

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4658047号
(P4658047)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int. Cl. F I
GO2F 1/01 (2006.01) GO2F 1/01 C
GO2F 1/061 (2006.01) GO2F 1/061 505

請求項の数 24 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-520009 (P2006-520009)	(73) 特許権者	596012272
(86) (22) 出願日	平成16年7月15日(2004.7.15)		ダウ・コーニング・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2007-530982 (P2007-530982A)		アメリカ合衆国48686ミシガン州ミド
(43) 公表日	平成19年11月1日(2007.11.1)		ランド、ウェスト・サルツバーグ・ロード
(86) 国際出願番号	PCT/GB2004/003090		2200
(87) 国際公開番号	W02005/011171	(74) 代理人	100075812
(87) 国際公開日	平成17年2月3日(2005.2.3)		弁理士 吉武 賢次
審査請求日	平成19年7月12日(2007.7.12)	(74) 代理人	100091487
(31) 優先権主張番号	0316824.2		弁理士 中村 行孝
(32) 優先日	平成15年7月17日(2003.7.17)	(74) 代理人	100094640
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 紺野 昭男
		(74) 代理人	100107342
			弁理士 横田 修孝
		(74) 代理人	100120617
			弁理士 浅野 真理

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気-光学的可変光フィルター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号をフィルター処理する方法であって、
 少なくとも一つの入力光信号を受信し、
 その少なくとも一つの入力光信号を、第一および第二のアーム中にカップリングすることにより、第一および第二光信号を形成し、
 複数の非導波電気-光位相調節装置、ミラー、および、前記ミラーと前記電気-光位相調節装置との間に結合した4分の1ウエーブプレート、を使用して、前記第一光信号の少なくとも一部を修正し、そして
 前記第二光信号を、前記第二アームを介して前記4分の1ウエーブプレートへ通過させて、ミラーで反射させ、前記4分の1ウエーブプレートおよび前記第二アームに戻し、
 前記第一光信号の少なくとも一つの修正部分を包含する前記第一光信号を、前記第二アームを通過した後の第二光信号と組み合わせて、出力光信号を形成する、
 ことを含んでなり、
 前記第一光信号が、光デマルチプレクサーから、前記電気-光位相調節装置および4分の1ウエーブプレートを通過し、次いで、前記ミラーで反射して、前記4分の1ウエーブプレート、前記電気-光位相調節装置および前記光デマルチプレクサーを通過するように、前記4分の1ウエーブプレートが、前記電気-光位相調節装置の、前記光デマルチプレクサーが設けられた側とは反対の側に設けられている、方法。

【請求項2】

前記第一および第二光信号の形成が、光カプラーを使用して前記第一および第二光信号を形成することを含んでなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第一および第二光信号の形成が、前記第一および第二光信号をそれぞれ第一および第二導波管に供給することを含んでなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第一および第二光信号をそれぞれ第一および第二導波管に供給することが、前記第一および第二光信号を、略等しい光路長を有する第一および第二導波管に供給することを含んでなる、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置を使用して前記第一光信号の少なくとも一部を修正することが、光デマルチプレクサーを使用して前記入力光信号を小分割することを含んでなる、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記入力光信号の小分割が、前記入力光信号を、複数の波長帯域に小分割することを含んでなる、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第一光信号の少なくとも一部を修正することが、前記小分割された入力光信号を、前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置に供給することを含んでなる、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第一光信号の少なくとも一部を修正することが、前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置の少なくとも一つを使用して、少なくとも一つの位相シフトを前記小分割された入力光信号の少なくとも一部に導入することを含んでなる、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第一光信号の少なくとも一部を修正することが、前記第一光信号の少なくとも一つの修正部分が含まれる前記小分割された入力光信号を多重化することを含んでなる、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記出力光信号を形成することが、前記第一光信号の少なくとも一つの修正部分が含まれる前記第一光信号を、光カプラーを使用して前記第二光信号と組み合わせることを含んでなる、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置を使用した、前記第一光信号の少なくとも一部の修正が、前記第一光信号の少なくとも一部を、前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置の少なくとも一つに供給し、前記第一光信号の少なくとも一つの反射された部分を、前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置の少なくとも一つに供給することを含んでなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

第一光伝送媒体、
第二光伝送媒体、
前記第一および第二光伝送媒体の部分をカップリングするための第一光カプラー、
前記第二光伝送媒体にカップリングされた光デマルチプレクサー、
前記光デマルチプレクサーに光学的にカップリングされた複数の非導波電気 - 光位相調節装置、
ミラー、および

前記ミラーと前記電気 - 光位相調節装置との間に結合した 4 分の 1 ウエーブプレート、
を含んでなり、

前記 4 分の 1 ウエーブプレートは、第一光信号が、光デマルチプレクサーから、前記電気 - 光位相調節装置および 4 分の 1 ウエーブプレートを通過し、次いで、前記ミラーで

10

20

30

40

50

反射して、前記4分の1ウエーブプレート、前記電気-光位相調節装置および前記光デマルチプレクサーを通過するように、前記電気-光位相調節装置の、前記光デマルチプレクサーが設けられた側とは反対の側に設けられており、

前記4分の1ウエーブプレートおよび前記第一光伝送媒体を通過した前記第一光信号が、前記ミラーで反射して前記4分の1ウエーブプレートを通過して前記第一光カプラーに戻り、前記第一光カプラーにおいて、前記第一および第二光伝送媒体中の前記光信号が再統合されるように、前記第一伝送媒体が4分の1ウエーブプレートにカップリングされている、電気-光学的可変光フィルター。

【請求項13】

前記第一および第二伝送媒体が導波管である、請求項12に記載の電気-光学的可変光フィルター。 10

【請求項14】

前記電気-光学的可変光フィルターが、重合体、シリコン上シリカ、又は半導体導波管プラットフォームの少なくとも一つからなり、前記光デマルチプレクサー、前記複数の非導波電気-光位相調節装置、及び前記ミラーが、前記半導体導波管プラットフォーム上に形成されている、請求項12に記載の電気-光学的可変光フィルター。

【請求項15】

前記複数の非導波電気-光位相調節装置のそれぞれが、
前記光デマルチプレクサーに光学的にカップリングされた第一導波管、
第二導波管、
前記第一および第二導波管に隣接して配置された、電気-光活性素子を受け入れるように設計されたスロット、および
前記スロットの近くに配置された少なくとも一つの、可変電界の少なくとも一部を前記スロット中に供給するように設計された電極、
を含んでなる、請求項12～14のいずれか一項に記載の電気-光学的可変光フィルター。

【請求項16】

前記電気-光活性素子が、液晶および重合体分散した液晶の少なくとも一種である、請求項15に記載の電気-光学的可変光フィルター。

【請求項17】

前記複数の非導波電気-光位相調節装置にカップリングされた制御装置をさらに含んでなる、請求項12～16のいずれか一項に記載の電気-光学的可変光フィルター。 30

【請求項18】

前記制御装置が、少なくとも一つの選択された位相変化を示す少なくとも一つの信号を、前記複数の非導波電気-光位相調節装置の少なくとも一つに供給することができる、請求項17に記載の電気-光学的可変光フィルター。

【請求項19】

第一光伝送媒体、
第二光伝送媒体、
前記第一および第二光伝送媒体の部分をカップリングするための第一光カプラー、
前記第二光伝送媒体にカップリングされた光デマルチプレクサー、
前記光デマルチプレクサーに光学的にカップリングされた複数の非導波電気-光位相調節装置、
前記複数の電気-光位相調節装置にカップリングされた制御装置、
前記複数の電気-光位相調節装置に光学的にカップリングされたミラー、および
前記ミラーと前記電気-光位相調節装置との間に結合した4分の1ウエーブプレート、
を含んでなり、

前記4分の1ウエーブプレートは、第一光信号が、光デマルチプレクサーから、前記電気-光位相調節装置および4分の1ウエーブプレートを通過し、次いで、前記ミラーで反射して、前記4分の1ウエーブプレート、前記電気-光位相調節装置および前記光デマ 40 50

ルチプレックサーを通過するように、前記電気 - 光位相調節装置の、前記光デマルチプレックサーが設けられた側とは反対の側に設けられており、

前記4分の1ウエーブプレートおよび前記第一光伝送媒体を通過した前記第一光信号が、前記ミラーで反射して前記4分の1ウエーブプレートを通過して前記第一光カプラーに戻り、前記第一光カプラーにおいて、前記第一および第二光伝送媒体中の前記光信号が再統合されるように、前記第一伝送媒体が4分の1ウエーブプレートにカップリングされている、電気 - 光学的可変光フィルター。

【請求項20】

前記第一および第二伝送媒体が導波管である、請求項19に記載の電気 - 光学的可変光フィルター。

10

【請求項21】

前記電気 - 光学的可変光フィルターが、重合体、シリコン上シリカ、又は半導体導波管プラットフォームの少なくとも一つからなり、前記光デマルチプレックサー、前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置、及び前記ミラーが、前記半導体導波管プラットフォーム上に形成されている、請求項19に記載の電気 - 光学的可変光フィルター。

【請求項22】

前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置のそれぞれが、

前記光デマルチプレックサーに光学的にカップリングされた第一導波管、
第二導波管、

前記第一および第二導波管に隣接して配置された、電気 - 光活性素子を受け入れるように設計されたスロット、および

20

前記スロットの近くに配置された少なくとも一個の、可変電界の少なくとも一部を前記スロット中に供給するように設計された電極、

を含んでなる、請求項19～21のいずれか一項に記載の電気 - 光学的可変光フィルター。

【請求項23】

前記電気 - 光活性素子が、液晶および重合体分散した液晶の少なくとも一種である、請求項22に記載の電気 - 光学的可変光フィルター。

【請求項24】

前記制御装置が、少なくとも一つの選択された位相変化を示す少なくとも一つの信号を、前記複数の非導波電気 - 光位相調節装置の少なくとも一つに供給することができる、請求項19～23のいずれか一項に記載の電気 - 光学的可変光フィルター。

30

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

本発明は、一般的には光伝送機構に関し、より詳細には、光伝送機構において使用する電気 - 光学的可変光フィルターに関する。

【背景技術】

【0002】

フォトンクス、すなわち情報を保存、伝送および/または処理するための光の使用は、日用品および高度な技術製品の市場に急速に浸透している。例えば、光学は、多くの都市および地方ネットワークに特に選ばれた伝送媒体である。帯域幅を維持し、光伝送ネットワークの様々な成分を一緒に作動させるために、光伝送ネットワークは、典型的には電力をネットワークの波長、または周波数、チャンネルに動的に等化することができる高度な光フィルターを使用する。電力を広いスペクトル特性に基づき、動的に等化する代表的な光フィルターとしては、マッハツェンダーフィルター、音響 - 光フィルター、ホログラム、およびマイクロ - メカニカル駆動ミラーがある。チャンネル毎に電力を動的に等化する代表的な光フィルターとしては、デマルチプレックサー、プログラム化できる減衰器列、マルチプレックサー等がある。

40

【0003】

50

光フィルターは、光伝送用の一個以上の導波管、及びそれらの導波管中で光伝搬の位相を調節できる一個以上の素子を包含することができる。伝統的な位相調節導波管では、ジュールヒーターを導波管の近くに配置し、光導波管の温度を変化させるのに使用する。光導波管の有効屈折率は、導波管の温度によって異なるので、温度を変えることにより、導波管の光路長が変化し、それによって光導波管中で移動する光の位相が変化する。熱 - 光学的位相調節を、光減衰器、スペクトル選択フィルター、干渉計等で使用する。例えば、ドゥアー（米国特許第 6 , 2 1 2 , 3 1 5 号）は、複数の位相シフターで熱 - 光位相調節を使用するチャンネルパワー等化器を記載している。

【 0 0 0 4 】

しかし、熱 - 光位相調節を包含する、導波管中で光伝搬位相を変化させる伝統的な方法は、スペクトルフィルター処理用途にはあまり適していない場合がある。温度に依存する位相制御装置の感度は、シリカの比較的小さな熱 - 光学係数により制限されることがある。他の材料はより大きな熱 - 光学係数を示す場合もあるが、これらの材料は、低損失単一モード導波管に形成するのが困難な場合がある。さらに、位相制御の熱 - 光学方法は、光伝送ネットワークにおける他の電子装置と緊密に一体化できる程、十分急速に応答できない。

【 0 0 0 5 】

さらに、光フィルターは、半導体基材導波管に形成されることが多く、同じ半導体基材導波管に形成された複数の温度依存性位相制御装置間の熱的クロストークが、温度依存性位相制御装置の正確さ、精細さ、および制御を低下させることがある。その結果、より温度依存性の少ない位相制御装置を単一の半導体基材導波管に包含することができる。熱的クロストークは、温度依存性位相制御装置の位相表示(expression)の範囲を小さくすることもある。位相表示範囲の低下は、位相制御装置に加えられる温度の範囲を増加することにより、少なくとも部分的に補償できるが、温度範囲を増加すると、典型的にはデバイスのパワー消費もそれに対応して増加する。さらに、正標準(orthonormal)モードの偏光独立性が熱的クロストークにより低下する場合がある。

【特許文献 1】米国特許第 6 , 2 1 2 , 3 1 5 号

【発明の開示】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様として、光信号をフィルター処理する方法を提供する。本方法は、少なくとも一つの入力光信号を受信し、その少なくとも一つの入力光信号を使用して第一および第二光信号を形成し、そして複数の非導波電気 - 光位相調節装置を使用して該第一光信号の少なくとも一部を修正することを含むものである。本方法は、第一光信号の少なくとも一つの修正部分を包含する該第一光信号を、第二光信号と組み合わせることにより、出力光信号を形成することも含む。

【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様としては、装置を提供する。この装置は、光デマルチプレクサー、光デマルチプレクサーに光学的にカップリングされた複数の非導波電気 - 光位相調節装置、および複数の非導波電気 - 光位相調節装置に光学的にカップリングされた光マルチプレクサーを包含する。

【 0 0 0 8 】

本発明のさらに別の実施態様では、電気 - 光学的可変光フィルターを提供する。この電気 - 光学的可変光フィルターは、第一光伝送媒体、第二光伝送媒体、および第一および第二光伝送媒体の部分をカップリングするための第一光カプラーを包含する。電気 - 光学的可変光フィルターは、第二光伝送媒体にカップリングされた光デマルチプレクサー、光デマルチプレクサーに光学的にカップリングされた複数の非導波電気 - 光位相調節装置、および複数の非導波電気 - 光位相調節装置に光学的にカップリングされた光マルチプレクサーを包含する。電気 - 光学的可変光フィルターは、光マルチプレクサーに光学的にカップリングされた第三光伝送媒体および、第二および第三光伝送媒体の部分をカップリングするための第二光カプラーをさらに包含する。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明は、添付図面を参照しながら行う下記の説明により理解することができる（図中の類似の番号は類似の部品を示す）。

【0010】

本発明には、様々な修正および代替形態が可能であるが、図面には本発明の具体的な実施態様を示し、ここで詳細に説明する。しかし、この具体的な実施態様の説明は、本発明をここに開示する特定の形態に限定するものではなく、反対に、請求項に規定する本発明の精神および範囲内に入るすべての修正、均等物および代替物を含むことは言うまでもない。

10

【0011】

本発明の代表的な実施態様を以下に説明する。明瞭にするために、本明細書では、現実的な実施態様のすべての特徴を説明してはいない。無論、そのようなすべての現実的な実施態様の展開では、開発者の特別な目標を達成するために、多くの実施態様に特別な決定を行うこと、例えば実施態様毎に異なる、装置や仕事に関する制約に従うことが必要である。その上、開発努力は複雑で時間を要するが、当業者が通常行うそのような開発に対して、本開示の有益性は評価されるであろう。

【0012】

図1Aは、動的および色彩的可変透過率装置、例えば動的利得均等化フィルター100、の代表的な第一実施態様を概念的に例示する。下記の説明は、図1Aおよび1Bに示す動的利得均等化フィルター100の実施態様に関して行うが、本発明は、それに限定されるものではない。別の実施態様で、可変透過率装置100は、当業者には公知の様々な光学素子の一つであってよい。例えば、可変透過率装置100は、波長分割多重方式におけるチャンネルパワーを制御するためのチャンネル等化器、マッハツェンダーフィルター、マイケルソン干渉計等でよい。

20

【0013】

動的利得均等化フィルター100の第一の代表的な実施態様として、第一および第二光伝送媒体101、102を含む。一実施態様では、第一および第二光伝送媒体101、102は、導波管である。本発明の実施に必要という訳ではないが、第一光信号は、非相互デバイス110中の第一ポート105を通して動的利得均等化フィルター100に入ることができる。一実施態様としては、非相互デバイス110は、当業者には明らかなように、高ベルデ定数を有する材料を使用して形成することができるサーキュレータ101である。

30

【0014】

非相互デバイス110は、第一光信号が導波管101に伝送され、次いで第一光カプラー120中の第一ポート115を通過して動的利得均等化フィルター100に入るように、導波管101に光学的にカップリングすることができる。しかし、別の実施態様として、第一光信号は、非相互デバイス110を通過せずに、動的利得均等化フィルター100に入れてもよい。本発明の実施に必要という訳ではないが、導波管102に沿って伝搬する第二光信号は、第一光カプラー120中の第二ポート125を通過して動的利得均等化フィルター100に入ることができる。一実施態様としては、第一光信号および、存在する場合、第二光信号は、波長分割多重化された光信号である。

40

【0015】

第一光カプラー120は、第一および第二光信号を分割および/または組み合わせる2つの信号成分を形成することができる。それらの成分は、導波管101、102の上側および下側アーム125、130にそれぞれ伝送される。例えば、第二光信号が導波管102を経由して動的利得均等化フィルター100に供給されない場合、第一光カプラー120は第一信号を2つの信号成分 R および $j \cdot 1 - R$ に分割するが、ここで R は第一光カプラー120の分割比である。2つの信号成分 R および $j \cdot 1 - R$ は、上側および下側アーム125、130にそれぞれ伝送される。一実施態様では、上側および下側アーム12

50

5、130の少なくとも一部は導波管である。例えば、上側アーム125が導波管でよい。別の例では、下側アーム130の第一部分133(1-2)が導波管でよい。

【0016】

下側アーム130の第一部分133(1)は、所望により、光デマルチプレクサー135に光学的にカップリングされている。一実施態様では、光デマルチプレクサー135は、下側アーム125から信号成分 $j_1 - R$ を受け取り、信号成分 $j_1 - R$ を、複数の選択された周波数および/または波長帯域に対応する部分に分割する。例えば、信号成分 $j_1 - R$ は帯域幅60nmを有し、帯域幅1nmを有する60部分に小分割(demultiplex)される。しかし、別の実施態様では、当業者には良く知られている様々なデバイスを使用し、信号成分 $j_1 - R$ を、複数の選択された周波数および/または波長帯域に対応する部分に分割することができる。これらのデバイスとしては、光学的分割装置、プリズム、格子、等があるが、これらに限定されるものではない。

10

【0017】

光デマルチプレクサー135は、信号成分 $j_1 - R$ の部分、対応する複数の、光デマルチプレクサー135に光学的にカップリングされている電気-光位相調節装置140に供給する。当業者には明らかなように、電気-光位相調節装置140の数は、設計に応じて選択する。従って、図1には3個の電気-光位相調節装置140を示しているが、本発明の別の実施態様としては、より多くの、またはより少ない電気-光位相調節装置140を含んでいてもよい。

【0018】

20

図1Aに示す動的利得均等化フィルター100の第一の代表的な実施態様としては、複数の電気-光位相調節装置140がミラー145に光学的にカップリングされている。上側アーム125もミラー145に光学的にカップリングされている。本発明の実施に必要な訳ではないが、ウエーブプレート150をミラー145に隣接して配置し、上側アーム125および電気-光位相調節装置140中をそれぞれ伝搬する2つの信号成分 R および $j_1 - R$ が、ウエーブプレート150を通過してから、ミラー145から反射するようにすることができる。例えば、4分の1ウエーブプレート150をミラーと、上側アーム125および電気-光位相調節装置140との間に配置することができる。4分の1ウエーブプレート150を取り入れることにより、信号成分 $j_1 - R$ の部分における複屈折を低減またはゼロにすることができる。

30

【0019】

上側および下側アーム125、130の光路長は、ある実施態様では、略等しい。例えば、上側アーム125、および光デマルチプレクサー135、電気-光位相調節装置140、およびウエーブプレート150を包含する下側アーム130の光路長は、第一と第二光信号(存在する場合)とのほぼ数波長以内でよい。以下に詳細に考察するように、電気-光位相調節装置140の有効光路長と、つづく下側アーム130の部分の光路長とを制御または調整して、信号成分 $j_1 - R$ の部分の修正することができる。一実施態様では、電気-光位相調節装置140の一個以上の有効光路長を、信号成分 $j_1 - R$ の部分間の一つ以上の相対的位相差を導入されるように、変えることができる。例えば、位相差 $\pi/4$ を信号成分 $j_1 - R$ の2つの部分間に導入することができる。

40

【0020】

2つの信号成分 R および $j_1 - R$ がミラー145から反射した後、ほぼ同じ光路に沿って第一光カプラー120に逆伝送される。その結果、電気-光位相調節装置140により導入された信号成分 $j_1 - R$ の部分間の一つ以上の相対的位相差は、約2倍になってもよい。例えば、電気-光位相調節装置140の一方が、1回の通過中に、信号成分 $j_1 - R$ の2つの部分間で約 $\pi/4$ の位相差を導入する場合、信号成分 $j_1 - R$ の2つの部分間で合計約 $\pi/2$ の位相差を導入することができる。

【0021】

第一の代表的な実施態様として、光デマルチプレクサー135は、信号成分 $j_1 - R$ の反射された部分に対して光マルチプレクサーとして機能することもできる。例えば

50

、光デマルチプレクサー 135 は、信号成分 $j - 1 - R$ の反射された部分と統合し、修正された信号成分 $j - 1 - R$ を形成することができる。第一光カプラー 120 は信号成分 R と、修正された信号成分 $j - 1 - R$ とを組み合わせ、および/または分割し、出力信号を形成することができる。例えば、信号成分 R および修正された信号成分 $j - 1 - R$ は、破壊的に、および/または建設的に干渉し、フィルター処理された出力信号を形成することができる。一実施態様では、このフィルター処理された出力信号を非相互デバイス 110 に供給し、次いで、第二ポート 155 を経由して動的利得均等化フィルターから出ることができる。しかし、上で考察したように、非相互デバイス 110 は所望により使用するものであり、本発明の別の実施態様では、省略することができる。

【0022】

図 1 B は、動的利得均等化フィルター 100 の第二の代表的な実施態様を示す。動的利得均等化フィルター 100 の第二の代表的な実施態様では、複数の電気 - 光位相調節装置 140 が光マルチプレクサー 160 に光学的にカップリングされている。信号成分 $j - 1 - R$ の、すべての修正された部分を含む部分を、光マルチプレクサー 160 に供給することができる。一実施態様では、光マルチプレクサー 160 は、これらの部分を組み合わせ、修正された信号成分 $j - 1 - R$ を形成することができる。

【0023】

動的利得均等化フィルター 100 の第二の代表的な実施態様では、上側および下側アーム 125、130 中をそれぞれ伝搬する信号成分 R と、修正された信号成分 $j - 1 - R$ とが、第二光カプラー 165 に供給され、この第二光カプラー 165 が信号成分 R と修正された信号成分 $j - 1 - R$ と分割する、および/または組み合わせることができる。例えば、信号成分 R と修正された信号成分 $j - 1 - R$ とは、破壊的に、および/または建設的に干渉し、フィルター処理された出力信号を形成することができる。一実施態様として、第一および第二光カプラー 120、165 は同じ分割比 R を有するが、これは、本発明の実施に必要という訳ではない。さらに、第二光カプラー 165 は、本発明の様々な別の実施態様で省略することができる。

【0024】

上側および下側アーム 125、130 の光路長は、ある実施態様では、略等しい。例えば、上側アーム 125、および光デマルチプレクサー 135、電気 - 光位相調節装置 140、および光マルチプレクサー 145 を包含する下側アーム 130 の光路長は、第一と第二光信号（存在する場合）とのほぼ数波長以内でよい。以下に詳細に考察するように、電気 - 光位相調節装置 140 の有効光路長と、つづく下側アーム 130 の部分の光路長とを制御または調整して、信号成分 $j - 1 - R$ の部分を修正することができる。一実施態様では、電気 - 光位相調節装置 140 の一個以上の有効光路長を、信号成分 $j - 1 - R$ の部分間の一つ以上の相対的位相差が導入されるように、変えることができる。例えば、位相差 $\lambda/4$ を信号成分 $j - 1 - R$ の 2 つの部分間に導入することができる。

【0025】

図 1 A および 1 B にそれぞれ示す第一または第二の代表的な実施態様では、動的利得均等化フィルター 100 の一個以上の構成部品を単一の平らな導波管プラットフォーム（図には示していない）上に形成することができる。例えば、光デマルチプレクサー 135、複数の電気 - 光位相調節装置 140、およびミラー 150 または光マルチプレクサー 160 を平らな導波管プラットフォーム上に形成することができる。別の様々な実施態様で、平らな導波管プラットフォームを重合体、シリコン上に形成したシリカ、半導体または類似の材料で形成することができる。

【0026】

少なくとも部分的に複数の電気 - 光位相調節装置 140 の応答時間が速いために、図 1 A および 1 B に示す動的利得均等化フィルター 100 の 2 つの実施態様では、他の電子デバイスと緊密に一体化することができる。さらに、多数の電気 - 光位相調節装置 140 間の熱的クロストークを、例えば複数の熱 - 光位相調節装置よりも低減できるので、単一のプラットフォーム上に形成できる電気 - 光位相調節装置 140 の数を増加することができる

10

20

30

40

50

。電気 - 光位相調節装置 140 は、例えば複数の熱 - 光位相調節装置と比較して、位相表示の範囲を増加し、パワー消費を下げることもできる。

【0027】

図 2 は、本発明の一実施態様による複数の電気 - 光位相調節装置 140 を概念的に例示する。上記のように、一実施態様では信号成分 $j = 1 - R$ が、下側アーム 130 の第一部分 133 (1) を経由して光デマルチプレクサー 135 に供給される。例示する実施態様では、光デマルチプレクサー 135 は、複数の光伝送媒体、例えば導波管 200 に光学的にカップリングしており、これらの媒体は、対応する複数のスロット 210 の近くに配置することができる。一実施態様では、導波管 200 の末端はスロット 210 の近くに配置することができるので、導波管 200 が、スロット 210 に光学的にカップリングされ、信号成分 $j = 1 - R$ の部分をスロット 210 に供給できる。例えば、導波管 200 のそれぞれは、選択された波長 (または周波数)、帯域内にある波長 (または周波数) を有する信号成分 $j = 1 - R$ の一部を、複数のスロット 210 対応する一つに供給することができる。

10

【0028】

電気 - 光活性位相調節素子 220 をスロット 210 の少なくとも一部の中に配置することができる。一実施態様では、電気 - 光活性位相調節素子 220 は、スロット 210 の中に配置することができる電気 - 光活性材料、例えば液晶、高分子分散した液晶、複屈折材料等であり、しかし、どのような、望ましい種類の電気 - 光活性位相調節素子 220 でも使用できる。例えば、別の一実施態様では、電気 - 光活性位相調節素子 220 は、電気 - 光活性材料で充填された開口部を有するシリコン基材であり、この別の実施態様では、電気 - 光活性位相調節素子 220 を別に形成し、続いて電気 - 光活性位相調節装置 140 の中に挿入することができる。

20

【0029】

一個以上の電極 230 をスロット 210 の近くに配置する。例示する実施態様では、2 個の電極 230 が、スロットの近くで、導波管 200 の少なくとも一部 (破線で示す) の上に配置されている。しかし、本発明はそのように限定されるものではない。別の実施態様では、より多くの、またはより少ない電極 230 をスロット 210 の近くに配置することができる。さらに、別の実施態様では、電極 230 の少なくとも一部をスロット 210 の中に配置することができる。

30

【0030】

電極 230 は、線 250 を経由して制御装置 240 に接続される。様々な別の実施態様では、線 250 は、ワイヤ、導電性トレース等であり、制御装置 240 は、選択された信号、例えば電圧および/または電流を電極 230 に供給することができる。当業者には明らかのように、制御装置 240 により供給される信号を使用し、電気 - 光活性位相調節素子 220 の光路長を変えることができる。例えば、電極 230 の一個以上に電圧を印加することにより、電界を造り出すことができ、その電界の少なくとも一部は、スロット 210 の中に浸透することができる。信号の強度、例えば電圧を変えることにより、電界の振幅および/または向きを変えることができ、それによって電気 - 光活性位相調節素子 220 の光路長を変えることができる。

40

【0031】

信号成分 $j = 1 - R$ の一つ以上の部分の相は、信号成分 $j = 1 - R$ の部分が電気 - 光活性位相調節素子 220 を通って伝搬する時に修正することができる。一実施態様では、信号成分 $j = 1 - R$ の適切な部分に対応するスロット 210 の近くに配置された電極 230 に異なった信号を供給することにより、相対的な位相差を信号成分 $j = 1 - R$ の部分間に導入することができる。例えば、信号成分 $j = 1 - R$ の第一部分に対応するスロット 210 の光路長が、信号成分 $j = 1 - R$ の第二部分に対応するスロット 210 の光路長と、信号成分 $j = 1 - R$ の波長の約 4 分の 1 だけ異なるように、対応するスロット 210 に供給する信号の強度を変化させることにより、信号成分 $j = 1 - R$ の 2 つの部分間に相対的な位相差を導入することができる。

50

【 0 0 3 2 】

別の複数の光伝送媒体、例えば導波管 2 6 0 をスロット 2 1 0 の近傍に配置することができる。一実施態様では、導波管 2 6 0 がスロット 2 1 0 に光学的にカップリングされ、スロット 2 1 0 から信号成分 $j - 1 - R$ の部分を受け取ることができるように、導波管 2 6 0 の末端をスロット 2 1 0 の近傍に配置することができる。一実施態様では、導波管 2 6 0 の一部（破線で示す）を一個以上の電極 2 3 0 の下に配置することができる。図 1 A に示す動的利得均等化フィルター 1 0 0 の第一の代表的な実施態様では、導波管 2 6 0 をミラー 1 4 5 および / またはウエーブプレート 1 5 0 に光学的にカップリングすることができる。あるいは、図 1 B に示す動的利得均等化フィルター 1 0 0 の第二の代表的な実施態様では、導波管 2 6 0 を、上記のように信号成分 $j - 1 - R$ の部分を分割する、および / または組み合わせることができるマルチプレクサー 1 6 0 に光学的にカップリングすることができる。

10

【 0 0 3 3 】

スロット 2 1 0 および電気 - 光活性位相調節素子 2 2 0 は、一実施態様では、非導波性である。従って、導波性素子、例えば導波管 2 0 0、2 6 0、を複数の電気 - 光位相調節装置 1 4 0 中に含むことができるが、以下、電気 - 光位相調節装置 1 4 0 は「非導波性」電気 - 光位相調節装置 1 4 0 と呼ぶ。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、電気 - 光位相調節装置 1 4 0 の一実施態様の透視図を概念的に例示する。例示する実施態様では、半導体基材 3 2 0、例えばシリコンの上に形成される、この分野で一般的にクラッド層 3 1 0 と呼ばれる誘電体層中に、一個以上の導波管部分 3 0 5 (1 - 2) が形成されている。無論、電気 - 光位相調節装置 1 4 0 の形状は一例であり、別の実施態様では、電気 - 光位相調節装置 1 4 0 は、図 3 に示していない他の部品を含むことができる。

20

【 0 0 3 5 】

例示する実施態様に示す導波管部分 3 0 5 (1 - 2) は、クラッド層 3 1 0 の屈折率よりも大きい屈折率を有する材料から形成される。例えば、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) は、屈折率が約 1 . 4 5 5 7 であるドーピングしていないシリカから形成し、クラッド層 3 1 0 は、屈折率が約 1 . 4 4 5 である、ドーピングした、またはドーピングしていないシリカから形成することができる。別の実施態様では、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) およびクラッド層 3 1 0 は、いずれかの望ましい材料から形成することができる。一実施態様では、クラッド層 3 1 0 は、少なくとも一部、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) の下の区域 3 1 5 に形成された下側クラッド層（図には示していない）および少なくとも一部、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) の上の区域 3 2 0 に形成された上側クラッド層（図には示していない）を含むことができる。一実施態様では、上側クラッド層および下側クラッド層の屈折率が等しくなくてよい。例えば、上側クラッド層の屈折率が約 1 . 4 4 4 8 であり、下側クラッド層の屈折率が約 1 . 4 4 5 1 であってよい。

30

【 0 0 3 6 】

スロット 3 3 0 が、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) の末端がスロット 3 3 0 の近くになるように、クラッド層 3 1 0 の中に切り込まれている。しかし、別の実施態様では、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) の末端はスロット 3 3 0 の近くになくてもよい。例えば、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) の一部がスロット 3 3 0 の近くにあり、導波管部分 3 0 5 (1 - 2) の末端がスロット 3 3 0 から離れた位置にあってもよい。一実施態様では、スロット 3 3 0 の横縁部 3 5 0 (1 - 2) で導波管部分 3 0 5 (1 - 2) 中を伝搬する信号によるエバネッセントフィールド振幅が、ピーク値の - 4 0 d B 未満になるように、スロット 3 3 0 を切り込む。しかし、スロット 3 3 0 の正確な位置および横縁部 3 5 0 (1 - 2) における望ましいエバネッセントフィールド振幅は、設計で選択する事項である。さらに、図 3 ではスロット 3 3 0 を長方形として示してあるが、スロット 3 3 0 の幾何学的構造は、設計で、様々な幾何学的断面形状およびその長さに沿って変化する断面形状も考慮して、選択する事項である。

40

50

【 0 0 3 7 】

図 4 は、例えば図 1 A および 1 B に示す動的利得均等化フィルタ 1 0 0 を使用する光信号をフィルタ処理する代表的な方法の一実施態様を例示する。例示する実施態様の方法は、少なくとも一つの入力光信号を受け取る (4 0 0 で) ことを含む。次いで、この少なくとも一つの入力光信号を使用して第一および第二光信号を形成する (4 1 0 で)。例えば、図 1 A および 1 B に示す光カプラー 1 1 0 が、この入力光信号を使用して 2 つの信号成分 R および $j \cdot 1 - R$ を形成することができる。上で詳細に考察したように、複数の電気 - 光位相調節装置、例えば図 1 A および 1 B に示す電気 - 光位相調節装置 1 4 0 を使用して第一光信号の少なくとも一部を修正することができる (4 2 0 で)。次いで、第一光信号の少なくとも一つの修正された部分を含む第一光信号を、第二光信号と組み合わせることにより、出力光信号を形成することができる (4 3 0 で)。

10

【 0 0 3 8 】

電気 - 光位相調節装置 1 4 0 を包含する動的利得均等化フィルタ 1 0 0 の一つ以上の実施態様を使用することにより、上で詳細に考察したように、動的利得均等化フィルタ 1 0 0 の正確さ、精細さ、および制御を、例えば熱 - 光位相制御装置よりも高めることができる。例えば、多数の電気 - 光位相調節装置 1 4 0 を、単一の半導体基材上に形成された動的利得均等化フィルタ 1 0 0 中に包含することができる。電気 - 光位相調節装置 1 4 0 の位相表示の範囲を、デバイスのパワー消費をそれに対応して増加させることなく、増加することができる。動的利得均等化フィルタ 1 0 0 中を伝搬する信号の正標準モードの偏光独立性も改良することができる。

20

【 0 0 3 9 】

さらに、適応 (adaptive) フィルタ、例えば可変透過率装置 1 0 0 における将来の開発も、少なくとも部分的に、アクセスおよび都市部ネットワーク、ならびに伝達主要要素に使用するように設計された信号化の例をより一層洗練することにより、加速されると考えられる。本発明は、恐らく予見される、そして予見されない他の開発と連係して、これらの用途範囲をはるかに大きく広げることができよう。特に、より高度の精細さ、およびより低いパワー消費により、この手法は、アクセスおよび都市部ネットワーク、ならびに伝達主要要素における高度に機能的な組立構造に十分に採用されるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 0 】

【 図 1 A 】 動的および色彩的な可変透過率装置、例えば動的利得均等化フィルタ、の二つの代表的な実施態様を概念的に例示したものである。

【 図 1 B 】 動的および色彩的な可変透過率装置、例えば動的利得均等化フィルタ、の二つの代表的な実施態様を概念的に例示したものである。

【 図 2 】 図 1 A および 1 B に示す動的および色彩的な可変透過率装置に使用できる、複数の電気 - 光位相調節装置を概念的に例示したものである。

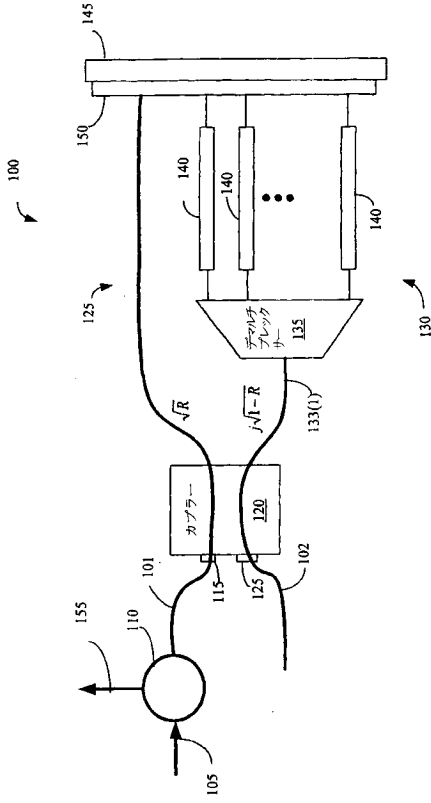
【 図 3 】 図 2 に示す電気 - 光位相調節装置の一実施態様の透視図を概念的に例示したものである。

【 図 4 】 図 1 A および 1 B に示す動的および色彩的な可変透過率装置を使用する光信号をフィルタ処理する代表的な方法の一実施態様を例示したものである。

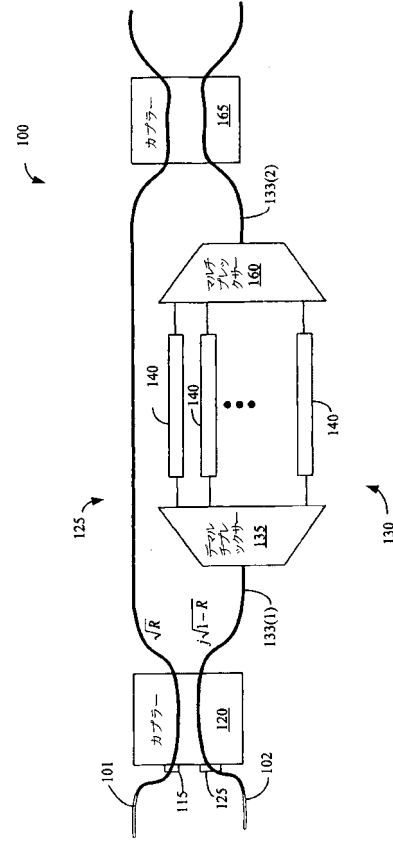
30

40

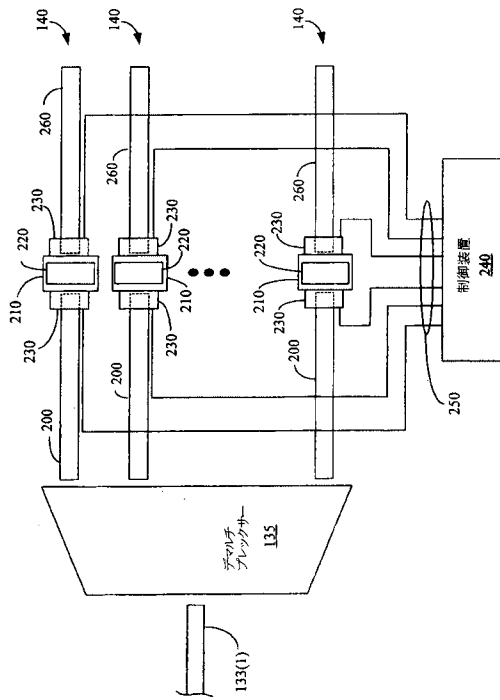
【図1A】



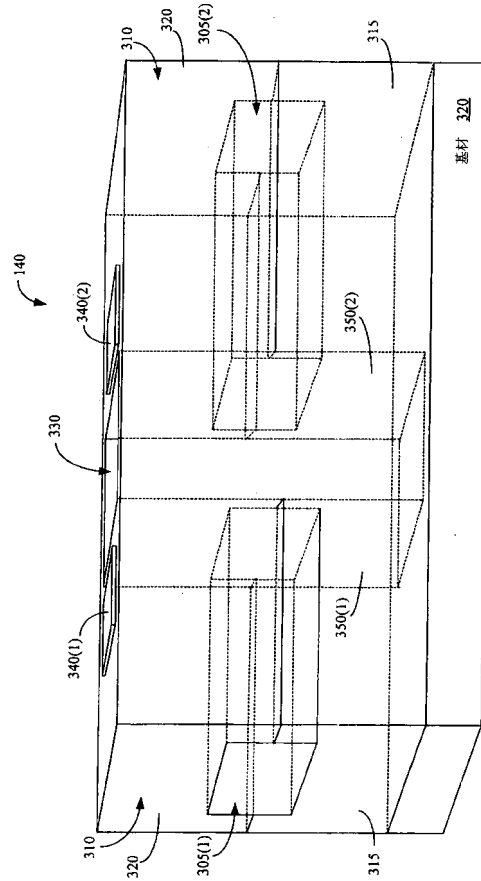
【図1B】



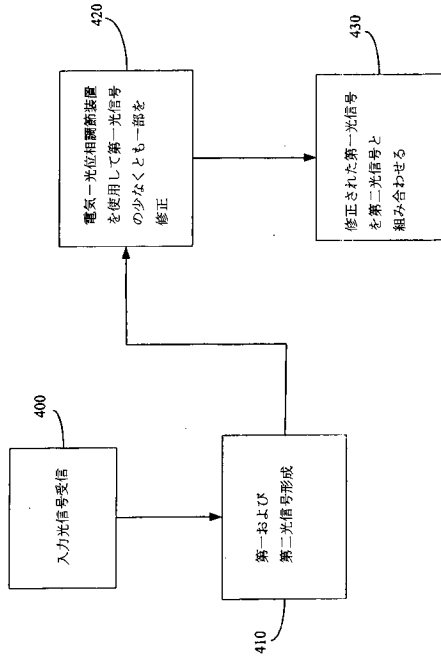
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 テリー、ビクター、クラブ
イギリス国ハートフォードシャー、ピショップズ、ストートフォード、ロバート、ワレス、クローズ、8

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特表2002-515134(JP, A)
米国特許第06212315(US, B1)
米国特許第06025943(US, A)
欧州特許出願公開第01065534(EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/01
G02F 1/061