｍ３，２６ａ１～２６ｍ３は、入力側において１入力端からの入力を１出力端から複数分岐出力後に、出力側において１入力端からの複数合成入力を１出力端から出力する光信号処理を行っている。

【００８３】

波長クロスコネクト装置２０Ａは、光アンプ２４ａ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍで及びＷ

ＳＳ２５ａ１～２５ｍ３，２６ａ１～２６ｍ３を有し、異なる波長帯（Ｓ帯、Ｃ帯及びＬ帯の波長帯）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、当該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。更に、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、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。そして、入力側から直接入力された特定波長帯の光信号を、ＷＸＣ部２２Ａでの中継処理後に直接出力する構成とした。

【００８４】

この構成によれば、異なる波長帯の光信号を同一の波長帯（特定波長帯）の光信号に変換した後、１つのＷＸＣ部２２Ａにより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。

【００８５】

（２）マルチバンド伝送システム１０Ａは、上記（１）に記載の波長クロスコネクト装置２０Ａを複数備え、複数の波長クロスコネクト装置２０ａＡ～２０ｆＡを、当該波長クロスコネクト装置２０ａＡ～２０ｆＡにおける入出力側の複数の帯域毎にＷＤＭ網Ｓｎ～Ｌｎでリング状に接続して構成される。

【００８６】

リング状に接続された波長クロスコネクト装置（例えば波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ）間の複数の帯域（Ｃ帯及びＬ帯）毎のＷＤＭ網Ｃｎ，Ｌｎに所定の波長λ１を割り当て、この割り当てられた波長λ１の光信号が伝送される光パスＰ１，Ｐ２ａを、１又は複数の波長クロスコネクト装置２０ｅＡ～２０ａＡを介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部２９を備える。

【００８７】

リンク波長割当制御部２９は、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間による同一区間に、同波長λ１の光信号が伝送される異なる光パスＰ１，Ｐ２ａを、同一区間の異なる帯域（Ｃ帯及びＬ帯）のＷＤＭ網Ｃｎ，Ｌｎに張る制御を行う構成とした。

【００８８】

この構成によれば、波長クロスコネクト装置２０ｅＡ，２０ｆＡ間による同一区間に、同波長λ１の光信号が伝送される異なる光パスＰ１，Ｐ２ａが、同一区間の異なる帯域（Ｃ帯及びＬ帯）のＷＤＭ網Ｃｎ，Ｌｎに張られる。このため、同一区間の異なる光パスＰ１，Ｐ２ａに、同波長λ１の光信号が伝送されても、波長衝突が生じることが無くなる。

【００８９】

＜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、入力側において１入力端からの入力を１出力端から複数分岐出力後に、出力側において１入力端からの複数合成入力を１出力端から出力する光信号処理を行うＷＳＳで方路変更し、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。

【００９０】

この構成によれば、異なる波長帯の光信号を同一の波長帯（特定波長帯）の光信号に変換した後、１つのＷＸＣ部により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。

【００９１】

（２）上記（１）に記載の波長クロスコネクト装置を複数備え、複数の波長クロスコネクト装置を、当該波長クロスコネクト装置における入出力側の複数の帯域毎にＷＤＭ（Wavelength Division Multiplex）網でリング状に接続して構成されるマルチバンド伝送システムであって、前記リング状に接続された波長クロスコネクト装置間の複数の帯域毎のＷＤＭ網に所定の波長を割り当て、この割り当てられた波長の光信号が伝送される光パスを、１又は複数の波長クロスコネクト装置を介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部を備え、前記リンク波長割当制御部は、波長クロスコネクト装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスを、同一区間の異なる帯域のＷＤＭ網に張る制御を行うことを特徴とするマルチバンド伝送システムである。

【００９２】

この構成によれば、波長クロスコネクト装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスが、同一区間の異なる帯域のＷＤＭ網に張られる。このため、同一区間の異なる光パスに、同波長の光信号が伝送されても、波長衝突が生じることが無くなる。

【００９３】

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。

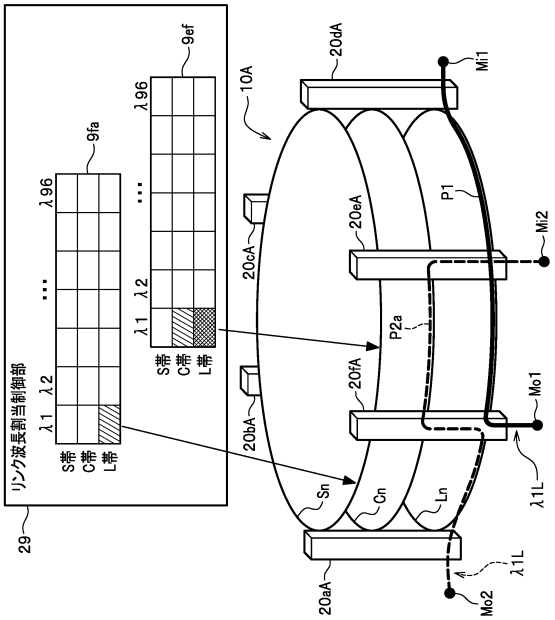
【符号の説明】

【００９４】

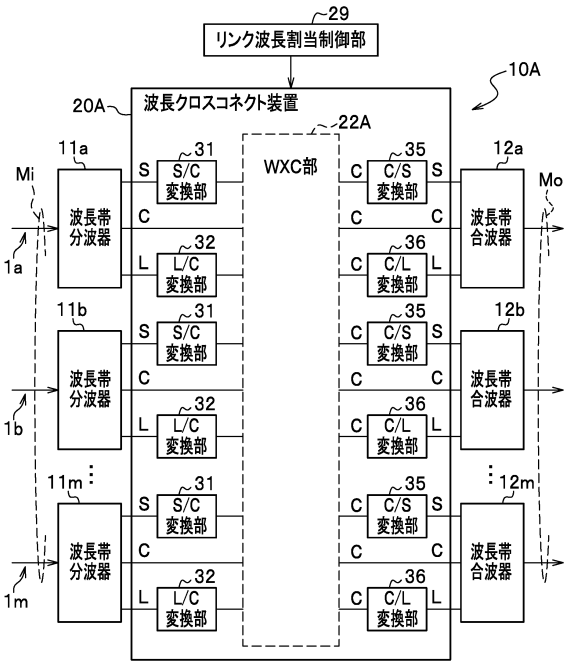
１ａ～１ｍ　波長多重信号光
９ｅｆ，９ｆａ　波長割当テーブル
１０Ａ　マルチバンド伝送システム
１１ａ～１１ｍ　波長帯分波器
１２ａ～１２ｍ　波長帯合波器
２０Ａ　波長クロスコネクト装置
２２Ａ　ＷＸＣ部
２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ　光アンプ
２５ａ１～２５ｍ３，２６ａ１～２６ｍ３　ＷＳＳ
２９　リンク波長割当制御部
３１　Ｓ／Ｃ変換部（入力側変換部）
３２　Ｌ／Ｃ変換部（入力側変換部）
３５　Ｃ／Ｓ変換部（出力側変換部）
３６　Ｃ／Ｌ変換部（出力側変換部）
Ｓｎ　Ｓ帯のＷＤＭ網
Ｃｎ　Ｃ帯のＷＤＭ網
Ｌｎ　Ｌ帯のＷＤＭ網
Ｍｉ　入力側の方路
Ｍｏ　出力側の方路
Ｐ１，Ｐ２ａ　光パス
λ１Ｌ　光信号

【図面】

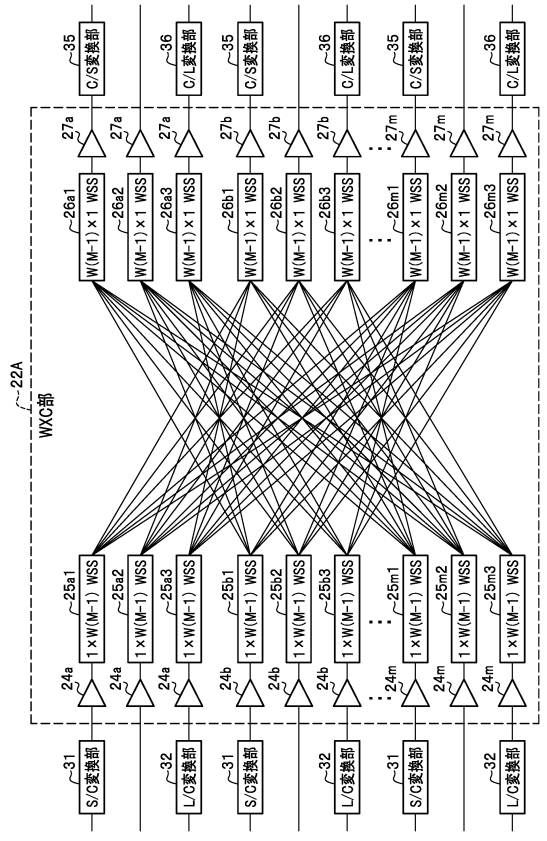
【図１】


リンク波長割当制御部
29
9fa
9ef
λ96
λ2
λ1
S帯
C帯
L帯
10A
20dA
Mi1
20eA
P1
Mi2
20cA
P2a
20fA
20bA
Mo1
λ1L
Sn
Cn
Ln
20aA
λ1L
Mo2

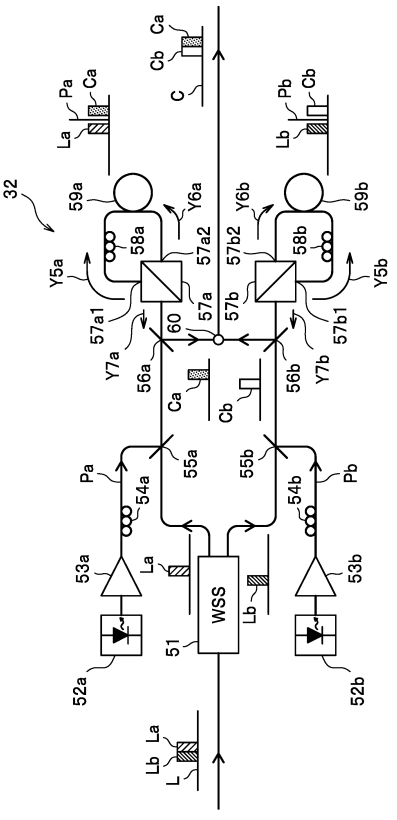
【図２】


29
リンク波長割当制御部
10A
20A
波長クロスコネクト装置
22A
WXC部
11a
11b
11m
12a
12b
12m
Mi
Mo
1a
1b
1m
波長帯分波器
波長帯合波器
S/C変換部
C/S変換部
L/C変換部
C/L変換部
31
32
35
36

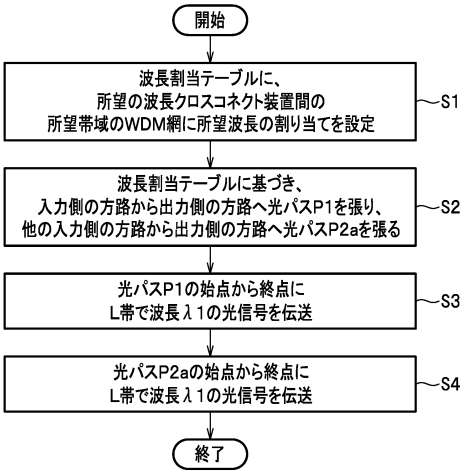
【図３】


22A
WXC部
C/S変換部
C/L変換部
S/C変換部
L/C変換部
W(M-1)×1 WSS
1×W(M-1) WSS

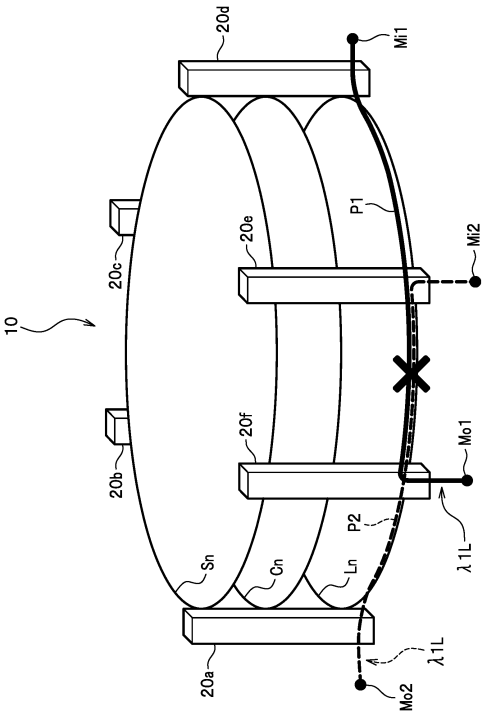
【図４】


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

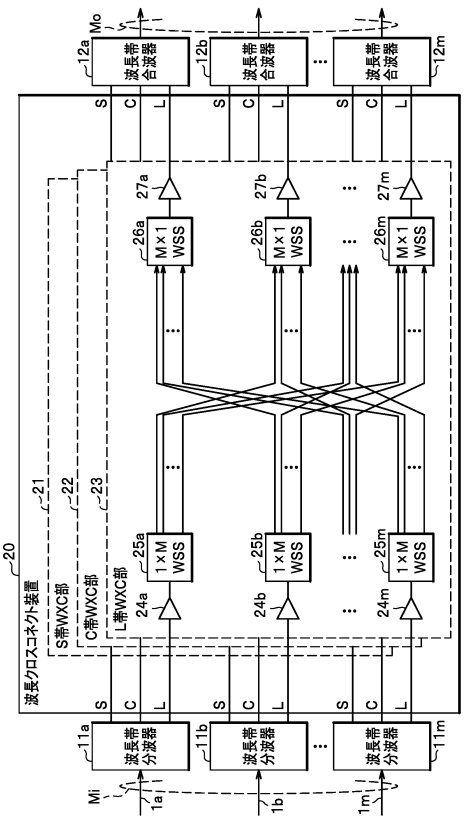
【図５】


開始
波長割当テーブルに、
所望の波長クロスコネクト装置間の
所望帯域のWDM網に所望波長の割り当てを設定
S1
波長割当テーブルに基づき、
入力側の方路から出力側の方路へ光パスP1を張り、
他の入力側の方路から出力側の方路へ光パスP2aを張る
S2
光パスP1の始点から終点に
L帯で波長λ1の光信号を伝送
S3
光パスP2aの始点から終点に
L帯で波長λ1の光信号を伝送
S4
終了

【図６】


10
20a
20b
20c
20d
20e
20f
Mi1
Mi2
Mo1
Mo2
P1
P2
Sn
Cn
Ln
λ1L
λ1L

【図７】


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

(56)参考文献　特開２００４－２５４１５７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１１５１３３（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１８８８３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１０１４３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｂ　１０／２７
Ｈ０４Ｊ　１４／０２