

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/045981

発行日 平成25年3月4日 (2013.3.4)

(43) 国際公開日 平成23年4月21日 (2011.4.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 10/296 (2013.01)	HO4B 9/00 296	5K102
HO4J 14/00 (2006.01)	HO4B 9/00 E	
HO4J 14/02 (2006.01)		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

出願番号 特願2011-536074 (P2011-536074)	(71) 出願人 000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2010/064150	
(22) 国際出願日 平成22年8月23日 (2010.8.23)	
(31) 優先権主張番号 特願2009-239011 (P2009-239011)	(74) 代理人 100123788 弁理士 官崎 昭夫
(32) 優先日 平成21年10月16日 (2009.10.16)	(74) 代理人 100106138 弁理士 石橋 政幸
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100127454 弁理士 緒方 雅昭
	(72) 発明者 井上 貴則 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

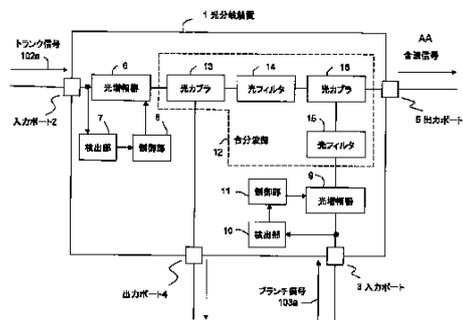
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐装置、光通信システムおよび光合波方法

(57) 【要約】

出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能な光分岐装置、光通信システムおよび光合波方法を提供する。光増幅手段は、光信号が入力されると当該光信号を増幅して出力し、光信号が入力されないと自己が発生する増幅自然放光を増幅して出力する。検出手段は、光信号が光増幅手段に入力されているか否かを検出する。制御手段は、検出手段が、光信号が光増幅手段に入力されていないことを検出すると、光増幅手段での増幅の大きさを定めるゲインを、光信号が光増幅手段に入力されているときのゲインよりも大きい所定値にする。合分波手段は、光増幅手段からの出力光と他の出力光とを受け付け、光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する。

【図3】



- 102a TRUNK SIGNAL
- 2,3 INPUT PORT
- 1 LIGHT BRANCHING APPARATUS
- 6,9 OPTICAL AMPLIFIER
- 7,10 DETECTING UNIT
- 8,11 CONTROL UNIT
- 13,15 OPTICAL COUPLER
- 14,15 OPTICAL FILTER
- 12 BRANCHING/MULTIPLEXING UNIT
- 4,5 OUTPUT PORT
- 103a BRANCH SIGNAL
- AA MULTIPLEXED SIGNAL

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光信号が入力されると、当該光信号を増幅して出力し、また、前記光信号が入力されないと、自己が発生する増幅自然放出光を増幅して出力する光増幅手段と、
 前記光信号が前記光増幅手段に入力されているか否かを検出する検出手段と、
 前記検出手段が、前記光信号が前記光増幅手段に入力されていないことを検出すると、前記光増幅手段での増幅の大きさを定めるゲインを、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているときの前記ゲインよりも大きい所定値にする制御手段と、
 前記光増幅手段からの出力光と、他の出力光と、を受け付け、前記光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、前記他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する合分波手段と、を含む光分岐装置。

10

【請求項 2】

前記検出手段は、前記光増幅手段への入力を監視することによって、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているか否かを検出する、請求項 1 に記載の光分岐装置。

【請求項 3】

特定光信号が入力されると、当該特定光信号を増幅して前記他の出力光として出力し、また、前記特定光信号が入力されないと、自己が発生する増幅自然放出光を増幅して前記他の出力光として出力する特定光増幅手段と、

前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているか否かを検出する特定検出手段と、

20

前記特定検出手段が、前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されていないことを検出すると、前記特定光増幅手段での増幅の大きさを定める特定ゲインを、前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているときの前記特定ゲインよりも大きい特定値にする特定制御手段と、をさらに含む、請求項 1 または 2 に記載の光分岐装置。

【請求項 4】

前記特定検出手段は、前記特定光増幅手段への入力を監視することによって、前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているか否かを検出する、請求項 3 に記載の光分岐装置。

【請求項 5】

光信号が入力されると、当該光信号を増幅して出力し、また、前記光信号が入力されないと、自己が発生する増幅自然放出光を増幅して出力する光増幅手段と、

前記光増幅手段からの出力光と、他の出力光と、を受け付け、前記光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、前記他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する合分波手段と、を内蔵する光分岐装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の光分岐装置と、

前記光分岐装置に含まれる光増幅手段に、前記光信号を出力する第 1 光中継器と、

前記光分岐装置に含まれる合分波手段に、前記他の出力光を出力する第 2 光中継器と、を含む光通信システム。

【請求項 7】

請求項 3 または 4 に記載の光分岐装置と、

前記光分岐装置に含まれる光増幅手段に、前記光信号を出力する第 1 光中継器と、

前記光分岐装置に含まれる特定光増幅手段に、前記特定光信号を出力する第 2 光中継器と、を含む光通信システム。

40

【請求項 8】

光信号が入力されると前記光信号を増幅して出力し、前記光信号が入力されないと自己が発生する増幅自然放出光を増幅して出力する光増幅手段を含む光分岐装置での光合波方法であって、

前記光信号が前記光増幅手段に入力されているか否かを検出し、

前記光信号が前記光増幅手段に入力されていないことが検出されると、前記光増幅器手

50

段での増幅の大きさを定めるゲインを、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているときの前記ゲインよりも大きい所定値にする制御を実行し、

前記光増幅手段からの出力光と、他の出力光と、を受け付け、前記光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、前記他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する、を含む光合波方法。

【請求項 9】

前記検出することは、前記光増幅手段への入力を監視することによって、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているか否かを検出する、請求項 8 に記載の光合波方法。

【請求項 10】

前記光分岐装置は、特定光信号が入力されると前記特定光信号を増幅して前記他の出力光として出力し、前記特定光信号が入力されないと自己が発生する増幅自然放出光を増幅して前記他の出力光として出力する特定光増幅手段を含むものであり、

前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているか否かを検出し、

前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されていないことが検出されると、前記特定光増幅手段での増幅の大きさを定める特定ゲインを、前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているときの前記特定ゲインよりも大きい特定値にする制御を実行する、ことさらに含む、請求項 8 または 9 に記載の光合波方法。

【請求項 11】

前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているか否かを検出することは、前記特定光増幅手段への入力を監視することによって、前記特定光信号が前記特定光増幅手段に入力されているか否かを検出する、請求項 10 に記載の光合波方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光分岐装置、光通信システムおよび光合波方法に関する。

【背景技術】

【0002】

異なる波長の光を合波（アッド：add）および分波（ドロップ：drop）できる光合分波装置は、例えば、異なる波長の光を 1 本の光ファイバで伝送する光通信システムで使用される。なお、光合分波装置は、OADM（Optical Add Drop Multiplexer）とも称される。海底ケーブルシステムにおいては、光合分波装置は光分岐装置（BU：Branching Unit）内に実装される。

【0003】

図 1 は、光合分波装置を有する光海底ケーブルシステムを示したブロック図である。

【0004】

図 1 において、光分岐装置 101 は、上り回線においては、トランク局 102 から送られた光信号（以下「トランク信号」とも称する）102a と、ブランチ局 103 から送られた光信号（以下「ブランチ信号」とも称する）103a と、の 2 つの光信号を受け付ける。

【0005】

光信号 102a は、トランク信号帯 102a1 に属する波長の光信号と、ドロップ信号帯 102a2 に属する波長の光信号と、を有する。なお、トランク信号帯 102a1 とドロップ信号帯 102a2 とは、波長によって決められている。トランク信号帯 102a1 とドロップ信号帯 102a2 では、重複する部分（帯域）はない。

【0006】

光信号 103a は、アド信号帯 103a1 に属する波長の光信号を有する。なお、アド信号帯 103a1 は、波長によって決められている。また、アド信号帯 103a1 とドロップ信号帯 102a2 とは、同じ波長帯域である。

【0007】

光合分波装置 101a は、光信号 102a のうちトランク信号帯 102a1 に属する光

10

20

30

40

50

信号を透過し、光信号 102 a のうちトランク信号帯 102 a 1 に属する光信号をトランク局 104 に向けて出力する。また、光合分波装置 101 a は、光信号 102 a のうちドロップ信号帯 102 a 2 に属する光信号を透過せずに分岐し、光信号 102 a のうちドロップ信号帯 102 a 2 に属する光信号をブランチ局 103 に向けて出力する。また、光合分波装置 101 a は、光信号 103 a のうちアド信号帯 103 a 1 に属する光信号を、透過されたトランク信号帯 102 a 1 に属する光信号と合波し、合波された光信号をトランク局 104 に向けて出力する。

【0008】

光分岐装置 101 からトランク局 104 に向けて出力された光信号（アド信号帯 103 a 1 に属する光信号とトランク信号帯 102 a 1 に属する光信号との合波信号）は、光中継器 106 を介して、トランク局 104 で受信される。光中継器 106 は、伝送路 105 中の光ファイバでの光信号の損失を補償する。

10

【0009】

図 1 に示した光海底ケーブルシステムでは、上述した動作は、下り回線においても行われる。

【0010】

図 1 に示したような光海底ケーブルシステムにおいて、光分岐装置 101 の一方の回線に入力されるべき 2 つの光信号のうち、ケーブル断の障害などにより、一方が無入力状態となると、他方の光信号（以下、生存信号と呼ぶ）のみが、光分岐装置 101 から受信局に向けて送出される。

20

【0011】

海底ケーブルシステムにおける光中継器 106 は、APC 制御（Automatic Pump Power Control）で動作しているため、光中継器 106 の出力パワーは、ほぼ一定である。このため、光分岐装置 101 から生存信号のみが出力されると、その生存信号は、無入力状態となっている光信号が存在する際に行われる増幅よりも、過大に増幅される。よって、1 波当たりの光信号レベルが増加し、非線形光学効果による伝送特性劣化が引き起こされる。

【0012】

特に、ケーブル断の障害が、光分岐装置 101 と、光分岐装置 101 と直近の光中継器 106 と、の間のケーブルで発生した場合は、そのケーブルから光分岐装置 101 への入力（一方の光信号）は完全に無入力となり、生存信号の伝送特性の劣化は顕著となる。

30

【0013】

図 2 は、一方の光信号（図 2 では、信号 B）が存在する場合と無入力状態になった場合とで、他方の光信号の信号レベルがどのように変化するかを示した図である。図 2 で示したように、一方の光信号が無入力状態になると、一方の光信号が存在する場合に比べて、他方の光信号の信号レベルが高くなる。

【0014】

特許文献 1 には、一方の光信号が無入力状態になったときに、他方の光信号が過大に増幅されることを防止可能な光合分波システムが記載されている。この光合分波システムは、光アンプユニットと、出力パワー一定制御部と、OADM ユニットと、を含む。

40

【0015】

光アンプユニットは、光信号が入力されると、その光信号を増幅する。また、光アンプユニットは、光信号が入力されないと、ASE（Amplified Spontaneous Emission）ノイズを出力する。ASE ノイズは、光アンプユニット内で発生する増幅自然放出光を光アンプユニットが増幅したものである。

【0016】

出力パワー一定制御部は、光アンプユニットの出力を監視する。出力パワー一定制御部は、光アンプユニットから出力される ASE のレベルが、光アンプユニットに光信号が入力した際に光アンプユニットで増幅された光信号と同じレベルになるように、光アンプユニットを制御する。

50

【 0 0 1 7 】

OADMユニットは、光アンプユニットからの出力光に対し、所定波長の光信号を合分波する。

【 0 0 1 8 】

つまり、この光合分波システムは、光アンプユニットの出力を監視することによって、光信号が光アンプユニットに入力されていないことを検出する。そして、この光合分波システムは、光信号が光アンプユニットに入力されていないことを検出すると、光アンプユニットからのASEのレベルを、その光アンプユニットに光信号が入力した際にその光アンプユニットで増幅された光信号と同じレベルにする。

【 0 0 1 9 】

よって、この光合分波システムでは、光信号が光アンプユニットに入力されていない状況では、光アンプユニットにて増幅されて出力される光信号の代わりに、ASEノイズが使用される。このため、生存信号が過大に増幅されることを防止可能となる。

【 0 0 2 0 】

なお、この光合分波システムは、互いに独立した装置である光アンプユニット、出力パワー一定制御部およびOADMユニットから構成されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 2 1 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 1 7 4 4 1 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 2 】

特許文献 1 に記載の光合分波システムは、ASEノイズの出力レベルを調整するために、出力パワー一定制御という複雑な制御を行う必要があるという課題があった。

【 0 0 2 3 】

また、特許文献 1 に記載の光合分波システムでは、光アンプユニットとOADMユニットは、互いに独立した装置である。このため、例えば、光合分波システムが海底に設置される場合、光アンプユニットとOADMユニットとは、海底に設置された海底ケーブルによって接続される。

【 0 0 2 4 】

よって、光アンプユニットとOADMユニットとを接続するケーブル（例えば、海底ケーブル）で障害が発生すると、OADMユニットは、光アンプユニットからのASEノイズを使用できなくなり、生存信号が過大に増幅されるという課題があった。

【 0 0 2 5 】

本発明の目的は、上記課題のいずれかを解決可能な光分岐装置、光通信システムおよび光合波方法を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 6 】

本発明の光分岐装置は、光信号が入力されると、当該光信号を増幅して出力し、また、前記光信号が入力されないと、自己が発生する増幅自然放出光を増幅して出力する光増幅手段と、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているか否かを検出する検出手段と、前記検出手段が、前記光信号が前記光増幅手段に入力されていないことを検出すると、前記光増幅手段での増幅の大きさを定めるゲインを、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているときの前記ゲインよりも大きい所定値にする制御手段と、前記光増幅手段からの出力光と、他の出力光と、を受け付け、前記光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、前記他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する合分波手段と、を含む。

【 0 0 2 7 】

本発明の光分岐装置は、光信号が入力されると、当該光信号を増幅して出力し、また、

10

20

30

40

50

前記光信号が入力されないと、自己が発生する増幅自然放出光を増幅して出力する光増幅手段と、前記光増幅手段からの出力光と他の出力光とを受け付け、前記光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、前記他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する合分波手段と、を内蔵する。

【0028】

本発明の光通信システムは、上記光分岐装置と、前記光分岐装置に含まれる光増幅手段に、前記光信号を出力する第1光中継器と、前記光分岐装置に含まれる合分波手段に、前記他の出力光を出力する第2光中継器と、を含む。

【0029】

本発明の光合波方法は、光信号が入力されると前記光信号を増幅して出力し、前記光信号が入力されないと自己が発生する増幅自然放出光を増幅して出力する光増幅手段を含む光分岐装置での光合波方法であって、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているか否かを検出し、前記光信号が前記光増幅手段に入力されていないことが検出されると、前記光増幅器手段での増幅の大きさを定めるゲインを、前記光信号が前記光増幅手段に入力されているときの前記ゲインよりも大きい所定値にする制御を実行し、前記光増幅手段からの出力光と、他の出力光と、を受け付け、前記光増幅手段からの出力光に含まれる所定波長の光信号と、前記他の出力光に含まれる特定波長の光信号と、を合波する。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能になる。

【0031】

また、本発明によれば、光増幅手段が、合分波手段を含む光分岐装置に内蔵されるので、合分波手段が、光増幅手段からの増幅自然放出光を利用できなくなる状況を減らすことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】光分岐装置を有する光海底ケーブルシステムを示したブロック図である。

【図2】一方の光信号が存在する場合と無入力状態になった場合との、他方の光信号の信号レベルの変化を示した図である。

【図3】本発明の一実施形態の光分岐装置1を示したブロック図である。

【図4】正常時の光増幅器の動作を説明するための図である。

【図5】無入力時の光増幅器の動作を説明するための図である。

【図6】光フィルタの動作を説明するための図である。

【図7】正常時の光分岐装置1からのトランク信号を説明するための図である。

【図8】2つの入力のうちの片方が無入力となった状況での光分岐装置1からのトランク信号を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0034】

図3は、本発明の一実施形態の光分岐装置1を示したブロック図である。光分岐装置1は、図1に示した光分岐装置101の代わりに用いられる。なお、説明を簡単にするため、図3では片方向の信号の流れのみを表しているが、実際は逆方向の信号も存在する。また、図3において、図1に示したものと同一のものには同一符号を付してある。

【0035】

光分岐装置1は、2つの入力ポート2および3と、2つの出力ポート4および5と、光増幅器6と、検出部7と、制御部8と、光増幅器9と、検出部10と、制御部11と、合分波部12と、を含む。合分波部12は、光カプラ13と、光フィルタ14および15と、光カプラ16と、を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

入力ポート 2 には、トランク局から送出されるトランク信号 1 0 2 a が入力される。トランク信号 1 0 2 a は、一般的に光信号または特定光信号と呼ぶことができる。

【 0 0 3 7 】

入力ポート 3 には、ブランチ局から送出されるブランチ信号 1 0 3 a が入力される。ブランチ信号 1 0 3 a は、一般的に特定光信号または光信号と呼ぶことができる。

【 0 0 3 8 】

光増幅器 6 は、一般的に光増幅手段または特定光増幅手段と呼ぶことができる。光増幅器 6 は、ゲインを変更可能である。光増幅器 6 は、例えば、1 台の光アンプにて構成されてもよいし、多段に接続された複数の光アンプにて構成されてもよい。

10

【 0 0 3 9 】

光増幅器 6 は、入力ポート 2 を介してトランク信号 1 0 2 a を受け付けると、トランク信号 1 0 2 a を増幅し、増幅後のトランク信号 1 0 2 a を出力する。また、光増幅器 6 は、トランク信号 1 0 2 a が入力されないと、光増幅器 6 内で発生した増幅自然放出光を増幅し、増幅後の増幅自然放出光を A S E ノイズとして出力する。

【 0 0 4 0 】

検出部 7 は、一般的に検出手段または特定検出手段と呼ぶことができる。検出部 7 は、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されているか否かを検出する。本実施形態では、検出部 7 は、光増幅器 6 への入力を監視することによって、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されているか否かを検出する。

20

【 0 0 4 1 】

制御部 8 は、一般的に制御手段または特定制御手段と呼ぶことができる。

【 0 0 4 2 】

制御部 8 は、検出部 7 が、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されていないことを検出すると、光増幅器 6 での増幅の大きさを定めるゲインを、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されているときの光増幅器 6 のゲインよりも大きい値である所定値にする。

【 0 0 4 3 】

例えば、制御部 8 は、所定値（トランク信号 1 0 2 a の断時に必要となる光増幅器 6 のゲイン）が記憶されたメモリを有し、検出部 7 が、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されていないことを検出すると、そのメモリから所定値を読み出し、光増幅器 6 のゲインを、その読み出された所定値に設定する。

30

【 0 0 4 4 】

光増幅器 9 は、一般的に特定光増幅手段または光増幅手段と呼ぶことができる。光増幅器 9 は、ゲインを変更可能である。光増幅器 9 は、例えば、1 台の光アンプにて構成されてもよいし、多段に接続された複数の光アンプにて構成されてもよい。

【 0 0 4 5 】

光増幅器 9 は、入力ポート 3 を介してブランチ信号 1 0 3 a を受け付けると、ブランチ信号 1 0 3 a を増幅し、増幅後のブランチ信号 1 0 3 a を出力する。また、光増幅器 9 は、ブランチ信号 1 0 3 a が入力されないと、光増幅器 9 内で発生した増幅自然放出光を増幅し、増幅後の増幅自然放出光を A S E ノイズとして出力する。

40

【 0 0 4 6 】

検出部 1 0 は、一般的に特定検出手段または検出手段と呼ぶことができる。検出部 1 0 は、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されているか否かを検出する。本実施形態では、検出部 1 0 は、光増幅器 9 への入力を監視することによって、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されているか否かを検出する。

【 0 0 4 7 】

制御部 1 1 は、一般的に特定制御手段または制御手段と呼ぶことができる。

【 0 0 4 8 】

制御部 1 1 は、検出部 1 0 が、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されていない

50

ことを検出すると、光増幅器 9 での増幅の大きさを定めるゲイン（特定ゲイン）を、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されているときの光増幅器 9 のゲインよりも大きい値である特定値にする。

【 0 0 4 9 】

例えば、制御部 1 1 は、特定値（ブランチ信号 1 0 3 a の断時に必要となる光増幅器 9 のゲイン）が記憶されたメモリを有し、検出部 1 0 が、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されていないことを検出すると、そのメモリから特定値を読み出し、光増幅器 9 のゲインを、その読み出された特定値に設定する。

【 0 0 5 0 】

合分波部 1 2 は、一般的に合分波手段と呼ぶことができる。

10

【 0 0 5 1 】

合分波部 1 2 は、光増幅器 6 からの出力光と、光増幅器 9 からの出力光と、を受け付ける。合分波部 1 2 は、光増幅器 6 からの出力光に含まれる所定波長の光信号（トランク信号帯 1 0 2 a 1 に属する波長の光信号）と、光増幅器 9 からの出力光に含まれる特定波長の光信号（アド信号帯 1 0 3 a 1 に属する波長の光信号）と、を合波する。

【 0 0 5 2 】

光カプラ 1 3 は、光増幅器 6 からの出力光を、光フィルタ 1 4 および出力ポート 4 に向けて送出する。

【 0 0 5 3 】

光フィルタ 1 4 は、トランク信号帯 1 0 2 a 1 に属する波長の光信号のみを通過する。このため、光フィルタ 1 4 からは、トランク信号帯 1 0 2 a 1 に属する波長の光信号が出力される。

20

【 0 0 5 4 】

光フィルタ 1 5 は、アド信号帯 1 0 3 a 1 に属する波長の光信号のみを通過する。このため、光フィルタ 1 5 からは、アド信号帯 1 0 3 a 1 に属する波長の光信号が出力される。

【 0 0 5 5 】

光カプラ 1 6 は、トランク信号帯 1 0 2 a 1 に属する波長の光信号と、アド信号帯 1 0 3 a 1 に属する波長の光信号と、を合波して合波信号を生成し、その合波信号を、出力ポート 5 から、光中継器を介して、トランク局（受信局）に向けて出力する。

30

【 0 0 5 6 】

次に、動作を説明する。

【 0 0 5 7 】

光増幅器 6 および 9 は、正常に光信号（トランク信号 1 0 2 a またはブランチ信号 1 0 3 a ）が入力された場合は、その入力された光信号を所望のレベルに増幅する（図 4 参照）。

【 0 0 5 8 】

一方、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されなくなると、検出部 7 は、光増幅器 6 への入力を監視することによって、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されていないことを検出する。検出部 7 は、その検出結果を制御部 8 に出力する。

40

【 0 0 5 9 】

制御部 8 は、その検出結果を受け付けると、光増幅器 6 のゲインを、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されているときの光増幅器 6 のゲインよりも大きい所定値にする。

【 0 0 6 0 】

このため、光増幅器 6 は、光増幅器 6 内で発生した増幅自然放出光を、所定値に調整されたゲインで増幅して、A S E ノイズを生成する。光増幅器 6 は、その A S E ノイズを出力する（図 5 参照）。

【 0 0 6 1 】

増幅自然放出光は、微弱である。このため、本実施形態では、増幅自然放出光を増幅す

50

るときの光増幅器 6 のゲインを、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されているときの光増幅器 6 のゲインよりも大きくすることによって、A S E ノイズの出力レベルが、光増幅器 6 にて増幅されたトランク信号 1 0 2 a の出力レベルと対応するようにしている。

【 0 0 6 2 】

光増幅器 6 からの A S E ノイズは、光カプラ 1 3 に入力する。

【 0 0 6 3 】

光カプラ 1 3 は、入力された光を 2 つの出力に分岐し、それぞれを光フィルタ 1 4、出力ポート 4 に出力する。

【 0 0 6 4 】

光フィルタ 1 4 は、トランク信号帯 1 0 2 a 1 に属する波長の光信号のみを通過する。

【 0 0 6 5 】

また、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されなくなると、検出部 1 0 は、光増幅器 9 への入力を監視することによって、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されていないことを検出する。検出部 1 0 は、その検出結果を制御部 1 1 に出力する。

【 0 0 6 6 】

制御部 1 1 は、その検出結果を受け付けると、光増幅器 9 のゲインを、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されているときの光増幅器 9 のゲインよりも大きい特定値にする。

【 0 0 6 7 】

このため、光増幅器 9 は、光増幅器 9 内で発生した増幅自然放出光を、特定値に調整されたゲインで増幅して、A S E ノイズを生成する。光増幅器 9 は、その A S E ノイズを出力する（図 5 参照）。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、増幅自然放出光を増幅するときの光増幅器 9 のゲインを、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されているときの光増幅器 9 のゲインよりも大きくすることによって、A S E ノイズの出力レベルが、光増幅器 9 にて増幅されたブランチ信号 1 0 3 a の出力レベルと対応するようにしている。

【 0 0 6 9 】

光増幅器 9 からの A S E ノイズは、光フィルタ 1 5 に送られる。光フィルタ 1 5 は、光増幅器 9 からの A S E ノイズのうち、アド信号帯 1 0 3 a 1 に属する波長の光信号のみを通過する（図 6 参照）。

【 0 0 7 0 】

図 7 は、入力ポート 2 にトランク信号 1 0 2 a が入力されると共に入力ポート 3 にブランチ信号 1 0 3 a が入力された状況で、受信局が光合分波装置 1 から受信する光信号（以下「受信光信号」と称する）の受信スペクトラムを示した図である。

【 0 0 7 1 】

図 7 に示すように、受信光信号では、トランク信号 1 0 2 a に含まれるトランク信号帯 1 0 2 a 1 に属する波長の光信号（信号 A）と、光増幅器 9 からの出力光に含まれるアド信号帯 1 0 3 a 1 に属する波長の光信号（信号 B）とが、合波されている。

【 0 0 7 2 】

図 8 は、光合分波装置 1 の 2 つの入力（トランク信号 1 0 2 a とブランチ信号 1 0 3 a）のうちの片方が無入力となった状況で、受信局が光合分波装置 1 から受信する光信号（受信光信号）の受信スペクトラムを示した図である。

【 0 0 7 3 】

図 8 に示すように、光フィルタを透過した A S E ノイズと、もう一方の入力からの光信号が合波されることで、トランク信号のシグナルレベルの増加を抑え、伝送特性の劣化を軽減することが可能になる。

【 0 0 7 4 】

本実施形態によれば、制御部 8 は、検出部 7 が、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に

10

20

30

40

50

入力されていないことを検出すると、光増幅器 6 のゲインを、トランク信号 1 0 2 a が光増幅器 6 に入力されているときの光増幅器 6 のゲインよりも大きい所定値にする。

【 0 0 7 5 】

よって、A S E ノイズのレベルを調整するために、特許文献 1 に記載の光合分波システムで行われる出力パワー一定制御を行わずに済む。したがって、出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能になる。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態では、制御部 1 1 は、検出部 1 0 が、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されていないことを検出すると、光増幅器 9 のゲインを、ブランチ信号 1 0 3 a が光増幅器 9 に入力されているときの光増幅器 9 のゲインよりも大きい特定値にする。

10

【 0 0 7 7 】

よって、この場合も、A S E ノイズのレベルを調整するために、出力パワー一定制御を行わずに済む。このため、出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能になる。

【 0 0 7 8 】

なお、光増幅器 6 と検出部 7 と制御部 8 と合分波部 1 2 とからなる光合分波装置でも、出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能になるという効果を生じることができる。この場合、ブランチ信号 1 0 3 a は、直接、合分波部 1 2 に入力される。

【 0 0 7 9 】

また、光増幅器 9 と検出部 1 0 と制御部 1 1 と合分波部 1 2 とからなる光合分波装置でも、出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能になるという効果を生じることができる。この場合、トランク信号 1 0 2 a は、直接、合分波部 1 2 に入力される。

20

【 0 0 8 0 】

海底中継システムで使用される光増幅器は、出力制御一定制御 (A L C) ではなく、ポンプパワー出力一定制御 (A P C) で動作する。これは、伝送路ファイバの一部区間にロス増が発生した場合に容易に修理が行えない海底多段中継システムにおいて、S N R (Signal to Noise Ratio) の大きな劣化を防ぐとともに信号レベルを徐々に回復させるセルフヒーリング機能を有効にするためである。したがって、本実施形態のように、光合分波装置 1 内に実装する光増幅器においても A L C ではなく A P C で動作するものが機能的にも経済的にも望ましい。

30

【 0 0 8 1 】

また、光中継システムにおいてケーブル断箇所と光合分波装置との間に光中継器が存在していれば、A S E は自ずと光合分波装置に入力されるが、光合分波装置の直近でケーブル断が発生した場合、A S E は入力されないという課題がある。本実施形態では、この課題を解決するため、合分波部 1 2 が実装された光分岐装置 1 の内部に、光中継器として機能する光増幅器 6 および 9 のうち少なくとも一方を実装するものである。

【 0 0 8 2 】

この場合、合分波部 1 2 と、増幅器 6 または 9 とが、同一の光分岐装置内に実装されるため、合分波部 1 2 と、光増幅器 6 または 9 と、の間のケーブルも、同一の光分岐装置内に実装されることになる。このため、合分波部 1 2 と、光増幅器 6 または 9 と、の間のケーブルが、光分岐装置の外部 (例えば、海底) に設置された場合に比べて、そのケーブルで障害が発生する確率を低くすることが可能となる。よって、合分波部 1 2 が、光増幅器 6 または 9 からの A S E ノイズを利用できない状況を減らすことが可能になる。

40

【 0 0 8 3 】

なお、光増幅器 6 と合分波部 1 2 からなる光分岐装置、または、光増幅器 9 と合分波部 1 2 からなる光分岐装置でも、合分波部 1 2 が光増幅器 6 または 9 からの A S E ノイズを利用できない状況を減らすという効果を奏することができる。

【 0 0 8 4 】

50

また、本実施形態では、検出部 7 は、光増幅器 6 への入力を監視することによって、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されているかを検出する。

【0085】

この場合、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されなくなった時点で、光増幅器 6 のゲインの調整、つまり、ASE ノイズのレベルの調整が開始され、ASE ノイズのレベルの調整を開始するタイミングを早くことが可能になる。

【0086】

以下、この点について説明する。

【0087】

例えば、検出部 7 が、光増幅器 6 の出力を監視することによって、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されているかを検出しても、出力パワー一定制御という複雑な制御を行うことなく、生存信号の伝送特性の劣化を抑えることが可能になる。

【0088】

しかしながら、この場合、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されなくなり、その後、光増幅器 6 から ASE ノイズが出力されてから、ASE ノイズのレベルの調整が開始されることになる。このため、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されなくなってから ASE ノイズのレベルの調整が開始されるまでに時間がかかる。以下、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されなくなってから ASE ノイズのレベルの調整が開始されるまでの時間を「準備用時間」と称する。

【0089】

準備用時間が長くなるほど、レベルが調整されていない ASE ノイズが光増幅器 6 から出力される時間が長くなり、よって、ASE ノイズを用いることによって生存信号の過大な増幅の防止を開始するタイミングが遅くなる。

【0090】

したがって、準備用時間が長くなるほど、生存信号の伝送特性が劣化している時間が長くなる。

【0091】

これに対して、検出部 7 が、光増幅器 6 への入力を監視することによって、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されているかを検出する場合、トランク信号 102a が光増幅器 6 に入力されていないことを早く検出でき、よって、準備用時間を短くでき、生存信号の伝送特性が劣化している時間を短くできる。

【0092】

また、検出部 10 が、光増幅器 9 への入力を監視することによって、ブランチ信号 103a が光増幅器 9 に入力されているかを検出する場合も、準備用時間が短くでき、生存信号の伝送特性が劣化している時間を短くできる。

【0093】

ここで、本実施形態において、光増幅器 6 の出力に応じて光増幅器 6 のゲインを制御するフィードバック制御ではなく、光増幅器 6 への入力に応じて光増幅器 6 のゲインを制御するフィードフォワード制御を行う利点、および、光増幅器 9 の出力に応じて光増幅器 9 のゲインを制御するフィードバック制御ではなく、光増幅器 9 への入力に応じて光増幅器 9 のゲインを制御するフィードフォワード制御を行う利点について説明する。

【0094】

フィードバック制御を安定動作させるためには、制御ループの発振等を防ぐために制御パラメータを適切に設定する必要があり、特に装置やシステムの中に複数のフィードバック制御が存在する場合は、注意深い設計が必要になる。しかしながら、フィードフォワード制御では、その心配がなく、その分、制御系の設計が容易になる。

【0095】

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ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。

10

20

30

40

50

【0096】

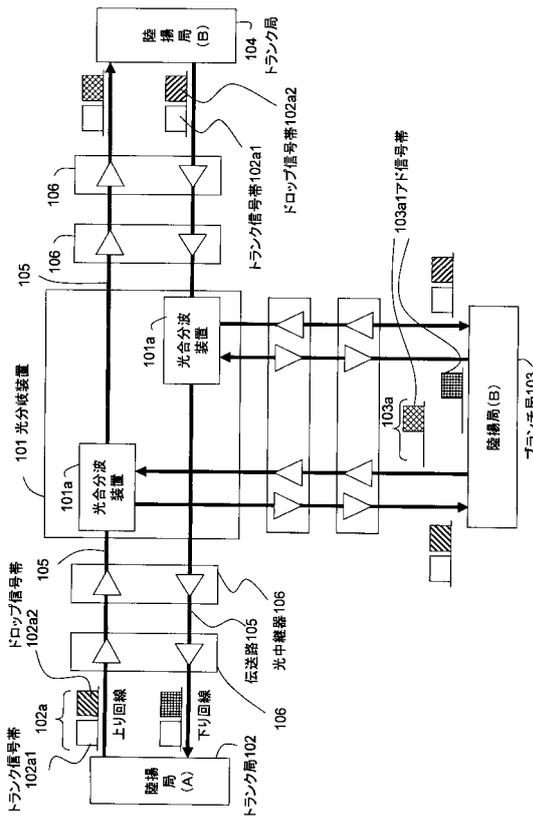
この出願は、2009年10月16日に出願された日本出願特願2009-239011を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

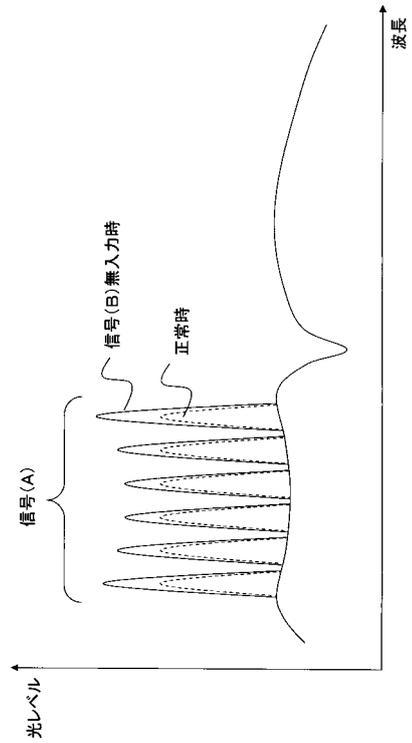
【0097】

- 1 光分岐装置
- 2、3 入力ポート
- 4、5 出力ポート
- 6、9 光増幅器
- 7、10 検出部
- 8、11 制御部
- 12 合分波部
- 13、16 光カプラ
- 14、15 光フィルタ

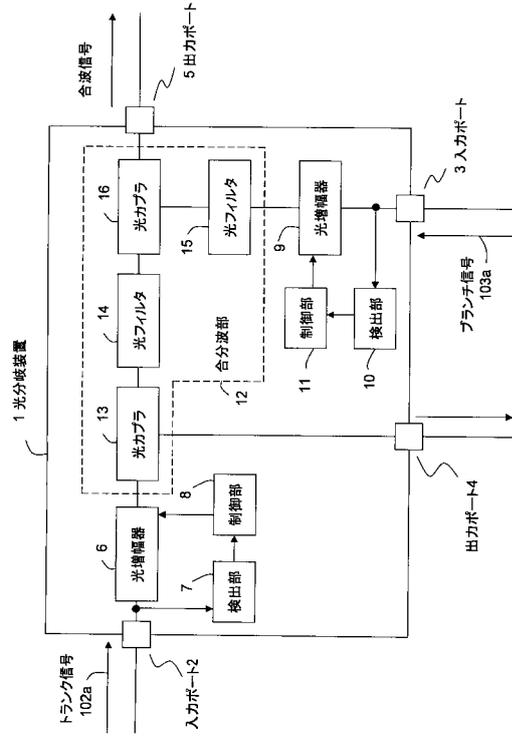
【図1】



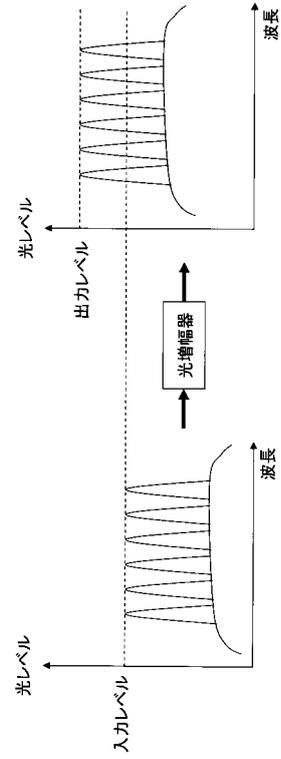
【図2】



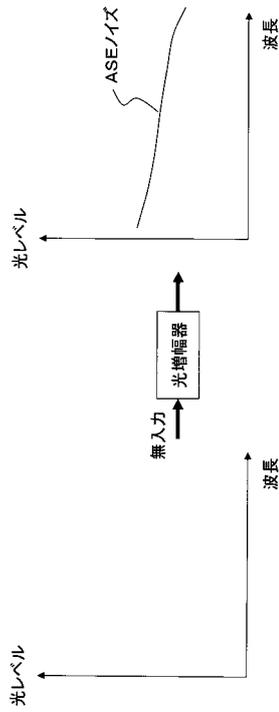
【 図 3 】



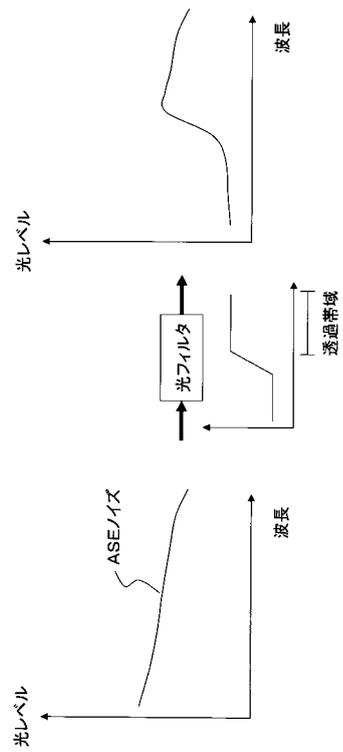
【 図 4 】



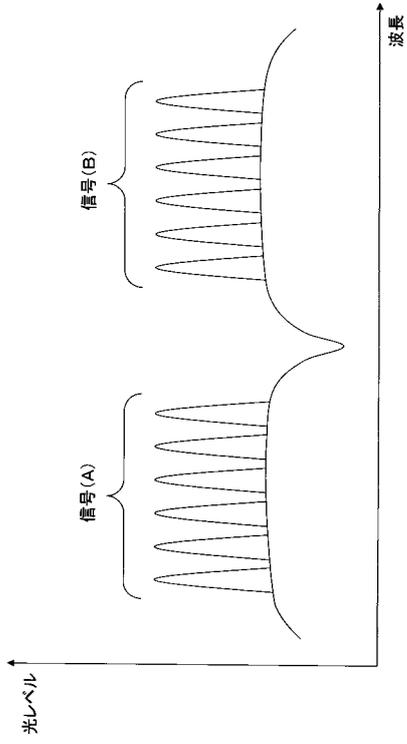
【 図 5 】



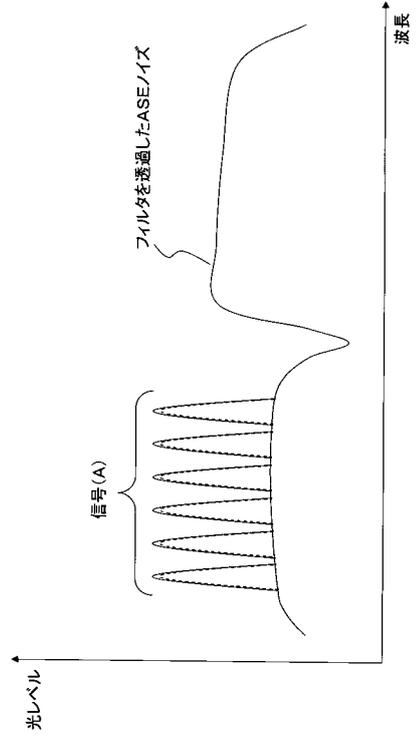
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/064150

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04B10/16(2006.01)i, H04B10/08(2006.01)i, H04B10/17(2006.01)i, H04J14/00(2006.01)i, H04J14/02(2006.01)i		
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) H04B10/16, H04B10/08, H04B10/17, H04J14/00, H04J14/02		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010		
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.
X Y	JP 2004-527955 A (Marconi Communications S.p.A.), 09 September 2004 (09.09.2004), paragraphs [0013] to [0036]; fig. 1 & WO 2002/080409 A1 & CA 2442120 A1 & CN 1460315 A	<u>1, 5, 8</u> 2-4, 6, 7, 9-11
Y	JP 2006-66946 A (NEC Corp.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0009] to [0010]; fig. 1 to 3 (Family: none)	2-4, 6, 7, 9-11
A	JP 2006-33412 A (Fujitsu Ltd.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraphs [0054] to [0078]; fig. 1 to 2 & US 2006/0013583 A1	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 22 October, 2010 (22.10.10)	Date of mailing of the international search report 02 November, 2010 (02.11.10)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/064150

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-526702 A (Ericsson AB.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraphs [0012] to [0021]; fig. 1 to 3 & US 2007/0253718 A1 & WO 2005/091535 A1 & CN 1977476 A	1-11
A	JP 2007-274545 A (Fujitsu Ltd.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraphs [0026] to [0040] & US 2007/0274725 A1	1-11

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/064150									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04B10/16(2006.01)i, H04B10/08(2006.01)i, H04B10/17(2006.01)i, H04J14/00(2006.01)i, H04J14/02(2006.01)i											
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)) Int.Cl. H04B10/16, H04B10/08, H04B10/17, H04J14/00, H04J14/02											
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>1971-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2010年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2010年	日本国実用新案登録公報	1996-2010年	日本国登録実用新案公報	1994-2010年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2010年										
日本国実用新案登録公報	1996-2010年										
日本国登録実用新案公報	1994-2010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									
X Y	JP 2004-527955 A (マルコニ コミュニケーションズ ソシエタ ペ ル アチオニ) 2004.09.09, 段落【0013】 - 【0036】, 図1 & WO 2002/080409 A1 & CA 2442120 A1 & CN 1460315 A	1, 5, 8 2-4, 6, 7, 9-11									
Y	JP 2006-66946 A (日本電気株式会社) 2006.03.09, 段落【0009】 - 【0010】, 図1-3 (ファミリーなし)	2-4, 6, 7, 9-11									
A	JP 2006-33412 A (富士通株式会社) 2006.02.02, 段落【0054】 - 【0078】, 図1-2 & US 2006/0013583 A1	1-11									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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矛盾するものではなく、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 22.10.2010		国際調査報告の発送日 02.11.2010									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 角田 慎治	5 J 9466								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3534								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 6 4 1 5 0
C (続き) . 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 2007-526702 A (エリクソン エービー) 2007.09.13, 段落【0012】 －【0021】, 図1-3 & US 2007/0253718 A1 & WO 2005/091535 A1 & CN 1977476 A	1-11
A	JP 2007-274545 A (富士通株式会社) 2007.10.18, 段落【0026】－ 【0040】 & US 2007/0274725 A1	1-11

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 5K102 AA15 AA36 AA53 AB06 AD01 MA04 MB05 MC14 MD02 MD03
MH05 MH14 MH22 PC12 PH11 RD28

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。