

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2004-64148  
(P2004-64148A)

(43) 公開日 平成16年2月26日 (2004.2.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H O 4 B 10/02	H O 4 B 9/00	5 K O 2 8
H O 4 J 3/00	H O 4 J 3/00	5 K O 6 9
H O 4 J 14/08	H O 4 Q 3/52	1 O 1 B 5 K 1 O 2
H O 4 Q 3/52	H O 4 B 9/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2002-215780 (P2002-215780)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成14年7月24日 (2002.7.24)	(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一
		(74) 代理人	100088915 弁理士 阿部 和夫
		(72) 発明者	社家 一平 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	高良 秀彦 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

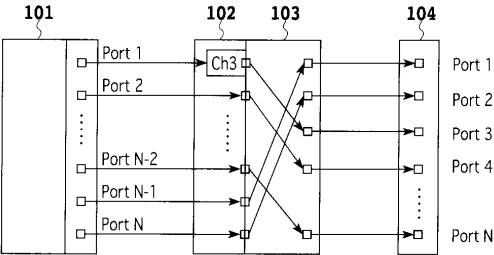
(54) 【発明の名称】 光時分割多重信号チャネル識別方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 光時分割分離部の各分離ポート番号とチャネル番号との相対関係を一意に定めることによりチャネルの識別を容易にする。

【解決手段】 光時分割多重信号をN個のチャネルに分離して、N個の分離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離部101と、N個の分離ポートに接続され、N個のチャネルのうち、いずれか1つのチャネルのチャネル番号を識別するチャネル識別部102と、識別した1つのチャネルのチャネル番号に対応して、N個のチャネルをチャネル番号と一致した出力ポート番号のポートに一意に切り替えるチャネル切替部103と、N個の出力ポートを有し、チャネル切替部103で切り替えられたN個のチャネルをチャネル番号と一致した出力ポート番号の出力ポートから出力するデータ出力部104とを備えた。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光時分割多重信号を  $N$  個のチャンネルに分離して、 $N$  個の分離ポートにそれぞれ出力する分離ステップと、  
前記  $N$  個の分離ポートに出力された前記  $N$  個のチャンネルのうち、いずれか 1 つのチャンネルのチャンネル番号を識別する識別ステップと、  
該識別ステップで識別した前記 1 つのチャンネルのチャンネル番号に対応して、前記  $N$  個のチャンネルをチャンネル番号と一致した出力ポート番号のポートに一意に切り替える切替ステップと、  
該切替ステップで切り替えられた前記  $N$  個のチャンネルを、チャンネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力する出力ステップと  
を備えたことを特徴とする光時分割多重信号チャンネル識別方法。 10

## 【請求項 2】

光時分割分離部において、光時分割多重信号を  $N$  個のチャンネルに分離して、 $N$  個の分離ポートにそれぞれ出力する分離ステップと、  
前記  $N$  個の分離ポートに出力された前記  $N$  個のチャンネルのうち、いずれか 1 つのチャンネルのチャンネル番号を識別する識別ステップと、  
該識別ステップで識別した前記 1 つのチャンネルのチャンネル番号に対応して、前記  $N$  個のチャンネルのチャンネル番号と出力ポート番号とが一致するように、前記光時分割分離部を制御する制御ステップと、 20  
前記  $N$  個のチャンネルを、チャンネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力する出力ステップと  
を備えたことを特徴とする光時分割多重信号チャンネル識別方法。

## 【請求項 3】

光時分割分離部において、チャンネルの間隔が時間的に不等間隔な不等間隔光時分割多重信号を  $N$  個のチャンネルに分離して、該  $N$  個のチャンネルのチャンネル番号と出力ポート番号とが一致するときに、 $N$  個の分離ポートに出力する分離ステップと、  
前記  $N$  個の分離ポートのすべてに前記データが出力されるように、前記光時分割分離部を制御する制御ステップと、  
前記  $N$  個のチャンネルを、チャンネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力する出力ステップと 30  
を備えたことを特徴とする光時分割多重信号チャンネル識別方法。

## 【請求項 4】

光時分割多重信号を  $N$  個のチャンネルに分離して、 $N$  個の分離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離手段と、  
前記  $N$  個の分離ポートに接続され、前記  $N$  個のチャンネルのうち、いずれか 1 つのチャンネルのチャンネル番号を識別するチャンネル識別手段と、  
該チャンネル識別手段で識別した前記 1 つのチャンネルのチャンネル番号に対応して、前記  $N$  個のチャンネルをチャンネル番号と一致した出力ポート番号のポートに一意に切り替えるチャンネル切替手段と、 40  
 $N$  個の出力ポートを有し、前記切替手段で切り替えられた前記  $N$  個のチャンネルをチャンネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力するデータ出力手段と  
を備えたことを特徴とする光時分割多重信号チャンネル識別装置。

## 【請求項 5】

光時分割多重信号を  $N$  個のチャンネルに分離して、 $N$  個の分離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離手段と、  
前記  $N$  個の分離ポートに接続され、前記  $N$  個のチャンネルのうち、いずれか 1 つのチャンネルのチャンネル番号を識別するチャンネル識別手段と、  
該チャンネル識別手段で識別した前記 1 つのチャンネルのチャンネル番号に対応して、前記  $N$  個のチャンネルのチャンネル番号と出力ポート番号とが一致するように、前記光時分割分離手段 50

を制御するチャンネル制御手段と、  
N個の出力ポートを有し、前記N個のチャンネルをチャンネル番号と一致した前記出力ポート  
番号の出力ポートから出力するデータ出力手段と  
を備えたことを特徴とする光時分割多重信号チャンネル識別装置。

【請求項6】

チャンネルの間隔が時間的に不等間隔な不等間隔光時分割多重信号をN個のチャンネルに分離  
して、該N個のチャンネルのチャンネル番号と出力ポート番号とが一致するときに、N個の分  
離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離手段と、  
前記N個の分離ポートのすべてに前記データが出力されるように、前記光時分割分離手段  
を制御するチャンネル制御手段と、  
N個の出力ポートを有し、前記N個のチャンネルをチャンネル番号と一致した前記出力ポート  
番号の出力ポートから出力するデータ出力手段と  
を備えたことを特徴とする光時分割多重信号チャンネル識別装置。

10

【請求項7】

前記光時分割分離手段は、  
前記光時分割多重信号とチャープ光パルスとを合波する合波手段と、  
前記チャープ光パルスと前記光時分割多重信号とが重なるときに相互相関信号を出力し、  
前記光時分割多重信号のN個のチャンネルの時間的な順序を、チャンネルの波長の順序に一意  
に変換して、N個のチャンネルに分離して出力する相互相関手段と  
を備えたことを特徴とする請求項4、5または6に記載の光時分割多重信号チャンネル識別  
装置。

20

【請求項8】

前記光時分割分離手段は、  
N系統に分岐された光時分割多重信号およびN系統に分岐されたゲート光パルスの少なく  
とも一方に、各々の系統ごとに異なるタイミングで重なるように異なる遅延量を与えて合  
波する合波手段と、  
前記ゲート光パルスと前記光時分割多重信号とが重なるときに相互相関信号を出力するN  
個の相互相関手段と  
を備えたことを特徴とする請求項4、5または6に記載の光時分割多重信号チャンネル識別  
装置。

30

【請求項9】

前記相互相関手段は、半導体光増幅器の四光波混合、光ファイバ中の相互位相変調、電界  
吸収型光増幅器の相互吸収変調、2次非線形光学材料の疑似位相整合のいずれかを用いて  
、前記相互相関信号を出力することを特徴とする請求項7または8に記載の光時分割多重  
信号チャンネル識別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光時分割多重信号チャンネルの識別方法およびその装置に関し、より詳細には、  
光時分割多重信号のチャンネルの識別を容易にする光時分割多重信号チャンネルの識別方法お  
よびその装置に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

伝送システムにおける伝送容量を増大するための方式として、時分割多重伝送方式が知ら  
れている。伝送速度に応じて階層的に多重信号の構造を定めた方式として、SDH(Syn  
chronous Digital Hierarchy)伝送方式が知られている。  
電気信号を上述した構造に従って多重化し、光電変換を行った光時分割多重信号を光ファ  
イバにより伝送することが行われている。

【0003】

従来、光時分割多重信号に多重された光時分割多重チャンネルを識別するために、電気信号

50

において時分割多重信号チャネルのオーバーヘッドを利用していた。すなわち、光時分割多重信号の光時分割多重チャネルにSDH伝送方式のオーバーヘッドを利用した電気信号フォーマットを用いていた。光時分割多重信号の光時分割分離を行って、光電変換が可能なビットレートに分離した後、各チャネルをすべて光電変換する。変換されたすべてのチャネルの電気信号データを読み出して、オーバーヘッドを認識することにより、それぞれのチャネルを識別していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の方法では、すべてのチャネルを光電変換して、電気信号データを読み出すために、装置規模が増大するとともに、装置の制御が複雑となるという問題があった。

10

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、光時分割分離部の各ポート番号とチャネル番号との相対関係を一意に定めることによりチャネルの識別を容易にした光時分割多重信号チャネルの識別方法およびその装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、このような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、光時分割多重信号をN個のチャネルに分離して、N個の分離ポートにそれぞれ出力する分離ステップと、前記N個の分離ポートに出力された前記N個のチャネルのうち、いずれか1つのチャネルのチャネル番号を識別する識別ステップと、該識別ステップで識別した前記1つのチャネルのチャネル番号に対応して、前記N個のチャネルをチャネル番号と一致した出力ポート番号のポートに一意に切り替える切替ステップと、該切替ステップで切り替えられた前記N個のチャネルを、チャネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力する出力ステップとを備えたことを特徴とする。

20

【0007】

請求項2に記載の発明は、光時分割分離部において、光時分割多重信号をN個のチャネルに分離して、N個の分離ポートにそれぞれ出力する分離ステップと、前記N個の分離ポートに出力された前記N個のチャネルのうち、いずれか1つのチャネルのチャネル番号を識別する識別ステップと、該識別ステップで識別した前記1つのチャネルのチャネル番号に対応して、前記N個のチャネルのチャネル番号と出力ポート番号とが一致するように、前記光時分割分離部を制御する制御ステップと、前記N個のチャネルを、チャネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力する出力ステップとを備えたことを特徴とする。

30

【0008】

請求項3に記載の発明は、光時分割分離部において、チャネルの間隔が時間的に不等間隔な不等間隔光時分割多重信号をN個のチャネルに分離して、該N個のチャネルのチャネル番号と出力ポート番号とが一致するときに、N個の分離ポートに出力する分離ステップと、前記N個の分離ポートのすべてに前記データが出力されるように、前記光時分割分離部を制御する制御ステップと、前記N個のチャネルを、チャネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力する出力ステップとを備えたことを特徴とする。

40

【0009】

請求項4に記載の発明は、光時分割多重信号をN個のチャネルに分離して、N個の分離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離手段と、前記N個の分離ポートに接続され、前記N個のチャネルのうち、いずれか1つのチャネルのチャネル番号を識別するチャネル識別手段と、該チャネル識別手段で識別した前記1つのチャネルのチャネル番号に対応して、前記N個のチャネルをチャネル番号と一致した出力ポート番号のポートに一意に切り替えるチャネル切替手段と、N個の出力ポートを有し、前記切替手段で切り替えられた前記N個のチャネルをチャネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力するデー

50

タ出力手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】

請求項5に記載の発明は、光時分割多重信号をN個のチャンネルに分離して、N個の分離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離手段と、前記N個の分離ポートに接続され、前記N個のチャンネルのうち、いずれか1つのチャンネルのチャンネル番号を識別するチャンネル識別手段と、該チャンネル識別手段で識別した前記1つのチャンネルのチャンネル番号に対応して、前記N個のチャンネルのチャンネル番号と出力ポート番号とが一致するように、前記光時分割分離手段を制御するチャンネル制御手段と、N個の出力ポートを有し、前記N個のチャンネルをチャンネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする。

10

【0011】

請求項6に記載の発明は、チャンネルの間隔が時間的に不等間隔な不等間隔光時分割多重信号をN個のチャンネルに分離して、該N個のチャンネルのチャンネル番号と出力ポート番号とが一致するときに、N個の分離ポートにそれぞれ出力する光時分割分離手段と、前記N個の分離ポートのすべてに前記データが出力されるように、前記光時分割分離手段を制御するチャンネル制御手段と、N個の出力ポートを有し、前記N個のチャンネルをチャンネル番号と一致した前記出力ポート番号の出力ポートから出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする。

【0012】

請求項7に記載の発明は、請求項4、5または6に記載の前記光時分割分離手段は、前記光時分割多重信号とチャープ光パルスとを合波する合波手段と、前記チャープ光パルスと前記光時分割多重信号とが重なるときに相互相関信号を出力し、前記光時分割多重信号のN個のチャンネルの時間的な順序を、チャンネルの波長の順序に一意に変換して、N個のチャンネルに分離して出力する相互相関手段とを備えたことを特徴とする。

20

【0013】

請求項8に記載の発明は、請求項4、5または6に記載の前記光時分割分離手段は、N系統に分岐された光時分割多重信号およびN系統に分岐されたゲート光パルスの少なくとも一方に、各々の系統ごとに異なるタイミングで重なるように異なる遅延量を与えて合波する合波手段と、前記ゲート光パルスと前記光時分割多重信号とが重なるときに相互相関信号を出力するN個の相互相関手段とを備えたことを特徴とする。

30

【0014】

請求項9に記載の発明は、請求項7または8に記載の前記相互相関手段は、半導体光増幅器の四光波混合、光ファイバ中の相互位相変調、電界吸収型光増幅器の相互吸収変調、2次非線形光学材料の疑似位相整合のいずれかを用いて、前記相互相関信号を出力することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。

(第1の実施形態)

図1に、本発明の第1の実施形態にかかる光時分割多重信号チャンネル識別装置を示す。光時分割多重信号チャンネル識別装置は、光時分割多重信号をN系統のチャンネルに分離する光時分割分離部101と、各チャンネルのチャンネル番号を識別するチャンネル識別部102と、1からNのチャンネル番号に対応したポート番号にチャンネルを切り替えるチャンネル切替部103と、1からNのポート番号を備えたN個の出力ポートを有するデータ出力部104とを備えている。

40

【0016】

第1の実施形態のチャンネル識別部102は、光時分割分離部101の分離ポート1についてのみチャンネル識別を行っている。チャンネル識別を行うポートは、分離ポート1以外のいずれか1または複数のポートでもよいし、分離ポート1を含めた複数のポートでもよい。

【0017】

50

光時分割分離部 101 において光時分割分離された光時分割分離信号は、分離ポート 1 ~ N に出力され、それぞれ対応したチャンネル識別部 102 のポートに入力される。チャンネル識別部 102 は、ポート 1 のチャンネルを、例えば、波長認識、光電変換と電気信号データの読み出しによる信号ヘッダの認識などにより識別する。図 1 に示した分離ポート 1 から出力された光時分割多重信号のチャンネル番号は 3 である。チャンネル切替部 103 では、チャンネル識別部 102 が識別したチャンネル番号に基づいて、分離ポート 1 の光時分割分離信号を、データ出力部 104 の出力ポート 3 に接続するように切り替える。

#### 【0018】

ここで、光時分割分離部 101 において、光時分割分離部 101 の分離ポート 1 にチャンネル 3 が出力された場合、それ以外の分離ポートの出力は一意に決定される。すなわち、光時分割分離部 101 の分離ポート 2, 3, ..., N - 2, N - 1, N には、それぞれデータ出力部 104 の出力ポート 4, 5, ..., N, 1, 2 に接続される。つまり、1 つのチャンネルを認識するだけで全てのチャンネルを認識することができる。光時分割分離部 101 において、分離ポートへの出力を一意に決定できる光時分割分離の方法については後述する。

10

#### 【0019】

##### (第2の実施形態)

図 2 に、本発明の第 2 の実施形態にかかる光時分割多重信号チャンネル識別装置を示す。光時分割多重信号チャンネル識別装置は、光時分割多重信号を N 系統のチャンネルに分離する光時分割分離部 201 と、各チャンネルのチャンネル番号を識別するチャンネル識別部 202 と、1 から N のポート番号を備えた N 個の出力ポートを有するデータ出力部 204 と、チャンネル識別部 202 におけるチャンネル識別情報に基づいて、光時分割分離部 201 の光時分割分離動作を制御するチャンネル制御部 205 とを備えている。

20

#### 【0020】

第 2 の実施形態のチャンネル識別部 202 は、光時分割分離部 201 の分離ポート 1 についてのみチャンネル識別を行っている。チャンネル識別を行うポートは、分離ポート 1 以外のいずれか 1 または複数のポートでもよいし、分離ポート 1 を含めた複数のポートでもよい。

#### 【0021】

光時分割分離部 201 において光時分割分離された光時分割分離信号は、分離ポート 1 ~ N に出力され、それぞれ対応したチャンネル識別部 202 のポートに入力される。チャンネル識別部 202 は、分離ポート 1 のチャンネルを、例えば、波長認識、光電変換と電気信号データの読み出しによる信号ヘッダの認識などにより識別する。図 2 (a) に示した分離ポート 1 から出力された光時分割多重信号のチャンネル番号は 3 である。チャンネル制御部 205 では、チャンネル識別部 202 が識別したチャンネル番号に基づいて、分離ポート 1 の光時分割多重信号を、データ出力部 204 の出力ポート 3 に接続するように、光時分割分離部 201 の光時分割分離動作を制御する。ここでは、分離ポート 1 にチャンネル番号 3 が出力されているので、2 チャンネル (2 ビット) 分だけ光時分割分離動作をシフトさせる。シフトさせた結果を図 2 (b) に示す。

30

#### 【0022】

ここで、光時分割分離部 201 において、光時分割分離部 201 の分離ポート 1 にチャンネル 3 が出力された場合、それ以外の分離ポートの出力は一意に決定される。すなわち、光時分割分離部 201 の分離ポート 2, 3, ..., N - 2, N - 1, N には、それぞれデータ出力部 204 の出力ポート 4, 5, ..., N, 1, 2 に接続される。つまり、1 つのチャンネルを認識するだけで全てのチャンネルを認識することができる。光時分割分離部 201 において、分離ポートへの出力を一意に決定できる光時分割分離の方法については後述する。

40

#### 【0023】

##### (第3の実施形態)

図 3 に、本発明の第 3 の実施形態にかかる光時分割多重信号チャンネル識別装置を示す。光時分割多重信号チャンネル識別装置は、不等間隔光時分割多重信号発生部 306 から受信した光時分割多重信号を N 系統のチャンネルに分離する光時分割分離部 301 と、1 から N のポート番号を備えた N 個の出力ポートを有するデータ出力部 304 と、光時分割分離部 3

50

01の光時分割分離動作を制御するチャンネル制御部305とを備えている。

【0024】

不等間隔光時分割多重信号発生部306では、Nチャンネルの光時分割多重チャンネルのビット間隔が不等間隔になるように多重を行う。すなわち、チャンネル1と2の間隔を  $t_1$  とすると、以下、チャンネル2と3の間隔を  $t_2$ 、チャンネル3と4の間隔を  $t_3$ 、チャンネルN-1とNの間隔を  $t_{N-1}$  とする。ここで、少なくとも1つのビット間隔が、他のビット間隔と異なるように多重する。不等間隔光時分割多重信号発生部306については後述する。

【0025】

このような不等間隔光時分割多重信号に対して、光時分割分離部301は、すべての分離ポートから同時に出力が得られるように、光時分割分離動作を実行する。光時分割分離動作の方法については、第4、第6の実施形態に述べる方法を用いることができる。一方、すべての分離ポートから同時に出力が得られるような光時分割多重動作を実行できないときには、N個の分離ポートのうち少なくとも1つの分離ポートから出力が得られないものとする。従って、データ出力部304における出力ポートの出力の有無を監視することにより、チャンネル制御部305を用いてチャンネルを制御することができる。

【0026】

図3(a)に示したように、光時分割分離部301のN個の分離ポートのうち、少なくとも1つの分離ポートから出力が得られない場合には、チャンネル制御部305は、光時分割分離部301における光時分割分離動作を1チャンネルずつシフトさせる。再び、データ出力部304の出力ポートからの出力を監視して、すべての出力ポートから同時に出力が得られるまで繰り返す。このようにして、データ出力部の出力ポートの番号とチャンネルの番号とを一致させることができる。

【0027】

(光時分割分離部の第1の実施例)

図4(a)に、光時分割分離部の第1の実施例を示す。光時分割分離の方法として半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用いた例であり、160Gb/sの光信号を、20Gb/s×8チャンネルに分離する場合を示している。光時分割分離部は、160Gb/sの光時分割多重信号と、20GHzのチャープ光パルス列を合波する光合波器401と、合波された信号を増幅する半導体光増幅器402と、各チャンネルに分離する波長フ

【0028】

半導体光増幅器402は、光時分割多重信号とチャープ光パルス列との間のFWM効果により、各チャンネルごとにそれぞれ異なる波長の四光波混合光に変換する。半導体光増幅器402の出力スペクトルを図4(b)に示す。波長フィルタ403は、変換された四光波混合光を、対応する各チャンネルに分離することにより、各分離ポートに各チャンネルの光信号を一括して出力させることができる。なお、半導体光増幅器402の代わりに、光ファイバを用いる方法もある。

【0029】

(光時分割分離部の第2の実施例)

図5(a)に、光時分割分離部の第2の実施例を示す。光ファイバ中の相互位相変調(XPM)を用いた例であり、160Gb/sの光信号を、20Gb/s×8チャンネルに分離する場合を示している。光時分割分離部は、160Gb/sの光時分割多重信号と、20GHzのチャープ光パルス列を合波する光合波器401と、光ファイバ404と、各チャンネルに分離する波長フィルタ403とを備えている。

【0030】

光ファイバ404において、光時分割多重信号とチャープ光パルス列の時間的な重なりが、XPM効果によって各チャンネルごとにチャープ光パルスのスペクトル成分のピークに置き換えられる。光ファイバ404の出力を図5(b)に示す。波長フィルタ403は、チャープ光パルスの異なるスペクトル成分に置き換えられた各チャンネルの光信号を分離する

10

20

30

40

50

ことにより、各分離ポートに各チャンネルの光信号を一括して出力させることができる。

#### 【0031】

第1または第2の実施例とも第1、第2、第3のいずれの実施形態の光時分割分離部に適用することができる。このとき、例えば、波長フィルタ出力における波長分割多重のチャンネル波長を識別して、チャンネルの識別を行うことができる。また、チャンネル制御部における制御は、チャープ光パルス列と光時分割多重信号の合波のタイミングを制御することにより実現することができる。

#### 【0032】

第1、第2の実施例において、光時分割多重チャンネルは、波長分割多重チャンネルに変換されるので、光時分割多重チャンネルの時間的な順序は、そのまま波長分割多重チャンネルの波長の大きさの順序に変換される。大きい順か小さい順かは、チャープの正負による。従って、光時分割分離チャンネルの相対関係、すなわち番号順は一意に決まる。光時分割多重信号とチャープ光パルス列の合波のタイミングを変えると、あるポートに出力されるチャンネルが順に変わるので、一意にチャンネルの制御をすることができる。

#### 【0033】

第3の実施形態における不等間隔光時分割多重信号の場合には、変換された波長間隔が不等間隔になる。あるタイミングで光時分割多重信号とチャープ光パルス列の合波したときに、全てのチャンネルが波長分離できるように波長フィルタを設計すれば、別のタイミングで合波されてチャンネル番号とポートとが一致しない場合には、波長フィルタから出力されない。このようにして、ポートの出力の有無をチャンネル制御に用いることができる。

#### 【0034】

(光時分割分離部の第3の実施例)

図6に、光時分割分離部の第3の実施例を示す。一括多出力型光時分割分離方法の一例を示したものである。Nチャンネルの光信号を時分割多重したビットレート  $N \cdot f_0$  の光時分割多重信号(光周波数  $f_s$ )と、繰り返し周波数  $f_0$  のゲート光パルス列(光周波数  $f_g$ )とを、同期制御された所定の入力タイミングにより、それぞれ光分波器601、602に入力する。

#### 【0035】

光時分割多重信号は、光分波器601でN分岐され、1ビット間隔の遅延  $t$  を与える光遅延器603-1~603-Nを介して、光合波器604-1~604-Nに入力される。一方、ゲート光パルス列は、光分波器602でN分岐され、光合波器604-1~604-Nに入力される。光合波器604-1~604-Nは、光時分割多重信号とゲート光パルスとを合波して、相互相関信号発生器605-1~605-Nに入力する。

#### 【0036】

図7に、相互相関信号発生器605-1~605-Nに入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す。光時分割多重信号が1ビット( $t$ )ずつずれているので、相互相関信号発生器605-1においてチャンネル1の光信号とゲート光パルスとが重なり、相互相関信号発生器605-2においてチャンネル2の光信号とゲート光パルスとが重なり、以下同様に各チャンネルの光信号がそれぞれゲート光パルスと重なることになる。これにより、相互相関信号発生器605-1~605-Nから同時に各チャンネルの相互相関信号が出力される。各チャンネル相互相関信号は、光フィルタ606-1~606-Nを介して、一括して分離され、Nチャンネルの光時分割多重信号の一括多出力型光時分割分離を実現することができる。

#### 【0037】

相互相関信号発生器605として半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用いると、相互相関信号は、光時分割多重信号とゲート光パルスの四光波混合光となる。光フィルタ606は、光周波数  $f = 2f_g - f_s$  または  $f = 2f_s - f_g$  を分離する。相互相関信号発生器605として半導体光増幅器の相互利得変調(XGM)を用いると、相互相関信号は、光時分割多重信号と同一光周波数を有するので、光フィルタ606は光周波数  $f = f_s$  を分離する。



## 【0038】

なお、半導体光増幅器では、四光波混合または相互利得変調により相互相関信号を発生させる際にパタン効果が問題になることがある。この場合には、光時分割多重信号またはゲート光パルス列にアシスト光（CW光）を重畳し、半導体光増幅器に入力することにより、半導体光増幅器におけるキャリア寿命を早め、パタン効果を抑制することができる。

## 【0039】

相互相関信号発生器605として電界吸収型光増幅器の相互吸収変調（XAM）を用いると、相互相関信号は、光時分割多重信号と同一光周波数を有するので、光フィルタ606は光周波数 $f = f_s$ を分離する。相互相関信号発生器605として2次非線形光学材料の和周波光発生（SFG）を用いると、相互相関信号は、光時分割多重信号とゲート光パルスの和周波数の光となり、光フィルタ606は光周波数 $f = f_s + f_g$ を分離する。なお、2次非線形光学材料としては、 $\text{LiNbO}_3$ 、AANPまたはKTPを用いることができる。

## 【0040】

相互相関信号発生器605として2次非線形光学材料の差周波光発生（DFG）を用いると、相互相関信号は、光時分割多重信号とゲート光パルスの差周波数の光となり、光フィルタ606は光周波数 $f = |f_s - f_g|$ を分離する。なお、2次非線形光学材料としては、 $\text{LiNbO}_3$ 、AANPまたはKTPを用いることができる。

## 【0041】

図8に、光時分割分離部の第3の実施例の回路構成を示す。ここでは、光時分割多重数 $N = 8$ として、160 Gbit/sの光時分割多重信号を20 Gbit/s  $\times$  8チャネルに分離する。光時分割分離部101、201は、基板700上に集積化された、光分波器701、702、光遅延器に相当する光導波路707、708、光合波器704、および相互相関信号発生器705と、光フィルタ706とから構成されている。

## 【0042】

光分波器701と光合波器704-1～704-8とを接続する光導波路707-1～707-8の光路長を変えることにより、図6に示した光遅延器603-1～603-8を実現している。また、光分波器702と光合波器704-1～704-8とを接続する光導波路708-1～708-8の光路長は等しいものとする。これにより、ゲート光パルス列と光時分割多重信号との間のタイミングを高精度に設定することができる。

## 【0043】

なお、本実施例では、光導波路707-1～707-8の順に遅延量が $t$ ずつ増えていくものとする。ここでは、光導波路707-1と光導波路708-1の光路長が異なるが、チャネル1の光信号とゲート光パルスが相互相関信号発生器705-1において、時間軸上で重なるように、予め両信号の入力タイミングを制御する。これにより、相互相関信号発生器705-2～705-8でチャネル2～8の光信号とゲート光パルスが時間軸上で重なる。

## 【0044】

（光時分割分離部の第4の実施例）

図9に、光時分割分離部の第4の実施例を示す。一括多出力型光時分割分離方法の一例を示したものである。 $N$ チャネルの光信号を時分割多重したビットレート $N \cdot f_0$ の光時分割多重信号（光周波数 $f_s$ ）は、光分波器601で $N$ 分岐され、光合波器604-1～604- $N$ に入力される。一方、繰り返し周波数 $f_0$ のゲート光パルス列（光周波数 $f_g$ ）は、光分波器602で $N$ 分岐され、1ビット間隔の遅延 $t$ を与える光遅延器603-1～603- $N$ を介して、光合波器604-1～604- $N$ に入力される。光合波器604-1～604- $N$ は、光時分割多重信号とゲート光パルスとを合波して、相互相関信号発生器605-1～605- $N$ に入力する。

## 【0045】

図10に、相互相関信号発生器605-1～605- $N$ に入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す。ゲート光パルスが1ビット（ $t$ ）ずつずれているので

、相互相関信号発生器 605 - 1 においてチャンネル 1 の光信号とゲート光パルスとが重なり、相互相関信号発生器 605 - 2 においてチャンネル 2 の光信号とゲート光パルスとが重なり、以下同様に各チャンネルの光信号がそれぞれゲート光パルスと重なることになる。これにより、相互相関信号発生器 605 - 1 ~ 605 - N から同時に各チャンネルの相互相関信号が出力される。各チャンネル相互相関信号は、光フィルタ 606 - 1 ~ 606 - N を介して、一括して分離され、N チャンネルの光時分割多重信号の一括多出力型光時分割分離を実現することができる。

#### 【0046】

相互相関信号発生器 605 として、上述した半導体光増幅器の四光波混合 (FWM) を用いた構成、半導体光増幅器の相互利得変調 (XGM) を用いた構成、電界吸収型光増幅器の相互吸収変調 (XAM) を用いた構成、2 次非線形光学材料の和周波光発生 (SFG) を用いた構成、または 2 次非線形光学材料の差周波光発生 (DFG) を用いた構成を適用することができ、光フィルタ 606 は各々の相互相関信号発生器に対応する光周波数を分離する。

10

#### 【0047】

図 11 に、光時分割分離部の第 4 の実施例の回路構成を示す。ここでは、光時分割多重数  $N = 8$  として、160 Gbit/s の光時分割多重信号を 20 Gbit/s  $\times 8$  チャンネルに分離する。光時分割分離部 101, 201 は、基板 700 上に集積化された、光分波器 701, 702、光遅延器に相当する光導波路 707, 708、光合波器 704、および相互相関信号発生器 705 と、光フィルタ 706 とから構成されている。

20

#### 【0048】

光分波器 702 と光合波器 704 - 1 ~ 704 - 8 とを接続する光導波路 708 - 1 ~ 708 - 8 の光路長を変えることにより、図 9 に示した光遅延器 603 - 1 ~ 603 - 8 を実現している。また、光分波器 701 と光合波器 704 - 1 ~ 704 - 8 とを接続する光導波路 707 - 1 ~ 707 - 8 の光路長は等しいものとする。これにより、ゲート光パルス列と光時分割多重信号との間のタイミングを高精度に設定することができる。

#### 【0049】

なお、本実施例では、光導波路 708 - 1 ~ 708 - 8 の順に遅延量が  $t$  ずつ減っていくものとする。ここでは、光導波路 707 - 1 と光導波路 708 - 1 の光路長が異なるが、チャンネル 1 の光信号とゲート光パルスが相互相関信号発生器 705 - 1 において、時間軸上で重なるように、予め両信号の入力タイミングを制御する。これにより、相互相関信号発生器 705 - 2 ~ 705 - 8 でチャンネル 2 ~ 8 の光信号をゲート光パルスが時間軸上で重なる。

30

#### 【0050】

(光時分割分離部の第 5 の実施例)

図 12 に、光時分割分離部の第 5 の実施例を示す。一括多出力型光時分割分離方法の一例を示したものである。N チャンネルの光信号を時分割多重したビットレート  $N \cdot f_0$  の光時分割多重信号 (光周波数  $f_s$ ) は、光分波器 601 で N 分岐され、 $1/2$  ビット間隔の遅延  $t/2$  を与える光遅延器 607 - 1 ~ 607 - N を介して、光合波器 604 - 1 ~ 604 - N に入力される。一方、繰り返し周波数  $f_0$  のゲート光パルス列 (光周波数  $f_g$ ) は、ゲート光パルス列用光分波器 602 で N 分岐され、 $1/2$  ビット間隔の逆方向の遅延  $-t/2$  を与える光遅延器 608 - 1 ~ 608 - N を介して光合波器 604 - 1 ~ 604 - N に入力される。光合波器 604 - 1 ~ 604 - N は、光時分割多重信号とゲート光パルスとを合波して、相互相関信号発生器 605 - 1 ~ 605 - N に入力する。

40

#### 【0051】

図 13 に、相互相関信号発生器 605 - 1 ~ 605 - N に入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す。光時分割多重信号とゲート光パルス列とが 1 ビット ( $t$ ) ずつずれているので、相互相関信号発生器 605 - 1 においてチャンネル 1 の光信号とゲート光パルスとが重なり、相互相関信号発生器 605 - 2 においてチャンネル 2 の光信号とゲート光パルスとが重なり、以下同様に各チャンネルの光信号がそれぞれゲート光パルス

50

と重なることになる。これにより、相互相関信号発生器 605 - 1 ~ 605 - N から同時に各チャネルの相互相関信号が出力される。各チャネルの相互相関信号は、光フィルタ 606 - 1 ~ 606 - N を介して、一括して分離され、N チャネルの光時分割多重信号の一括多出力型光時分割分離を実現することができる。

#### 【0052】

相互相関信号発生器 605 として、上述した半導体光増幅器の四光波混合 (FWM) を用いた構成、半導体光増幅器の相互利得変調 (XGM) を用いた構成、電界吸収型光増幅器の相互吸収変調 (XAM) を用いた構成、2 次非線形光学材料の和周波光発生 (SFG) を用いた構成、または 2 次非線形光学材料の差周波光発生 (DFG) を用いた構成を適用することができ、光フィルタ 606 は各々の相互相関信号発生器に対応する光周波数を分離する。 10

#### 【0053】

図 14 に、光時分割分離部の第 5 の実施例の回路構成を示す。ここでは、光時分割多重数  $N = 8$  として、160 Gbit/s の光時分割多重信号を 20 Gbit/s  $\times 8$  チャネルに分離する。光時分割分離部 101, 201 は、基板 700 上に集積化された、光分波器 701, 702、光遅延器に相当する光導波路 707, 708、光合波器 704、および相互相関信号発生器 705 と、光フィルタ 706 とから構成されている。

#### 【0054】

光分波器 701 と光合波器 704 - 1 ~ 704 - 8 とを接続する光導波路 707 - 1 ~ 707 - 8 の光路長を変えることにより、図 12 に示した光遅延器 607 - 1 ~ 607 - 8 を実現している。また、光分波器 702 と光合波器 704 - 1 ~ 704 - 8 とを接続する光導波路 708 - 1 ~ 708 - 8 の光路長を変えることにより、図 12 に示した光遅延器 608 - 1 ~ 608 - 8 を実現している。これにより、ゲート光パルス列と光時分割多重信号との間のタイミングを高精度に設定することができる。 20

#### 【0055】

なお、本実施例では、光導波路 707 - 1 ~ 707 - 8 の順に遅延量が  $t/2$  ずつ増えていき、光導波路 708 - 1 ~ 708 - 8 の順に遅延量が  $t/2$  ずつ減っていくものとする。ここでは、光導波路 707 - 1 と光導波路 708 - 1 の光路長が異なるが、チャネル 1 の光信号とゲート光パルスが相互相関信号発生器 705 - 1 において、時間軸上で重なるように、予め両信号の入力タイミングを制御する。これにより、相互相関信号発生器 705 - 2 ~ 705 - 8 でチャネル 2 ~ 8 の光信号とゲート光パルスが時間軸上で重なる。 30

#### 【0056】

光時分割分離部の第 3、第 4、第 5 の実施例において、上述したように、パタン効果を抑制するためのアシスト光 (CW 光) を、光時分割多重信号またはゲート光パルス列に合波するための光合波器を、基板 700 上に集積化することができる。また、基板 700 として石英系基板、半導体系基板またはセラミック系基板を用い、その上に石英系光導波路、半導体光導波路またはセラミック系光導波路を形成してもよい。また、相互相関信号発生器を偏波無依存型に構成することにより、光時分割多重信号とゲート光パルス列の偏波の違いによる不安定要因を除くことができる。 40

#### 【0057】

次に、チャネル識別の方法について説明する。(1) 光時分割分離信号を N チャネルに分離して、いずれか 1 つ以上のチャネルの光信号を光電変換する。変換された電気信号からデータを読み出す。(2) 一部のチャネルに、サブキャリアを多重したり、オールマークを伝送したり、分散多重または符号分割多重などを施すことにより、それぞれサブキャリア、マーク率、分散多重信号または符号分割多重信号の認識を行う、などの方法によりチャネルを識別することができる。チャネルの制御は、上述したように、光時分割分離に用いるゲート光パルス列と光時分割分離信号のタイミングをずらすことにより実現される。光信号とゲート光パルス列を N 分岐し、それぞれ異なる遅延を与え、異なるビットをゲーティングするように合波する過程は、PLG 導波路や半導体導波路などを用いて作製する 50

ことができるため、光時分割分離チャンネル番号順は一意に決まる。ゲート光パルス列と光信号のタイミングをずらせば、ある出力ポートに出力されるチャンネルが順に変わる。このようにして時分割分離チャンネルの制御が可能となる。

#### 【0058】

第3、第4、第5の実施例について、第1、第2の実施形態への適用について述べた。さらに、光遅延器603-1～603-Nの遅延量をそれぞれ不等間隔とすることで、第3の実施形態にも適用することができる。

#### 【0059】

(不等間隔光時分割多重信号発生部の実施例)

図15に、不等間隔光時分割多重信号発生部の実施例を示す。不等間隔光時分割多重信号発生部306は、Nチャンネルの光時分割多重チャンネルのビット間隔が不等間隔になるように多重を行う。チャンネル1と2の間隔を  $t_1$ 、チャンネル2と3の間隔を  $t_2$ 、チャンネル3と4の間隔を  $t_3$ 、以下同様にチャンネルN-1とNの間隔を  $t_{N-1}$  とする。こ  
10

$$s e n d \quad 1 / ( N f_0 )$$

$$t_1 + t_2 + \dots + t_{N-1} + t_N = 1 / f_0$$

とすると、 $t_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ )  $t_j$  ( $j = 1, 2, \dots, N$ ) ( $j \neq i$ ) を満たす  $i, j$  の組み合わせが少なくとも1つ存在するという条件を満たすものとする。

#### 【0060】

すなわち、少なくとも1つのビット間隔が、他のビット間隔と異なるように多重する。図  
20 16に、光時分割多重のタイミングチャートを示す。一例として  $t_1 < t_2 < \dots < t_{N-1} < t_N$  を満たす場合のタイミングチャートを模式的に示している。ここでは、ビットレート  $f_0$  の光信号との相互相関信号発生を用いた光変調の例を示したが、ビットレート  $f_0$  の電気信号によって光パルスを変調する方法を用いることもできる。このようにして生成された不等間隔光時分割多重信号に対して、光時分割分離部301は、すべての分離ポートから同時に出力が得られるような光時分割分離動作を実現できる。

#### 【0061】

図17に、光時分割分離部の第6の実施例を示す。不等間隔光時分割多重信号に対して適用できる光時分割分離部301の構成である。図6に示した光時分割分離部と同じ構成であり、光遅延器609-1～609-Nの遅延量が、不等間隔光時分割多重信号のビット  
30

#### 【0062】

図18に、相互相関信号発生器605-1～605-Nに入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す。不等間隔時分割多重信号は、光分波器601でN分岐され、光遅延器609-1～609-Nにおいて所定の遅延が与えられる。一方、ゲート光パルス列は、光分波器602でN分岐され、遅延差を与えずに光合波器604-1～604-Nに入力される。光合波器604-1～604-Nは、光時分割多重信号とゲート光パルスとを、図18に示したタイミングで合波する。相互相関信号発生器605-1～605-Nから同時に各チャンネルの相互相関信号が出力される。各チャンネル相互相関信号は、光フィルタ606-1～606-Nを介して、一括して分離され、Nチャンネルの光時分  
40

#### 【0063】

ここで、不等間隔光時分割多重信号に与えられる遅延は、一括して分離できるタイミングに設定されているので、ゲート光パルス列との合波のタイミングがずれると、光時分割分離部の分離ポートから同時にNチャンネルすべての出力が得られない。これは構成上、Nチャンネルすべて同じずれ方をするからである。つまり、N個の光時分割分離部301の分離ポートのうち、少なくとも1つの分離ポートから出力が出ない状況が起こり得る。ゲート光パルス列との合波のタイミングをずらしていき、光時分割分離動作を1チャンネルずつシフトさせて、分離ポートからの出力を監視するという動作を繰り返すと、あるタイミングのときにすべての分離ポートから同時に出力が得られる。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 7 に示した光時分割分離部では、図 6 に示した光時分割分離部と同様に、光分波器 6 0 1 に光遅延器を接続したが、図 9 に示した光時分割分離部と同様に、光分波器 6 0 2 に光遅延器を接続したり、図 1 2 に示した光時分割分離部と同様に、光分波器 6 0 1 , 6 0 2 の双方に光遅延器を接続し、異なるチャンネルが分離できるように設計することもできる。

## 【 0 0 6 5 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、光時分割多重信号を N 個のチャンネルに分離して、チャンネルの時間的な順序を、チャンネルの波長の順序に一意に変換し、N 個の分離ポートにそれぞれ出力するので、N 個のチャンネルのうち、いずれか 1 つのチャンネルのチャンネル番号を識別すれば、N 個のチャンネルをチャンネル番号と一致した出力ポート番号のポートに一意に切り替えることができ、チャンネルの識別が容易になり、装置規模を小さくすることが可能となる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態にかかる光時分割多重信号チャンネル識別装置を示したブロック図である。

【 図 2 】 本発明の第 2 の実施形態にかかる光時分割多重信号チャンネル識別装置を示したブロック図である。

【 図 3 】 本発明の第 3 の実施形態にかかる光時分割多重信号チャンネル識別装置を示したブロック図である。

【 図 4 】 ( a ) は、光時分割分離部の第 1 の実施例を示したブロック図であり、( b ) は、半導体光増幅器の出力スペクトルを示した図である。

【 図 5 】 ( a ) は、光時分割分離部の第 2 の実施例を示したブロック図であり、( b ) は、光ファイバの出力スペクトルを示した図である。

【 図 6 】 光時分割分離部の第 3 の実施例を示したブロック図である。

【 図 7 】 第 3 の実施例の相互相関信号発生器に入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示した図である。

【 図 8 】 光時分割分離部の第 3 の実施例を示した回路構成図である。

【 図 9 】 光時分割分離部の第 4 の実施例を示したブロック図である。

【 図 1 0 】 第 4 の実施例の相互相関信号発生器に入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示した図である。

【 図 1 1 】 光時分割分離部の第 4 の実施例を示した回路構成図である。

【 図 1 2 】 光時分割分離部の第 5 の実施例を示したブロック図である。

【 図 1 3 】 第 5 の実施例の相互相関信号発生器に入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示した図である。

【 図 1 4 】 光時分割分離部の第 5 の実施例を示した回路構成図である。

【 図 1 5 】 不等間隔光時分割多重信号発生部の実施例を示したブロック図である。

【 図 1 6 】 不等間隔光時分割多重信号発生部における光時分割多重を示したタイミングチャートである。

【 図 1 7 】 光時分割分離部の第 6 の実施例を示したブロック図である。

【 図 1 8 】 第 6 の実施例の相互相関信号発生器に入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示した図である。

## 【 符号の説明 】

1 0 1 , 2 0 1      光時分割分離部

1 0 2 , 2 0 2      チャンネル識別部

1 0 3      チャンネル切替部

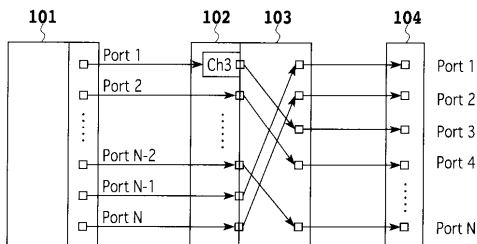
1 0 4 , 2 0 4      データ出力部

2 0 5      チャンネル制御部

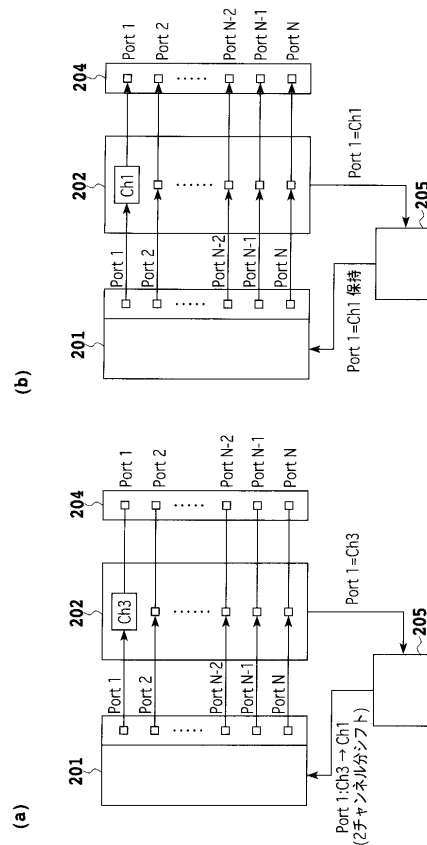
4 0 1 , 6 0 4 , 7 0 4 , 8 0 4 , 8 0 6      光合波器

- 4 0 2      半 導 体 光 増 幅 器  
 4 0 3      波 長 フ ィ ル タ  
 4 0 4      光 ファ イ バ  
 6 0 1 , 6 0 2 , 7 0 1 , 7 0 2 , 8 0 1      光 分 波 器  
 6 0 3 , 6 0 9 , 8 0 3      光 遅 延 器  
 6 0 5 , 7 0 5 , 8 0 5      相 互 相 関 信 号 発 生 器  
 6 0 6 , 7 0 6      光 フ ィ ル タ  
 7 0 7 , 7 0 8      光 導 波 路

【 図 1 】

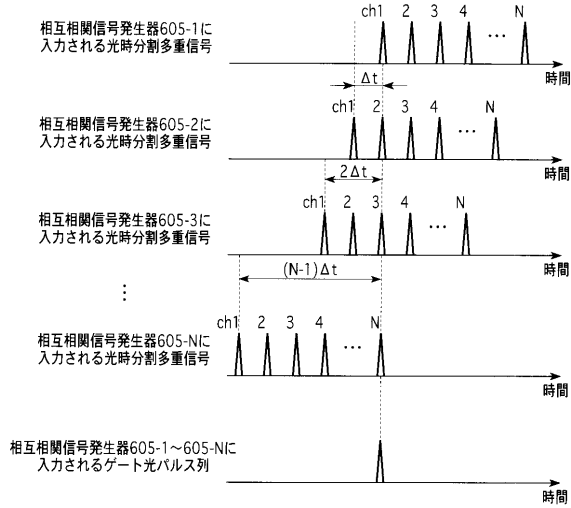


【 図 2 】

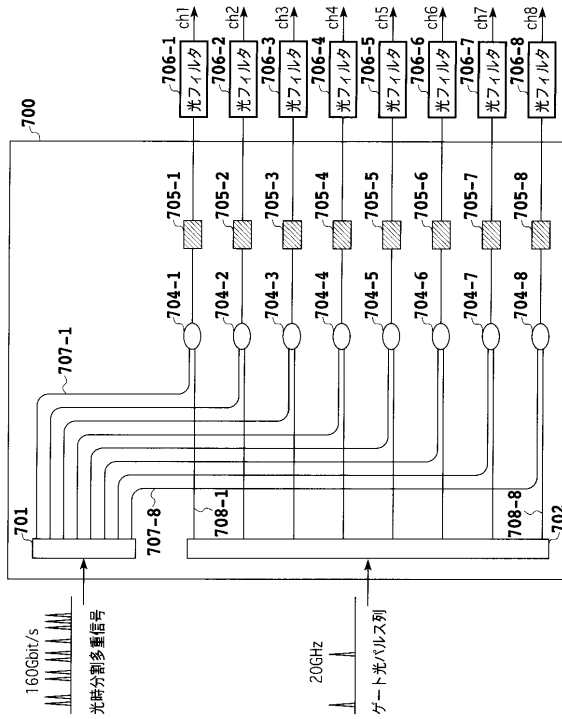




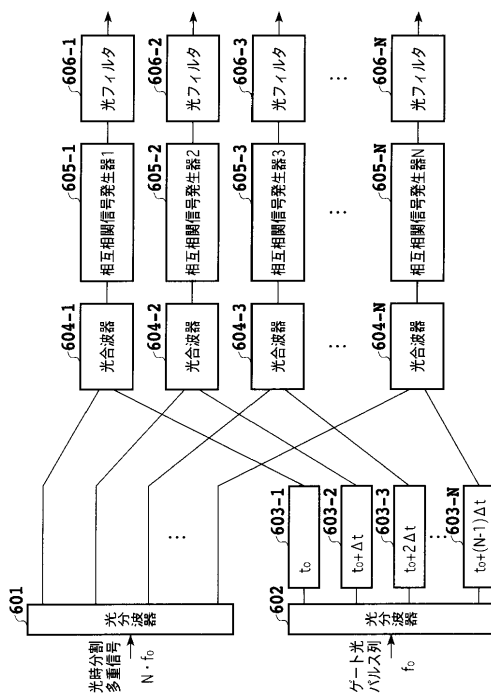
【図 7】



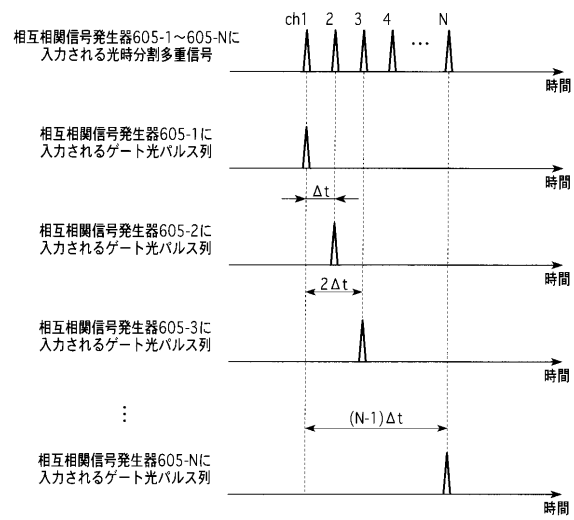
【図 8】



【図 9】

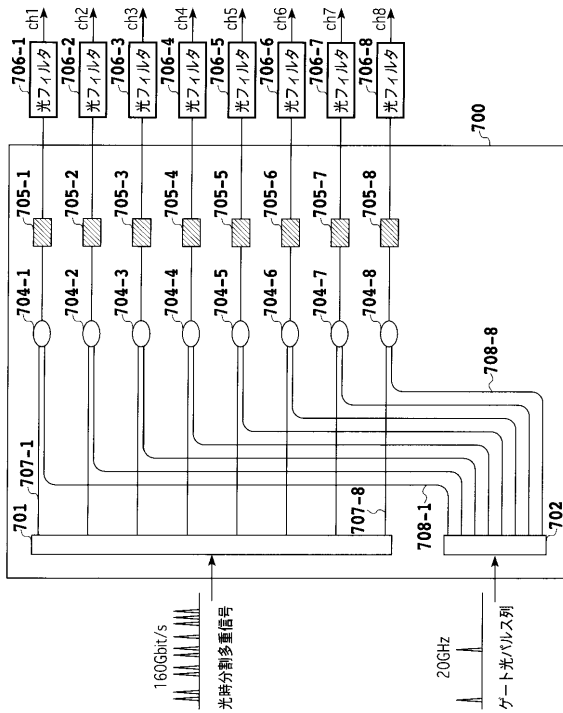


【図 10】

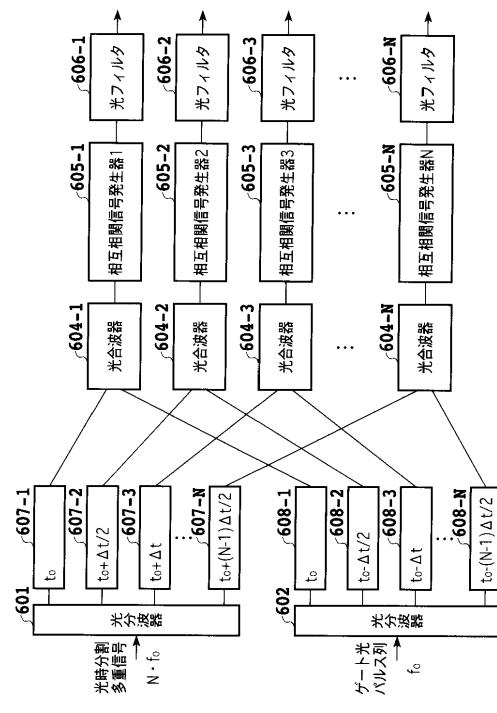




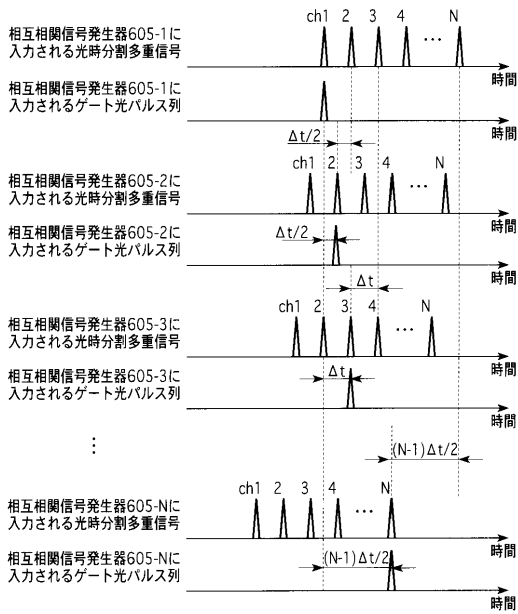
【図 1 1】



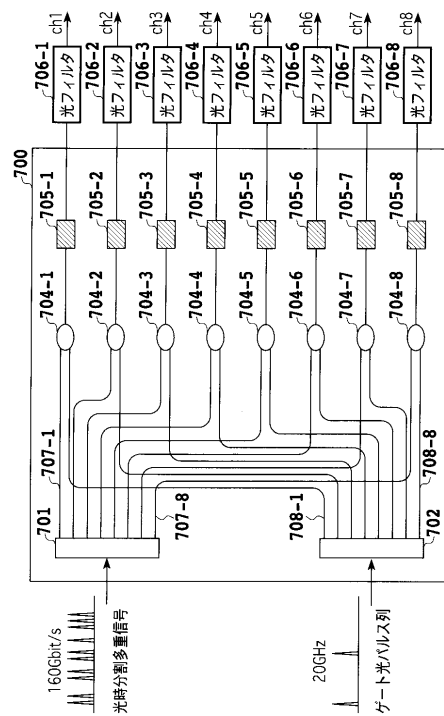
【図 1 2】



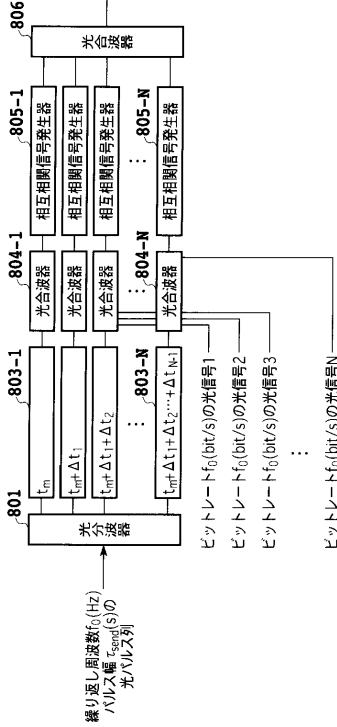
【図 1 3】



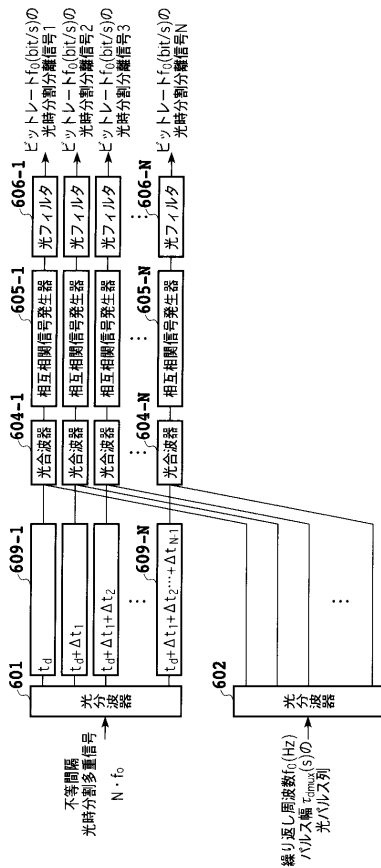
【図 1 4】



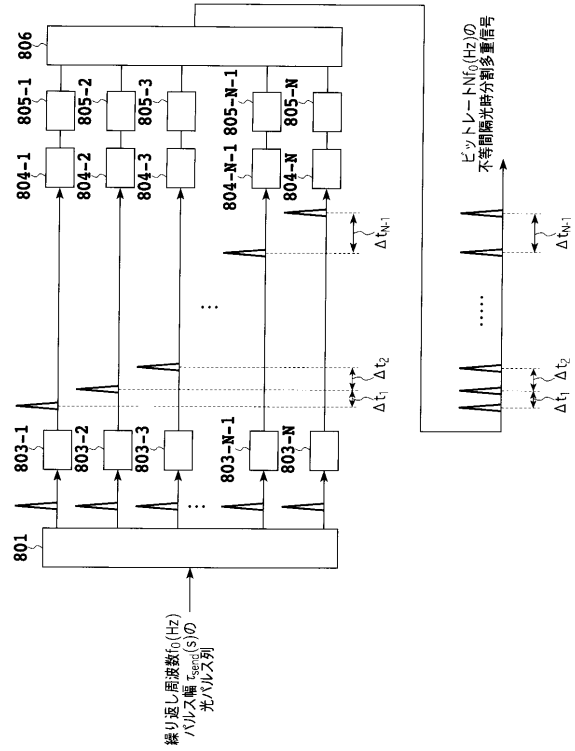
【図 15】



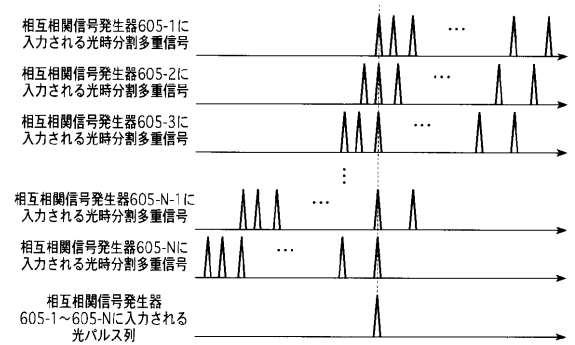
【図 17】



【図 16】



【図 18】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川西 悟基

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K028 AA06 AA14 BB08 KK01 KK03

5K069 CB08 DA05 DB33 EA24 EA25

5K102 AA15 AC01 AD12 MB14 NA03 PH47 PH48