

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成29年11月2日(2017.11.2)

【公開番号】特開2016-111108(P2016-111108A)

【公開日】平成28年6月20日(2016.6.20)

【年通号数】公開・登録公報2016-037

【出願番号】特願2014-245400(P2014-245400)

【国際特許分類】

H 01 L 31/10 (2006.01)

H 04 B 10/00 (2013.01)

G 02 B 6/12 (2006.01)

G 02 B 6/126 (2006.01)

【F I】

H 01 L 31/10 A

H 04 B 9/00 1 0 1

G 02 B 6/12 3 0 1

G 02 B 6/12 3 3 1

G 02 B 6/126

【手続補正書】

【提出日】平成29年9月25日(2017.9.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極を有する、多モード干渉計とされたフォトディテクタと、  
前記フォトディテクタの一方の端面に接続された第1の光導波路と、  
前記フォトディテクタの他方の端面に接続された第2の光導波路と  
を含む光機能素子であって、

前記第1の光導波路若しくは前記第2の光導波路又は前記第1の光導波路及び前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が複数の伝播モードの光に分離され、  
干渉しながら前記フォトディテクタ内を伝播し、当該光が光電変換されて生じた信号電荷が、前記電極から検知され、

前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第2の光導波路から物理的に離れた位置に結像し、

前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第1の光導波路から物理的に離れた位置に結像することを特徴とする光機能素子。

【請求項2】

前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記フォトディテクタの前記他方の端面における前記第2の光導波路の左右の2箇所に結像し、

前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記フォトディテクタの前記一方の端面における前記第1の光導波路の左右の2箇所に結像することを特徴とする請求項1に記載の光機能素子。

【請求項3】

前記他方の端面における前記第2の光導波路の左右の2箇所に一端が接続された第3の光導波路及び第4の光導波路と、

前記一方の端面における前記第1の光導波路の左右の2箇所に一端が接続された第5の光導波路及び第6の光導波路と

を更に含み、

前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が前記第3の光導波路及び前記第4の光導波路に結像し、

前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が前記第5の光導波路及び前記第6の光導波路に結像することを特徴とする請求項2に記載の光機能素子。

#### 【請求項4】

前記第3の光導波路の他端、前記第4の光導波路の他端、前記第5の光導波路の他端、及び前記第6の光導波路の他端に、それぞれ光吸収体が接続されていることを特徴とする請求項3に記載の光機能素子。

#### 【請求項5】

入力された光をTE偏波光とTM偏波光とに分離する光分離部と、

前記TM偏波光をTE偏波光に変換する光変換部と、

前記TE偏波光を波長に応じて分波する光分波部と、

分波された前記TE偏波光を受信する光機能素子と

を含む光受信装置であって、

前記光機能素子は、

電極を有する、多モード干渉計とされたフォトディテクタと、

前記フォトディテクタの一方の端面に接続された第1の光導波路と、

前記フォトディテクタの他方の端面に接続された第2の光導波路と

を含む光機能素子であって、

前記第1の光導波路若しくは前記第2の光導波路又は前記第1の光導波路及び前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が複数の伝播モードの光に分離され、干渉しながら前記フォトディテクタ内を伝播し、当該光が光電変換されて生じた信号電荷が、前記電極から検知され、

前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第2の光導波路から物理的に離れた位置に結像し、

前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第1の光導波路から物理的に離れた位置に結像することを特徴とする光受信装置。

#### 【請求項6】

光源と、

一端が前記光源から出射した光の入力部とされ、他端が信号光の出力部とされた光導波路と、

前記光導波路と接続された光変調器と、

前記光変調器と接続された光機能素子と

を含む光送信装置であって、

前記光機能素子は、

電極を有する、多モード干渉計とされたフォトディテクタと、

前記フォトディテクタの一方の端面に接続された第1の光導波路と、

前記フォトディテクタの他方の端面に接続された第2の光導波路と

を含む光機能素子であって、

前記第1の光導波路若しくは前記第2の光導波路又は前記第1の光導波路及び前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が複数の伝播モードの光に分離され、干渉しながら前記フォトディテクタ内を伝播し、当該光が光電変換されて生じた信号電荷が、前記電極から検知され、

前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第2の光導波路から物理的に離れた位置に結像し、

前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第1の光導波路から物理的に離れた位置に結像することを特徴とする光送信装置。

**【手続補正2】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0009**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0009】**

光機能素子の一態様は、電極を有する、多モード干渉計とされたフォトディテクタと、前記フォトディテクタの一方の端面に接続された第1の光導波路と、前記フォトディテクタの他方の端面に接続された第2の光導波路とを含む光機能素子であって、前記第1の光導波路若しくは前記第2の光導波路又は前記第1の光導波路及び前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が複数の伝播モードの光に分離され、干渉しながら前記フォトディテクタ内を伝播し、当該光が光電変換されて生じた信号電荷が、前記電極から検知され、前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第2の光導波路から物理的に離れた位置に結像し、前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第1の光導波路から物理的に離れた位置に結像する。

**【手続補正3】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0010**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0010】**

光受信装置の一態様は、入力された光をTE偏波光とTM偏波光とに分離する光分離部と、前記TM偏波光をTE偏波光に変換する光変換部と、前記TE偏波光を波長に応じて分波する光分波部と、分波された前記TE偏波光を受信する光機能素子とを含む光受信装置であって、前記光機能素子は、電極を有する、多モード干渉計とされたフォトディテクタと、前記フォトディテクタの一方の端面に接続された第1の光導波路と、前記フォトディテクタの他方の端面に接続された第2の光導波路とを含む光機能素子であって、前記第1の光導波路若しくは前記第2の光導波路又は前記第1の光導波路及び前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が複数の伝播モードの光に分離され、干渉しながら前記フォトディテクタ内を伝播し、当該光が光電変換されて生じた信号電荷が、前記電極から検知され、前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第2の光導波路から物理的に離れた位置に結像し、前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第1の光導波路から物理的に離れた位置に結像する。

**【手続補正4】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0011**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0011】**

光送信装置の一態様は、光源と、一端が前記光源から出射した光の入力部とされ、他端が信号光の出力部とされた光導波路と、前記光導波路と接続された光変調器と、前記光変調器と接続された光機能素子とを含む光送信装置であって、前記光機能素子は、電極を有する、多モード干渉計とされたフォトディテクタと、前記フォトディテクタの一方の端面に接続された第1の光導波路と、前記フォトディテクタの他方の端面に接続された第2の光導波路とを含む光機能素子であって、前記第1の光導波路若しくは前記第2の光導波路又は前記第1の光導波路及び前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が複数の伝播モードの光に分離され、干渉しながら前記フォトディテクタ内を伝播し、当該光が光電変換されて生じた信号電荷が、前記電極から検知され、前記第1の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第2の光導波路から物理的に離れた位置に結像する。

置に結像し、前記第2の光導波路から前記フォトディテクタに入力された光が、前記第1の光導波路から物理的に離れた位置に結像する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

光機能素子では、第1の光導波路2(又は第2の光導波路3)から入力された光は、フォトディテクタ1により光電変換されて信号電荷となる。この信号電荷は、一対の電極14a, 14bと、電極14cとから検知される。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

ここで、 $\lambda_0$ は真空中での信号光波長、 $n_c$ はクラッド層の屈折率、 $n_r$ はフォトディテクタ部の等価屈折率、 $\theta$ は信号光の偏波を示しており、TE偏波で1、TM偏波で0である。このとき、モード次数vの伝搬定数 $v$ は以下の式(2)で表される。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

モード間干渉による結像位置はこのLで表される。光がフォトディテクタ1の一方の端面の幅方向中央から入力されたとき、当該一方の端面から、モード間干渉による最初のN個の結像までの距離Lは以下の式(4)で表される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

本実施形態では、第1の光導波路2がフォトディテクタ1の一方の端面の幅方向中央に、第2の光導波路3がフォトディテクタ1の他方の端面の幅方向中央にそれぞれ形成されている。フォトディテクタ長を、(4)式でN=2としたときの距離Lとすることにより、第1の光導波路2からフォトディテクタ1に入力された信号光が、第2の光導波路3から物理的に離れた位置、ここではフォトディテクタ1の他方の端面における第2の光導波路3の左右の2箇所に結像する。同様に、第2の光導波路3からフォトディテクタ1に入力された信号光が、第1の光導波路2から物理的に離れた位置、ここではフォトディテクタ1の一方の端面における第1の光導波路2の左右の2箇所に結像する。(1), (4)式より、具体的には、信号光の波長が例えば1.55μmの場合、フォトディテクタ1を例えば5μm幅、34.7μm長に形成する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

**【0031】**

本実施形態においては、フォトディテクタ1はM M I型のものであるため、フォトディテクタ1に入力された信号光は、複数の伝播モードに分離され、フォトディテクタ1で吸収されて減衰しながらフォトディテクタ1内を伝播する。複数のモードに分離された信号光はフォトディテクタ1内を伝播しながらモード間干渉を起こし特定の点で結像する。本実施形態では、第1の光導波路2からフォトディテクタ1に入力された信号光が第2の光導波路3から物理的に離れた位置に結像し、第1の光導波路2と対向する第2の光導波路3には結像しない。同様に、第2の光導波路3からフォトディテクタ1に入力された信号光が第1の光導波路2から物理的に離れた位置に結像し、第2の光導波路3と対向する第1の光導波路2には結像しない。結像した光は、その一部がフォトディテクタ1内で反射したり、フォトディテクタ1の一方の端面から外部へ透過したりするが、当該光は無視しえるものである。このように、例えば(1)、(4)式の関係を満たすサイズにフォトディテクタ1を設計して結像点を制御することにより、フォトディテクタ1内で減衰しきれなかった信号光が対向する第1及び第2の光導波路2、3から離間した位置に結合し、戻り光の発生が抑制される。このことは、フォトディテクタ1の短尺化、動作帯域の改善にも繋がる。

**【手続補正10】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

**【0061】**

この光送信機では、レーザ素子41を実装する前に、光導波路42の出力部42bから検査光を導入し、光学特性検査を行う。例えば、波長可変光源からの光を検査光として、又は白色光源からの光を分光したものを検査光として導入することにより、リング光変調器43のスペクトル検査を行うことができる。本実施形態では、第1又は第2の実施形態による光機能素子40を備えており、光機能素子40のフォトディテクタ1で吸収しきれなかった信号光が光送信機の内外へ戻ることが抑制される。