

(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2010-28119

(P2010-28119A)

(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)
H O 1 S 5/026 (2006.01)	H O 1 S 5/026 6 1 0	5 F 1 7 3
H O 1 S 5/323 (2006.01)	H O 1 S 5/323	
H O 1 S 5/50 (2006.01)	H O 1 S 5/50 6 1 0	
	H O 1 S 5/50 6 3 0	

審査請求 有 請求項の数 17 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-168333 (P2009-168333)	(71) 出願人	391030332
(22) 出願日	平成21年7月17日 (2009. 7. 17)		アルカテルルーセント
(31) 優先権主張番号	08013004.0		フランス共和国、7 5 0 0 8 パリ、リュ
(32) 優先日	平成20年7月18日 (2008. 7. 18)		・ラ ボエティ 5 4
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100064447
			弁理士 岡部 正夫
		(74) 代理人	100094112
			弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100085176
			弁理士 加藤 伸晃
		(74) 代理人	100104352
			弁理士 朝日 伸光
		(74) 代理人	100128657
			弁理士 三山 勝巳

最終頁に続く

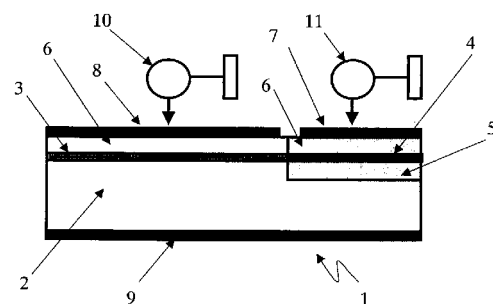
(54) 【発明の名称】 注入された光信号の偏光への感受性（感度）を除去する、または大幅に低減させるための方法およびフォトニック素子、ならびにそのようなフォトニック素子を製造する方法。

(57) 【要約】

【課題】 注入された光信号の偏光への感受性を除去する、または大幅に低減させるための方法およびフォトニック素子、ならびにそのようなフォトニック素子を製造する方法を提供すること。

【解決手段】 2つの部分が、異なる光複屈折の屈折率の値を呈するように他方の部分の材料と異なる材料でできた一方の部分を含むフォトニック素子。これにより、第1の偏光モードのセットを第2の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる。バイアス電流またはバイアス電圧が、素子内の複屈折効果全体を制御するために使用される。素子のTEモードとTMモードとが、それらのそれぞれのスペクトル位置において一致させられるように、複屈折効果を制御するためのバイアスが実施される。こうして、素子は、入ってくるいかなる光信号の偏光に対しても非感受的にされる、または大幅に低減された感受性を呈する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 つの部分を含み、前記少なくとも 2 つの部分が、異なる光複屈折の屈折率の値を呈するように、前記少なくとも 2 つの部分のうちの 1 つが、前記少なくとも 2 つの部分のうちの他の 1 つの材料とは異なる材料でできており、これにより、注入された光信号に応答して、第 1 の偏光モードのセットを第 2 の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる、注入同期式フォトニック素子。

【請求項 2】

レーザダイオードまたは光フィルタまたは干渉計である、請求項 1 に記載のフォトニック素子。

10

【請求項 3】

注入された光信号に応答して、レーザキャビティ内で生成される全複屈折が零にまで低減される、または大幅に低減されるように、前記少なくとも 2 つの部分が、最適化された P I 利得材料の 1 つの部分と、複屈折が最適化された受動材料のもう 1 つの部分とを含む、請求項 2 に記載のレーザダイオード。

【請求項 4】

能動部が、バルク圧縮歪み材料でできている、請求項 3 に記載のレーザダイオード。

【請求項 5】

前記偏光非感受的な利得材料の構造体が、I n P 材料の緩衝層と、歪み I n G a A s P 材料の第 1 の光閉じ込め層 3 2 と、歪み I n G a A s P 材料の能動利得層と、歪み I n G a A s P の第 2 の光閉じ込め層と I n P の最上層とを含む、請求項 3 または請求項 4 に記載のレーザダイオード。

20

【請求項 6】

前記第 1 の光閉じ込め層が約 2 0 0 n m の厚さであり、前記能動利得層が約 1 2 0 n m の厚さであり、前記第 2 の光閉じ込め層が約 2 0 0 n m の厚さであり、前記最上層が約 2 0 0 n m の厚さである、請求項 5 に記載のレーザダイオード。

【請求項 7】

前記受動材料が、圧縮的に歪みを加えられたバルク構造体でできている、請求項 2 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のレーザダイオード。

【請求項 8】

前記受動材料が、I n P : B e の調整層と、I n G a A s P の歪みバルク層と、I n P : S i の最上層とを有する積層構造である、請求項 7 に記載のレーザダイオード。

30

【請求項 9】

前記 I n G a A s P 1 . 4 5 バルク層が約 4 2 0 n m の厚さを有し、前記最上層が約 2 5 0 n m の厚さを有する、請求項 8 に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 0】

変調の間のキャリア変動を低減または最小化するように構成された体積を有する変調部を含む、請求項 2 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 1】

振幅変調の間に低減されたまたは最小限の屈折率変動をもたらすように構成された、低減または最小化された位相振幅係数を有する能動材料を含む、請求項 2 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のレーザダイオード。

40

【請求項 1 2】

変調された信号のダイナミック消光比を高めるように構成されたオフキャビティ可飽和吸収体を含む、請求項 2 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の素子を含む、ファイバー・トゥ・ザ・ホーム・アクセスネットワーク内で使用するための光ネットワークユニット。

【請求項 1 4】

少なくとも 1 つの第 1 の部分を成長させるステップと、少なくとも 1 つの第 2 の部分を

50

成長させるステップとを含み、前記第 1 および第 2 の部分が、異なる光複屈折の屈折率の値を呈するように、前記少なくとも 1 つの第 1 の部分の材料が、前記少なくとも 1 つの第 2 の部分の材料とは異なり、これにより、注入された光信号に応答して、第 1 の偏光モードのセットを第 2 の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる、注入同期式フォトニック素子を製造する方法。

【請求項 15】

前記フォトニック素子が、F P L D または光フィルタまたは干渉計であり、レーザキャビティ内で生成される全複屈折が、零にまで低減される、または大幅に低減されるように、前記第 1 の部分内で最適化された P I 利得材料を成長させるステップと、前記第 2 の部分内で複屈折が最適化された受動材料を成長させるステップとを含む、請求項 14 に記載の方法。

10

【請求項 16】

少なくとも 2 つの部分を含み、前記少なくとも 2 つの部分、異なる光複屈折の屈折率の値を呈するように、前記少なくとも 2 つの部分のうちの 1 つが、前記少なくとも 2 つの部分のうちの他の 1 つの材料とは異なる材料でできており、これにより、注入された光信号に応答して、第 1 の偏光モードのセットを第 2 の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる、注入同期式フォトニック素子において偏光への感受性を低減させる方法であって、光利得を得るために電流で前記第 1 の部分にバイアスをかけるステップと、複屈折効果を制御するために電流または電圧で前記第 2 の部分にバイアスをかけるステップとを含み、前記素子の T E モードと T M モードとが、それらのそれぞれのスペクトル位置において一致させられるように、前記複屈折効果を制御するための電流または電圧の前記バイアスがかけられる方法。

20

【請求項 17】

前記複屈折効果を調整するために、バイアス条件と使用条件との間の対応を含むルックアップ・テーブルが使用される、請求項 16 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、注入同期式レーザダイオード、光フィルタ、干渉計などに限定されないが、そういったフォトニック素子に関する。

30

【背景技術】

【0002】

フォトニック素子は、光伝送および光ネットワークにおいて広く使用されている。一部のフォトニック素子は、1 つの波長を選択し、かつ / または、例えば一定の出力周波数をもたらすなどの安定性を確保するために、注入された光信号に同期させられることで動作する。このような条件下で、フォトニック素子は、その伝送または反射スペクトルにおいて、横電気 (T E) モードおよび / または横磁気 (T M) モードに対応する 1 つまたは 2 つの偏光モードのセットを示す可能性がある。したがって、これらの素子の注入同期は、素子が、それらのスペクトル内で 2 つの偏光モードを示す場合でも、入ってくる光信号の偏光の状態に依存する。

40

【0003】

そのような素子の一例は、O N U (光ネットワークユニット) として、ファイバー・トゥ・ザ・ホーム (F T T H) アクセスネットワークにおいて益々使用されている注入同期式レーザダイオードである。これらのレーザダイオードは、一般に横電気 (T E) モードで動作する。

【発明の概要】

【0004】

この説明の全体を通じて、用語「偏光非感受的」などの偏光への非感受性 (感度が極めて低い性質) に対するいかなる言及も、完全な非感受性または無視し得る偏光への感受性のいずれをも含むと理解することに留意されたい。当業者によって明らかに理解可能なよ

50

うに、実際の素子は、理想条件下で動作できないので、偏光に対する完全な、または絶対的な非感受性の状態を実現することはできず、したがって、あるレベルの感受性が常に存在可能であるが、このようなレベルは、実質的に低いので実際には無視し得ると見なすことができる。したがって、実際上は無視し得ると見なされる感受性のレベルもまた、非感受性に対するこの説明に使用される術語の範囲内、よって本発明の範囲内に含まれていると理解すべきである。このような無視し得る感受性のレベルは、使用中のフォトニック素子に応じて当業者によって定義することができる。例えば、注入同期式レーザダイオードの場合には、注入同期信号の偏光が、その初期偏光から $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ に変動する際、第2のモードの抑圧比 (SMSR) が、注入同期式レーザ発光スペクトル内で 1 dB 未満に変動する場合に、偏光非感受性 (PI) が達成されたと従来通りに定義することができる。

10

【0005】

例えばファブリ・ペロー・レーザダイオード (FP LD) などの既知のフォトニック素子の例を考慮すると、このような素子が、偏光非感受的になるためには、高出力パワーファイバ増幅器からの典型的には 30 dBm もの ASE が、ONU 内で FP LD を注入同期するために通常必要である。ASE は、一般に TE 成分を含み、これがフォトニック素子を同期させる。しかし、諸 ASE 源は、スペクトル内で通常非常に大きく、したがって、それらは、典型的には、多重化装置として働く AWG (アレイ導波路格子) を使用することによってフィルタリングされる必要がある。したがって、初期の 30 dBm のパワーの僅かな部分だけが、専用の ONU に伝送され、この一部のパワーは、(典型的には、ITU 対応の) グリッドチャネルの 1 つに集中し、ONU は、その (ITU 対応の) 周波数 (または等価的にはその波長) に同期される必要がある。

20

【0006】

注入同期は、逆多重化における損失を補償するために高パワーの EDF A が使用された場合にだけ発生する。以下は、この要件をさらに詳細に説明する簡単な例である。

【0007】

100 GHz の間隔で、1 チャネルにつき 12.5 GHz の帯域幅および 5 dB の挿入損失で、扱うべき 40 ONU に対応する市販の 40 のチャネルを備えた AWG が使用されたとすると、フィルタリングの後、30 dBm の EDF A からの分割されたパワーは 0 dBm よりも小さい。このパワーの量 (0 dBm) は、ONU に到達する前に、ファイバ内での伝搬および接続損失を経なければならない。-8 dBm のパワー割当量は、一般に、40 km の短距離アクセスシステムに対して利用可能であり、この割当量は、80 km の距離に対しては -16 dBm に低下する。

30

【0008】

もう1つの問題は、逆多重化ノードの手前に 30 dBm の光パワーの搬送を必要とする伝搬システムは、人間の目の安全性にとって非常に危険になり得ることである。このような危険を回避するために、ファイバシステムのこの部分は、A 等級のファイバシステムで典型的には作られており、このことは、比較的費用がかかるハードウェアを使用し、より厳しいメンテナンス基準を適用することを意味する。

【0009】

対照的に、分割された白色源の代わりに、レーザダイオードなどのコヒーレントな光源 (AWG が後に続く EDF A) を使用することにより、本局で発せられる 5 dBm のコヒーレントな光パワーは、AWG によって選択された後でも 0 dBm のパワー割当量を有している。たとえこのようなコヒーレントな光源が 40 個累積された場合でも、コヒーレントでない光源の場合の 30 dBm と比較して、パワーの総量は、僅か 21 dBm である。これは、約 9 dBm のパワー割当量の節約をもたらし、この節約により、伝搬システムに必要とされる安全性のレベルを等級 A から、より安価な等級 B へと至らすことができ、こうして、経営者、または一般にいかなるアクセスプロバイダに対しても設備投資の節約をもたらす。

40

【0010】

50

しかし、コヒーレントな注入方式に付随する欠点の１つは、ONU内のフォトニック構成要素が非常に偏光に感受的になることである。PI半導体光増幅器用に最適化されたバルク材料が利用可能である。しかし、既知の素子におけるPI光利得は、半導体材料によって生み出される光複屈折の効果のために、PI注入同期を達成するには十分ではない。この効果により、横電気(TE)モード光屈折率は、横磁気(TM)光屈折率とは異なるものになる。その結果、TEモードのスペクトル位置は、TMモードの位置とは通常異なる。２つのモードでのそれぞれの光屈折率におけるこのような差の結果として、フォトニック素子からの光発光スペクトルは、一般に、重畳しない２つのスペクトル・コームを呈し、したがって、偏光への感受性を引き起こす。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の実施形態は、少なくとも２つの部分を含み、該少なくとも２つの部分が、異なる光複屈折の屈折率を呈するように、該少なくとも２つの部分のうちの１つが、該少なくとも２つの部分のうちの他の１つの材料とは異なる材料でできており、これにより、注入された光信号に応答して、第１の偏光モードのセットを第２の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる、注入同期式フォトニック素子に関する。

【0012】

本発明の特定な一部の実施形態において、フォトニック素子は、FPLDまたは光フィルタ、または干渉計とすることができる。このような素子は、少なくとも２つの部分を含み得、レーザキャビティ内で生成される全複屈折が、零まで低減される、または大幅に低減されるように、１つの部分が、最適化されたPI利得材料を含み、別の部分が、複屈折が最適化された受動材料を含む。このように、光信号のTEモードは、TMモードと一致させられ、これにより、アクセスの用途に好適で偏光非感受的なIL-LDを実現することができる。

【0013】

一部の実施形態において、少なくとも１つの第１の部分で成長させるステップと、少なくとも１つの第２の部分で成長させるステップとを含み、該第１および第２の部分が、異なる光複屈折の屈折率の値を呈するように、少なくとも１つの第１の部分の材料が少なくとも１つの第２の部分の材料とは異なり、これにより、注入された光信号に応答して、第１の偏光モードのセットを第２の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる、注入同期式フォトニック素子を製造する方法が提供される。

【0014】

フォトニック素子が、FPLDまたは光フィルタ、または干渉計である、本発明の特定な一部の実施形態において、この方法は、レーザキャビティ内で生成される全複屈折が、零まで低減される、または大幅に低減されるように、第１の部分において、最適化されたPI利得材料を成長させるステップと、第２の部分において、複屈折が最適化された受動材料を成長させるステップとを含むことができる。

【0015】

本発明の一部の実施形態において、少なくとも２つの部分を含み、該少なくとも２つの部分が、異なる光複屈折の屈折率の値を呈するように、該少なくとも２つの部分のうちの１つが、該少なくとも２つの部分のうちの他の１つの材料とは異なる材料でできており、これにより、注入された光信号に応答して、第１の偏光モードのセットを第２の偏光モードのセットとは異なる速度でスペクトル空間内に移動させる、注入同期式フォトニック素子において、偏光への感受性を低減させる方法であって、光利得を得るために電流で該第１の部分にバイアスをかけるステップと、複屈折効果を制御するために電流または電圧で該第２の部分にバイアスをかけるステップとを含み、該素子のTEモードとTMモードとが、それらのそれぞれのスペクトル位置において一致させられるように、該複屈折効果を制御するための電流または電圧の該バイアスがかけられる方法が提供される。

【0016】

本発明のこれらおよび更なる特徴および利点が、以下の記載ならびに特許請求の範囲に

10

20

30

40

50

において、添付の図面の助けを借りてさらに詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】PI利得を備えた従来のFPLDによって生成されたTEモードおよびTMモードを有する光スペクトル・コームの例示の概略図である。

【図2】本発明の一部の実施形態によるFPLDの簡略化した概略断面図である。

【図3】本発明の一部の実施形態による、偏光非感受的な利得材料を備えた能動部の構造体の層の例示の概略図である。

【図4】本発明の一部の実施形態による、複屈折の受動材料を備えた受動部の構造体の層の例示の概略図である。

【図5】本発明の実施形態を実施するFPLD内で生成されたTEモードおよびTMモードを有する光スペクトル・コームの例示の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下の実施形態の例において、FPLDに対して参照がなされる。しかし、本発明は、このような実施形態に限定されず、光フィルタおよび干渉計などの他のフォトニック素子も、本明細書に請求されたように本発明の保護の範囲内にあると見なすべきであることに留意されたい。

【0019】

従来のFPLDに関してすでに上で論じたように、半導体材料によって生じた光複屈折の効果のために、横電気(TE)モードの光屈折率は、横磁気(TM)モードの光屈折率と異なり、したがって、TEモードのスペクトル位置は、TMモードの位置とは通常異なり、これにより、FPLDからの光発光スペクトルが、ほとんどの場合に重畳しない、一般に2つの偏光モードのセット(TEおよびTM)を呈するようにさせる。

【0020】

当業者によって知られているように、一般的なフォトニック導波路において、いかなる電磁場(EMF)に対しても、そこを貫通して伝搬することができる2つの横固有モードが存在する。導波路内のEMFの偏光状態は、TEまたはTMのいずれかであり、これらの2つの固有状態は直交している。いかなるサブキャビティも、入念な工学技術によって抑制される(異なる部分のインターフェース上の寄生内面反射の除去)ならば、TEモード、TMモードまたはその両方を示す伝送、反射またはレーザ発光のスペクトルは、キャビティ内部の導波路(フィルタ、干渉計またはFPレーザ)が、たとえ1つ、2つまたはさらに多くの部分で作られていようともその全体構造によるものである。

【0021】

この素子に、TEモードとTMモードの両方が可能な場合、1つの偏光モードのセットが、TE(またはTM)モードに対応するならば、第2のセットは、直交するTM(またはTE)モードに対応する。素子内に入力されているいかなる偏光された信号(FPIL-LDの場合には注入同期信号、フィルタの場合にはフィルタリングされるべき信号、ならびに干渉計の場合には解析されるべき信号)も、所与の波長で両方の固有モード(TEおよびTM)に幾何学的に射影することができる：これが、該フォトニック素子(IL-LD、フィルタまたは干渉計)の固有モードが、同じスペクトル位置でなければならない(TEモードとTMモードとが、発光、反射または伝送のスペクトルにおいて一致しなければならない)理由である。

【0022】

この効果は、複屈折の屈折率分散は最適化されないが、能動層の利得がPI最適化された、従来のFPLDからの光スペクトルを表す図1に概略的に示される。図において、X軸は波長を表し、Y軸は光パワーを表す。この図は、TEモードとTMモードのそれぞれのスペクトル位置の違いを分かりやすく理解するために、それらモードのスペクトル・コームの単なる概略図であることを目的としているので、X軸とY軸には単位が付けられていない。TEモードのコームは実線で表され、TMモードのコームは破線で表されている

10

20

30

40

50

。図中で明らかに分かるように、TEモードとTMモードは、自由スペクトル領域(FSR)の約2分の1だけ互いに隔てられている。したがって、偏光感受性を引き起こすのは、それらのスペクトル位置におけるこの隔たりである。また、図1に概略的に表されたように、TEモードは、TMモードと比較してより高いレベルの光パワーを有し、これは主に、一般的な場合では、レーザキャビティ内の実効利得が、偏光依存したままである事実による。

【0023】

図2は、本発明の一部の実施形態によるFPLD1の簡略化した概略部分断面図である。nドープされたInP基板などの任意の手頃な材料でできた基板部分2上で、最適化されたPI利得材料の構造体3を成長させる。この構造体3を、図3に関連してさらに詳細に説明する。基板2上の構造体3の成長工程は、MOVPE(有機金属気相エピタキシー)成長法、またはMBE(分子線エピタキシー)成長法などの従来の方法を使用して実施することができる。PI利得構造体3は、バルク圧縮歪みが加えられることが好ましく、これにより、広範囲のスペクトル領域にわたるPI利得を達成することが可能となる(実際、適正な歪みの量で、材料はPI利得(すなわち、TM利得と同じ値を有するTE利得)を得ることができる)。材料の成長工程は、基板2の表面全体にわたって実施されることが好ましい。

10

【0024】

次に、成長させたPI利得構造体3は、PI利得材料を部分的に除去するために、構造体の所定の領域内で部分的にエッチングされる。該所定のエッチングされた領域、すなわち、PI利得材料が無い領域は、最適化された複屈折受動材料4(話を簡単にするために、以後「受動材料」と呼ぶ)の構造体を成長させるために使用される。エッチングされた領域は、参照番号5によって特定されたドット領域により図2に概略的に示されている。

20

【0025】

受動材料の構造体4は、図4に関連してさらに詳細に説明されるように、MOVPE(有機金属気相エピタキシー)または積層層の例を使用したMBE再成長法のような従来の方法を使用して、基板2のエッチングされた領域上で成長させることができる。

【0026】

このように、FPLDには、偏光非感受的な利得材料3を含む能動部と複屈折受動材料4を含む受動部とが設けられている。この例では、能動部と受動部は互いに隣接して配置されるが、他の配置も可能である。

30

【0027】

次いで、得られた構造体は、エッチングされた溝が平坦に埋まるようにpドープされたInPの層6と、高度にドープされたInGaAsの接触層と、構造体全体を被覆するInGaAsP接触層とを成長させる更なるステップ等の素子を完成するために必要な引き続くステップで完成される。実際には、InGaAsおよびInGaAsPで高度にドープされた接触層でできた、両方の部分を被覆する共通接触層を成長させるが、これらは、話を簡単にするために、図2の図面の層6内に含まれる。この接触層の電極間ゾーンは、電極間の効果的な電氣的絶縁性をもたらすためにエッチング除去され、そこにイオンが注入される。電氣的接触層または電極7、8および9は、1つの電氣的接触層7が、複屈折受動材料4に対応する受動部上に配置され、別の電氣的接触層8が、偏光非感受的な利得材料3に対応する能動部上に配置された状態で提供される。第3の接触層9は、共通の接地接続のために使用される。このように、接触層8は、能動部用のバイアス電流を供給するために電流源10に接続することができ、接触層7は、受動部用のバイアス電流を供給するために電流源11に接続することができる。

40

【0028】

互いに異なり、独立に制御され得る2つの別個のバイアス電流を用いて、能動部は、所望の光利得をもたらすために適切な電流でバイアスすることができ、諸受動領域は、素子内の複屈折効果を制御するためにそれぞれ適切な電流でバイアスすることができ、これにより、TEモードの屈折率とTMモードの屈折率との差を打ち消し、または大幅に低減さ

50

せ、こうして、2つのモードをできる限り一致させる。

【0029】

図3は、PI利得材料3の例示の構造体をさらに詳細に示す。該構造体は、バルク圧縮歪みを加えることが好ましく、これにより、比較的広範囲のスペクトル領域にわたって、典型的にはCバンド(1530nm~1565nm)においてPI利得を達成することが可能となる。

【0030】

図3の例で分かるように、PI利得材料3の構造体は、典型的にはInP材料でできた緩衝層31と、200nmの範囲であるがこれに限定されない厚さを有する、典型的にはInGaAsP1.17分離閉じ込めヘテロ(SCH)層(光閉じ込め層)でできた層32と、120nmの範囲であるがこれに限定されない厚さを有し-0.14%の歪み率を有する、典型的にはInGaAsP1.55バルクでできた能動利得材料の層33と、200nmの範囲であるがこれに限定されない厚さを有する、典型的には歪みを加えられたInGaAsP1.17でできた第2のSCH層34と、200nmの範囲であるがこれに限定されない厚さを有する、InPの最上層35とを含むことができる。示された層の厚さは、1μm幅の導波路が使用された場合に効果的なPI利得をもたらすので、好ましい値であり、この利得2色性は、導波路構造体の2色性によって補正することができるが、2色性とは、所与の材料内の利得、損失または伝送における偏光感受性である。

【0031】

図4は、受動材料4の例示の構造体をさらに詳細に示す。この材料は、大きな複屈折を達成することができる圧縮的に歪みを加えられたバルク構造体で作られるのが好ましい。

【0032】

図4の例に示されたように、受動材料は、(Beドーパント濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である)InP:Beでできた調整層41と、約420nmの厚さであるがこれに限定されない厚さを有する(格子不整合における歪み率が+0.1%である)InGaAsP1.45バルク層42と、約250nmの厚さであるがこれに限定されない厚さを有する(Siドーパント濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である)InP:Siの最上層43とを有する積層構造とすることができる。

【0033】

上記のように、TEモードとTMモードとが一致するように、この受動部にバイアスされた電流によって複屈折を調整することができる。

【0034】

この効果は、図5に概略的に示される。この図において、FP LDからの光スペクトルは、図1と同様の様式で、(X軸とY軸上に単位を付けることなく)波長の関数としての光パワーによって表される。しかし、図5において、本発明の実施形態による最適化された能動層と最適化された受動層とを有するFP LDからの光スペクトルが概略的に表される。TEモードのコームとTMモードのコームは、グラフ上のそれらの位置が一致するので、それらは、各点線が、互いに重畳されたTEモードのコームとTMモードのコームとを含むものと理解されるべきである点線によって示される。この重畳は、複屈折の受動部のバイアス電流を微調整することによって得ることができる。したがって、TEコームとTMコームのこのような重畳の結果として、FP LDは、注入同期光信号の偏光に対して非感受的になる。

【0035】

実際に、受動部の複屈折は、構造体全体の相対的TE/TMモードの位置を補償するために使用することができる。しかし、このような補償効果は、そのスペクトル領域内および温度範囲内に時として制限される可能性がある。このような制限が発生した場合には、ルックアップ・テーブルを評価して、素子の動作中に素子を微調整するためにユーザに対して提供することができる。このようなルックアップ・テーブルは、バイアス条件(例えば、能動部のバイアス電流および受動部IPのバイアス電流)と使用条件(例えば、素子の温度および実際の同期波長)との間の対応を含むことができる。

10

20

30

40

50

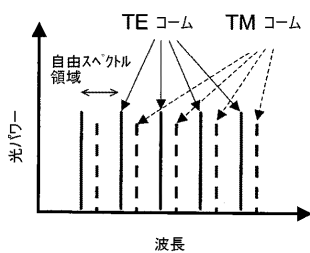
【 0 0 3 6 】

さらにまた、実際には、アップロード信号を符号化するためのP I利得部の変調により屈折率を変動させることが起きる可能性があり、これは、変調されたF P L Dの同期範囲内で偏移を引き起こし得る。その結果、O N Uは、同期信号から非同期にされることがあり、したがって、サブシステム（例えば、電子カード上に組み込まれたI L - L Dモジュール）の同期マージンを減少させる。この問題は、変調専用で、変調する間にキャリア変動を最小化にするのに十分小さい体積を有する第3の変調部をI L - L D素子上に設けることによって克服することができる。別の解決法は、振幅を変調する間に最小限の屈折率変動をもたらすために、最小化された位相振幅係数（ α_H ）、すなわち、 α_H として2未満の係数値を有する能動材料を提供する方法でもよい。さらに別の解決法は、光パワーをその飽和パワー未満で吸収し、入ってくる光パワーが飽和パワーよりも高い場合に信号全体を通過させることによって、変調された信号のダイナミック消光比を高めることができるオフキャピティ可飽和吸収体を使用する方法でもよく、こうして、レーザキャピティ内部の大きなキャリア密度変調の必要性を低減させる。

【 0 0 3 7 】

能動部の利得材料は、複屈折の屈折率の値も呈し得ることに留意されたい。しかし、異なる複屈折の屈折率の値を有する受動部のバイアス電流またはバイアス電圧を調整することによって、構造体全体でのT E / T Mモードの全体的な屈折率の差を補償することが可能になる。

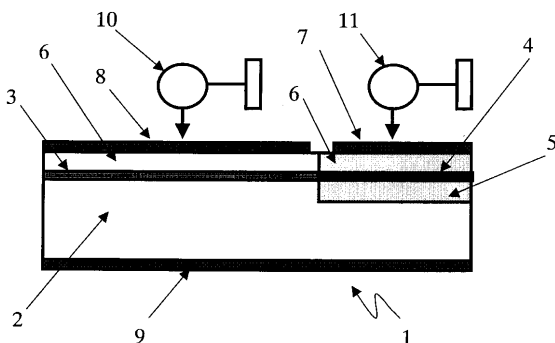
【 図 1 】



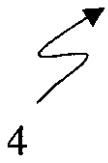
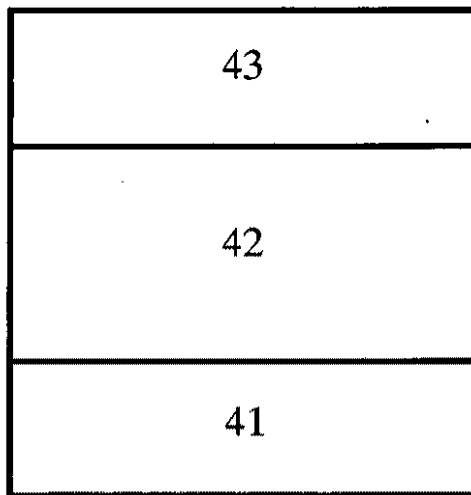
【 図 3 】

35
34
33
32
31

【 図 2 】

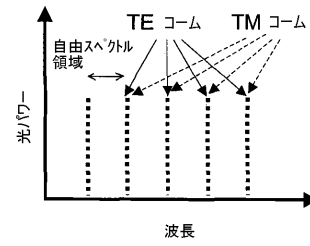


【図 4】



4

【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100160967

弁理士 ▲濱▼口 岳久

(72)発明者 アレクサンドル シェン

フランス国 9 1 7 6 7 パレイソー, ルート デパートメンタル 1 2 8, アルカテル - ルーセント フランス

(72)発明者 グアン - ファ デュアン

フランス国 9 1 7 6 7 パレイソー, ルート デパートメンタル 1 2 8, アルカテル - ルーセント フランス

F ターム(参考) 5F173 AB90 AD30 AF20 AH14 AR02 AR45 AS01 AS04 AS10 SA22
SC03 SE01 SE02 SF33 SF74 SG21 SG30