

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201720 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/03 (2013.01) H04B 10/075 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012547
- (22) 国際出願日: 2023年3月28日(28.03.2023)
- (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: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 朝田 英男 (ASADA Hideo); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 家入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8 アーバンセンター横浜ウエスト5階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) Title: SEABED OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM, METHOD FOR CONTROLLING SAME, AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE MEDIUM HAVING CONTROL PROGRAM STORED THEREIN

(54) 発明の名称: 海底光通信システム、その制御方法、及び、制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体

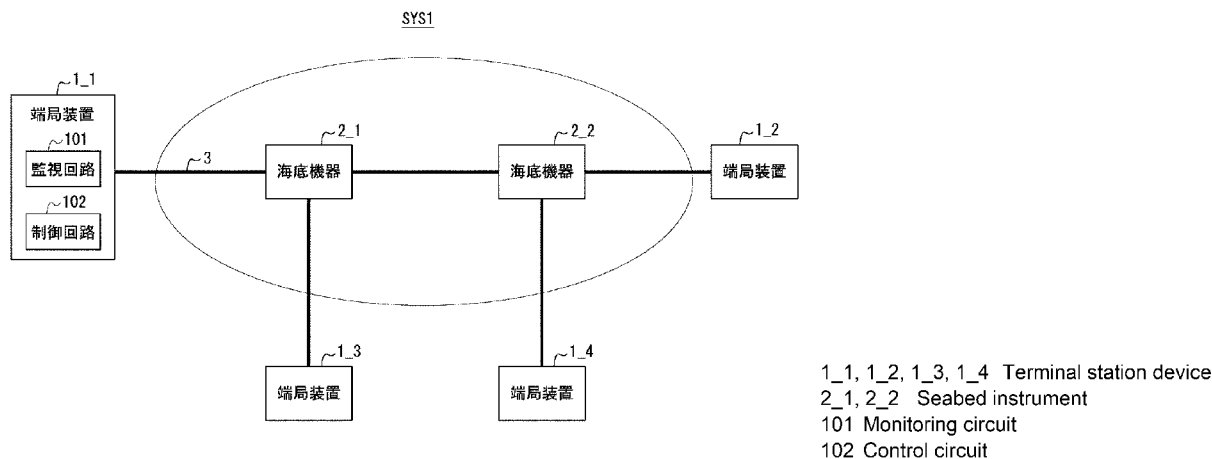


Fig. 1

(57) Abstract: A seabed optical communication system (SYS1) comprises: a first multi-core fiber (3, MCF1) through which an optical signal used for communication between a plurality of terminal station devices (1_1 to 1_4) is transmitted; and a first seabed instrument (2_1) and a second seabed instrument (2_2) that are each provided at a relay point of the first multi-core fiber and are configured to be able to switch connections of a plurality of first cores constituting the first multi-core fiber. At least one of the plurality of terminal station devices (1_1 to 1_4) includes: a monitoring circuit (101); and a control circuit (102) that, when having determined that there is a malfunction in one of a plurality of first partial cores constituting a first partial multi-core fiber provided between the first seabed instrument (2_1) and the second seabed instrument (2_2) in the first multi-core fiber, switches the transmission path of the optical signal that had been transmitted by the first partial core determined as having a malfunction, to another first partial core through which an optical signal

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

having low priority is transmitted.

(57) 要約: 海底光通信システム (SYS 1) は、複数の端局装置 (1__1 ~ 1__4) の間の通信に用いられる光信号を伝送する第1マルチコアファイバ (3, MCF 1) と、第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器 (2__1) 及び第2海底機器 (2__2) と、を備え、複数の端局装置 (1__1 ~ 1__4) の少なくとも一つは、監視回路 (101) と、第1マルチコアファイバのうち第1海底機器 (2__1) 及び第2海底機器 (2__2) の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる、制御回路 (102) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

海底光通信システム、その制御方法、及び、制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体

技術分野

[0001] 本開示は、海底光通信システム、その制御方法、及び、制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体に関する。

背景技術

[0002] 海底光通信システムは、陸上に設けられた複数の端局装置と、それらの間の通信の伝達を行う海底ケーブルと、海底ケーブルの中継地点に設けられた海底機器と、を備える。海底機器は、海底ケーブルを伝搬する光信号の伝送、中継及び分岐を行う。

[0003] 近年、海底光通信システムには、伝送容量の増加が求められている。そのような要求を満足させるため、海底光通信システムには、複数のコアによって構成されたマルチコアファイバ製の海底ケーブルを用いることが検討されている。

[0004] 海底光通信システムに関する技術は、例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3、及び、特許文献4に開示されている。これらの関連技術は、ケーブルのマルチコアファイバが故障した場合、故障したマルチコアファイバによって伝送されていた信号の伝送経路を、予備のマルチコアファイバに切り替える等している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-165595号公報

特許文献2：特開2015-109515号公報

特許文献3：特開2016-111480号公報

特許文献4：国際公開2022/054536号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、関連技術では、ケーブルに予備のマルチコアファイバや予備のコアを備える必要があるため、コストが増大してしまう、という課題があった。

[0007] 本開示は、このような課題を解決するためになされたものであり、ケーブルのマルチコアファイバに故障が発生した場合でも予備のマルチコアファイバや予備のコアを用いることなく通信の最適化を行うことにより、コストの増大を抑制することが可能な海底光通信システム、その制御方法、及び、制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係る海底光通信システムは、複数の端局装置と、前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、を備え、前記複数の端局装置の少なくとも一つは、前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する監視回路と、前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる、制御回路と、を備える。

[0009] 本開示に係る海底光通信システムの制御方法は、複数の端局装置と、前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、前記第1マルチコアファイ

バの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、を備えた海底光通信システムの制御方法であって、前記複数の端局装置の少なくとも一つを用いて、前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視し、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる。

[0010] 本開示に係る制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体は、複数の端局装置と、前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、を備えた海底光通信システムにおける制御処理をコンピュータに実行させる制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記複数の端局装置の少なくとも一つを用いて、前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する処理と、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる処理と、をコンピュータに実行させる制御プログラムが格納される。

発明の効果

[0011] 本開示により、ケーブルのマルチコアファイバに故障が発生した場合でも予備のマルチコアファイバや予備のコアを用いることなく通信の最適化を行

うことにより、コストの増大を抑制することが可能な海底光通信システム、その制御方法、及び、制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態1にかかる海底光通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図2]図1に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図3]実施の形態2にかかる海底光通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図4]図3に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図5]実施の形態3にかかる海底光通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図6]図5に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図7]図5に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図8]図5に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図9]図5に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図10]図5に示す海底光通信システムの動作を説明するための図である。

[図11]端局装置の変形例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しつつ、実施の形態について説明する。なお、図面は簡略的なものであるから、この図面の記載を根拠として実施の形態の技術的範囲を狭く解釈してはならない。また、同一の要素には、同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0014] 以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明する。ただし、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、応用例、詳細説明、補足説明等の関係にある。また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する

場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。

[0015] さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（動作ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数等（個数、数値、量、範囲等を含む）についても同様である。

[0016] ＜実施の形態１＞

図１は、実施の形態１にかかる海底光通信システムＳＹＳ１の構成例を示すブロック図である。また、図２は、海底光通信システムＳＹＳ１の動作を説明するための図である。

[0017] 図１に示すように、海底光通信システムＳＹＳ１は、複数の端局装置１と、複数の海底機器２と、海底ケーブル３と、を備える。本実施の形態では、海底光通信システムＳＹＳ１が、複数の端局装置１として４個の端局装置１__１～１__４を備え、複数の海底機器２として２個の海底機器２__１～２__２を備える場合を例に説明する。

[0018] 端局装置１__１～１__４は、陸上に設けられ、海底ケーブル３を介して互いに通信可能に構成されている。各端局装置１__１～１__４は、例えば、ＷＭＥ（Wavelength Multiplexing Equipment）、ＯＣＩ（Open Cable Interface）、ＳＬＴＥ（Subscriber Line Terminal Equipment）、ＴＰＮＤ（Transponder）等を備える。また、端局装置１__１～１__４のうち少なくとも一つは、監視回路１０１と、制御回路１０２と、を備える。本実施の形態では、端局装置１__１が、監視回路１０１と、制御回路１０２と、を備える場合を例に説明する。

[0019] 海底ケーブル３は、端局装置１__１～１__４の間の通信に用いられる光信

号を伝送する光ファイバケーブルである。具体的には、海底ケーブル3は、複数のコアによって構成されたマルチコアファイバを含んでいる。本実施の形態では、図2に示すように、海底ケーブル3が、4本のコアによって構成されたマルチコアファイバMCF1を含んでいる場合を例に説明する。

[0020] 各海底機器2__1～2__2は、海底ケーブル3の中継地点（海底）に設けられ、海底ケーブル3を伝搬する光信号の伝送、中継及び分岐を行う。また、海底機器2__1～2__2は、海底ケーブル3に含まれるマルチコアファイバMCF1を構成する4本のコアの接続を切り替え可能に構成されている。

[0021] ここで、端局装置1__1において、監視回路101は、海底ケーブル3の信号伝送状況を監視する。換言すると、監視回路101は、海底ケーブル3に含まれるマルチコアファイバMCF1の信号伝送状況を監視する。

[0022] 制御回路102は、監視回路101による監視結果に基づいて、海底機器2__1～2__2に、マルチコアファイバMCF1を構成する4本のコアの接続を切り替えさせる。なお、各コアに対しては、伝送される光信号の優先度が設定されている。優先度の低い光信号を伝送するコアには、一時的に光信号の伝送が停止しているコアも含まれる。

[0023] 具体的には、監視回路101によって、マルチコアファイバMCF1のうち海底機器2__1と海底機器2__2と間に設けられたマルチコアファイバ（第1部分マルチコアファイバ）MCF1__1、を構成するコア（第1部分コア）C1a～C1dの何れかが故障していると判断された場合、制御回路102は、故障と判断されたコアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断されたコアよりも優先度の低い光信号を伝送する別のコアに切り替えさせる。

[0024] 例えば、監視回路101によって、マルチコアファイバMCF1のうち海底機器2__1と海底機器2__2と間に設けられたマルチコアファイバMCF1__1、を構成するコアC1a～C1dの一つであるコアC1aが故障していると判断された場合、制御回路102は、コアC1aによって伝送されていた光信号の伝送経路を、コアC1aよりも優先度の低い光信号を伝送する

コアC 1 dに切り替えさせる。

[0025] このように、本実施の形態にかかる海底光通信システムS Y S 1は、海底ケーブル3に故障が発生した場合でも、予備のマルチコアファイバや予備のコアを用いることなく、通信の最適化を行うことができるため、予備のマルチコアファイバや予備のコアにかかるコストを抑制することができる。

[0026] また、本実施の形態にかかる海底光通信システムS Y S 1は、例えば、端局装置1__1から端局装置1__2にかけて設けられた海底ケーブル3のコアのうち、故障が発生した2つの海底機器間のコア部分のみの接続を別のコアに切り替えるだけでよい。そのため、故障の発生していないコアの瞬断などを防ぐことができる。

[0027] 本実施の形態では、制御回路102が、マルチコアファイバM C F 1のうち海底機器2__1と海底機器2__2との間に設けられたマルチコアファイバ、を構成する複数のコアの接続を切り替える場合を例に説明したが、それには限定されない。制御回路102は、例えば、マルチコアファイバM C F 1のうち端局装置1__1と海底機器2__1との間に設けられたマルチコアファイバ、を構成する複数のコアの接続を切り替えるように構成されていてもよい。

[0028] また、本実施の形態では、海底光通信システムS Y S 1が2個の海底機器2__1, 2__2を備えた場合を例に説明したが、これに限られない。海底光通信システムS Y S 1は、3個以上の海底機器2__1~2__n (nは3以上の整数)を備えた構成に適宜変更可能である。

[0029] <実施の形態2>

図3は、実施の形態2にかかる海底光通信システムS Y S 2の構成例を示すブロック図である。また、図4は、海底光通信システムS Y S 2の動作を説明するための図である。図3に示すように、海底光通信システムS Y S 2は、複数の端局装置1として5個の端局装置1__1~1__5を備え、複数の海底機器2として3個の海底機器2__1~2__3を備える。海底光通信システムS Y S 2のその他の構成については、海底光通信システムS Y S 1の場合

合と同様であるため、その説明を省略する。

[0030] 海底機器 2__3 は、海底機器 2__1 ～ 2__2 と同様に、海底ケーブル 3 の中継地点（海底）に設けられ、海底ケーブル 3 を伝搬する光信号の伝送、中継及び分岐を行う。また、海底機器 2__1 ～ 2__3 は、海底ケーブル 3 に含まれるマルチコアファイバ MCF 1 を構成する 4 本のコアの接続を切り替え可能に構成されている。

[0031] 制御回路 102 は、監視回路 101 による監視結果に基づいて、海底機器 2__1 ～ 2__3 に、マルチコアファイバ MCF 1 を構成する 4 本のコアの接続を切り替えさせる。

[0032] より具体的には、制御回路 102 は、監視回路 101 による監視結果に基づいて、海底機器 2__1 ～ 2__3 に、海底機器 2__1 と海底機器 2__2 との間に設けられたマルチコアファイバ MCF 1__1 を構成する 4 本のコア C1a ～ C1d の接続と、海底機器 2__2 と海底機器 2__3 との間に設けられたマルチコアファイバ（第 2 部分マルチコアファイバ）MCF 1__2 を構成する 4 本のコア（第 2 部分コア）C2a ～ C2d の接続と、をそれぞれ個別に切り替えさせる。

[0033] 例えば、監視回路 101 によって、マルチコアファイバ MCF 1 のうち海底機器 2__1 と海底機器 2__2 と間に設けられたマルチコアファイバ MCF 1__1、を構成するコア C1a ～ C1d の一つであるコア C1a が故障していると判断された場合、制御回路 102 は、コア C1a によって伝送されていた光信号の伝送経路を、コア C1a よりも優先度の低い光信号を伝送するコア C1d に切り替えさせる。

[0034] さらに、監視回路 101 によって、マルチコアファイバ MCF 1 のうち海底機器 2__2 と海底機器 2__3 と間に設けられたマルチコアファイバ MCF 1__2、を構成するコア C2a ～ C2d の一つであるコア C2c が故障していると判断された場合、制御回路 102 は、コア C2c によって伝送されていた光信号の伝送経路を、コア C2c よりも優先度の低い光信号を伝送するコア C2d に切り替えさせる。

[0035] このように、本実施の形態にかかる海底光通信システム S Y S 2 は、海底ケーブル 3 に故障が発生した場合でも、予備のマルチコアファイバや予備のコアを用いることなく、通信の最適化を行うことができるため、予備のマルチコアファイバや予備のコアにかかるコストを抑制することができる。

[0036] また、本実施の形態にかかる海底光通信システム S Y S 2 は、例えば、端局装置 1 __ 1 から端局装置 1 __ 2 にかけて設けられた海底ケーブル 3 のコアのうち、故障が発生した 2 つの海底機器間のコア部分のみの接続を別のコアに切り替えるだけでよい。そのため、故障の発生していないコア及びマルチコアファイバの瞬断などを防ぐことができる

[0037] 本実施の形態では、制御回路 1 0 2 が、マルチコアファイバ M C F 1 のうち海底機器 2 __ 1 と海底機器 2 __ 2 との間に設けられたマルチコアファイバ、を構成する複数のコアの接続を切り替える場合を例に説明したが、それには限定されない。制御回路 1 0 2 は、例えば、マルチコアファイバ M C F 1 のうち端局装置 1 __ 1 と海底機器 2 __ 1 との間に設けられたマルチコアファイバ、を構成する複数のコアの接続を切り替えるように構成されていてもよい。

[0038] <実施の形態 3>

図 5 は、実施の形態 3 にかかる海底光通信システム S Y S 3 の構成例を示すブロック図である。また、図 6 ～図 1 0 は、海底光通信システム S Y S 3 の動作を説明するための図である。なお、図 6 には、海底ケーブルが故障する前の海底光通信システム S Y S 3 の一部が示され、図 7 ～図 1 0 には、海底ケーブルが故障した状態の海底光通信システム S Y S 3 の一部が示されている。

[0039] 図 5 に示すように、海底光通信システム S Y S 3 は、海底光通信システム S Y S 2 と比較して、海底ケーブル 3 の代わりに海底ケーブル 4 を備える。海底光通信システム S Y S 2 のその他の構成については、海底光通信システム S Y S 2 の場合と同様であるため、その説明を省略する。

[0040] 海底ケーブル 4 は、複数のマルチコアファイバを含む。本実施の形態では

、図6に示すように、海底ケーブル4が、3本のマルチコアファイバMCF 1～MCF 3を含んでいる場合を例に説明する。各マルチコアファイバMCF 1～MCF 3は、4本のコアによって構成されている。但し、各マルチコアファイバMCF 1～MCF 3は、任意の数のコアによって構成されていてもよい。

[0041] 海底機器2__1～2__3は、各マルチコアファイバMCF 1～MCF 3を構成する4本のコアの接続を切り替え可能に構成されている。また、海底機器2__1～2__3は、マルチコアファイバMCF 1～MCF 3間の接続を切り替え可能に構成されている。

[0042] 制御回路102は、監視回路101による監視結果に基づいて、海底機器2__1～2__3に、各マルチコアファイバMCF 1～MCF 3を構成する4本のコアの接続を切り替えさせる。或いは、制御回路102は、監視回路101による監視結果に基づいて、海底機器2__1～2__3に、マルチコアファイバMCF 1～MCF 3間の接続を切り替えさせる。

[0043] (信号伝送経路の切り替えの第1例)

図7の例では、監視回路101によって、マルチコアファイバMCF 1のうち海底機器2__1と海底機器2__2と間に設けられたマルチコアファイバMCF 1__1、を構成するコアC1a～C1dの一つであるコアC1aが故障していると判断されている。この場合、制御回路102は、コアC1aによって伝送されていた光信号の伝送経路を、コアC1aよりも優先度の低い光信号を伝送するコアC3aに切り替えさせる。なお、コアC3aは、マルチコアファイバMCF 2のうち海底機器2__1と海底機器2__2との間に設けられたマルチコアファイバMCF 2__3、を構成するコアC3a～C3dの一つである。

[0044] このように、あるマルチコアファイバと、別のマルチコアファイバと、の間で、コア単位の接続の切り替えが行われてもよい。

[0045] (信号伝送経路の切り替えの第2例)

図8の例では、監視回路101によって、マルチコアファイバMCF 1の

うち海底機器 2__1 と海底機器 2__2 と間に設けられたマルチコアファイバ MCF 1__1、を構成するコア C 1 a～C 1 d の一つであるコア C 1 a が故障していると判断されている。この場合、制御回路 102 は、マルチコアファイバ MCF 1__1 によって伝送されていた光信号の伝送経路を、マルチコアファイバ MCF 1__1 よりも優先度の低い光信号を伝送するマルチコアファイバ MCF 2__3 に切り替えさせる。

[0046] このように、あるマルチコアファイバと、別のマルチコアファイバと、の間で、マルチコアファイバ単位の接続の切り替えが行われてもよい。

[0047] (信号伝送経路の切り替えの第 3 例)

まず、図 9 の例では、監視回路 101 によって、マルチコアファイバ MCF 1 のうち海底機器 2__1 と海底機器 2__2 と間に設けられたマルチコアファイバ MCF 1__1、を構成するコア C 1 a～C 1 d の一つであるコア C 1 a が故障していると判断されている。この場合、制御回路 102 は、マルチコアファイバ MCF 1__1 によって伝送されていた光信号の伝送経路を、マルチコアファイバ MCF 1__1 よりも優先度の低い光信号を伝送するマルチコアファイバ MCF 2__3 に切り替えさせる。

[0048] さらに、図 9 の例では、監視回路 101 によって、マルチコアファイバ MCF 3 のうち海底機器 2__1 と海底機器 2__2 と間に設けられたマルチコアファイバ MCF 3__5、を構成するコア C 5 a～C 5 d の一つであるコア C 5 c が故障していると判断されている。この場合、制御回路 102 は、コア C 5 c によって伝送されていた光信号の伝送経路を、コア C 5 c よりも優先度の低い光信号を伝送するコア C 5 d に切り替えさせる。

[0049] このように、複数の故障のそれぞれに対して、複数の信号伝送経路の切り替えが行われてもよい。

[0050] なお、信号伝送経路の切り替えによって使用されなくなったコアやマルチコアファイバは、分岐経路から供給される光信号の伝送に用いられてもよい。図 10 の例では、マルチコアファイバ MCF 3 のうち海底機器 2__2 と海底機器 2__3 との間に設けられたマルチコアファイバ MCF 3__6、を構成

するコアC 6 a ~ C 6 d の一つでコアC 6 d は、分岐経路から供給される光信号の伝送に用いられている。

[0051] このように、本実施の形態にかかる海底光通信システムS Y S 3は、海底ケーブル4に故障が発生した場合でも、予備のマルチコアファイバや予備のコアを用いることなく、通信の最適化を行うことができるため、予備のマルチコアファイバや予備のコアにかかるコストを抑制することができる。

[0052] また、本実施の形態にかかる海底光通信システムS Y S 3は、例えば、端局装置1 __ 1から端局装置1 __ 2にかけて設けられた海底ケーブル4のコアのうち、故障が発生した2つの海底機器間のコア部分のみの接続を別のコアに切り替えるだけでよい。或いは、本実施の形態にかかる海底光通信システムS Y S 3は、例えば、端局装置1 __ 1から端局装置1 __ 2にかけて設けられた海底ケーブル4のマルチコアファイバのうち、故障が発生した2つの海底機器間のマルチコアファイバ部分のみの接続を別のマルチコアファイバに切り替えるだけでよい。そのため、故障の発生していないコア及びマルチコアファイバの瞬断などを防ぐことができる

[0053] なお、端局装置1 __ 1は、監視回路1 0 1及び制御回路1 0 2に加えて、各マルチコアファイバに対して優先度を設定したり、各マルチコアファイバを構成する複数のコアのそれぞれに対して優先度を設定したりする機能を有していてもよい。以下、図1 1を用いて具体的に説明する。

[0054] 図1 1は、端局装置1 __ 1の変形例を端局装置1 __ 1 aとして示す図である。端局装置1 __ 1 aは、端局装置1 __ 1と比較して、優先度設定回路1 0 3をさらに備える。

[0055] 優先度設定回路1 0 3は、海底ケーブル4に含まれる各マルチコアファイバに対して優先度を設定したり、各マルチコアファイバを構成する複数のコアのそれぞれに対して優先度を設定したりする。

[0056] ここで、優先度設定回路1 0 3は、任意の隣接する2つの海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、及び、当該各マルチコアファイバを構成する複数のコアのそれぞれに対して、個別に優先度を設定することができる

。同様に、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する端局装置及び海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、及び、当該各マルチコアファイバを構成する複数のコアのそれぞれに対して、個別に優先度を設定することができる。

[0057] また、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する 2 つの海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、及び、当該各マルチコアファイバを構成する複数のコアのそれぞれに対して、朝、昼、夜などの時間帯によって異なる優先度を設定するように構成されていてもよい。同様に、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する端局装置及び海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、及び、当該各マルチコアファイバを構成する複数のコアのそれぞれに対して、時間帯によって異なる優先度を設定するように構成されていてもよい。

[0058] また、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する 2 つの海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、を構成する複数のコアのうち、第 1 グループに属するコアに対して共通の優先度を設定し、第 2 グループに属するコアに対して共通の優先度を設定するように構成されていてもよい。同様に、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する端局装置及び海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、を構成する複数のコアのうち、第 1 グループに属するコアに対して共通の優先度を設定し、第 2 グループに属するコアに対して共通の優先度を設定されていてもよい。第 1 グループ及び第 2 グループは、例えば、異なる会社等である。

[0059] また、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する 2 つの海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、を構成する複数のコアのうち、第 1 グループに属するコアの少なくとも一つ、及び、第 2 グループに属するコアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定するように構成されていてもよい。同様に、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する端局装置及び海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、を構成する複数のコアのうち、第 1 グループに属するコアの少なくとも一つ、及び、第 2 グループに属する

コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定するように構成されていてもよい。それにより、各グループに属するコアを少なくとも一つ、残すことが可能となる。

[0060] また、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する 2 つの海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、を構成する複数のコアのうち、第 1 グループに属するコア及び第 2 グループに属するコアのそれぞれに対して、それらの数の比が維持されるように、優先度を設定するように構成されていてもよい。同様に、優先度設定回路 103 は、任意の隣接する端局装置及び海底機器の間に設けられた各マルチコアファイバ、を構成する複数のコアのうち、第 1 グループに属するコア及び第 2 グループに属するコアのそれぞれに対して、それらの数の比が維持されるように、優先度を設定するように構成されていてもよい。

[0061] 例えば、第 1 グループに属するコアの数が 6 本、第 2 グループに属するコアの数が 3 本である場合において、3 本のコアが故障した場合、第 1 グループに属するコア及び第 2 グループに属するコアの比が維持されて、第 1 グループに属するコアの数が 4 本、第 2 グループに属するコアの数が 2 本になる。

[0062] 以上、図面を参照して、本開示の実施の形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等が可能である。

[0063] 上述の実施の形態では、本開示をハードウェアの構成として説明したが、本開示は、これに限定されるものではない。本開示は、海底光通信システム SYS1 おける制御処理の一部又は全部を、CPU (Central Processing Unit) にコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。

[0064] 上述したプログラムは、コンピュータに読み込まれた場合に、実施形態で説明された 1 又はそれ以上の機能をコンピュータに行わせるための命令群（又はソフトウェアコード）を含む。プログラムは、非一時的なコンピュータ

可読媒体又は実体のある記憶媒体に格納されてもよい。限定ではなく例として、コンピュータ可読媒体又は実体のある記憶媒体は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read-Only Memory)、フラッシュメモリ、SSD (Solid-State Drive) 又はその他のメモリ技術、CD-ROM、DVD (Digital Versatile Disc)、Blu-ray (登録商標) ディスク又はその他の光ディスクストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスクストレージ又はその他の磁気ストレージデバイスを含む。プログラムは、一時的なコンピュータ可読媒体又は通信媒体上で送信されてもよい。限定ではなく例として、一時的なコンピュータ可読媒体又は通信媒体は、電氣的、光学的、音響的、またはその他の形式の伝送信号を含む。

[0065] 上記の実施の形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0066] (付記1)

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、

前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、

を備え、

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する監視回路と、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の

第 1 部分コアに切り替えさせる、制御回路と、
を備えた、海底光通信システム。

[0067] (付記 2)

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、
前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第 1 コアのそれぞれに対して、
伝送される光信号の優先度を設定する優先度設定回路をさらに備える、
付記 1 に記載の海底光通信システム。

[0068] (付記 3)

前記優先度設定回路は、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第
1 コアのそれぞれに対して、時間帯によって異なる優先度を設定する、
付記 2 に記載の海底光通信システム。

[0069] (付記 4)

前記優先度設定回路は、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第
1 コアのうち、第 1 グループに属する第 1 コアに対して共通の優先度を設定
し、第 2 グループに属する第 1 コアに対して共通の優先度を設定する、
付記 2 に記載の海底光通信システム。

[0070] (付記 5)

前記優先度設定回路は、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第
1 コアのうち、第 1 グループに属する第 1 コアの少なくとも一つ、及び、第
2 グループに属する第 1 コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を
設定する、
付記 2 に記載の海底光通信システム。

[0071] (付記 6)

前記優先度設定回路は、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第
1 コアのうち、第 1 グループに属する第 1 コア及び第 2 グループに属する第
1 コアのそれぞれに対して、前記第 1 グループに属する第 1 コアの数及び前
記第 2 グループに属する第 1 コアの数との比が維持されるように優先度を設定
する、

付記 2 に記載の海底光通信システム。

[0072] (付記 7)

前記第 1 マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第 1 コアの接続を切り替え可能に構成された第 3 海底機器をさらに備え、

前記制御回路は、前記監視回路によって、前記第 1 マルチコアファイバのうち前記第 2 海底機器及び前記第 3 海底機器の間に設けられた第 2 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 2 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第 2 部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第 2 部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第 2 部分コアに切り替えさせる、

付記 1 に記載の海底光通信システム。

[0073] (付記 8)

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第 1 コアのそれぞれに対して、伝送される光信号の優先度を設定する優先度設定回路をさらに備え、

前記優先度設定回路は、

前記第 1 マルチコアファイバのうち、前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器の間に設けられた第 1 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 1 部分コアのそれぞれに対して優先度を設定するとともに、前記第 1 マルチコアファイバのうち、前記第 2 海底機器及び前記第 3 海底機器の間に設けられた第 2 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 2 部分コアのそれぞれに対して優先度を設定する、

付記 7 に記載の海底光通信システム。

[0074] (付記 9)

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 2 コアによって構成された第 2 マルチコアファイバをさらに備え、

前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器は、さらに、前記第 2 マルチコア

ファイバを構成する複数の第2コアの接続を切り替え可能に構成され、

前記複数の端局装置の少なくとも一つにおいて、

前記監視回路は、前記第2マルチコアファイバの信号伝送状況をさらに監視し、

前記制御回路は、前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第3部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第3部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第3部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第3部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第3部分コアに切り替えさせる、

付記1に記載の海底光通信システム。

[0075] (付記10)

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのそれぞれ、及び、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのそれぞれ、に対して、伝送される光信号の優先度を設定する優先度設定回路をさらに備える、

付記9に記載の海底光通信システム。

[0076] (付記11)

前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのそれぞれ、及び、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのそれぞれ、に対して、時間帯によって異なる優先度を設定する、

付記10に記載の海底光通信システム。

[0077] (付記12)

前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コアに対して共通の優先度を設定し、第2グループに属する第1コアに対して共通の優先度を設定するとともに、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのうち、第3グ

ループに属する第2コアに対して共通の優先度を設定し、第4グループに属する第2コアに対して共通の優先度を設定する、

付記10に記載の海底光通信システム。

[0078] (付記13)

前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コアの少なくとも一つ、及び、第2グループに属する第1コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定するとともに、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのうち、第3グループに属する第2コアの少なくとも一つ、及び、第4グループに属する第2コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定する、

付記10に記載の海底光通信システム。

[0079] (付記14)

前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コア及び第2グループに属する第1コアのそれぞれに対して、前記第1グループに属する第1コアの数及び前記第2グループに属する第1コアの数の比が維持されるように優先度を設定するとともに、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのうち、第3グループに属する第2コア及び第4グループに属する第2コアのそれぞれに対して、前記第3グループに属する第2コアの数及び前記第4グループに属する第2コアの数の比が維持されるように優先度を設定する、

付記10に記載の海底光通信システム。

[0080] (付記15)

前記複数の端局装置の少なくとも一つにおいて、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバを構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故

障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第1部分コア、又は、前記第3部分マルチコアファイバを構成する複数の第3部分コアの何れか、に切り替えさせ、且つ、

前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第3部分マルチコアファイバを構成する複数の第3部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第3部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第3部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第3部分コア、又は、前記第1部分マルチコアファイバを構成する複数の第1部分コアの何れか、に切り替えさせる、

付記9に記載の海底光通信システム。

[0081] (付記16)

前記第1及び前記第2マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続、及び、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアの接続、を切り替え可能に構成された第3海底機器をさらに備え、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第2部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第2部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第2部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第2部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第2部分コアに切り替えさせ、且つ、

前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第4部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第4部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第4部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を

、故障と判断された第４部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第４部分コアに切り替えさせる、

付記９に記載の海底光通信システム。

[0082] (付記１７)

前記複数の端局装置の少なくとも一つにおいて、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第１マルチコアファイバのうち前記第１海底機器及び前記第２海底機器の間に設けられた第１部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第１部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第１部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第１部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第１部分コア、又は、前記第３部分マルチコアファイバを構成する複数の第３部分コアの何れか、に切り替えさせ、

前記監視回路によって、前記第２マルチコアファイバのうち前記第１海底機器及び前記第２海底機器の間に設けられた第３部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第３部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第３部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第３部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第３部分コア、又は、前記第１部分マルチコアファイバを構成する複数の第１部分コアの何れか、に切り替えさせ、

前記監視回路によって、前記第１マルチコアファイバのうち前記第２海底機器及び前記第３海底機器の間に設けられた第２部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第２部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第２部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第２部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第２部分コア、又は、前記第４部分マルチコアファイバを構成する複数の第４部分コアの何れか、に切り替えさせ、且つ、

前記監視回路によって、前記第２マルチコアファイバのうち前記第２海底

機器及び前記第 3 海底機器の間に設けられた第 4 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 4 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第 4 部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第 4 部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第 4 部分コア、又は、前記第 2 部分マルチコアファイバを構成する複数の第 2 部分コアの何れか、に切り替えさせる、

付記 1 6 に記載の海底光通信システム。

[0083] (付記 1 8)

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 1 コアによって構成された第 1 マルチコアファイバと、

前記第 1 マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第 1 コアの接続を切り替え可能に構成された第 1 海底機器及び第 2 海底機器と、

を備えた海底光通信システムの制御方法であって、

前記複数の端局装置の少なくとも一つを用いて、前記第 1 マルチコアファイバの信号伝送状況を監視し、

前記第 1 マルチコアファイバのうち前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器の間に設けられた第 1 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 1 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第 1 部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第 1 部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第 1 部分コアに切り替えさせる、

海底光通信システムの制御方法。

[0084] (付記 1 9)

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 1 コアによって構成された第 1 マルチコアファイバと、

前記第 1 マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第 1 コアの接続を切り替え可能に構成された第 1 海底機器及び第 2 海底機器と、

を備えた海底光通信システムにおける制御処理をコンピュータに実行させる制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体であって、

前記複数の端局装置の少なくとも一つを用いて、前記第 1 マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する処理と、

前記第 1 マルチコアファイバのうち前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器の間に設けられた第 1 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 1 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第 1 部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第 1 部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第 1 部分コアに切り替えさせる処理と、

をコンピュータに実行させる制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体。

[0085] (付記 20)

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 1 コアによって構成された第 1 マルチコアファイバと、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 2 コアによって構成された第 2 マルチコアファイバと、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 3 コアによって構成された第 3 マルチコアファイバと、

前記第 1 乃至前記第 3 マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第 1 乃至前記第 3 マルチコアファイバのそれぞれの接続を切り替え可能に構成された第 1 海底機器及び第 2 海底機器と、

を備え、

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第 1 乃至前記第 3 マルチコアファイバのうち前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器の間に設けられた第 1 乃至第 3 部分マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する監視回路と、

制御回路と、

を有し、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第 1 部分マルチコアファイバを構成する複数の第 1 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、前記第 1 部分マルチコアファイバによって伝送されていた光信号の伝送経路を、前記第 1 部分マルチコアファイバよりも優先度の低い光信号を伝送する、前記第 2 部分マルチコアファイバ又は前記第 3 部分マルチコアファイバに切り替えさせ、

前記監視回路によって、前記第 2 部分マルチコアファイバを構成する複数の第 2 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、前記第 2 部分マルチコアファイバによって伝送されていた光信号の伝送経路を、前記第 2 部分マルチコアファイバよりも優先度の低い光信号を伝送する、前記第 1 部分マルチコアファイバ又は前記第 3 部分マルチコアファイバに切り替えさせ、
且つ、

前記監視回路によって、前記第 3 部分マルチコアファイバを構成する複数の第 3 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、前記第 3 部分マルチコアファイバによって伝送されていた光信号の伝送経路を、前記第 3 部分マルチコアファイバよりも優先度の低い光信号を伝送する、前記第 1 部分マルチコアファイバ又は前記第 2 部分マルチコアファイバに切り替えさせる、

海底光通信システム。

[0086] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のScope内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

符号の説明

- [0087] S Y S 1 海底光通信システム
 S Y S 2 海底光通信システム
 S Y S 3 海底光通信システム
 1、 1 __ 1 ～ 1 __ 5 端局装置
 2、 2 __ 1 ～ 2 __ 3 海底機器
 3 海底ケーブル
 4 海底ケーブル
 1 0 1 監視回路
 1 0 2 制御回路
 1 0 3 優先度設定回路

請求の範囲

[請求項1]

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、

前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、

を備え、

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する監視回路と

、
前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる、制御回路と、

を備えた、海底光通信システム。

[請求項2]

前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのそれぞれに対して、伝送される光信号の優先度を設定する優先度設定回路をさらに備える、

請求項1に記載の海底光通信システム。

[請求項3]

前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのそれぞれに対して、時間帯によって異なる優先度を設定する、

請求項2に記載の海底光通信システム。

[請求項4] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コアに対して共通の優先度を設定し、第2グループに属する第1コアに対して共通の優先度を設定する、

請求項2に記載の海底光通信システム。

[請求項5] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コアの少なくとも一つ、及び、第2グループに属する第1コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定する、

請求項2に記載の海底光通信システム。

[請求項6] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コア及び第2グループに属する第1コアのそれぞれに対して、前記第1グループに属する第1コアの数及び前記第2グループに属する第1コアの数の比が維持されるように優先度を設定する、

請求項2に記載の海底光通信システム。

[請求項7] 前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第3海底機器をさらに備え、

前記制御回路は、前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第2部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第2部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第2部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第2部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第2部分コアに切り替えさせる、

請求項1に記載の海底光通信システム。

[請求項8] 前記複数の端局装置の少なくとも一つは、

前記第 1 マルチコアファイバを構成する複数の第 1 コアのそれぞれに対して、伝送される光信号の優先度を設定する優先度設定回路をさらに備え、

前記優先度設定回路は、

前記第 1 マルチコアファイバのうち、前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器の間に設けられた第 1 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 1 部分コアのそれぞれに対して優先度を設定するとともに、前記第 1 マルチコアファイバのうち、前記第 2 海底機器及び前記第 3 海底機器の間に設けられた第 2 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 2 部分コアのそれぞれに対して優先度を設定する、

請求項 7 に記載の海底光通信システム。

[請求項 9]

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第 2 コアによって構成された第 2 マルチコアファイバをさらに備え、

前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器は、さらに、前記第 2 マルチコアファイバを構成する複数の第 2 コアの接続を切り替え可能に構成され、

前記複数の端局装置の少なくとも一つにおいて、

前記監視回路は、前記第 2 マルチコアファイバの信号伝送状況をさらに監視し、

前記制御回路は、前記監視回路によって、前記第 2 マルチコアファイバのうち前記第 1 海底機器及び前記第 2 海底機器の間に設けられた第 3 部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第 3 部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第 3 部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第 3 部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第 3 部分コアに切り替えさせる、

請求項 1 に記載の海底光通信システム。

- [請求項10] 前記複数の端局装置の少なくとも一つは、
前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのそれぞれ、及び、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのそれぞれ、に対して、伝送される光信号の優先度を設定する優先度設定回路をさらに備える、
請求項9に記載の海底光通信システム。
- [請求項11] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのそれぞれ、及び、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのそれぞれ、に対して、時間帯によって異なる優先度を設定する、
請求項10に記載の海底光通信システム。
- [請求項12] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コアに対して共通の優先度を設定し、第2グループに属する第1コアに対して共通の優先度を設定するとともに、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのうち、第3グループに属する第2コアに対して共通の優先度を設定し、第4グループに属する第2コアに対して共通の優先度を設定する、
請求項10に記載の海底光通信システム。
- [請求項13] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コアの少なくとも一つ、及び、第2グループに属する第1コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定するとともに、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのうち、第3グループに属する第2コアの少なくとも一つ、及び、第4グループに属する第2コアの少なくとも一つ、に対して最も高い優先度を設定する、
請求項10に記載の海底光通信システム。
- [請求項14] 前記優先度設定回路は、前記第1マルチコアファイバを構成する複

数の第1コアのうち、第1グループに属する第1コア及び第2グループに属する第1コアのそれぞれに対して、前記第1グループに属する第1コアの数及び前記第2グループに属する第1コアの数の比が維持されるように優先度を設定するとともに、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアのうち、第3グループに属する第2コア及び第4グループに属する第2コアのそれぞれに対して、前記第3グループに属する第2コアの数及び前記第4グループに属する第2コアの数の比が維持されるように優先度を設定する、

請求項10に記載の海底光通信システム。

[請求項15]

前記複数の端局装置の少なくとも一つにおいて、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバを構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第1部分コア、又は、前記第3部分マルチコアファイバを構成する複数の第3部分コアの何れか、に切り替えさせ、且つ、

前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第3部分マルチコアファイバを構成する複数の第3部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第3部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第3部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第3部分コア、又は、前記第1部分マルチコアファイバを構成する複数の第1部分コアの何れか、に切り替えさせる、

請求項9に記載の海底光通信システム。

[請求項16]

前記第1及び前記第2マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続、及び、前記第2マルチコアファイバを構成する複数の第2コアの接続、を切り替え可能に構成された第3海底機器をさらに備え、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第2部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第2部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第2部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第2部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第2部分コアに切り替えさせ、且つ、

前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第4部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第4部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第4部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第4部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第4部分コアに切り替えさせる、

請求項9に記載の海底光通信システム。

[請求項17]

前記複数の端局装置の少なくとも一つにおいて、

前記制御回路は、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第1部分コア、又は、前記第3部分マルチコアファイバを構成する複数の第3部分コアの何れか、に切

り替えさせ、

前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第3部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第3部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第3部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第3部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第3部分コア、又は、前記第1部分マルチコアファイバを構成する複数の第1部分コアの何れか、に切り替えさせ、

前記監視回路によって、前記第1マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第2部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第2部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第2部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第2部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第2部分コア、又は、前記第4部分マルチコアファイバを構成する複数の第4部分コアの何れか、に切り替えさせ、且つ、

前記監視回路によって、前記第2マルチコアファイバのうち前記第2海底機器及び前記第3海底機器の間に設けられた第4部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第4部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第4部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第4部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する、別の第4部分コア、又は、前記第2部分マルチコアファイバを構成する複数の第2部分コアの何れか、に切り替えさせる、

請求項16に記載の海底光通信システム。

[請求項18]

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複

数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、

前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、

を備えた海底光通信システムの制御方法であって、

前記複数の端局装置の少なくとも一つを用いて、前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視し、

前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる、

海底光通信システムの制御方法。

[請求項19]

複数の端局装置と、

前記複数の端局装置の間の通信に用いられる光信号を伝送する、複数の第1コアによって構成された第1マルチコアファイバと、

前記第1マルチコアファイバの中継地点に設けられ、前記第1マルチコアファイバを構成する複数の第1コアの接続を切り替え可能に構成された第1海底機器及び第2海底機器と、

を備えた海底光通信システムにおける制御処理をコンピュータに実行させる制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体であって、

前記複数の端局装置の少なくとも一つを用いて、前記第1マルチコアファイバの信号伝送状況を監視する処理と、

前記第1マルチコアファイバのうち前記第1海底機器及び前記第2海底機器の間に設けられた第1部分マルチコアファイバ、を構成する複数の第1部分コアの何れかが故障していると判断された場合、故障

と判断された第1部分コアによって伝送されていた光信号の伝送経路を、故障と判断された第1部分コアよりも優先度の低い光信号を伝送する別の第1部分コアに切り替えさせる処理と、

をコンピュータに実行させる制御プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体。

[図1]

SYS1

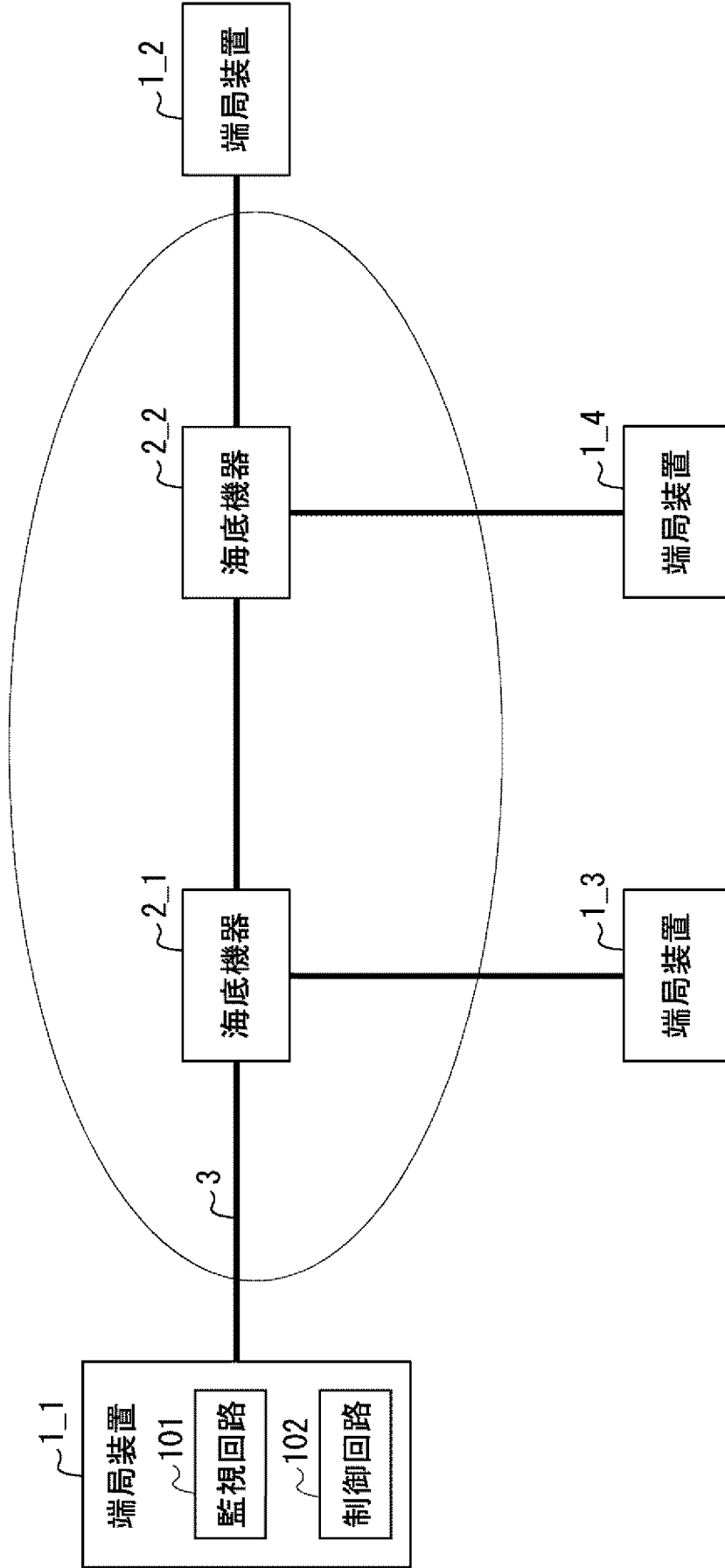


Fig. 1

[図2]

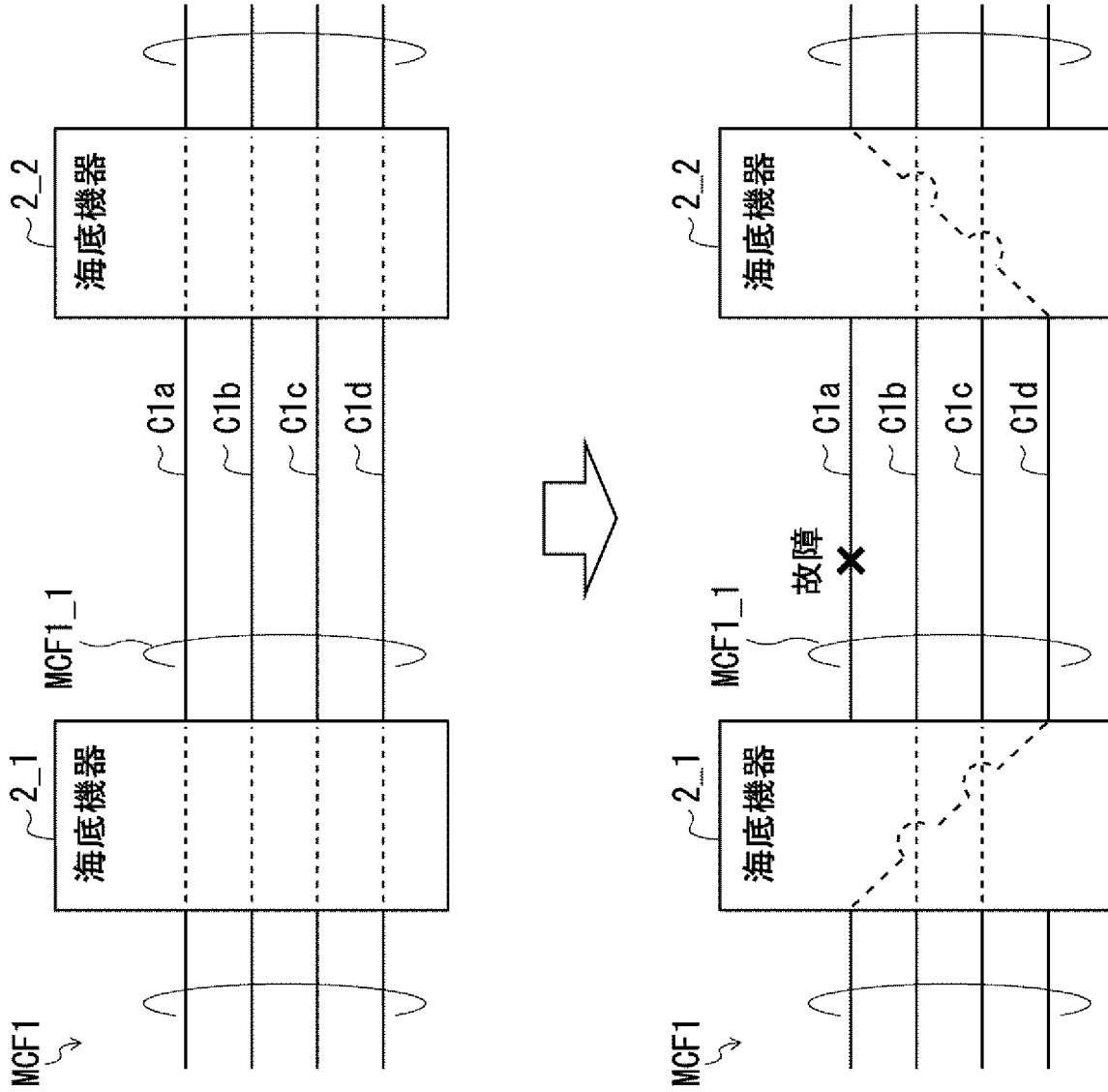


Fig. 2

[図3]

SYS2

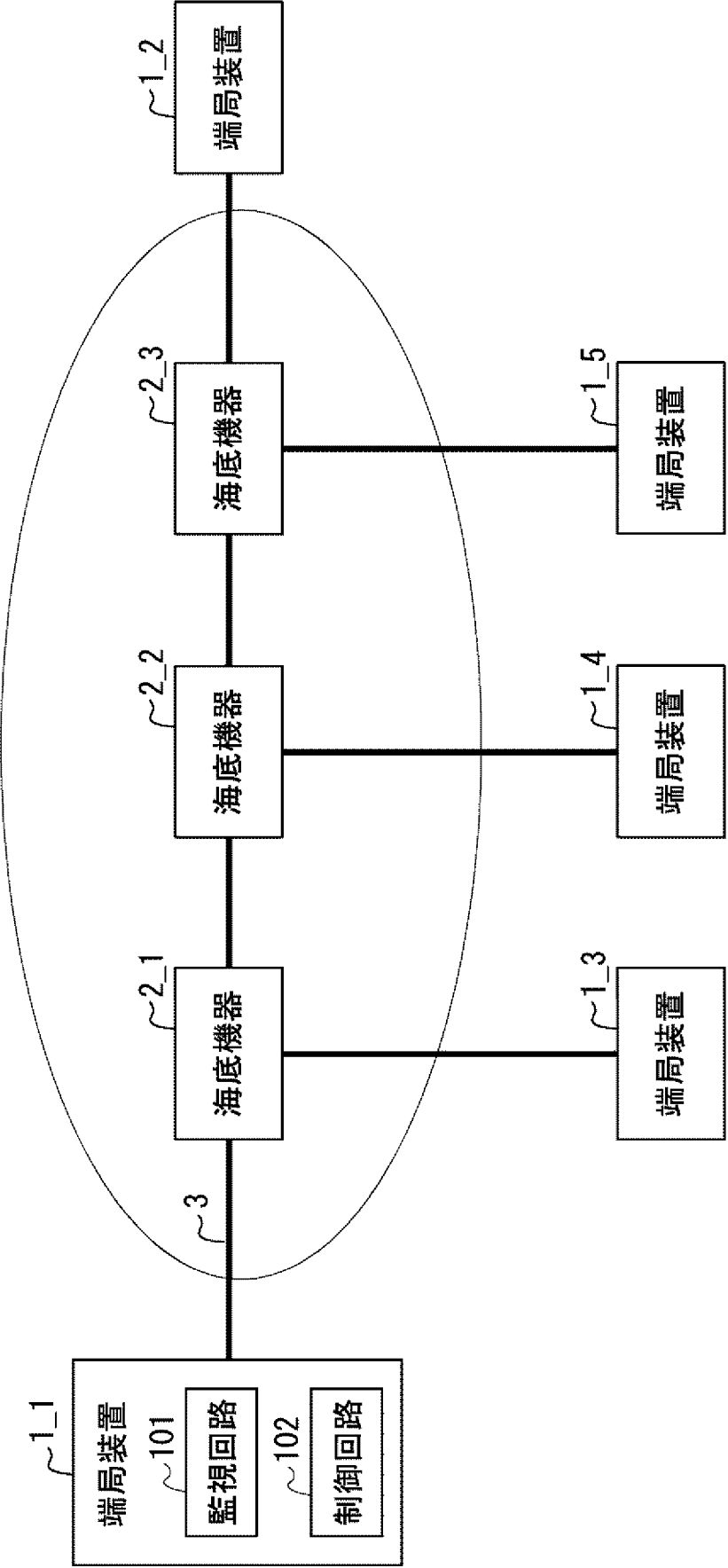


Fig. 3

[図4]

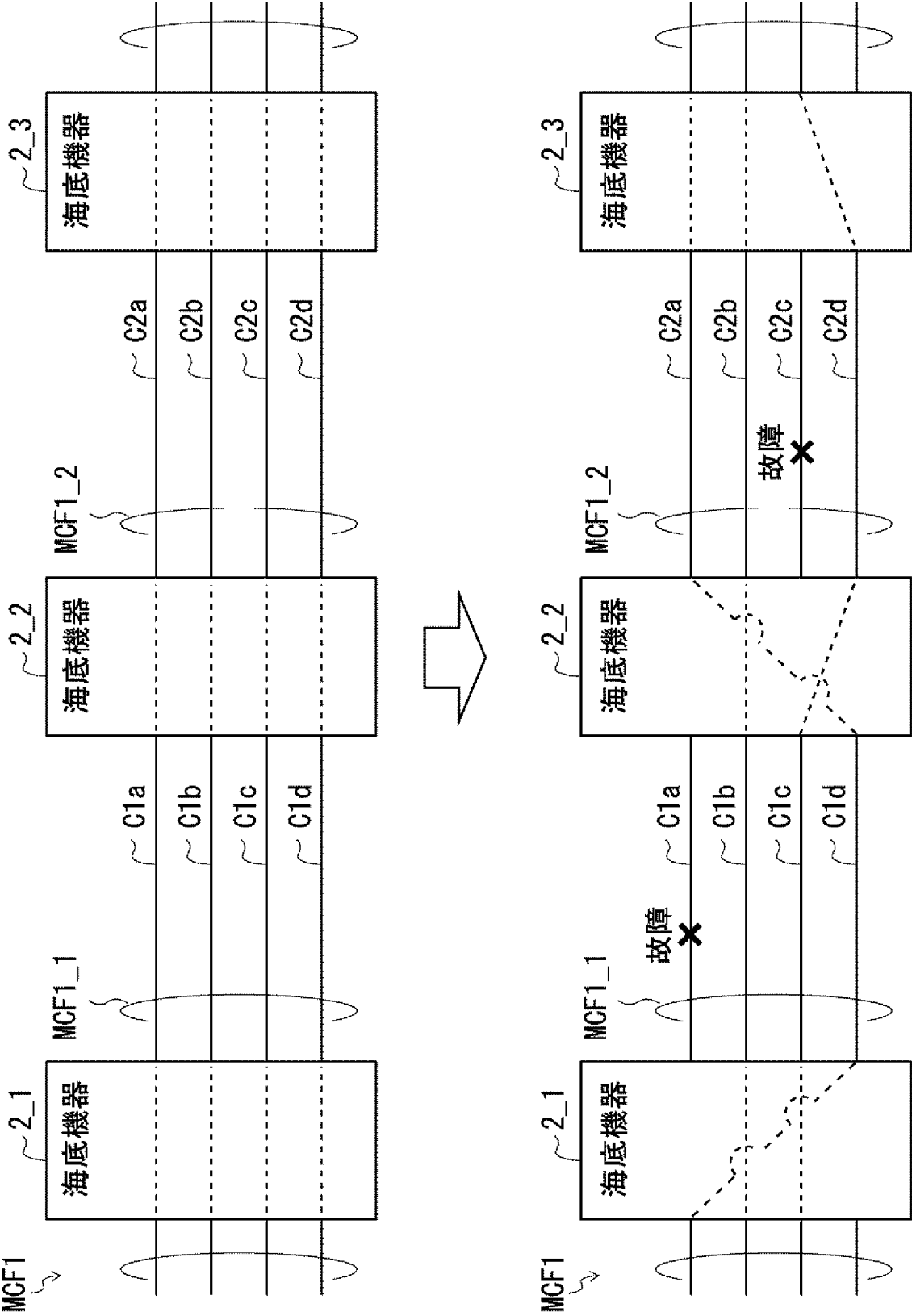


Fig. 4

[図5]

SYS3

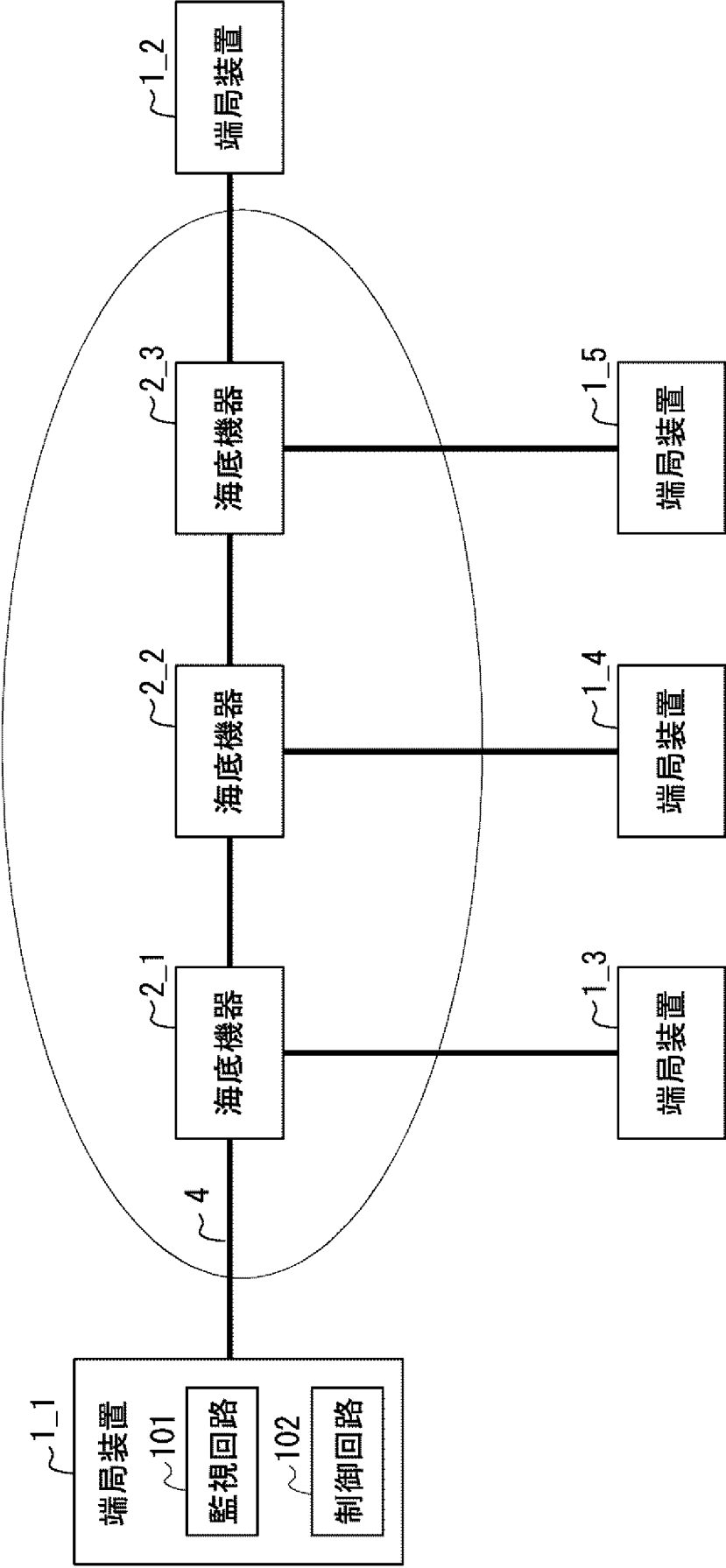


Fig. 5

[図6]

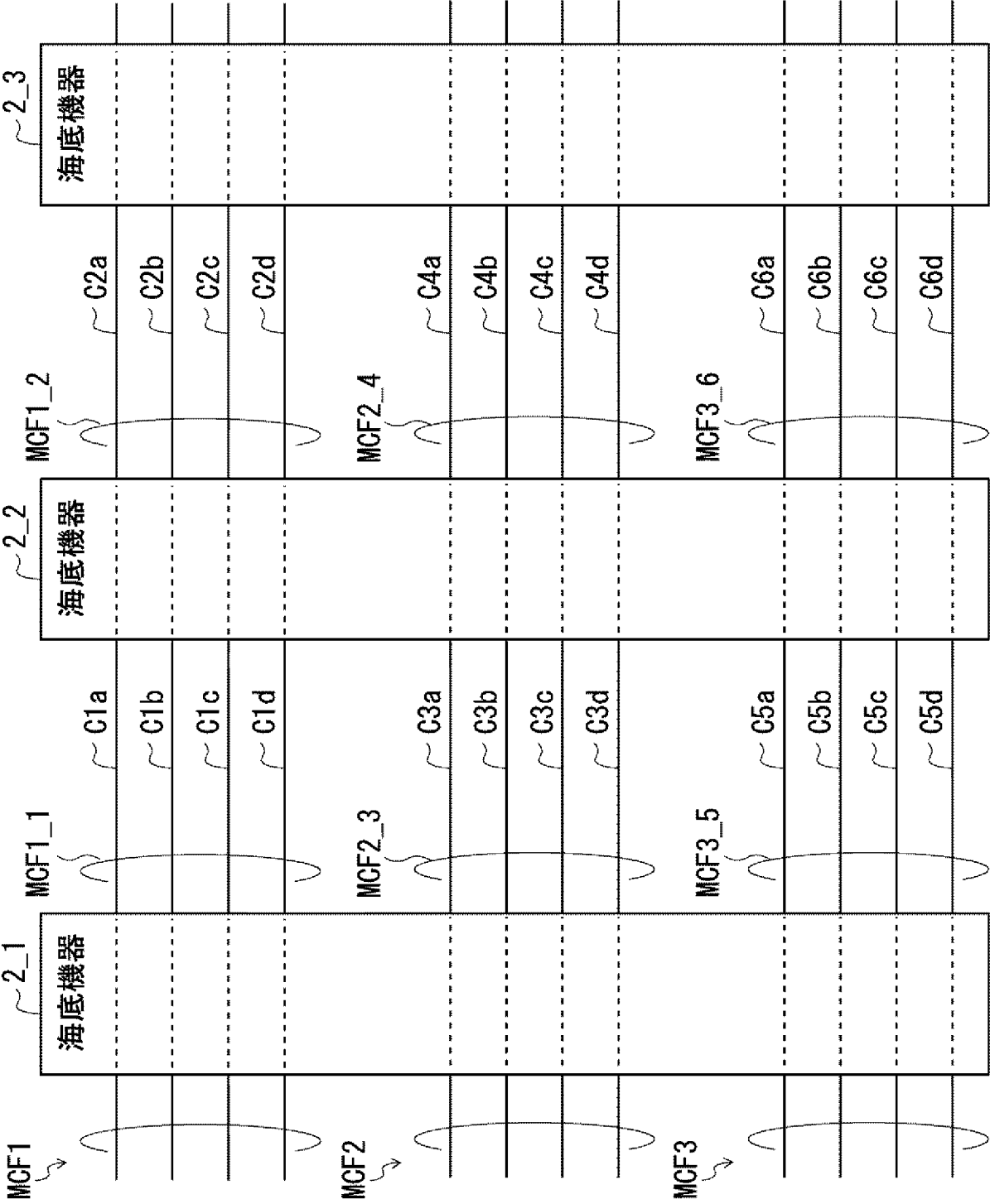


Fig. 6

[図7]

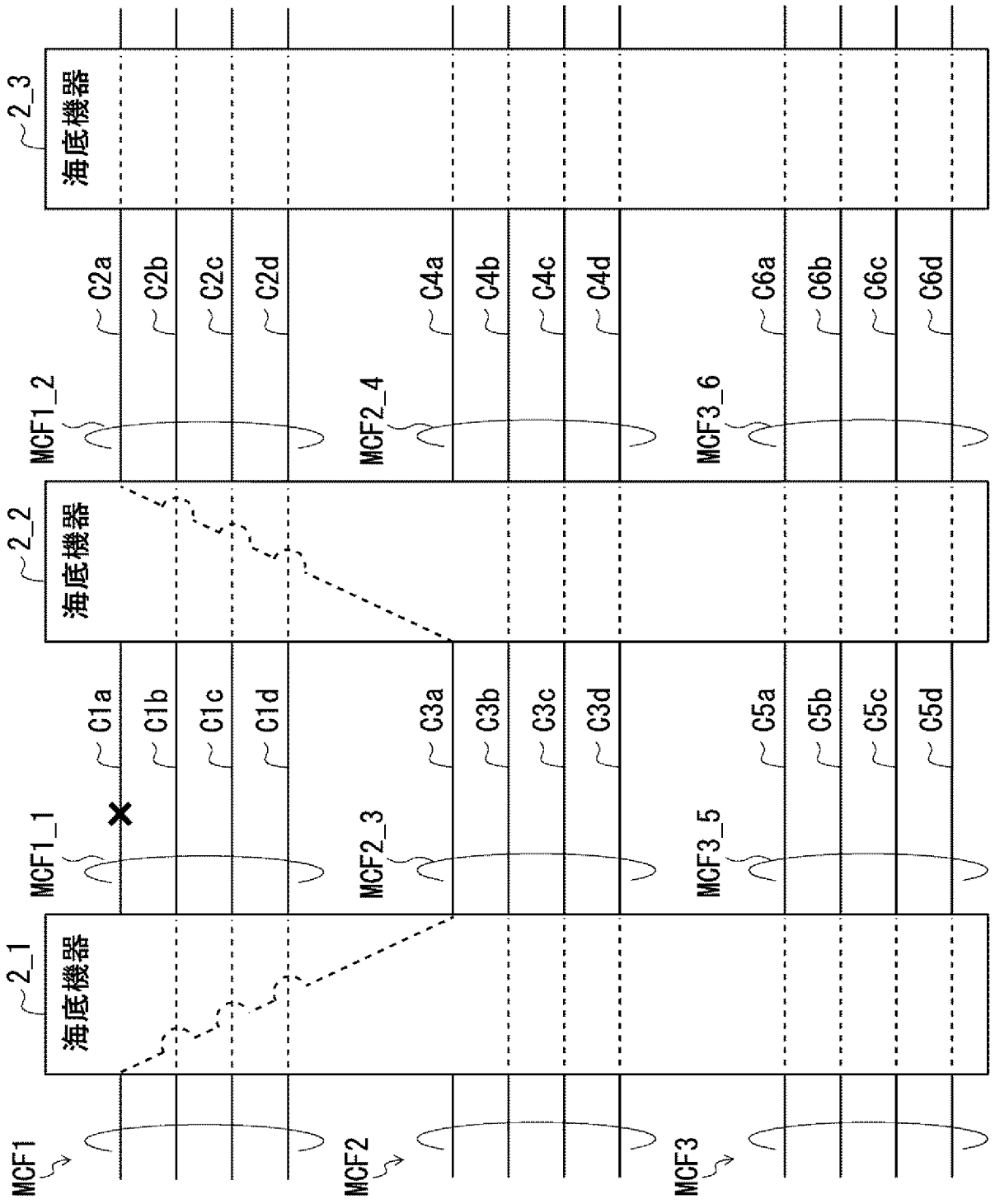


Fig. 7

[図8]

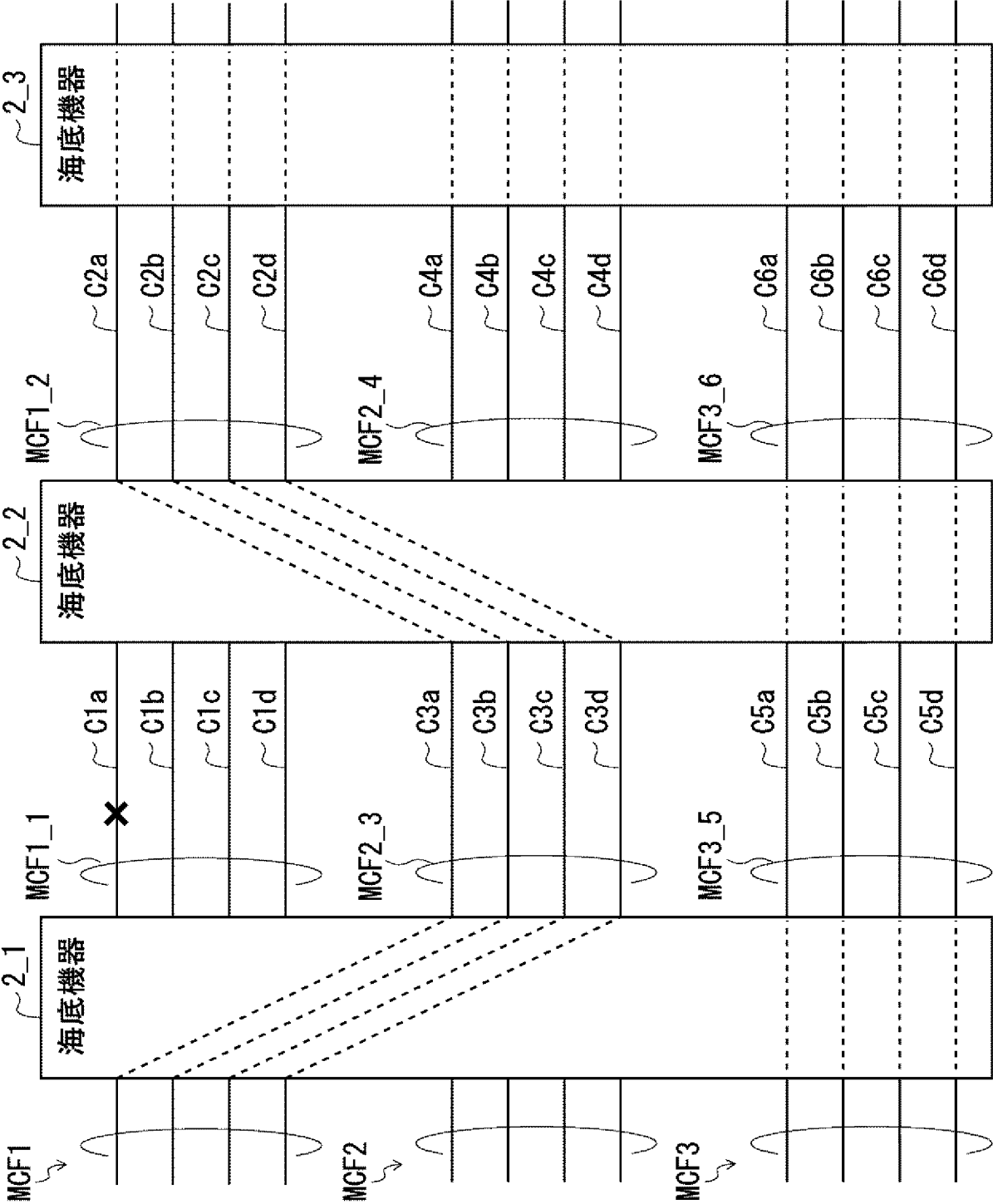


Fig. 8

[図9]

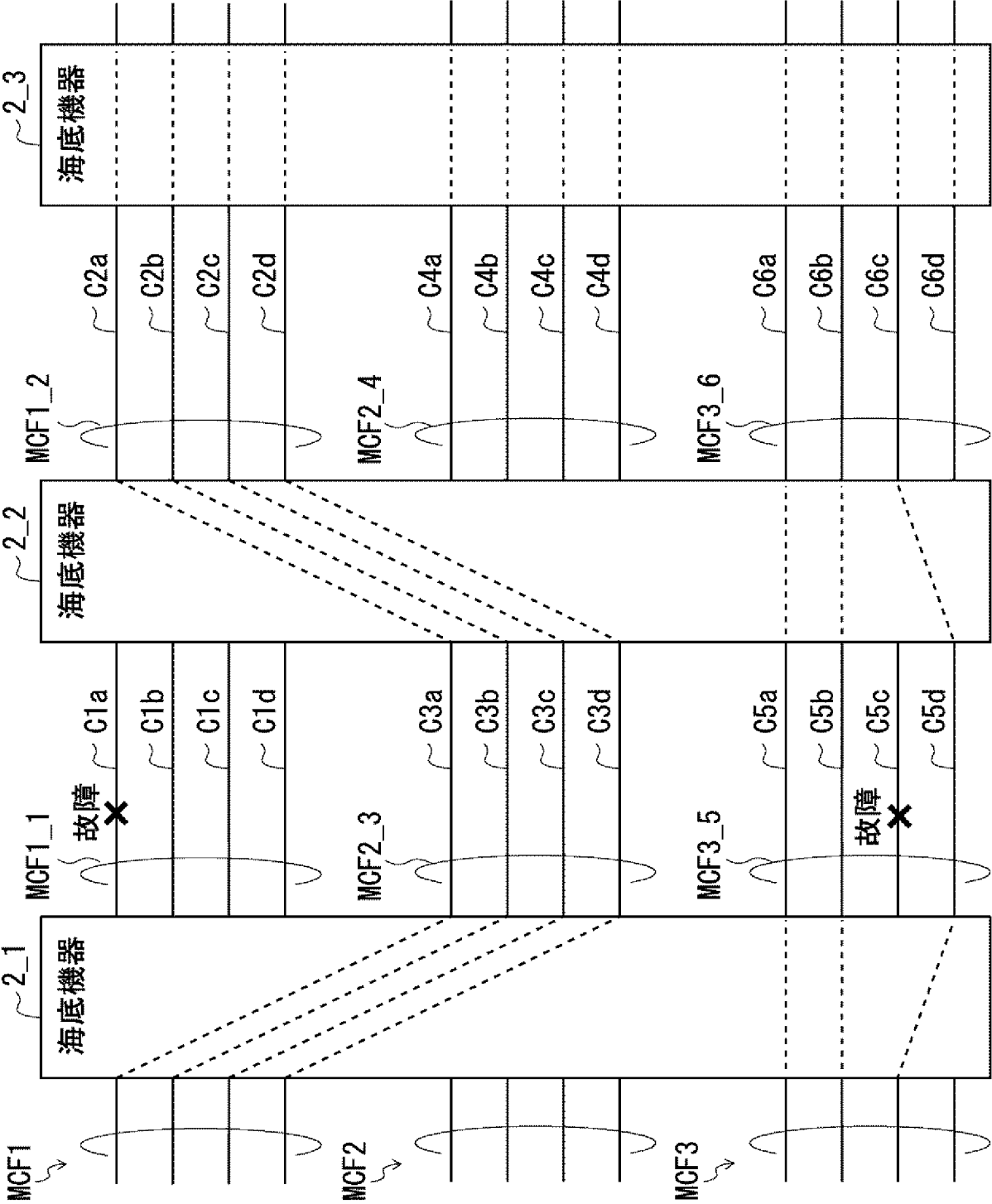


Fig. 9

[図10]

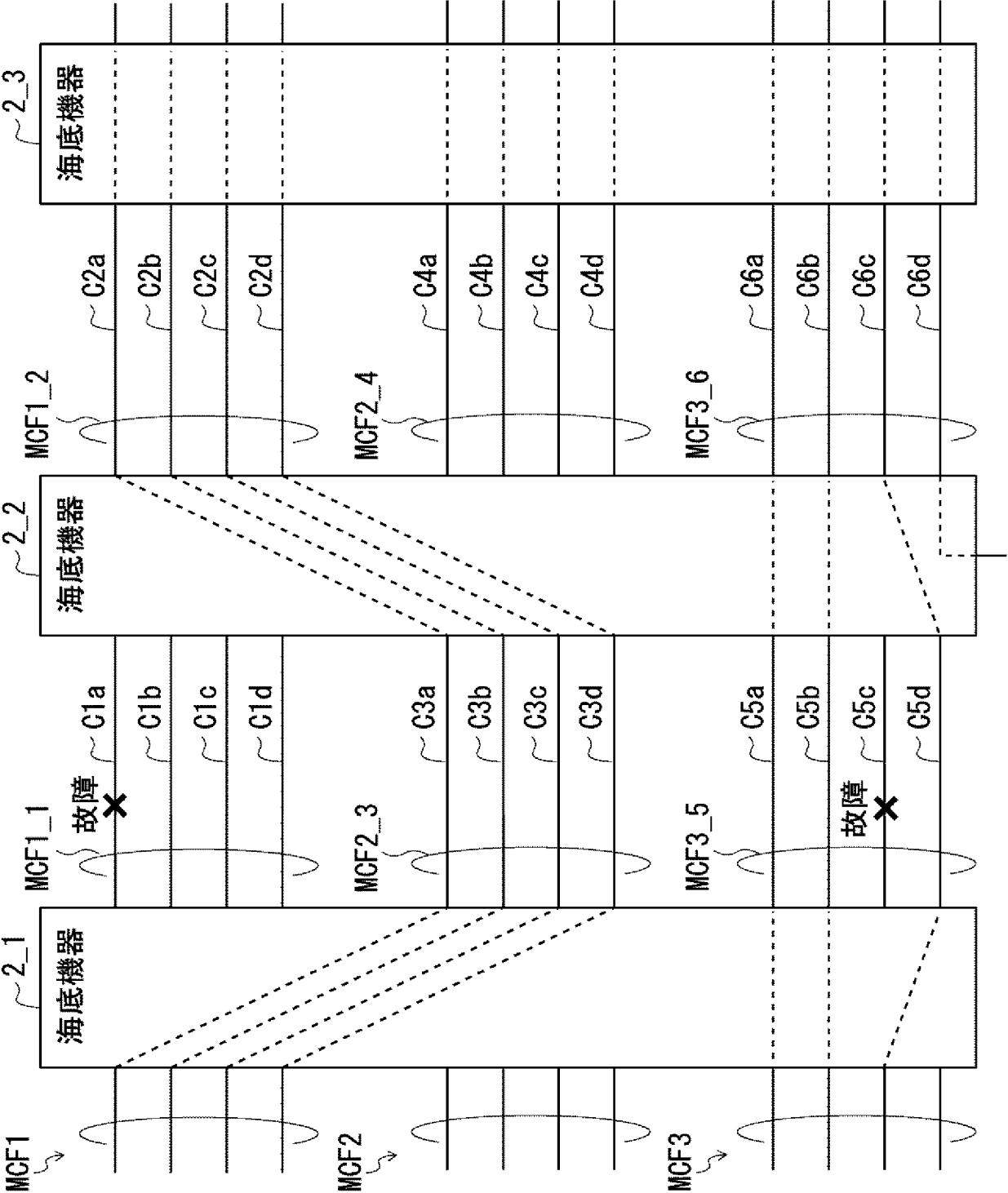


Fig. 10

[図11]

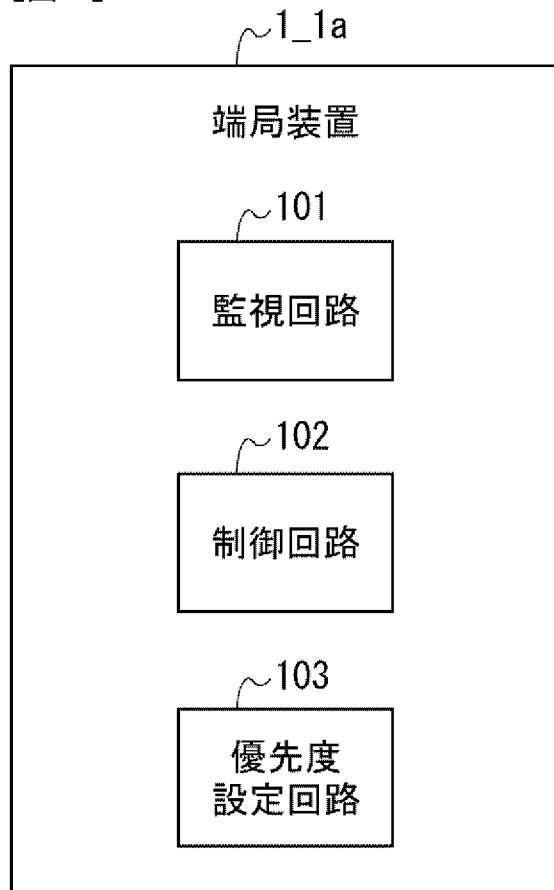


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 10/03**(2013.01)i; **H04B 10/075**(2013.01)i

FI: H04B10/03; H04B10/075

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)

H04B10/03; H04B10/075

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2021/049099 A1 (NEC CORPORATION) 18 March 2021 (2021-03-18) paragraphs [0021]-[0025], [0036], [0048], [0051], [0052], fig. 1, 8	1-19
A	JP 2019-517169 A (GOOGLE LLC) 20 June 2019 (2019-06-20) paragraphs [0024], [0025], [0043], [0047], [0048], fig. 2B, 4E, 4F, 5C	1-19
A	JP 2016-111480 A (HITACHI, LTD.) 20 June 2016 (2016-06-20) paragraphs [0014]-[0025], fig. 2, 3, 5, 7	1-19
A	WO 2022/054536 A1 (NEC CORPORATION) 17 March 2022 (2022-03-17) entire text, all drawings	1-19
A	JP 2014-165595 A (HITACHI, LTD.) 08 September 2014 (2014-09-08) entire text, all drawings	1-19



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

29 May 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/012547

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/049099	A1	18 March 2021	US 2022/0303001 A1 paragraphs [0031]-[0035], [0047], [0059], [0062], [0063], fig. 1, 8 EP 4030638 A1 CN 114375549 A	
JP	2019-517169	A	20 June 2019	US 9755734 B1 column 8, lines 4-52, column 14, line 48 to column 15, line 6, column 15, line 47 to column 16, line 5, fig. 2B, 4E, 4F, 5C WO 2017/213813 A1 CN 108781114 A KR 10-2018-0114153 A	
JP	2016-111480	A	20 June 2016	(Family: none)	
WO	2022/054536	A1	17 March 2022	(Family: none)	
JP	2014-165595	A	08 September 2014	US 2014/0241712 A1 entire text, all drawings EP 2775636 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/03(2013.01)i; H04B 10/075(2013.01)i FI: H04B10/03; H04B10/075										
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）） H04B10/03; H04B10/075 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
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	WO 2021/049099 A1（日本電気株式会社）18.03.2021（2021-03-18） 段落0021-0025、0036、0048、0051-0052、図1、8	1-19								
A	JP 2019-517169 A（グーグル エルエルシー）20.06.2019（2019-06-20） 段落0024-0025、0043、0047-0048、図2B、4E-4F、5C	1-19								
A	JP 2016-111480 A（株式会社日立製作所）20.06.2016（2016-06-20） 段落0014-0025、図2、3、5、7	1-19								
A	WO 2022/054536 A1（日本電気株式会社）17.03.2022（2022-03-17） 全文、全図	1-19								
A	JP 2014-165595 A（株式会社日立製作所）08.09.2014（2014-09-08） 全文、全図	1-19								
☐ 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、一般的な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 29.05.2023		国際調査報告の発送日 13.06.2023								
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） 対馬 英明 5K 1211 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/JP2023/012547

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2021/049099	A1	18.03.2021	US 2022/0303001 A1 段落 0031-0035、 0047、0059、00 62-0063、図1、8 EP 4030638 A1 CN 114375549 A	
JP	2019-517169	A	20.06.2019	US 9755734 B1 第8欄第4-52行、第1 4欄第48行-第15欄第 6行、第15欄第47行- 第16欄第5行、図2B、 4E-4F、5C WO 2017/213813 A1 CN 108781114 A KR 10-2018-0114153 A	
JP	2016-111480	A	20.06.2016	(ファミリーなし)	
WO	2022/054536	A1	17.03.2022	(ファミリーなし)	
JP	2014-165595	A	08.09.2014	US 2014/0241712 A1 全文, 全図 EP 2775636 A1	