(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年8月12日(12.08.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/156933 A1

(51) 国際特許分類:
H04J 14/02 (2006.01) *H04B 10/291* (2013.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/004101

(22) 国際出願日： 2020年2月4日(04.02.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

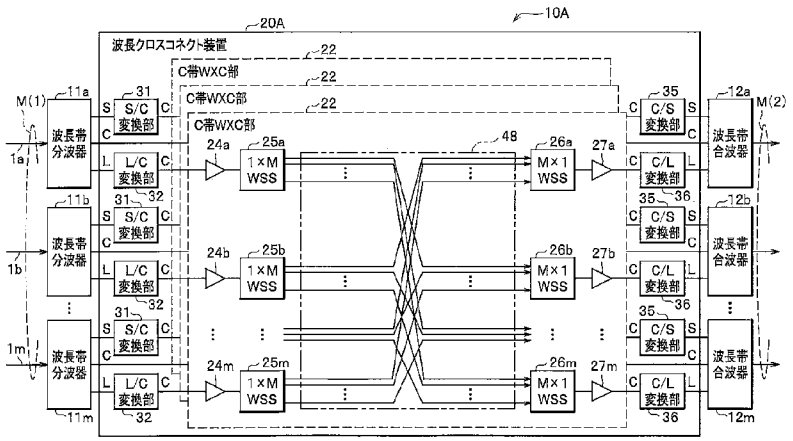
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 河原 光貴 (**KAWAHARA, Hiroki**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 関剛志(**SEKI, Takeshi**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 須田 祥生(**SUDA, Sachio**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 齋藤 航平(**SAITO, Kohei**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 広瀬 健太(**HIROSE, Kenta**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目１番１８号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(54) **Title:** WAVELENGTH CROSS-CONNECT DEVICE AND WAVELENGTH CROSS-CONNECT METHOD

(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



11a, 11b, 11m Wavelength band splitter
12a, 12b, 12m Wavelength band multiplexer
20A Wavelength cross-connect device
22 C-band WXC unit
31, 32, 35, 36 Conversion unit

(57) **Abstract:** Wavelength-multiplexed signal lights (1a-1m) that have been transmitted by multiband transmission from a plurality of paths M(1) are, per each path, split into different wavelength bands (S-band, C-band, and L-band), and a wavelength cross-connect device (20A) performs a relay process wherein after the optical signals of each of the wavelength bands are amplified with amplifiers, the paths are changed using WSSs, and the results are outputted to output-side paths M(2). C-band WXC units 22 that, among the different wavelength bands, perform the relay process for the optical signals of a specific wavelength band (C-band), are provided in a number that is equal to the number of wavelength bands of the optical signals of each of the wavelength bands. Provided on the input side of the C-band WXC units 22 are input-side conversion units (31, 32) that convert the optical signals of wavelength bands other than the specific wavelength band into optical signals of the specific wavelength band, and provided on the output side are output-side conversion units (35, 36) that convert, into the pre-conversion optical signals, the optical signals of the specific wavelength band that were

WO 2021/156933 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

converted on the input side. The optical signals of the specific wavelength band that were directly inputted from the input side have been configured so as to be directly outputted after the relay process of the C-band WXC units.

(57) 要約：波長クロスコネクト装置（２０Ａ）は、複数の方路Ｍ（１）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Ｍ（２）へ出力する中継処理を行う。異なる波長帯の内、特定波長帯（Ｃ帯）の光信号の中継処理を行う、各波長帯の光信号の波長帯数と同数のＣ帯ＷＸＣ部２２を備える。Ｃ帯ＷＸＣ部２２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（３１，３２）を備え、出力側に、入力側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（３５，３６）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、Ｃ帯ＷＸＣ部での中継処理後に直接出力される構成とした。

明　細　書

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

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Ｍ（１）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Ｍ（２）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）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Ｍ（２）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] 非特許文献1：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、本発明の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、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う波長クロスコネクト装置であって、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、前記各波長帯の光信号の波長帯数と同数の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され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]実施形態の変形例１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5]実施形態の変形例２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）と異なる点について説明する。

[0028] 波長クロスコネクト装置２０Ａ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帯に係るＣ帯ＷＸＣ部２２を、波長帯分波器１１ａ～１１ｍ毎に分波される波長帯数と同数備える。本例では、波長帯数がＳ帯、Ｃ帯及びＬ帯の３つであるとする。この場合に、Ｃ帯ＷＸＣ部２２を３つ備える構成とする。Ｃ帯ＷＸＣ部２２は、請求項記載のＷＸＣ部を構成する。

[0029] 波長クロスコネクト装置２０Ａは、入力側に、特定波長帯（Ｃ帯）以外の波長帯（Ｓ帯及びＬ帯）の光信号を、特定波長帯（Ｃ帯）の光信号に変換する波長帯変換部としてのＳ／Ｃ変換部３１及びＬ／Ｃ変換部３２を備える。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。

[0030] 分波器１１ａ～１１ｍの各出力端と、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２の入力端と

の接続構成は、次のように成っている。即ち、分波器１１ａ～１１ｍのＳ帯光信号の出力端が、Ｓ／Ｃ変換部３１を介して第１のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ａ～２４ｍに接続されている。また、分波器１１ａ～１１ｍのＣ帯光信号の出力端は、直接、第２のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ａ～２４ｍの入力端に接続されている。更に、分波器１１ａ～１１ｍのＬ帯光信号の出力端が、Ｌ／Ｃ変換部３２を介して第３のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ａ～２４ｍの入力端に接続されている。

[0031] また、波長クロスコネクト装置２０Ａは、出力側に、光アンプ２７ａ～２７ｍに接続されたＣ／Ｓ変換部３５及びＣ／Ｌ変換部３６を備える。図１には光アンプ２７ａ～２７ｍに接続されたＣ／Ｌ変換部３６を代表して表す。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。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。

[0032] また、Ｃ帯ＷＸＣ部２２における直接入力されたＣ帯光信号の出力端は、直接、合波器１２ａ～１２ｍの入力端に接続されている。

[0033] ＜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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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、Ｃ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ａに入力される。

[0052] ＜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。

[0053] 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Ｍ（１）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。

[0054] 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、第１のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ｂ～２４ｍへ出力される。

[0055] ステップＳ３において、上記分波されたＣ帯光信号は、直接、第２のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ａ～２４ｍへ出力される。

[0056] 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、第３のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ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。

[0057] ステップＳ５において、各Ｃ帯ＷＸＣ部２２の各光アンプ２４ａ～２４ｍは、Ｃ帯光信号を増幅し、各ＷＳＳ２５ａ～２５ｍへ出力する。

[0058] ステップＳ６において、各Ｃ帯ＷＸＣ部２２の各ＷＳＳ２５ａ～２５ｍ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ＷＳＳ２６ａ～２６ｍを介して光アンプ２７ａ～２７ｍへ出力する。

[0059] ステップＳ７において、第１のＣ帯ＷＸＣ部２２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。

[0060] ステップＳ８において、第２のＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２７ａ～２７ｍは、Ｃ帯光信号を増幅し、直接、各合波器１２ａ～１２ｍへ出力する。

[0061] ステップＳ９において、第３のＣ帯ＷＸＣ部２２の出力側の各光アンプ２

７ａ～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。

[0062] 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Ｍ（２）へマルチバンド伝送する。

[0063] ＜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Ｍ（１）に纏めた複数の方路Ｍ（１）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Ｍ（１）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Ｍ（２）へ出力する中継処理を行う。

[0064] （１）波長クロスコネクト装置２０Ａは、光アンプ２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ及びＷＳＳ２５ａ～２５ｍ，２６ａ～２６ｍ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、各波長帯の光信号の波長帯数と同数のＣ帯ＷＸＣ部２２を備える。また、Ｃ帯ＷＸＣ部２２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、Ｃ帯ＷＸＣ部２２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、Ｃ帯ＷＸＣ部２２での中継処理後に直接出力される構成とした。

[0065] この構成によれば、特定波長帯の光信号を中継処理するＣ帯ＷＸＣ部２２を、Ｃ帯ＷＸＣ部２２の入力側で異なる波長帯に分波される各光信号の波長帯数と同数備える。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、当該特定波長帯以外の波長帯に係るＣ帯ＷＸＣ部２２へ入力される。また、入力側の特定波長帯の光信号は直接、特定波長帯に係るＣ帯ＷＸＣ部２２へ入力される。このため、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２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。

[0066] 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Ｃ帯ＷＸＣ部２２での中継処理後に直接出力される。

[0067] このため、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２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、同一の光学特性を有する。言い換えれば、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２において、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。

[0068] 従来では、各Ｃ帯ＷＸＣ部２２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、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、電気部品や機械部品等の部品を共用可能となるので、Ｃ帯ＷＸＣ部２２の装置規模及び消費電力を減少できる。

[0069] 更に、本発明の全てのＣ帯ＷＸＣ部２２では、同一の波長帯の光信号が入出力される。このため、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２において、従来のような各Ｃ帯ＷＸＣ部２２によって、構成要素（ＷＳＳ２５ａ～２５ｍ，２６ａ～２６ｍ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Ｃ帯ＷＸＣ部２２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。

[0070] （２）特定波長帯は、Ｃ帯ＷＸＣ部２２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。

[0071] この構成によれば、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２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Ｃ帯ＷＸＣ部２２を、伝送性能を最も高くできる機能に統一できる。

[0072] ＜実施形態の変形例１＞

図４は、本発明の実施形態の変形例１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。

[0073] 図４に示す変形例１の波長クロスコネクト装置２０Ｂは、上述した実施形態の波長クロスコネクト装置２０Ａ（図１）と同様に、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側のＭ個の光アンプ２４ａ～２４ｍ及びＭ個のＷＳＳ２５ａ～２５ｍと、出力側のＭ個のＷＳＳ２６ａ～２６ｍ及びＭ個の光アンプ２７ａ～２７ｍとの各種機能の構成要素を備える。

[0074] 波長クロスコネクト装置２０Ｂの特徴は、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２における各種機能の構成要素を、入力側又は出力側の同一種別の構成要素毎に一纏めで構成して、１つの筐体による装置（筐体装置という）で実現した点にある。

[0075] 即ち、破線枠４１で示すように、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２毎に１つずつ配備された入力側の光アンプ２４ａを、３つ一纏めで構成（又はアレイ構成）して１つの筐体装置としての１つの光アンプ装置（光アンプ装置４１と称す）とした。同様に、他の光アンプ２４ｂ～２４ｍも、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプを３つ一纏めで構成して１つの光アンプ装置４１としてある。

[0076] これと同様に、破線枠４２で示すように、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２毎に１つずつ配備された入力側のＷＳＳ２５ａを、３つ一纏めで構成して１つのＷＳＳ装置（ＷＳＳ装置４２と称す）とした。同様に、他のＷＳＳ２５ｂ～２５ｍの各々も、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２のＷＳＳを３つ一纏めで構成して１つのＷＳＳ装置４２としてある。

[0077] 出力側も同様である。即ち、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２のＷＳＳ２６ａを、３つ一纏めで構成して破線枠で示す１つのＷＳＳ装置４３とした。同様に、他のＷＳＳ２６ｂ～２６ｍの各々も３つ一纏めで構成して１つのＷＳＳ装置

４３としてある。

[0078] また、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２の出力側の光アンプ２７ａを、３つ一纏めで構成して破線枠で示す１つの光アンプ装置４４とした。同様に、他の光アンプ２７ａ～２７ｍの各々も３つ一纏めで構成して１つの光アンプ装置４４としてある。

[0079] このように、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２の光アンプ２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ及びＷＳＳ２５ａ～２５ｍ，２６ａ～２６ｍに代表される各種機能の構成要素を、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２に渡って同一種別毎に一纏めとして構成した筐体装置４１～４４で実現した。この場合、電気部品や機械部品等の部品を共用できるため、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２を単に合わせた場合の規模よりも、小規模とでき、消費電力も低減できる。

[0080] ＜実施形態の変形例２＞

図５は、本発明の実施形態の変形例２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。

[0081] 図５に示す変形例２のマルチバンド伝送システム２０Ｃの波長クロスコネクト装置２０Ｂの特徴は、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２毎に、入力側及び出力側の同種の構成要素を一纏めで構成して１つの筐体装置で実現した点にある。

[0082] 即ち、二点鎖線枠４６で示すように、入力側のＬ／Ｃ変換部３２が接続されたＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側のＭ個の光アンプ２４ａ～２４ｍと、出力側のＭ個の光アンプ２７ａ～２７ｍとを、一纏めで構成（又はアレイ構成）して１つの筐体装置としての光アンプ装置（光アンプ装置４６と称す）とした。

[0083] 二点鎖線枠４７で示すように、入力側のＬ／Ｃ変換部３２が接続されたＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側のＭ個のＷＳＳ２５ａ～２５ｍと、出力側のＭ個のＷＳＳ２６ａ～２６ｍとを、一纏めで構成して１つのＷＳＳ装置（ＷＳＳ装置４７と称す）とした。

[0084] 同様に、入力側の分波器１１ａ～１１ｍの出力端が直接接続されたＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側の光アンプ２４ａ～２４ｍと出力側の光アンプ

２７ａ～２７ｍとを、一纏めで構成して１つの光アンプ装置４６とした。

[0085] また、入力側の分波器１１ａ～１１ｍの出力端が直接接続されたＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側のＭ個のＷＳＳ２５ａ～２５ｍと、出力側のＭ個のＷＳＳ２６ａ～２６ｍとを、一纏めで構成して１つのＷＳＳ装置４７とした。

[0086] 同様に、入力側のＳ／Ｃ変換部３１が接続されたＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側の光アンプ２４ｂ～２４ｍと出力側の光アンプ２７ａ～２７ｍとを、一纏めで構成して１つの光アンプ装置４６とした。

[0087] また、入力側のＳ／Ｃ変換部３１が接続されたＣ帯ＷＸＣ部２２において、入力側のＷＳＳ２５ａ～２５ｍと出力側のＷＳＳ２６ａ～２６ｍとを、一纏めで構成して１つのＷＳＳ装置４７とした。

[0088] 入力側のＷＳＳ２５ａ～２５ｍの出力端と、出力側のＷＳＳ２６ａ～２６ｍの入力端との間に接続されている二点鎖線枠４８は、図１に二点鎖線枠４８で囲む光配線と同じ光配線が配備されたことを表す。つまり、入力側のＷＳＳ２５ａ～２５ｍの出力端と、出力側のＷＳＳ２６ａ～２６ｍの入力端とは、二点鎖線枠４８で示す光配線で接続されている。

[0089] このように３つのＣ帯ＷＸＣ部２２毎に、入力側及び出力側の同種の構成要素を一纏めで構成して１つの筐体装置で実現した場合、電気部品や機械部品等の部品を共用できる。このため、３つの構成要素を単純に合わせた場合の規模よりも、小規模とでき、消費電力も低減できる。

[0090] 全てのＣ帯ＷＸＣ部２２毎に、光アンプ２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ及びＷＳＳ２５ａ～２５ｍ，２６ａ～２６ｍに代表される各種機能の構成要素を、同一種別毎に一纏めとして構成した筐体装置４６，４７を備える構成とした。

[0091] この構成によれば、全てのＣ帯ＷＸＣ部２２毎に、入力側及び出力側の同種の構成要素を一纏めで構成して１つの筐体装置４６，４７で実現した。この場合、電気部品や機械部品等の部品を共用できる。このため、３つのＣ帯ＷＸＣ部２２を単に合わせた場合の規模よりも、小規模とでき、消費電力も

低減できる。

[0092] ＜効果＞

（１ａ）本発明の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、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、前記各波長帯の光信号の波長帯数と同数の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されることを特徴とする。

[0093] 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、ＷＸＣ部の入力側で異なる波長帯に分波される各光信号の波長帯数と同数備える。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、当該特定波長帯以外の波長帯に係る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、特定波長帯に係るＷＸＣ部へ入力される。このため、全ての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。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。

[0094] このため、全ての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、同一の光学特性を有する。言い換えれば、全てのＷ

ＸＣ部において、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。

[0095] 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、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、電気部品や機械部品等の部品を共用可能となるので、ＷＸＣ部の装置規模及び消費電力を減少できる。

[0096] 更に、本発明の全ての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、全てのＷＸＣ部において、従来のような各ＷＸＣ部において構成要素（ＷＳＳと光アンプ）の技術成熟度を低くする波長帯に係るＷＸＣ部によって、他のＷＸＣ部の伝送性能が制限されるといったことを無くすことができる。つまり、本発明では、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できる。

[0097] （２ａ）上記（１ａ）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。

[0098] 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。

[0099] （３ａ）上記（１ａ）又は（２ａ）において、前記ＷＸＣ部の各々の前記光アンプ及び前記ＷＳＳに代表される各種機能の構成要素を、全てのＷＸＣ部に渡って同一種別毎に一纏めとして構成した筐体装置を備えることを特徴とする。

[0100] この構成によれば、全てのＷＸＣ部が例えば３つの場合、３つのＷＸＣ部毎に１つ備えられた合計３つの構成要素を一纏めとして１つの筐体装置が構成される。この筐体装置では、３つの構成要素の電気部品や機械部品等の部品を共用できる。このため、１つの筐体装置では、３つのＷＸＣ部を単に合わせた場合の規模よりも、小規模とでき、消費電力も低減できる。

[0101] （４ａ）上記（１ａ）又は（２ａ）において、前記ＷＸＣ部毎に、前記光アンプ及び前記ＷＳＳに代表される各種機能の構成要素を、同一種別毎に一纏めとして構成した筐体装置を備えることを特徴とする。

[0102] この構成によれば、全ＷＸＣ部毎に、入力側及び出力側の同種の構成要素を一纏めで構成して１つの筐体装置で実現した場合、電気部品や機械部品等の部品を共用できる。このため、３つのＷＸＣ部を単に合わせた場合の規模よりも、小規模とでき、消費電力も低減できる。

[0103] 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

[0104] 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，２０Ｂ，２０Ｃ　波長クロスコネクト装置

２２　Ｃ帯ＷＸＣ部

２４ｂ～２４ｍ，２７ａ～２７ｍ　光アンプ

２５ａ～２５ｍ，２６ａ～２６ｍ　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

４１～４４，４６，４７　筐体装置

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、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、前記各波長帯の光信号の波長帯数と同数の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される

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] 前記ＷＸＣ部の各々の前記光アンプ及び前記ＷＳＳに代表される各種機能の構成要素を、全てのＷＸＣ部に渡って同一種別毎に一纏めとして構成した筐体装置

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。

[請求項4] 前記ＷＸＣ部毎に、前記光アンプ及び前記ＷＳＳに代表される各種機能の構成要素を、同一種別毎に一纏めとして構成した筐体装置

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。

[請求項5] 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、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、

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、前記各波長帯の光信号の波長帯数と同数のＷＸＣ部を備え、

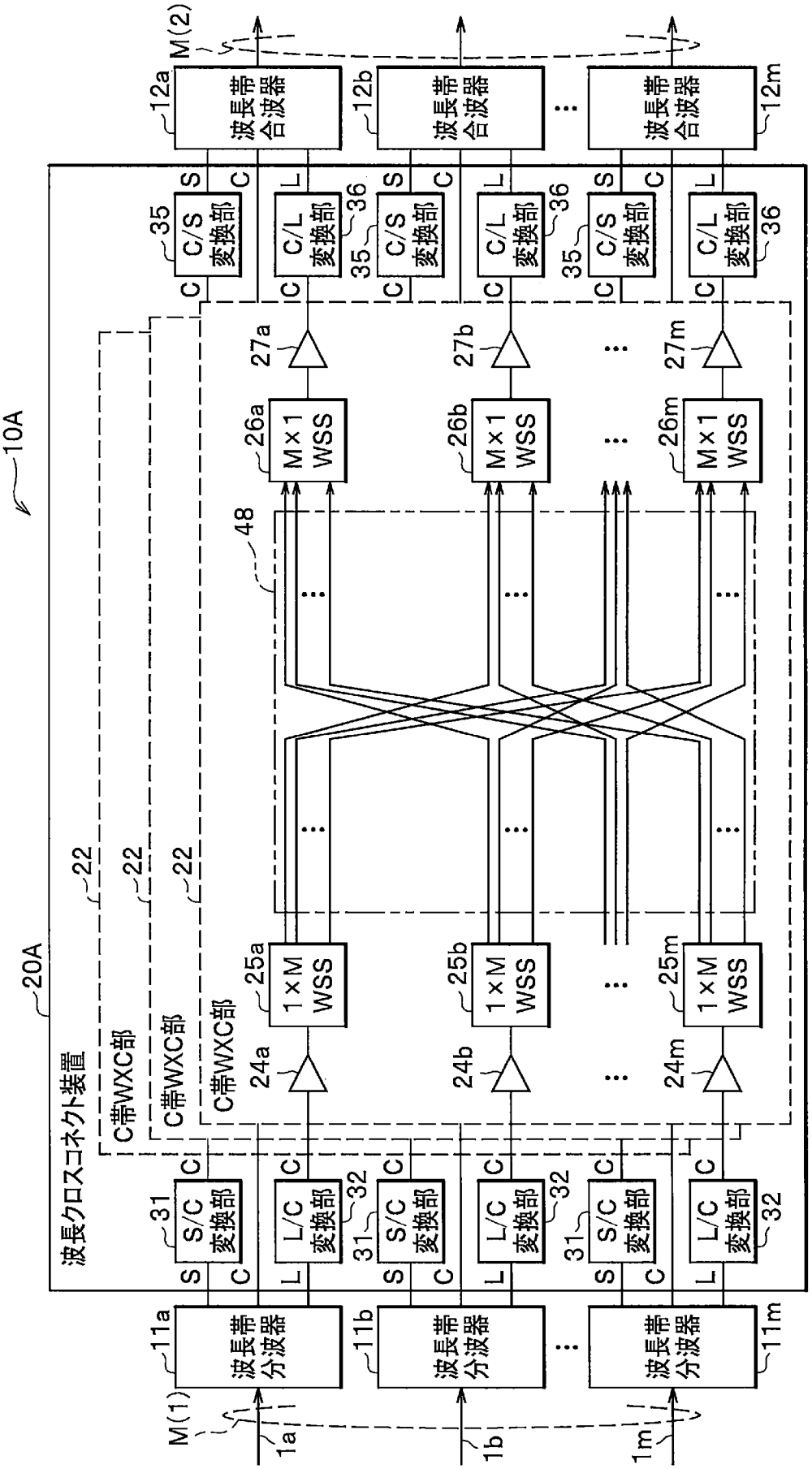
前記ＷＸＣ部の入力側において、前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の光信号に変換するステップと、

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光信号を、変換前の光信号に変換するステップと

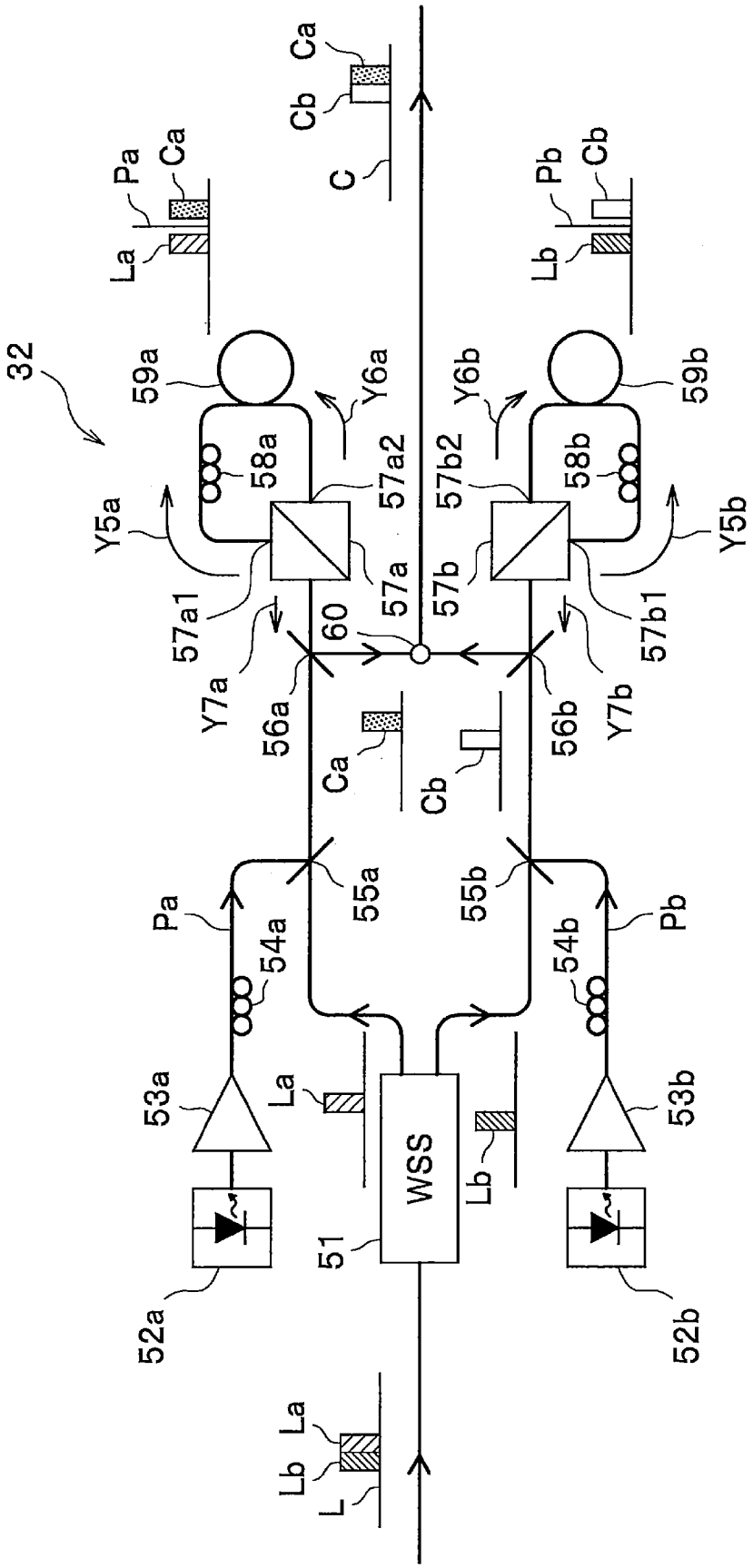
前記ＷＸＣ部に直接入力された前記特定波長帯の光信号を、前記ＷＸＣ部での中継処理後に直接出力するステップと

を実行することを特徴とする波長クロスコネクト方法。

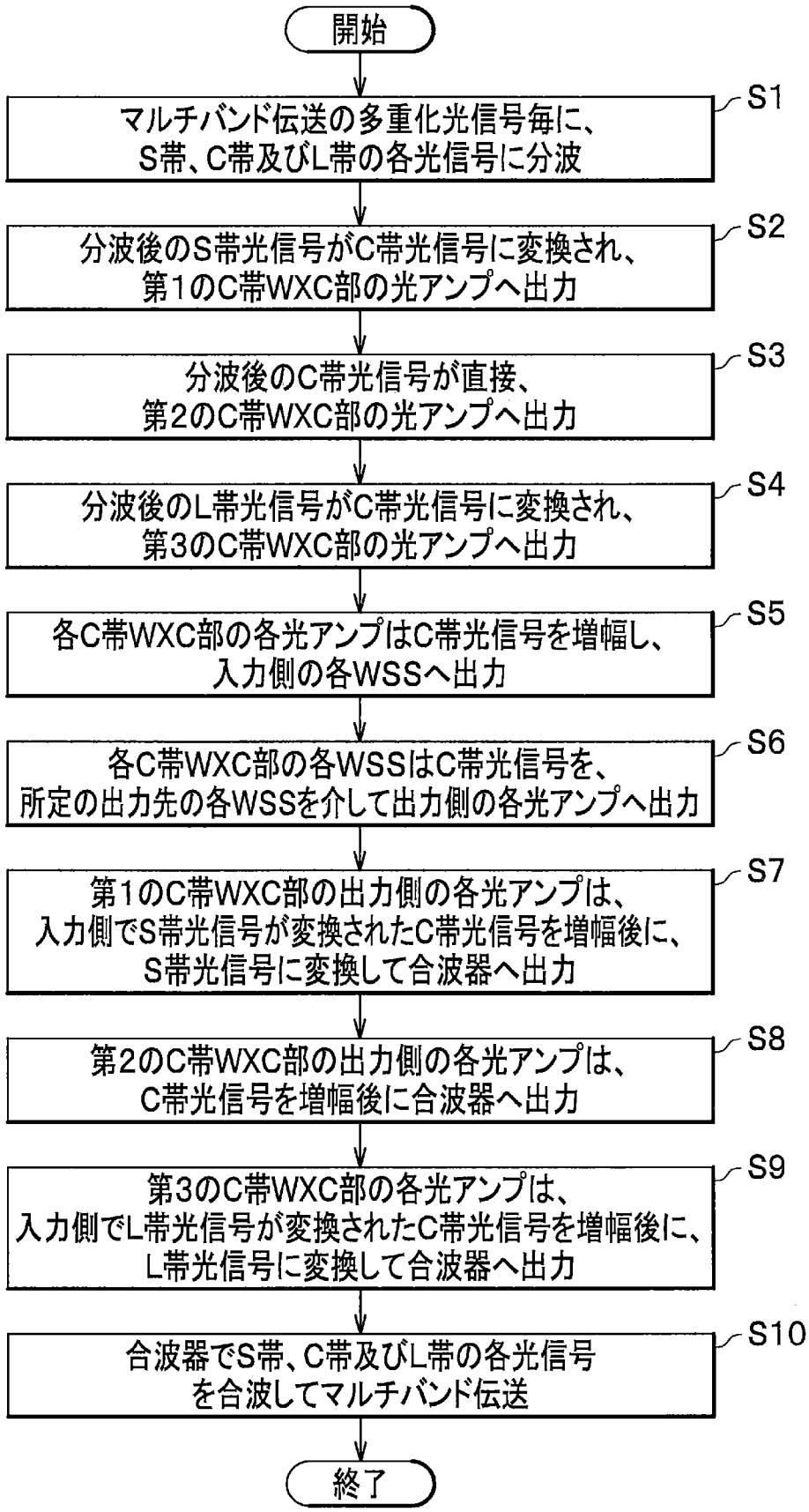
[図1]


10A
20A
波長クロスコネクト装置
C帯WXC部
C帯WXC部
C帯WXC部
22
22
22
M(1)
M(2)
1a
1b
1m
11a
11b
11m
波長帯分波器
12a
12b
12m
波長帯合波器
31
S/C変換部
32
L/C変換部
35
C/S変換部
36
C/L変換部
24a
24b
24m
1×M WSS
25a
25b
25m
M×1 WSS
26a
26b
26m
27a
27b
27m
48

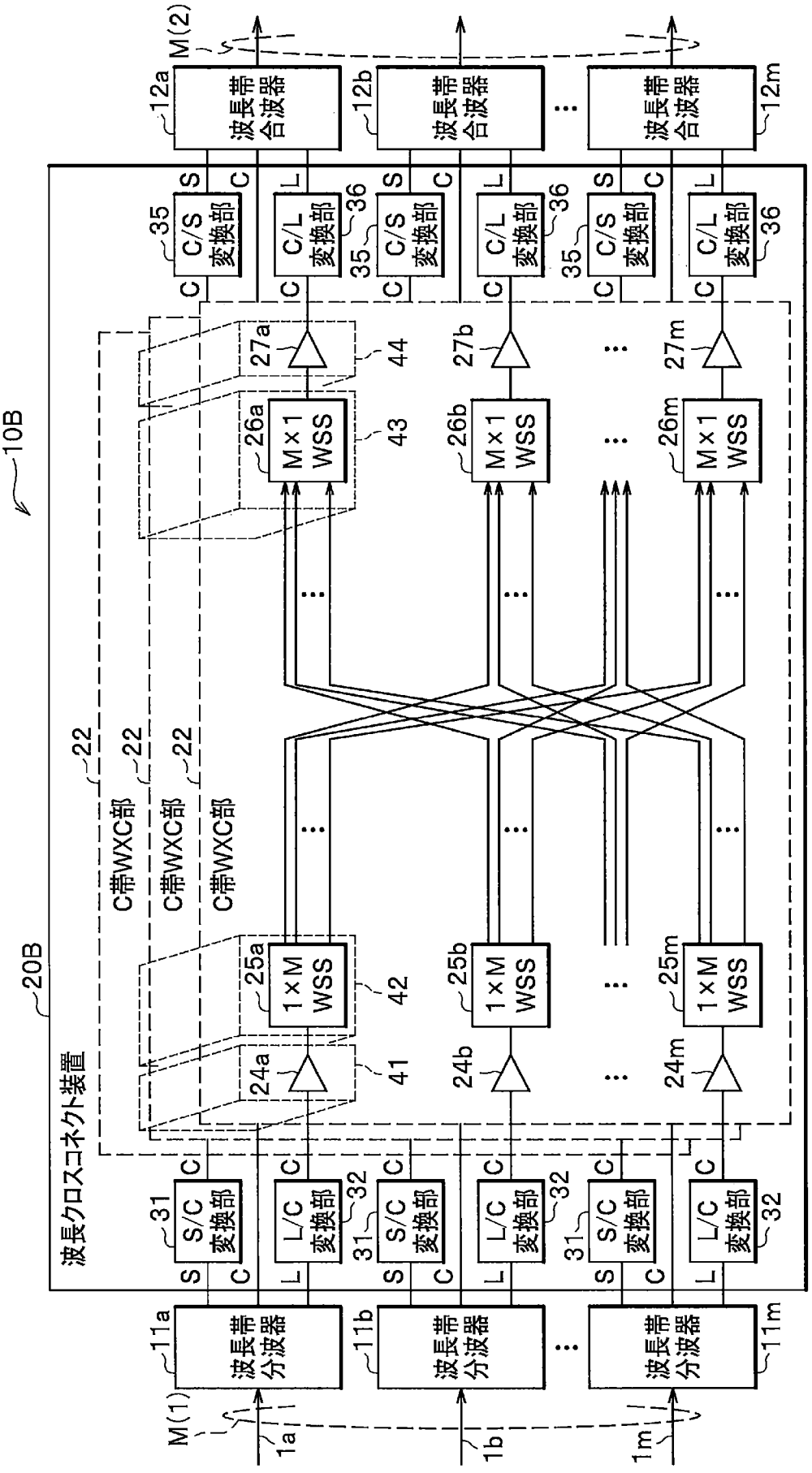
[図2]


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

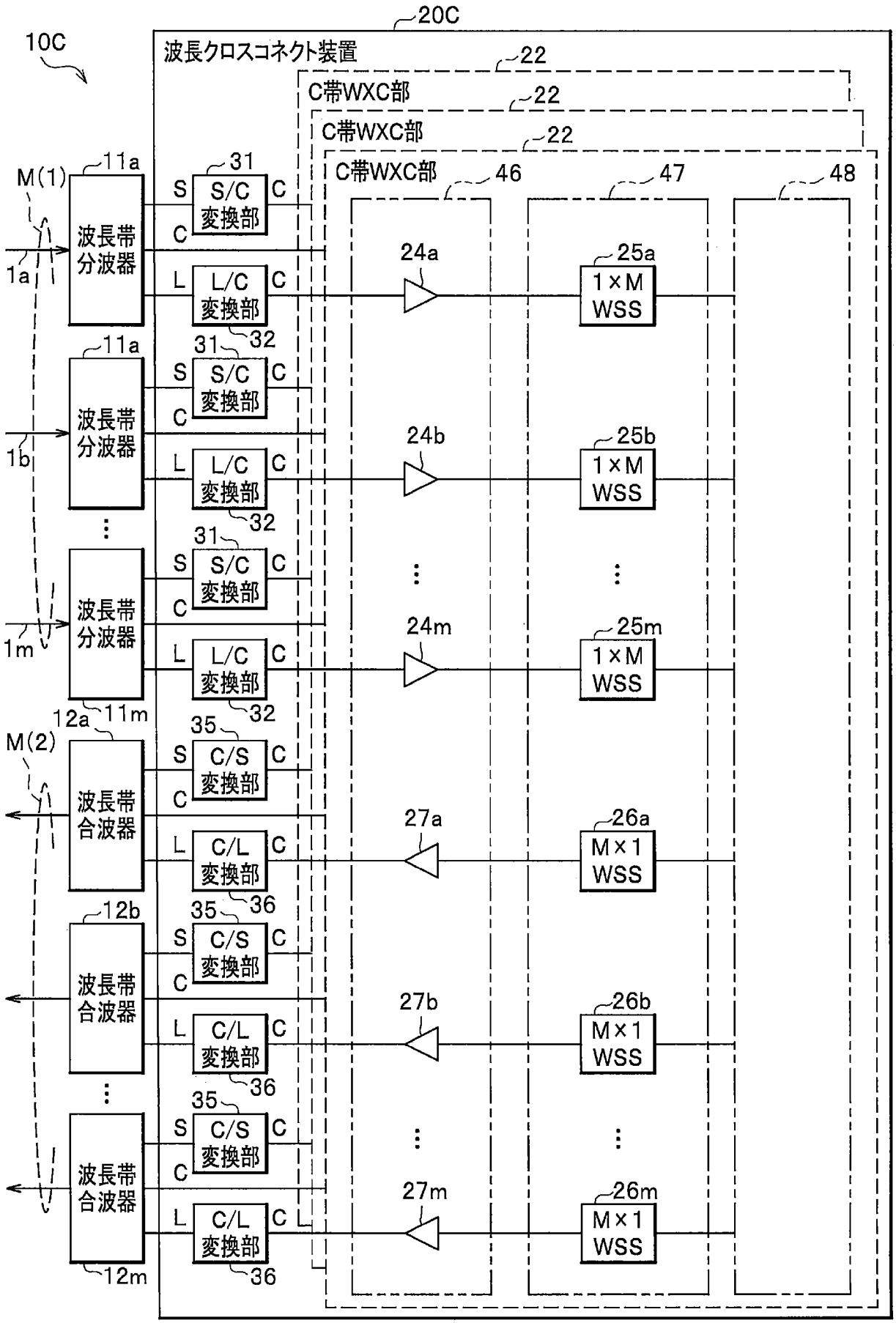
[図3]


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、
第1のC帯WXC部の光アンプへ出力
S2
分波後のC帯光信号が直接、
第2のC帯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、
第3のC帯WXC部の光アンプへ出力
S4
各C帯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
各C帯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
第1のC帯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
第2のC帯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
第3のC帯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

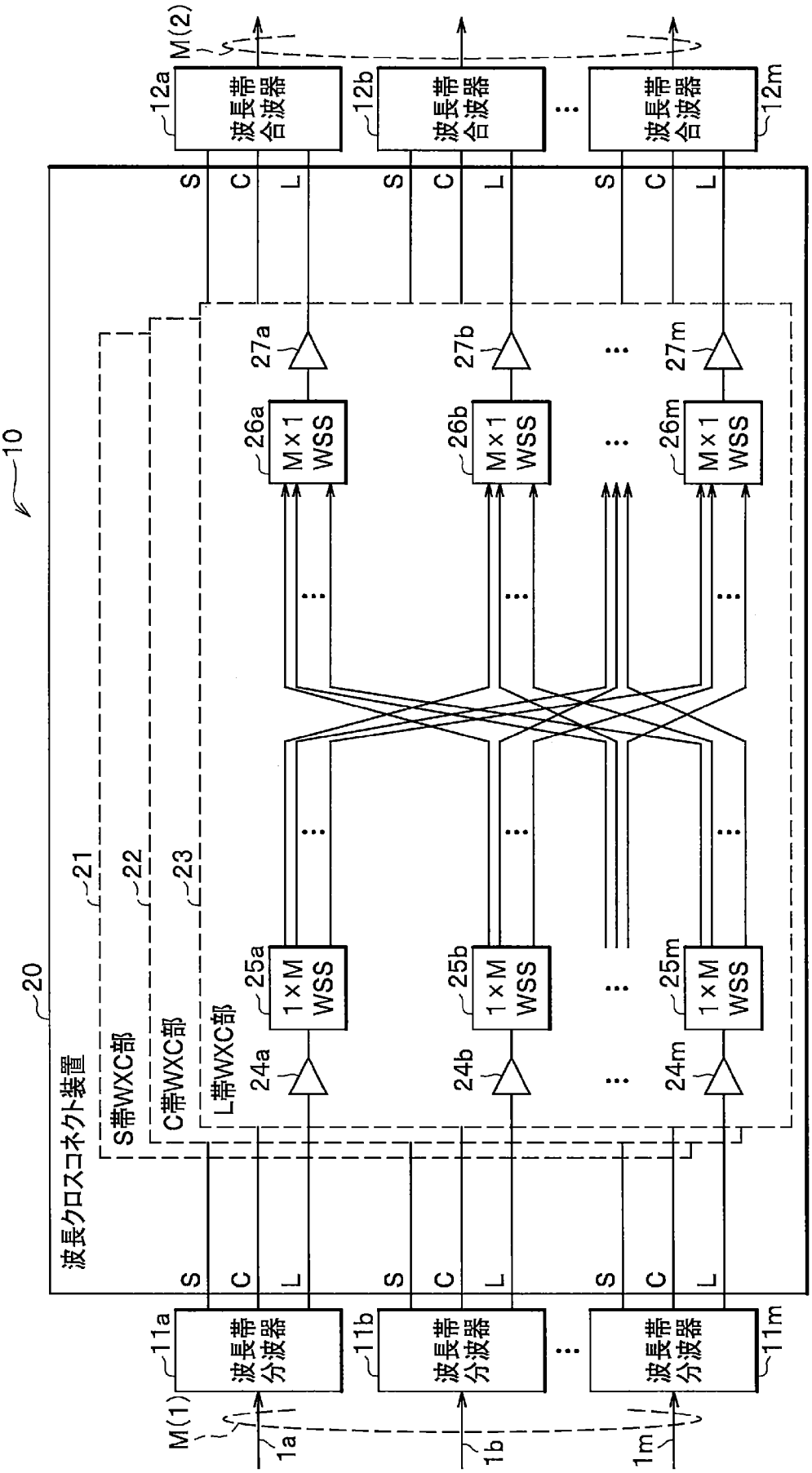
[図4]


10B
20B
波長クロスコネクト装置
C帯WXC部
C帯WXC部
C帯WXC部
22
22
22
M(1)
M(2)
1a
1b
1m
11a
11b
11m
波長帯分波器
波長帯分波器
波長帯分波器
12a
12b
12m
波長帯合波器
波長帯合波器
波長帯合波器
31
S/C変換部
32
L/C変換部
35
C/S変換部
36
C/L変換部
41
42
43
44
24a
24b
24m
25a
25b
25m
1×M WSS
26a
26b
26m
M×1 WSS
27a
27b
27m

[図5]


10C
20C
波長クロスコネクト装置
22
C帯WXC部
22
C帯WXC部
22
C帯WXC部
46
47
48
M(1)
11a
波長帯分波器
1a
1b
1m
31
S/C変換部
L/C変換部
32
24a
24b
24m
25a
25b
25m
1×M WSS
12a
11m
M(2)
波長帯合波器
35
C/S変換部
C/L変換部
36
27a
27b
27m
26a
26b
26m
M×1 WSS
12b
12m
S
C
L

[図6]


10
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
M(1)
M(2)
1a
1b
1m
11a
11b
11m
波長帯分波器
12a
12b
12m
波長帯合波器
S
C
L
24a
24b
24m
25a
25b
25m
1×M WSS
26a
26b
26m
M×1 WSS
27a
27b
27m

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/004101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H04J14/02(2006.01)i, H04B10/291(2013.01)i
FI: H04B10/291, H04J14/02198
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H04J14/02, H04B10/291

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-188830 A (NIKON CORPORATION) 04.07.2003 (2003-07-04)	1-5
A	JP 2000-115133 A (FUJITSU LIMITED) 21.04.2000 (2000-04-21)	1-5
A	JP 2004-254157 A (FUJITSU LIMITED) 09.09.2004 (2004-09-09)	1-5
A	JP 2002-101432 A (FUJITSU LIMITED) 05.04.2002 (2002-04-05)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03.08.2020	11.08.2020

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/004101

JP 2003-188830 A	04.07.2003	(Family: none)	
JP 2000-115133 A	21.04.2000	(Family: none)	
JP 2004-254157 A	09.09.2004	US 2004/0165818 A1	
JP 2002-101432 A	05.04.2002	US 2002/0015551 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/004101

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04J 14/02(2006.01)i; H04B 10/291(2013.01)i
FI: H04B10/291; H04J14/02 198

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04J14/02; H04B10/291

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2003-188830 A (株式会社ニコン) 04.07.2003 (2003-07-04)	1-5
A	JP 2000-115133 A (富士通株式会社) 21.04.2000 (2000-04-21)	1-5
A	JP 2004-254157 A (富士通株式会社) 09.09.2004 (2004-09-09)	1-5
A	JP 2002-101432 A (富士通株式会社) 05.04.2002 (2002-04-05)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
03.08.2020	11.08.2020

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

鴨川　学 5K 6307

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/004101

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2003-188830 A	04.07.2003	（ファミリーなし）	
JP 2000-115133 A	21.04.2000	（ファミリーなし）	
JP 2004-254157 A	09.09.2004	US 2004/0165818 A1	
JP 2002-101432 A	05.04.2002	US 2002/0015551 A1	