

(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2010-26458
(P2010-26458A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2F 2/00 (2006.01)	GO2F 2/00	2H079
GO2F 1/01 (2006.01)	GO2F 1/01 F	2H147
GO2B 6/12 (2006.01)	GO2F 1/01 C	2K002
	GO2B 6/12 H	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-191145 (P2008-191145)	(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20年7月24日 (2008.7.24)	(74) 代理人 100077481 弁理士 谷 義一
(出願人による申告) 平成19年度 独立行政法人 科学技術振興機構「超低消費電力光ルーティングネットワーク構成技術」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願	(74) 代理人 100088915 弁理士 阿部 和夫
	(72) 発明者 瀧口 浩一 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 森脇 撰 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

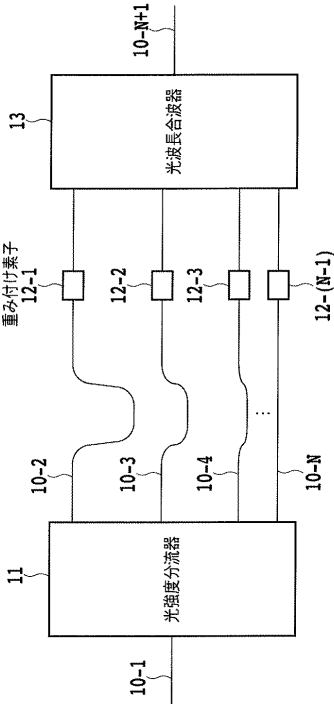
(54) 【発明の名称】 光信号処理回路

(57) 【要約】

【課題】 高速の時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を、能動素子（光ゲート素子）を用いることなしに認識可能な光信号処理回路を提供する。

【解決手段】 光信号処理回路は、時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を等分配する光強度分流器（11）と、等分配された複数の光信号をそれぞれ異なる遅延時間分遅延させる遅延線および遅延した光信号の光強度または光電界を遅延量に応じた異なる係数でそれぞれ重み付けする重み付け素子（12）を含む複数の光導波路（10）と、重み付けされた複数の光信号を合波する光波長合波器（13）とを備え、光波長合波器の複数の出力部のうち、各波長成分がすべて出力されるポートを、時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識する光信号処理回路であって、

前記時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列の各光信号を複数の光信号として等分配する光強度分流器と、

前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号を、それぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けするか、または、前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けし、この重み付けされた複数の光信号を、それぞれ前記設定遅延時間分遅延させる複数の遅延兼重み付け手段と、

前記複数の遅延兼重み付け手段で重み付けされた複数の光信号の各波長を光波長合波器を用いて合波する手段とを有し、

前記光波長合波器の複数の出力部のうち、前記各波長成分がすべて出力されるポートを、前記時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いることを特徴とする光信号処理回路。

【請求項 2】

タイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識する光信号処理回路であって、

前記時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列の各光信号の各波長を光波長分波器を用いて分波する手段と、

前記光波長分波器で分波された複数の光信号を、それぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号を、それぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けするか、または、前記光波長分波器で分波された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けし、この重み付けされた複数の光信号を、それぞれ前記設定遅延時間分遅延させる複数の遅延兼重み付け手段と、

前記複数の遅延兼重み付け手段で重み付けされた複数の光信号の各波長を光波長合波器を用いて合波する手段とを有し、

前記光波長合波器の複数の出力部のうち、前記各波長成分が出力されるポートを、前記時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いることを特徴とする光信号処理回路。

【請求項 3】

タイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識する光信号処理回路であって、

前記時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列の各光信号を複数の光信号として等分配する光強度分流器と、

前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号を、それぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる第 1 の係数で重み付けするか、または、前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる第 1 の係数で重み付けし、この重み付けされた複数の光信号を、それぞれ前記設定遅延時間分遅延させる複数の遅延兼重み付け手段と、

前記複数の遅延兼重み付け手段で重み付けされた複数の光信号の各波長を第 1 の光波長合波器を用いて合波する手段と、

前記第 1 の光波長合波器の複数の出力部のうち、前記各波長成分がすべて出力されるポ

10

20

30

40

50

ートと、光波長分波器の入力とを接続し、前記光波長分波器の複数の出力に前記各波長成分を分波する手段と、

前記光波長分波器で分波された各波長の光信号を各波長に応じて、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる第2の係数で重み付けする複数の重み付け手段と、

前記第2の係数で重み付けする複数の重み付け手段で重み付けされた複数の光信号を合波する第2の光波長合波器とを有し、

前記第1の係数の集合と前記第2の係数の集合に同一の数値はなく、前記第2の光波長合波器の合波出力ポートを、前記時間/波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いることを特徴とする光信号処理回路。

10

【請求項4】

前記光強度分流器部と、前記光強度分流器部で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けを行う手段とが、複数の対称マッハツェンダ型干渉計の入出力部を一對ずつツリー状に接続したものとすることを特徴とする請求項1または3に記載の光信号処理回路。

【請求項5】

前記光波長分波器あるいは光波長合波器の少なくともいずれか一方をアレイ導波路格子とすることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の光信号処理回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、光通信分野において、ラベル用光パルス列の認識を可能とする光信号処理回路に関する。

【背景技術】

【0002】

光パケット信号の方路切り替えを行う場合、ラベル用光パルス列を認識し光パケットの宛先を判断する必要がある。

【0003】

上記用途の処理装置としては従来図1に示すものが用いられていた（非特許文献1、2）。図1に示す従来の処理装置は、ラベルとデータを含んだ光パルス列の一部を光タップ2によって分離し、受光器（光電変換器）4に入射して電気信号に変換し、この電気信号のラベル部分をラベル認識用電子回路6で処理し宛先を認識し、光スイッチ3を所望の方路に切り換える。

30

【0004】

【特許文献1】特許第3527455号公報

【非特許文献1】B. Meagher et al., "Design and implementation of ultra-low latency optical label switching for packet-switched WDM networks," Journal of Lightwave Technology, vol.18, no.12, pp.1978-1987, 2000

【非特許文献2】D. J. Blumenthal et al., "All-optical label swapping networks and technologies," Journal of Lightwave Technology, vol.18, no.12, pp.2058-2075, 2000

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した従来の処理装置では、ラベル用光パルス列を光電変換し電気領域での処理を行うため、40 Gbit/sを越えるような高速光信号に対しては、電子回路の動作速度の制限により処理が困難になるという欠点があった。またタイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間/波長領域光ラベル信号用光パルス列の認識は不可能であった。

【0006】

50

本発明は、上記従来技術の問題に鑑みて成されたものであり、高速の時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を、能動素子（光ゲート素子）を用いることなく認識可能な光信号処理回路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】

【0007】

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、タイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識する光信号処理回路であって、前記時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列の各光信号を複数の光信号として等分配する光強度分流器と、前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号を、それぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けするか、または、前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けし、この重み付けされた複数の光信号を、それぞれ前記設定遅延時間分遅延させる複数の遅延兼重み付け手段と、前記複数の遅延兼重み付け手段で重み付けされた複数の光信号の各波長を光波長合波器を用いて合波する手段とを有し、前記光波長合波器の複数の出力部のうち、前記各波長成分がすべて出力されるポートを、前記時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いることを特徴とする。

10

【0008】

請求項２に記載の発明は、タイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識する光信号処理回路であって、前記時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列の各光信号の各波長を光波長分波器を用いて分波する手段と、前記光波長分波器で分波された複数の光信号を、それぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号を、それぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けするか、または、前記光波長分波器で分波された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けし、この重み付けされた複数の光信号を、それぞれ前記設定遅延時間分遅延させる複数の遅延兼重み付け手段と、前記複数の遅延兼重み付け手段で重み付けされた複数の光信号の各波長を光波長合波器を用いて合波する手段とを有し、前記光波長合波器の複数の出力部のうち、前記各波長成分が出力されるポートを、前記時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いることを特徴とする。

20

30

【0009】

請求項３に記載の発明は、タイムスロットごとに異なる波長のパルスを割り当てる時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識する光信号処理回路であって、

前記時間／波長領域光ラベル信号用光パルス列の各光信号を複数の光信号として等分配する光強度分流器と、前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号を、それぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる第１の係数で重み付けするか、または、前記光強度分流器で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる第１の係数で重み付けし、この重み付けされた複数の光信号を、それぞれ前記設定遅延時間分遅延させる複数の遅延兼重み付け手段と、前記複数の遅延兼重み付け手段で重み付けされた複数の光信号の各波長を第１の光波長合波器を用いて合波する手段と、前記第１の光波長合波器の複数の出力部のうち、前記各波長成分がすべて出力されるポートと、光波長分波器の入力とを接続し、前記光波長分波器の複数の出力に前記各波長成分を分波する手段と、前記光波長分波器で分波された各波長の光信号を各波長に応じて、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる第２の係数で重み付けする複数の重み付け手段と、前記第２の係数で重み付けする複数

40

50

の重み付け手段で重み付けされた複数の光信号を合波する第 2 の光波長合波器とを有し、前記第 1 の係数の集合と前記第 2 の係数の集合に同一の数値はなく、前記第 2 の光波長合波器の合波出力ポートを、前記時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 または 3 に記載の光信号処理回路であって、前記光強度分流器部と、前記光強度分流器部で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けを行う手段とが、複数の対称マッハツェンダ型干渉計の入出力部を一對ずつツリー状に接続したものとすることを特徴とする。

10

【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光信号処理回路であって、前記光波長分波器あるいは光波長合波器の少なくともいずれか一方をアレイ導波路格子とすることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明の光信号処理回路では、タイムスロット毎に異なる波長のパルスを割り当てる時間 / 波長領域光ラベル信号を光強度分流器で等分配し、等分配された複数の光信号をそれぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらすように設定された遅延時間分遅延させ、この遅延させられた複数の光信号をそれぞれの遅延時間に応じてそれぞれ異なる値となるように光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けする。重み付けされた複数の光信号を光波長合波器を用いて合波し、光波長合波器の複数の出力部のうち、各波長成分がすべて出力されるポートを時間 / 波長領域光ラベル信号用光パルス列を認識するための出力部として用いる。時間 / 波長領域光ラベルは本構成の光回路を通過した後、ラベリングに応じたアナログ光信号に変換される。このアナログ光信号は光素子部分（高々 cm オーダ）の伝搬遅延時間で得られるため、ラベル認識用電子回路の動作速度に律速されることなく、かつ光ゲート素子を用いることなく簡便な構成で、時間 / 波長領域高速光ラベル信号を認識可能な光信号処理回路を実現することができる。時間 / 波長領域光ラベル信号は、時間および波長の 2 次元情報を利用するため、生成ラベル数を増加させるために有効な手段である。

20

【発明の効果】

30

【 0 0 1 3 】

以上説明したように、本発明の構成を用いることにより、ラベル認識用電子回路の動作速度に律速されることなく、かつ光ゲート素子を用いることなく簡便な構成で、時間 / 波長領域高速光ラベル信号を認識可能な光信号処理回路を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

上記のとおり、本発明は、タイムスロット毎に異なる波長のパルスを割り当てられた時間 / 波長領域光ラベル信号用の光パルス列を、能動素子（光ゲート素子）を用いることなく認識可能な光信号処理回路を提供する。

【 0 0 1 5 】

40

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 2 は、本発明の第 1 の実施形態の光信号処理回路を示す。図 2 に示す光信号処理回路は、光強度分流器 11 と光波長合波器 13 とを備える。光強度分流器 11 の出力と光波長合波器 13 の入力、それぞれ光導波路 10 - 2 ~ 10 - N で接続されている。また、光強度分流器 11 の入力には光導波路 10 - 1 が接続されている。光波長合波器 13 の出力には光導波路 10 - N + 1 が接続されている。ここで、N は 3 以上の整数である。光導波路 10 - 1 および 10 - N + 1 はそれぞれ光信号処理回路の入力部および出力部として用いる。

【 0 0 1 6 】

50

光導波路 10 - 2 ~ 10 - N はそれぞれ遅延線を含み、それぞれ長さが異なる。また、光導波路 10 - 2 ~ 10 - N は遅延線の後段にそれぞれ重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) を含む。

【0017】

光強度分流器 11 は単純な強度の等分配器で、スターカブラ、多モード干渉 (Multi-mode interference: MMI) 方向性結合器、Y 分岐導波路あるいは 2 出力方向性結合器をツリー状に接続した素子、対称マッハツェンダ型干渉計をツリー状に接続した素子などで構成される。ツリー状素子は入力から出力にかけてポート数が順次増えるように配置する。

【0018】

光導波路 10 - 2 ~ 10 - N にそれぞれ備えられた遅延線に設定される遅延量 (遅延時間) は互いに異なり、これらの遅延線に同時に入射した光パルス列をパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずらし、異なるタイミングで重み付け素子に入射するように遅延させるように設定されている。

【0019】

重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) に設定される重み付け計数は互いに異なり、重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) に入射した各光パルス列の光強度または光電界を互いに異なる量で変化させるように設定されている。重み付け素子 12 は、図 3 に構成を示す対称マッハツェンダ型干渉計によって実現可能である。位相シフタ 16 の位相を調節することにより、対称マッハツェンダ型干渉計は可変光アッテネータ (Variable optical attenuator: VOA) として動作する。位相シフタ 16 は、被制御導波路部を例えばガラス導波路やポリマー導波路で構成した場合には、熱光学効果誘起用薄膜ヒータなどを用いて構成され、また、被制御導波路部を例えば誘電体導波路や半導体導波路で構成した場合には、電気光学効果誘起用電極などを用いて構成される。あるいは、重み付け素子 12 として、半導体光増幅器 (Semiconductor optical amplifier: SOA)、光ファイバ増幅器などの減衰、増幅作用を用いて構成することができる。

【0020】

光波長合波器 13 は、図 4 に構成を示すアレイ導波路格子を用いるのが一般的であるが、たとえば非対称マッハツェンダ型干渉計をツリー状に接続した素子 (本明細書中、ツリー状合波素子とも称する。) などを用いて構成することもできる。光波長合波器 13 をツリー状合波素子で構成する場合には、当該ツリー状合波素子において入力から出力にかけてポート数が順次減るように非対称マッハツェンダ型干渉計を多段に配置する。

【0021】

簡単のため、図 2 において $N = 5$ の場合を考える。図 5 は、本実施形態の光信号処理回路における時間 / 波長領域光ラベル信号の様子を示す図である。図 2 の構成の入力部となる光導波路 10 - 1 に、図 5 (a) に示す 4 (= $N - 1$) ビットのパルスからなる時間 / 波長領域光ラベル信号が入射するものとする。時間 / 波長領域光ラベル信号の生成器としては、例えば、光ファイバの長手方向に複数のファイバグレーティングを作製し、各グレーティングの反射波長および強度を温度あるいは引張り力を変化させることによって可変可能としたものが用いられる。この光ラベル生成器に広帯域光パルスを入射すれば、反射光として時間 / 波長領域光ラベル信号が得られる。通常のパルスは同一中心波長のパルスを用いるのに対し、本発明では、時間と共に中心波長が長くなるパルスを用い、そのオン、オフによってそれぞれ信号の 1、0 を表している。すなわち通常のパルスの強度情報を用いたラベルと等価である。光導波路 10 - 2 ~ 10 - 5 のそれぞれに、 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の波長の光が入射する場合、光導波路 10 - 6 (出力部) から $\lambda_1 \sim \lambda_4$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$) の波長全ての光波が合波され出力される。

【0022】

より詳細には、光導波路 10 - 1 から入力された時間 / 波長領域光ラベル信号は、光強度分流器 11 において互いに等しい光強度または光電界の光信号に分配され光導波路 10

10

20

30

40

50

- 2 ~ 10 - 5 に出力される。光導波路 10 - 2 ~ 10 - 5 に出力された時間 / 波長領域光ラベル信号は、光導波路 10 - 2 ~ 10 - 5 に備えられた遅延線においてそれぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間 Δt ずつ順次ずれた遅延時間分だけ遅延して重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - 4 へ入射する。

【0023】

光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずれた遅延時間分遅延した各時間 / 波長領域光ラベル信号は、重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - 4 においてそれぞれ、光強度または光電界がそれぞれの遅延時間に応じた係数で重み付けされて出力される。図 5 (b) は、光導波路 10 - 2 ~ 10 - 5 に各々対応する重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - 4 と光波長合波器 13 との間における光パルスの様子を示す。

10

【0024】

重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - 4 において光強度または光電界が変化した各時間 / 波長領域光ラベル信号は、光波長合波器 13 において合波され、光波長合波器 13 の複数の出力ポートのうちの各波長成分がすべて出力されるポートに接続された光導波路 10 - 6 から出力される。図 5 (c) は、光導波路 10 - 6 (出力部) における光パルスの様子を示す。

【0025】

図 2 において、光導波路 10 - 2 ~ 10 - 5 の長さを番号順 (光導波路 10 - 2 から 10 - 5 の順) に、 $\Delta L = c \Delta t / n$ ずつ順次短くする。ただし、 c : 真空中の光速、 Δt : パルスの時間間隔、 n : 光導波路の屈折率である。なお図 5 (a) のパルスの波長を時間に対して順次短くする場合には、光導波路 10 - 2 ~ 10 - 5 の長さを番号順に、 $\Delta L = c \Delta t / n$ ずつ順次長くする。なお、図 5 (a) のパルスの波長は、時間に対して任意で良く、図 5 (b) の破線で囲まれた真ん中のタイムスロットでの各中心波長と各光導波路での時間位置との関係が満たされるように遅延を与えればよい。従って、遅延部を可変遅延線とする手段は有効である。

20

【0026】

本実施形態では、重み付け素子 12 - 1、12 - 2、12 - 3 および 12 - 4 の強度透過率はそれぞれ、 $1/2^0 = 1$ 、 $1/2^1 = 1/2$ 、 $1/2^2 = 1/4$ および $1/2^3 = 1/8$ に設定する。この値は正整数の整数乗分の 1 の異なる値に設定するのが一般的ではあるが、互いに異なる任意の値に設定すれば良い。また、必ずしも番号順 (重み付け素子 12 - 1 から 12 - 4 の順) に単調減少あるいは単調増加させる必要はない。

30

【0027】

図 5 (b) のパルス中、破線で囲まれたタイムスロットのパルスのみが 10 - 6 に出力される (図 5 (c))。他のパルスは光波長合波器 13 の波長合波特性により 10 - 6 以外のポートに出力される。図 5 (b) の破線で囲まれた部分においては、時間位置による重み付けをなされたラベル信号光の情報は、信号が直列 - 並列変換された状態で保持されている。異なる波長成分間の干渉成分は受光器の帯域外に設定され無視できるので、各波長間の強度成分は単純に加算され受光器から出力される。元々のラベル信号光の時間位置の強度情報に応じて決まる光強度成分が受光器に入射し光電変換される。受光器から出力される電気信号の強度成分を判別する。なお、図 5 (c) は単一光パルスであるので、受光器は低速のものであっても強度情報を認識可能である。タイムスロット毎に異なる中心波長のパルスを割り当ててラベル信号とする必要があるが、同一の中心波長のパルスのオン・オフ情報を用いるラベル信号の認識手法 (たとえば、特許文献 1 参照) と異なり、能動素子である光ゲート素子を用いることなく受動素子 (光波長合波器 13) で図 5 (b) の破線部分のみを抜き出すことができ、コスト、消費電力両面で利点がある。N - 1 ビットのラベルを使用する場合、 2^{N-1} 個のラベル認識が可能であり、この数は同一の中心波長のパルスのオン・オフ情報を用いるラベル数と同一である。

40

【0028】

(第 2 の実施形態)

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態の光信号処理回路を示す。本実施形態の光信号処理回

50

路は、第 1 の実施形態の光信号処理回路の変形形態であり、図 2 における遅延線と重み付け素子 12 の配置を入れ替えたものである。従って、重複する説明は省略する。

【0029】

図 6 に示す光信号処理回路は、図 2 に示す光信号処理回路と同様に、光強度分流器 11 と光波長合波器 13 とを備え、光強度分流器 11 の出力と光波長合波器 13 の入力は、それぞれ光導波路 10 - 2 ~ 10 - N で接続されている。本実施形態の光信号処理回路においては、光導波路 10 - 2 ~ 10 - N は、重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) と重み付け素子の後段に配置された遅延線を含む。

【0030】

重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) は、光強度分流器 11 で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けする。

10

【0031】

光導波路 10 - 2 ~ 10 - N の遅延線は、これらに同時に入射した光パルス列をパルス間隔に相当する時間 Δt ずつ順次ずらし、異なるタイミングで光波長合波器 13 へ入射するように遅延させる。

【0032】

本実施形態の光信号処理回路と第 1 の実施形態の光信号処理回路とでは、出力動作に全く変わりはない。

【0033】

20

(第 3 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態を示す。図 7 に示す光信号処理回路は、光波長分波器 31 および光波長合波器 33 を備える。光波長分波器 31 の出力と光波長合波器 33 の入力は、それぞれ光導波路 30 - 2 ~ 30 - N で接続されている。また、光波長分波器 31 の入力には光導波路 30 - 1 が接続されている。光波長合波器 33 の出力には光導波路 30 - N + 1 が接続されている。ここで、N は 3 以上の整数である。入力導波路 30 - 1 および 30 - N + 1 はそれぞれ光信号処理回路の入力部および出力部として用いる。

【0034】

光導波路 30 - 2 ~ 30 - N はそれぞれ遅延線を含み、それぞれ長さが異なる。また、光導波路 30 - 2 ~ 30 - N は遅延線の後段にそれぞれ重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - (N - 1) を含む。

30

【0035】

光波長分波器 31 は、図 4 に構成を示すアレイ導波路格子を左右反転して用いるのが一般的であるが、非対称マッハツェンダ型干渉計をツリー状に接続した素子(本明細書中、ツリー状分波素子とも称する。)などを用いることもできる。ツリー分波状素子は入力から出力にかけてポート数が順次増えるように配置する。

【0036】

本実施形態における光導波路 30 - 2 ~ 30 - N、重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - (N - 1) および光波長合波器 33 は、第 1 の実施形態において図 2 を参照して説明した光導波路 10 - 2 ~ 10 - N、重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) および光波長合波器 13 にそれぞれ対応する。従って、重複する説明は省略する。

40

【0037】

簡単のため、図 7 において N = 5 の場合を考える。図 8 は、本実施形態の光信号処理回路における時間 / 波長領域光ラベル信号の様子を示す図である。図 7 の構成の入力部となる光導波路 30 - 1 に、図 8 (a) に示す 4 (= N - 1) ビットのパルスからなる時間 / 波長領域光ラベル信号が入射するものとする。第 1 の実施形態と同じく、時間と共に中心波長が長くなるパルスを用い、そのオン、オフによってそれぞれ信号の 1、0 を表している。

【0038】

光導波路 30 - 1 (入力部) から $\lambda_1 \sim \lambda_4$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$) の波長の光が

50

入射すると、光波長分波器 31 において $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の波長の光に分波され、各波長の光が光導波路 30 - 2 ~ 30 - 5 にそれぞれ出力される。

【0039】

光導波路 30 - 2 ~ 30 - 5 に出力された光は、光導波路 30 - 2 ~ 30 - 5 に備えられた遅延線においてそれぞれ光パルス列のパルス間隔に相当する時間ずつ順次ずれた遅延時間分だけ遅延して重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - 4 へ入射する。

【0040】

光パルス列のパルス間隔に相当する時間 Δt ずつ順次ずれた遅延時間分遅延した光は、重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - 4 においてそれぞれ、光強度または光電界がそれぞれの遅延時間に応じた係数で重み付けされて出力される。図 8 (b) は、光導波路 30 - 2 ~ 30 - 5 に各々対応する重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - 4 と光波長合波器 33 との間における光パルスの様子を示す。

10

【0041】

重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - 4 において光強度または光電界が変化した光は、光波長合波器 33 において合波され、光波長合波器 33 の複数の出力ポートのうちの各波長成分が出力されるポートに接続された光導波路 30 - 6 から出力される。図 8 (c) は、光導波路 30 - 6 (出力部) における光パルスの様子を示す。

【0042】

図 7 において、光導波路 30 - 2 ~ 30 - 5 の長さを番号順 (光導波路 30 - 2 から 30 - 5 の順) に、 $\Delta L = c \Delta t / n$ ずつ順次短くする。ただし、 c : 真空中の光速、 Δt : パルスの時間間隔、 n : 光導波路の屈折率である。なお図 8 (a) のパルスの波長を時間に対して順次短くする場合には、光導波路 30 - 2 ~ 30 - 5 の長さを番号順に、 $\Delta L = c \Delta t / n$ ずつ順次長くする。なお、図 8 (a) のパルスの波長は、第 1 の実施形態と同様に時間に対して任意で良い。従って、遅延部を可変遅延線とする手段は有効である。

20

【0043】

本実施形態では、重み付け素子 32 - 1、32 - 2、32 - 3 および 32 - 4 の強度透過率はそれぞれ、 $1/2^0 = 1$ 、 $1/2^1 = 1/2$ 、 $1/2^2 = 1/4$ および $1/2^3 = 1/8$ に設定する。この値は正整数の整数乗分の 1 の異なる値に設定するのが一般的ではあるが、互いに異なる任意の値に設定すれば良い。また、必ずしも番号順 (32 - 1 から 32 - 4 の順) に単調減少あるいは単調増加させる必要はない。

30

【0044】

本実施形態の光信号処理回路は、第 1 の実施形態における光強度分流器 11 を波長分波器 31 に置き換えた構成であるため、図 8 (b) のパルスは図 5 (b) と異なり 1 タイムスロットのみとなる。また図 8 (b) のパルスはすべて光導波路 30 - 6 (出力部) に出力される (図 8 (c))。従って図 7 の構成は、図 5 (b) の破線部のみ出力される図 2 の構成よりも損失が少ない利点を有する。図 8 (b) のパルスは、時間位置による重み付けをなされたラベル信号光の情報が、信号が直列 - 並列変換された状態で保持されている。異なる波長成分間の干渉成分は受光器の帯域外に設定され無視できるので、各波長間の強度成分は単純に加算され受光器から出力される。元々のラベル信号光の時間位置の強度情報に応じて決まる光強度成分が受光器に入射し光電変換される。受光器から出力される電気信号の強度成分を判別する。

40

【0045】

(第 4 の実施形態)

図 9 は、本発明の第 4 の実施形態の光信号処理回路を示す。本実施形態の光信号処理回路は、第 3 の実施形態の光信号処理回路の変形形態であり、図 7 における遅延線と重み付け素子 32 の配置を入れ替えたものである。従って、重複する説明は省略する。

【0046】

図 9 に示す光信号処理回路は、図 7 に示す光信号処理回路と同様に、光波長分波器 31 と光波長合波器 33 とを備え、光波長分波器 31 の出力と光波長合波器 33 の入力、それぞれ光導波路 30 - 2 ~ 30 - N で接続されている。本実施形態の光信号処理回路にお

50

いては、光導波路 30 - 2 ~ 30 - N は、重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - (N - 1) と重み付け素子の後段に配置された遅延線を含む。

【0047】

重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - (N - 1) は、光波長分波器 31 で波長分波された互いに異なる波長の光の光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けして異なる値に変化させる。

【0048】

光導波路 30 - 2 ~ 30 - N の遅延線は、入射した光パルスに光パルス間隔に相当する時間 Δt ずつ順次ずらし、光波長合波器 33 へ入射するように遅延させる。

【0049】

本実施形態の光信号処理回路と第 3 の実施形態の光信号処理回路とは、出力動作に全く変わりはない。

【0050】

(第 5 の実施形態)

図 10 は、本発明の第 5 実施形態を示す。図 10 に示す光信号処理回路は、光強度分流器 41、光波長合波器 43 - 1、光波長分波器 44 および光波長合波器 43 - 2 を備える。光強度分流器 41 の出力と光波長合波器 43 - 1 の入力、それぞれ光導波路 40 - 2 ~ 40 - N で接続されている。光波長分波器 44 の出力と光波長合波器 43 - 2 の入力、それぞれ光導波路 40 - N + 2 ~ 40 - 2N で接続されている。光波長合波器 43 - 1 の出力と光波長分波器 44 の入力、光導波路 40 - N + 1 で接続されている。また、光強度分流器 41 の入力には光導波路 40 - 1 が接続されている。光波長合波器 43 - 2 の出力には光導波路 40 - 2N + 1 が接続されている。ここで、N は 3 以上の整数である。入力導波路 40 - 1 および 40 - 2N + 1 はそれぞれ光信号処理回路の入力部および出力部として用いる。

【0051】

光導波路 40 - 2 ~ 40 - N はそれぞれ遅延線を含み、それぞれ長さが異なる。また、光導波路 40 - 2 ~ 40 - N は遅延線の後段にそれぞれ重み付け素子 42 - 1 ~ 42 - (N - 1) を含む。

【0052】

本実施形態における光強度分流器 41、光導波路 40 - 2 ~ 40 - N、重み付け素子 42 - 1 ~ 42 - (N - 1) および光波長合波器 43 - 1 は、第 1 の実施形態において図 2 を参照して説明した光強度分流器 11、光導波路 10 - 2 ~ 10 - N、重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - (N - 1) および光波長合波器 13 にそれぞれ対応する。また、本実施形態における光波長分波器 44、重み付け素子 42 - N ~ 42 - (2N - 2) および光波長合波器 43 - 2 は、第 3 の実施形態において図 7 を参照して説明した光波長分波器 31、重み付け素子 32 - 1 ~ 32 - (N - 1) および光波長合波器 33 にそれぞれ対応する。さらに、光導波路 40 - N + 1 は、光導波路 10 - N + 1 (図 2) および 30 - 1 (図 7) に対応する。従って、重複する説明は省略する。

【0053】

本実施形態における光導波路 40 - N + 2 ~ 40 - 2N は、等長であり、遅延線を備えていない。

【0054】

簡単のため、図 10 において N = 5 の場合を考える。図 11 は、本実施形態の光信号処理回路における時間 / 波長領域光ラベル信号の様子を示す図である。図 10 の構成の入力部となる光導波路 40 - 1 に、図 11 (a) に示す 4 (= N - 1) ビットのパルスからなる時間 / 波長領域光ラベル信号が入射するものとする。この場合、時間と共に中心波長が長くなる常時オンのパルスを用い、中心波長の時間位置による違いによってラベルの種類が異なる。すなわち、中心波長の時間位置による違いによって種類の異なるラベルが示される。図 11 (a) は光導波路 40 - 1 (入力部) における光パルスの様子を示し、図 11 (b) は光波長合波器 43 - 1 と光波長分波器 44 とを接続する光導波路 40 - 6 にお

10

20

30

40

50

ける光パルスの様子を示し、図 11 (c) は光導波路 40 - 7 ~ 40 - 10 に各々対応する重み付け素子 42 - 5 ~ 42 - 8 と光波長合波器 43 - 2 との間における光パルスの様子を示し、図 11 (d) は光導波路 40 - 11 (出力部) における光パルスの様子を示す。

【0055】

図 10 において、40 - 2 ~ 40 - 5 の長さを番号順に、 $\Delta L = c \Delta t / n$ ずつ順次短くする。なお図 11 (a) のパルスの波長を時間に対して順次短くする場合には、40 - 2 ~ 40 - 5 の長さを番号順に、 $\Delta L = c \Delta t / n$ ずつ順次長くする。図 11 (a) のパルスの波長は、第 1 の実施形態と同様に時間に対して任意で良い。従って、遅延部を可変遅延線とする手段は有効である。

【0056】

重み付け素子 42 - 1、42 - 2、42 - 3 および 42 - 4 の強度透過率はそれぞれ、 $1/2^0 = 1$ 、 $1/2^1 = 1/2$ 、 $1/2^2 = 1/4$ および $1/2^3 = 1/8$ に設定する。この値は正整数の整数乗分の 1 の異なる値に設定するのが一般的ではあるが、互いに異なる任意の値に設定すれば良い。また、必ずしも番号順 (重み付け素子 42 - 1 から 42 - 4 の順) に単調減少あるいは単調増加させる必要はない。

【0057】

上記構成により、光波長合波器 43 - 1 から光導波路 40 - 6 へ出力されたパルスの状態は、図 5 (c) に示すパルス形態と同様に、図 11 (b) に示すようになる。光波長分波器 44 を通過後、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 を中心波長とするパルスはそれぞれ、光導波路 40 - 7、40 - 8、40 - 9 および 40 - 10 に分波される。重み付け素子 42 - 5、42 - 6、42 - 7 および 42 - 8 の強度透過率はそれぞれ、 $1/3^0 = 1$ 、 $1/3^1 = 1/3$ 、 $1/3^2 = 1/9$ および $1/3^3 = 1/27$ に設定する。これらの値は重み付け素子 42 - 1、42 - 2、42 - 3 および 42 - 4 の強度透過率の設定に用いた正整数とは互いに素の関係にある正整数の整数乗分の 1 の異なる値に設定するのが一般的ではあるが、重み付け素子 42 - 1、42 - 2、42 - 3 および 42 - 4 と異なり、重み付け素子 42 - 5、42 - 6、42 - 7 および 42 - 8 の間でも異なる任意の値に設定すれば良い。また、必ずしも番号順 (重み付け素子 42 - 5 から 42 - 8) に単調減少あるいは単調増加させる必要はない。重み付け素子 42 - 5、42 - 6、42 - 7 および 42 - 8 と光波長合波器 43 - 2 との間のパルスは、図 11 (c) に示すようになる。最終的に光波長合波器 43 - 2 で合波され、図 11 (d) に示されるパルスが光導波路 40 - 11 (出力部) から出力される。異なる波長成分間の干渉成分は受光器の帯域外に設定され無視できるので、各波長間の強度成分は単純に加算され受光器から出力される。元々のラベル信号光の時間位置の波長情報に応じて決まる光強度成分が受光器に入射し光電変換される。受光器から出力される電気信号の強度成分を判別する。なお、図 11 (d) は単一光パルスであるので、受光器は低速のものであっても強度情報を認識可能である。タイムスロット毎に異なる中心波長のパルスを割り当ててラベル信号とする必要があるが、能動素子である光ゲート素子を用いることなく受動素子のみで図 11 (d) のパルスを抜き出すことができ、コスト、消費電力両面で利点がある。本ラベル信号は各タイムスロットに異なる N 個の中心波長の組み合わせからなるパルス (常時オン) を配置する方式で時間 / 波長の 2 次元情報を利用するため、ラベル数を多く生成することができる。N - 1 ビットのラベルを使用する場合、(N - 1) ! 個のラベル認識が可能である。同一中心波長のパルスを並べパルスのオン・オフでラベルを生成する方法の場合、例えば N = 9 のラベルを用いる場合、ラベルの種類は $2^8 = 256$ 通りとなる。これに対し本実施例におけるラベル信号の場合、8 種類の波長を用いて 8 ビットのラベルを作ることとなるので、 $8! = 40,320$ 通りのラベルを生成可能となり、前者の約 158 倍となる。後者と前者のラベル生成数の差はビット数が多くなるほど顕著になる。

【0058】

なお、光波長合波器 43 - 1、光導波路 40 - N + 1、光波長分波器 44 を省いて、光導波路 40 - 2 ~ 40 - N と、光導波路 40 - N + 2 ~ 40 - 2N とをそれぞれ直接接続

10

20

30

40

50

することもできる。この場合、重み付け素子 $42-1 \sim 42-(N-1)$ と、重み付け素子 $42-N \sim 42-(2N-2)$ とに2つに分けられた重み付け値を1つにまとめれば、図10に示す光信号処理回路の機能は、図2または図7に示す光信号処理回路の機能と等価になる。従って、図2または図7に示す光信号処理回路でも本ラベル（各タイムスロットに異なる中心波長の組み合わせからなる常時オンのパルス）の処理が可能である。

【0059】

（第6の実施形態）

図12は、本発明の第6の実施形態の光信号処理回路を示す。本実施形態の光信号処理回路は、第5の実施形態の光信号処理回路の変形形態であり、図10における遅延線と重み付け素子 $42-1 \sim 42-(N-1)$ の配置を入れ替えたものである。従って、重複する説明は省略する。

10

【0060】

図12に示す光信号処理回路は、図10に示す光信号処理回路と同様に、光強度分流器41、光波長合波器43-1、光波長分波器44および光波長合波器43-2を備える。光強度分流器41の出力と光波長合波器43-1の入力は、それぞれ光導波路 $40-2 \sim 40-N$ で接続されている。光波長分波器44の出力と光波長合波器43-2の入力は、それぞれ光導波路 $40-N+2 \sim 40-2N$ で接続されている。光波長合波器43-1の出力と光波長分波器44の入力は、光導波路 $40-N+1$ で接続されている。また、光強度分流器41の入力には光導波路 $40-1$ が接続されている。光波長合波器43-2の出力には光導波路 $40-2N+1$ が接続されている。ここで、 N は3以上の整数である。入力導波路 $40-1$ および $40-2N+1$ はそれぞれ光信号処理回路の入力部および出力部として用いる。光導波路 $40-2 \sim 40-N$ は、重み付け素子 $42-1 \sim 42-(N-1)$ と重み付け素子の後段に配置された遅延線を含む。

20

【0061】

重み付け素子 $42-1 \sim 42-(N-1)$ は、光強度分流器41で等分配された複数の光信号を、それぞれ異なる値となるように、光強度または光電界をそれぞれ異なる係数で重み付けする。

【0062】

光導波路 $40-2 \sim 40-N$ の遅延線は、これらに同時に入射した光パルス列をパルス間隔に相当する時間 Δt ずつ順次ずらし、異なるタイミングで光波長合波器43-1へ入射するように遅延させる。

30

【0063】

本実施形態の光信号処理回路と第5の実施形態の光信号処理回路とでは、出力動作に全く変わりはない。

【0064】

（第7の実施形態）

図13は本発明の第7実施形態を示す。本実施形態の光信号処理回路は、第2の実施形態の光信号処理回路の変形形態であり、図6における光強度分流器11および重み付け素子 $12-1 \sim 12-(N-1)$ を対称マッハツェンダ型干渉計51に置換したものである。なお、図13は、 $N=5$ の場合を示している。図2における光強度分流器11および重み付け素子 $12-1 \sim 12-(N-1)$ を対称マッハツェンダ型干渉計51に置換したもののとしても良い。

40

【0065】

図13に示す光信号処理回路は、対称マッハツェンダ型干渉計51-1と、該対称マッハツェンダ型干渉計51-1の異なる出力ポートにそれぞれ接続された対称マッハツェンダ型干渉計51-2および51-3と、光波長合波器52とを備える。対称マッハツェンダ型干渉計51-2および51-3の出力ポートと光波長合波器52の入力ポートはそれぞれ光導波路 $50-2 \sim 50-5$ で接続されている。光導波路 $50-2 \sim 50-5$ はそれぞれ遅延線を含み、それぞれ長さが異なる。また、対称マッハツェンダ型干渉計51-1の入力には光導波路 $50-1$ が接続されている。光波長導波器52の出力ポートには光導

50

波路 50 - 6 が接続されている。

【0066】

対称マッハツェンダ型干渉計 51 は図 3 の構成と同一である。

【0067】

図 13 は、図 2、図 6 の構成において $N = 5$ とし、光強度分流器 11 と重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - 4 を、対称マッハツェンダ型干渉計 51 をツリー状に接続した構成に置き換えた構成に相当する。対称マッハツェンダ型干渉計 51 は、入力から出力にかけてポート数が順次増えるように配置する。対称マッハツェンダ型干渉計 51 は可変光アッテネータ (VOA) として動作する。従って 51 をツリー状に接続する場合、光導波路 50 - 1 から入射した光は、任意の強度分岐比で光導波路 50 - 2 ~ 50 - 5 に分配される。すなわち、対称マッハツェンダ型干渉計 51 をツリー状に接続した構成は、光強度分流器 11 と重み付け素子 12 - 1 ~ 12 - 4 との機能に相当する。図 2、図 6 の構成では、光強度を等分配した後重み付けするので光強度を無駄に捨てる部分がある。図 13 の構成では、2 機能を 1 つにまとめることによる素子小型化の利点の他に、重み付けを考慮して光強度の分岐比を決められるので光強度を捨てることなく有効利用できる (要するに損失が低い) 利点も有する。なお図 13 では、後に続く光導波路数が 4 のため対称マッハツェンダ型干渉計 51 の接続段数を 2 としているが、一般的に後の光導波路数が J (J : 2 以上の整数) の場合、接続段数 K (K : 1 以上の整数) は以下の式を満たすように選ばれる。

【0068】

【数 1】

$$\left[\frac{2^K}{J} \right] = 1 \quad (\text{式 1})$$

【0069】

ただし、 $[a]$ は a の整数部を表す。

【0070】

対称マッハツェンダ型干渉計 51 をツリー状に接続した構成は、図 10 および図 12 における光強度分流器 41 および重み付け素子 42 - 1 ~ 42 - ($N - 1$) の部分との置き換えも可能であり、この場合も素子小型化、光強度の有効利用の利点が生じる。

【0071】

本発明の各実施形態の光信号処理回路を構成する光導波路部分の作製は、石英系ガラス導波路を用いて行った。図 11 を参照して、作製法を具体的に説明する。図 11 は、図 3 の光回路の二点破線 A から右側への断面図を示す。まず Si 基板 60 上に火炎堆積法によって SiO_2 下部クラッド層 61 を堆積し、次に GeO_2 をドーパントとして添加した SiO_2 ガラスのコア層を堆積した後に、電気炉で透明ガラス化した。次に図 2、図 6、図 7、図 9、図 10、図 12、図 13 に示すようなパターンを用いてコア層をエッチングしてコア部分 62 - 1、62 - 2 を作製した。最後に、再び SiO_2 上部クラッド層 63 を堆積、透明化し、さらに所定の光導波路上に薄膜ヒータ 64 および電気配線を蒸着した。

【0072】

なお本発明の光信号処理回路を構成する光導波路部分は、ガラス光導波路に限らず、誘電体光導波路、半導体光導波路、ポリマー光導波路、光ファイバ等を用いて実現できることは明らかである。またいくつかの種類の導波路を組み合わせたハイブリッド構成を用いて実現できることも明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図 1】従来の光ラベル認識用処理装置の構成を示す図である。

【図 2】本発明の光信号処理回路の第 1 実施形態を示す図である。

【図 3】重み付け素子の構成例を示す図である。

【図 4】光波長合波器の構成例を示す図である。

【図 5】(a), (b) および (c) は、図 2 に示す光信号処理回路中の光パルスの状態

をそれぞれ示す図である。

【図 6】本発明の光信号処理回路の第 2 実施形態を示す図である。

【図 7】本発明の光信号処理回路の第 3 実施形態を示す図である。

【図 8】(a), (b) および (c) は、図 7 に示す光信号処理回路中の光パルスの状態をそれぞれ示す図である。

【図 9】本発明の光信号処理回路の第 4 実施形態を示す図である。

【図 10】本発明の光信号処理回路の第 5 実施形態を示す図である。

【図 11】(a), (b), (c) および (d) は、図 10 に示す光信号処理回路中の光パルスの状態をそれぞれ示す図である。

【図 12】本発明の光信号処理回路の第 6 実施形態を示す図である。

10

【図 13】本発明の光信号処理回路の第 7 実施形態を示す図である。

【図 14】本発明の各実施形態の光信号処理回路に使用されている光導波路を構成する石英系ガラス導波路の断面図である。

【符号の説明】

【0074】

1 光配線

2 光タップ

3 光スイッチ

4 受光器 (光電変換器)

5 電気配線

20

6 ラベル認識用電子回路

10、14、30、40、50 光導波路

11、31、41 光強度分流器

12、32、42 重み付け素子

13、33、43、52 光波長合波器

15 方向性結合器

16 位相シフタ

17 入力光導波路

18 スラブ光導波路

19 アレイ光導波路

30

20 出力光導波路

31、44 光波長分波器

51 対称マッハツェンダ型干渉計

60 Si 基板

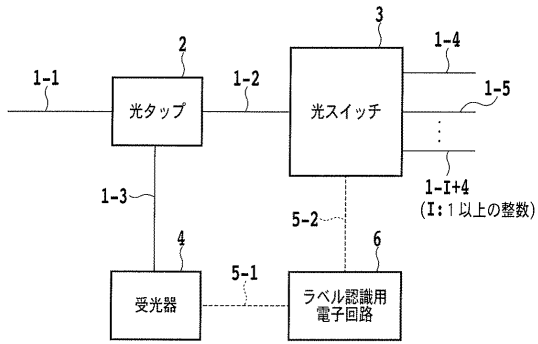
61 SiO₂下部クラッド層

62 コア部分

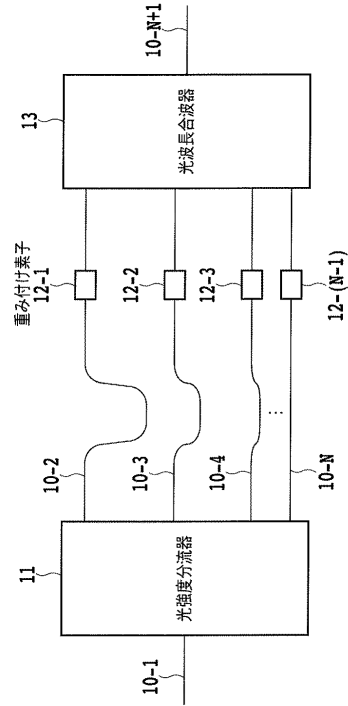
63 SiO₂上部クラッド層

64 薄膜ヒータ

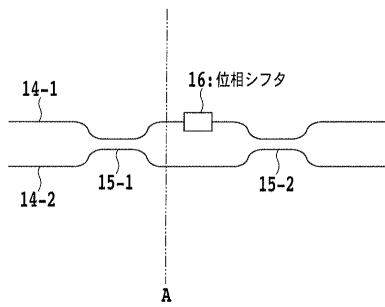
【 図 1 】



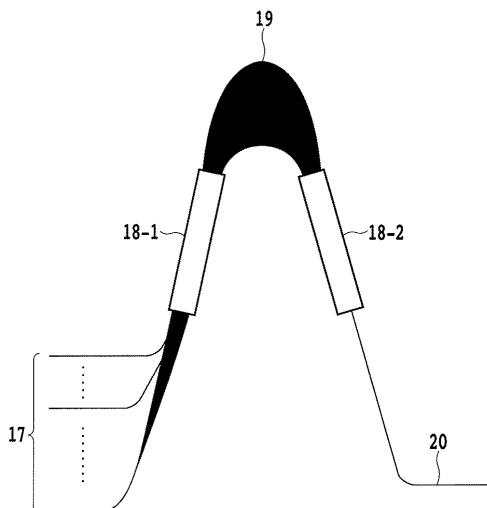
【 図 2 】



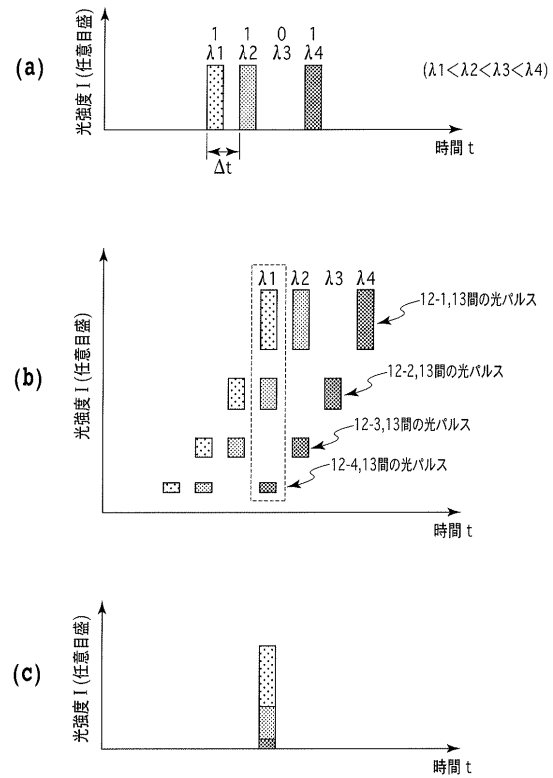
【 図 3 】



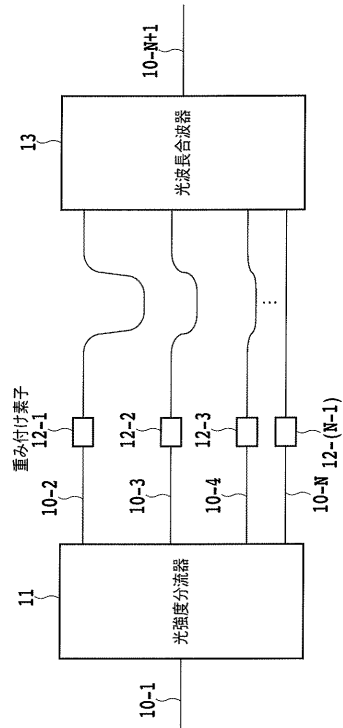
【 図 4 】



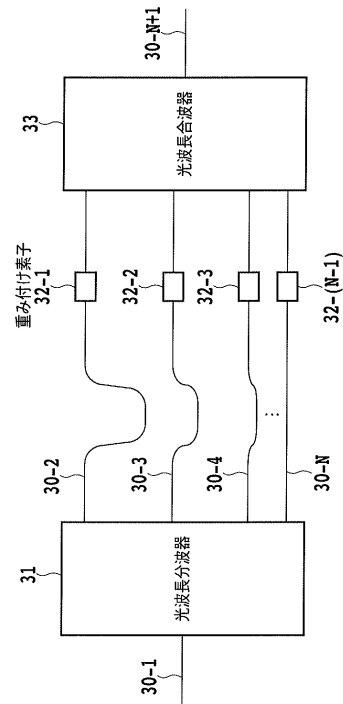
【 図 5 】



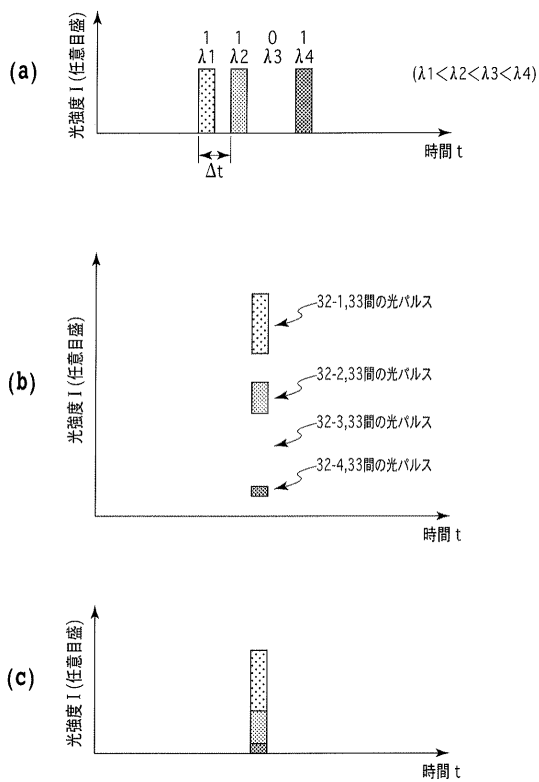
【図 6】



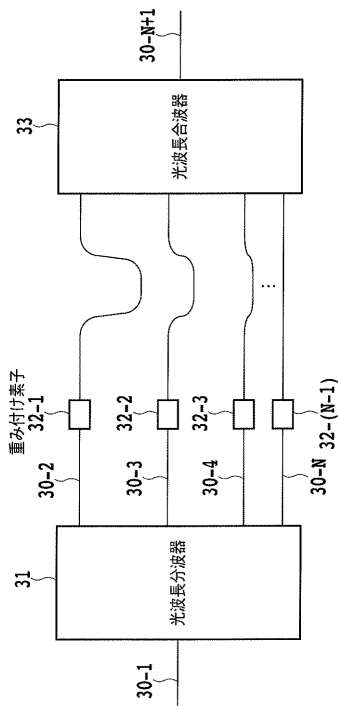
【図 7】



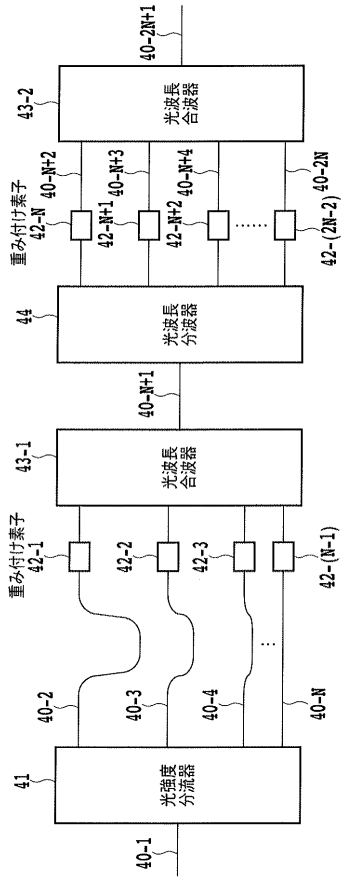
【図 8】



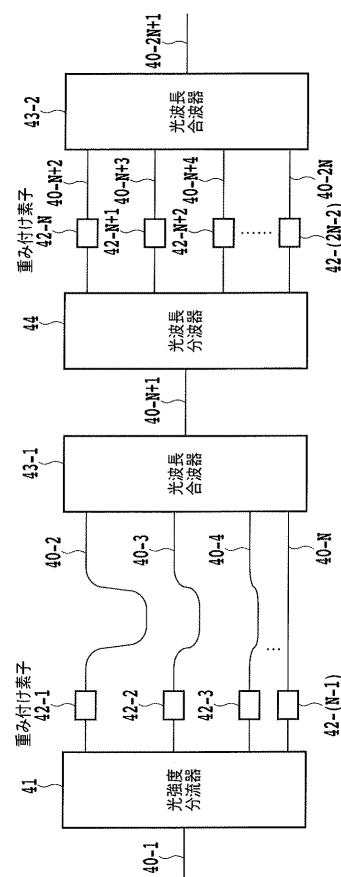
【図 9】



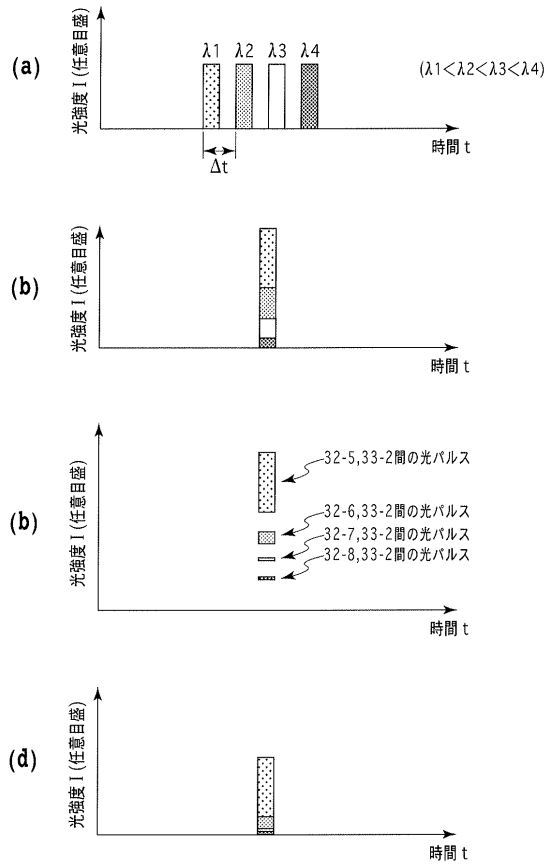
【図 10】



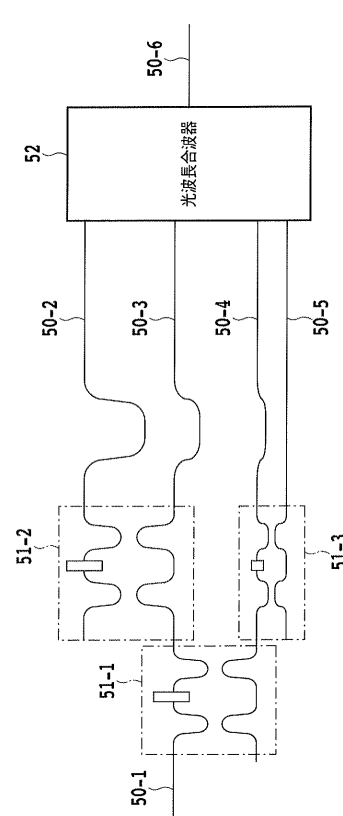
【図 12】



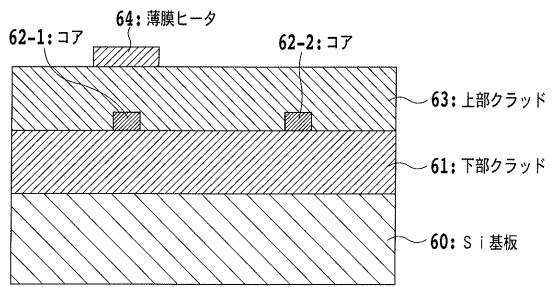
【図 11】



【図 13】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 賢哉

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) 2H079 AA02 AA06 AA07 AA12 BA03 BA04 CA04 CA07 CA09 DA02
EA05 EB04 EB26 GA03 JA07
2H147 AB11 AB16 AC01 AC04 AC15 BE01 BE03 CD02 DA11 EA02A
EA02B EA12A EA12B EA13C EA14A EA14B EA16A EA16B FA06 FA21
FA26 FC01 FF05
2K002 AA02 AB13 AB15 AB18 AB40 BA06 BA13 DA08 EA30 EB02
FA01 HA02