

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-503784
(P2012-503784A)

(43) 公表日 平成24年2月9日(2012.2.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G02B 6/12 (2006.01) G O 2 B 6/12 A 2 H 1 4 7

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-527791 (P2011-527791)
 (86) (22) 出願日 平成20年9月24日 (2008.9.24)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年5月11日 (2011.5.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/077542
 (87) 国際公開番号 W02010/036245
 (87) 国際公開日 平成22年4月1日 (2010.4.1)

(71) 出願人 511076424
 ヒューレット・パカード デベロップメント カンパニー エル. ピー.
 Hewlett-Packard Development Company, L.P.
 アメリカ合衆国 テキサス州 77070
 ヒューストン コンパック センタ ド
 ライブ ウェスト 11445
 (74) 代理人 110000039
 特許業務法人アイ・ピー・エス
 (72) 発明者 コルニーロビック・パーベル
 アメリカ合衆国オレゴン州 コーバリス
 エヌイーサークルブルバード1000

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光維持大コア中空導波路

(57) 【要約】

【課題】 偏光維持大コア中空導波路を提供する。

【解決手段】 偏光をガイドするシステムおよび方法が開示される。1つのシステムは、ほぼ垂直な第1の寸法602および第2の寸法606を有する大コア中空導波路600を備える。第1および第2の寸法は、導波路内で光が移動する方向に直交する。第1の寸法の長さが第2の寸法の長さよりも大幅に大きいことによって、第1の寸法とほぼ平行な電界604を有する光波が、第2の寸法とほぼ平行な電界を有する光波よりも大幅に少ない損失で導波路を伝搬することを可能にする。

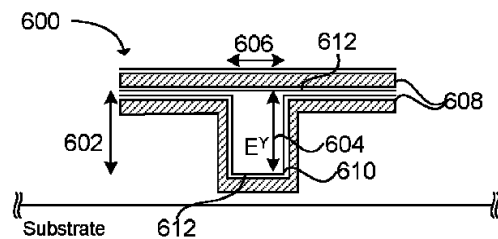


FIG. 6

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導波路内で光が移動する方向にほぼ垂直であり、直交する第 1 の寸法 (6 0 2) および第 2 の寸法 (6 0 6) を有する大コア中空導波路 (6 0 0) を備え、

前記第 1 の寸法の長さが前記第 2 の寸法の長さよりも大幅に大きいことによって、前記第 1 の寸法とほぼ平行な電界 (6 0 4) を有する光波が、前記第 2 の寸法とほぼ平行な電界を有する光波よりも大幅に少ない損失で前記導波路を伝搬することを可能にする

偏光維持フォトニックガイドシステム。

【請求項 2】

前記大コア中空導波路 (5 0 0) は、ある曲率半径で湾曲し、

前記光波は、前記曲率の面に垂直な電界 (5 0 2) によって偏光されて、前記導波路を介する前記光波の伝搬損失を低減する

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記中空導波路の内部を覆う反射性コーティング (6 0 8) をさらに備え、

前記反射性コーティングは、

クラッド層として作用し、

光が前記反射性コーティングの表面から反射されて、反射の際に生じる損失を低減することを可能にする高反射率を提供する

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 の寸法と平行な導波路内壁に適用される、第 1 の厚さを有する第 1 の誘電体コーティング (6 1 0) と、

前記第 2 の寸法と平行な導波路内壁に適用される、第 2 の厚さを有する第 2 の誘電体コーティング (6 1 2) と

をさらに備える請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 の厚さおよび前記第 2 の厚さは、前記大コア中空導波路 (6 0 0) 内を伝搬する前記光波の s 偏光および p 偏光の反射率を最大限にするように選択される

請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記中空導波路 (6 0 0) 内へと向き付けられる多重モード光ビーム 7 0 4 をコリメートして、前記多重モード光ビームを、前記中空導波路内部での前記多重モード光の反射回数を低減した形で前記中空導波路を介してガイドして、前記導波路を介する前記多重モード光ビームの損失を減少させるように構成されたコリメータ (7 2 0)

をさらに備える請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

選択された方向に電界 (6 0 4) が向き付けられるように光ビーム (7 0 4) を偏光して、偏光ビーム (7 2 8) を形成するステップ (7 2 5) と、

導波路内で前記光ビームが移動する方向にほぼ垂直な第 1 の寸法 (6 0 2) および第 2 の寸法 (6 0 6) を有する大コア中空導波路 (6 0 0) 内へと前記偏光ビームを結合するステップであって、前記第 1 の寸法 (6 0 2) の長さが前記第 2 の寸法 (6 0 6) の長さよりも大幅に大きく、前記第 1 の寸法 (6 0 2) とほぼ平行である前記電界 (6 0 4) の前記選択された方向で、前記大コア中空金属化導波路 (6 0 0) 内へと前記偏光ビーム (7 2 8) が結合されて、前記電界が前記第 2 の寸法 (6 0 6) とほぼ平行である場合よりも大幅に少ない損失で、前記偏光ビームが前記導波路を伝搬し、前記導波路から出力されて、偏光光ビームを提供することを可能にするステップと

を含む偏光ビームを伝送する方法。

【請求項 8】

ほぼ反射性のコーティング (6 0 8) を前記中空導波路 (6 0 0) の内部に適用するス

10

20

30

40

50

テップ

をさらに含み、

前記反射性コーティングは、

クラッド層として作用し、

光が前記反射性コーティングの表面から反射されて、反射の際に生じる損失を低減することを可能にする高反射率を提供する

請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 の寸法 (6 0 2) とほぼ平行な導波路内壁に第 1 の厚さを有する誘電体コーティング (6 1 0) を適用するステップと、

前記第 2 の寸法 (6 0 6) とほぼ平行な導波路内壁に第 2 の厚さを有する誘電体コーティング (6 1 2) を適用するステップと

をさらに含む請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記導波路内を伝搬する前記光波の s 偏光および p 偏光の反射率を最大限にするように、前記第 1 の厚さおよび前記第 2 の厚さを選択するステップ

をさらに含む請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記中空導波路 (6 0 0) 内へと向き付けられる多重モード光ビームをコリメートして、前記多重モード光ビーム (7 2 8) を、前記中空導波路内部での前記多重モード光の反射回数を低減した形で前記中空導波路 (6 0 0) を介してガイドして、前記導波路を介する前記多重モード光ビームの損失を減少させるように、前記偏光ビームをコリメートするステップ (7 2 0) を

さらに含む請求項 7 に記載の方法。

【請求項 12】

導波路内を伝搬する光の波長よりも大幅に大きい曲率半径を有する湾曲した大コア中空金属導波路 (5 0 0) を備え、

前記導波路が、前記導波路内で光が移動する方向にほぼ直交する面にほぼ垂直な第 1 の寸法 (5 0 4) および第 2 の寸法 (5 0 6) を有し、前記第 1 の寸法 (5 0 4) の長さが前記第 2 の寸法 (5 0 6) の長さよりも大幅に大きいことによって、前記導波路の曲率の面にほぼ垂直な電界を有する光波が、前記曲率の面とほぼ平行な電界を有する光波よりも大幅に少ない損失で前記導波路を伝搬することを可能にする

偏光のフォトニックガイドシステム。

【請求項 13】

前記中空導波路の内部を覆う反射性コーティング (6 0 8)

をさらに備え、

前記反射性コーティングは、

クラッド層として作用し、

光が前記反射性コーティングの表面から反射されて、反射の際に生じる損失を低減することを可能にする高反射率を提供する

請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記第 1 の寸法 (6 0 2) と平行な導波路内壁に適用される、第 1 の厚さを有する第 1 の誘電体コーティング (6 1 0) と、

前記第 2 の寸法 (6 0 6) と平行な導波路内壁に適用される、第 2 の厚さを有する第 2 の誘電体コーティング 6 1 2 と

をさらに備える請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記湾曲した大コア中空導波路 (5 0 0) 内へと向き付けられる多重モード光ビーム (7 0 4) をコリメートして、前記多重モードコヒーレント光ビームを、前記湾曲した大コ

10

20

30

40

50

ア中空導波路(500)内部での前記多重モードコヒーレント光の反射回数を低減した形で前記湾曲した大コア中空導波路(500)を介してガイドして、前記導波路を介する前記多重モードコヒーレント光ビームの損失を減少させるように構成されたコリメータ(720)

をさらに備える請求項12に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、偏光維持大コア中空導波路に関する。

【背景技術】

【0002】

回路基板上のコンピュータチップ速度がますます増加するにつれて、チップ間通信における通信ボトルネックはより大きな問題になってきている。

1つの有望な解決策は、光ファイバーを使用して高速コンピュータチップを相互接続するというものである。

しかし、ほとんどの回路基板は多数の層を含んでおり、1ミクロン未満の製造公差を必要とする場合が多い。

光ファイバーを物理的に設置し、それらファイバーをチップに接続することは、回路基板製造プロセスに幅広く適合させるには、精密さが低くなり過ぎ、また時間がかかり過ぎる可能性がある。

光学信号が回路基板を迂回するようにし、また回路基板間でその経路を定めるには、複雑性が著しく追加される可能性がある。

したがって、広帯域データ転送が必要とされているにも関わらず、市場性のあるチップ間の光接続は架空のものであることが分かっている。

本発明の特徴および利点は、以下の詳細な説明を、一例として本発明の特徴を全体が例証する添付図面と併せ読むことによって明白になるであろう。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、偏光維持大コア中空導波路を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の一形態は、導波路内で光が移動する方向にほぼ垂直であり、直交する第1の寸法(602)および第2の寸法(606)を有する大コア中空導波路(600)を備え、前記第1の寸法の長さが前記第2の寸法の長さよりも大幅に大きいことによって、前記第1の寸法とほぼ平行な電界(604)を有する光波が、前記第2の寸法とほぼ平行な電界を有する光波よりも大幅に少ない損失で前記導波路を伝搬することを可能にする偏光維持フォトニックガイドシステムを提供する。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1a】本発明の一実施形態による、基板によって支持されるホスト層の一例を示す図である。

【図1b】本発明の一実施形態による、図1aのホスト層に形成されたチャンネルを示す図である。

【図1c】本発明の一実施形態による、ベース部分を形成するために図1bのチャンネル上に塗布された反射性コーティングおよび保護層を示す図である。

【図1d】本発明の一実施形態による、反射性コーティングおよび保護層を有する蓋部分を示す図である。

【図1e】本発明の一実施形態による、図1cのベース部分に結合された蓋部分を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2】本発明の一実施形態による長方形の大コア中空導波路の一例を示す図である。

【図 3】様々なサイズの大コア中空導波路における光波に対する一定の伝搬損失のラインを示すグラフである。

【図 4】本発明の一実施形態による、電界が長方形の大コア中空導波路の長壁と平行に向き付けられた光ビームの一例を示す図である。

【図 5】本発明の一実施形態による湾曲した長方形の大コア中空導波路の一例を示す図である。

【図 6】本発明の一実施形態による長方形の大コア中空導波路の一例を示す図である。

【図 7 a】本発明の一実施形態によるフォトニックガイド素子を示すブロック図である。

【図 7 b】本発明の一実施形態による、2つの回路基板を相互接続するのに使用される長方形の大コア中空導波路を示す図である。

10

【図 7 c】本発明の一実施形態に従って回路基板上の電子部品を相互接続するのに使用される長方形の大コア中空導波路を示す図である。

【図 8 a】本発明の一実施形態による、反射性コーティングおよび保護層を有する長方形の大コア中空導波路の一次元アレイを示す図である。

【図 8 b】本発明の一実施形態による、反射性コーティングおよび保護層を有する長方形の大コア中空導波路の三次元アレイを示す図である。

【図 9】偏光ビームを伝送する方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0006】

20

以下、図示される例示的实施形態について説明するが、それらについて記載するのに本明細書では特定の用語を使用する。

しかしながら、本発明の範囲はそれらによって限定されるものではないことが理解されるであろう。

【0007】

回路基板上のコンピュータチップ間に光接続を形成する1つの方法は、回路基板上に形成される光導波路を使用するというものである。

リソグラフィまたは類似のプロセスを使用して回路基板上に導波路を形成することができるため、光導波路は光ファイバー通信よりも優れている場合がある。

導波路は、一般的に、ポリマーおよび/または誘電体など、光学的にほぼ透明な材料を用いて回路基板上に形成される。

30

リソグラフィまたは類似のプロセスを使用して作られる光導波路は、回路基板上に実装されない他のタイプの基板上に形成することもできる。

例えば、1つまたは複数の光導波路を有するリボンケーブルを作成するため、光導波路(1つもしくは複数)がフレキシブル基板上に形成されてもよい。

本願にて開示される光導波路は、リソグラフィまたは類似のプロセスを使用して基板上に形成される。

この手法で光導波路を形成することで、今日の多層回路基板に使用される必要な物理的公差で構築される相互接続を提供することができる。

しかし、基板上導波路を形成するためにチップおよび回路基板の製造で使用する事ができるポリマー、誘電体、および他の材料では、一般的に、光ファイバーよりも著しく損失が大きい。

40

実際、基板上導波路の損失量は、光導波路の相互接続のアクセプタンスを制限する要因の1つであった。

導波路を構築するのに使用されるポリマーは、1cm当たり0.1dBの損失を有する場合がある。

対照的に、光ファイバーの損失は1km当たり約0.1dBである。

したがって、ポリマー導波路は光ファイバーよりも数桁分大きい損失を有する場合がある。

【0008】

50

それに加えて、一般的な導波路は、通常、それらが伝える光の波長とほぼ比例する寸法を有するように製造される。

例えば、約1000nmの波長を有する光波を伝えるように構成された単一モード導波路は、指数がより高いコア領域については約1000nm~5000nm(1μm~5μm)の寸法を有し、指数がより低いクラッド領域に取り囲まれていてもよい。

多重モード導波路は、コア領域については20~60μm程度の大きな寸法を有してもよい。

単一および多重モード導波路は両方とも、コアについては約0.2~0.3の比較的高い開口数(NA)と、クラッドにおいては0.01~0.02の屈折率コントラストとを有する。

10

開口数によって発光ファイバーからのビームの開きが決まる。

したがって、NAが大きいほど、ファイバー間の分離に比例して結合が貧弱になる。

したがって、このサイズの導波路の接続は高価かつ困難である可能性がある。

【0009】

ガイドされた光ビームの分割およびタッピングも、これらの導波路を使用して達成することは困難である。

導波路を作成し接続するコストにより、ほとんどの一般的な用途におけるそれらの使用がこれまで縮小されてきた。

本発明の1つの態様によれば、他の導波路および光学素子とより簡単に相互接続し、光導波路の損失量を大幅に低減することができる安価なフォトニックガイド素子が必要とされていることが認識されている。

20

【0010】

図1a~1eは、フォトニックガイド素子を作る1つの方法を示す図である。

この光導波路は、中空コアと高反射性のクラッド層とで構成される。

これは、減衰全反射の原理に基づいて動作する。

これは、導波路のコアとクラッドとの間に形成される臨界角における全反射に依存する従来の光導波路とは異なる。

図1aは、基板104によって支持されているホスト層102を示す。

基板は多種多様なタイプの材料で構成されてもよい。

例えば、基板は、プラスチックなどの可撓性材料またはプリント回路基板材料であってもよい。

30

プラスチックまたは回路基板材料は、剛性または可撓性であるように構成することができる。

あるいは、基板は半導体で形成されてもよい。

【0011】

ホスト層102は基板材料の上に形成することができる。

ホスト層はまた、標準的なリソグラフィプロセスを使用して処理することができる、ポリマーまたは半導体材料などのタイプの可撓性材料であってもよい。

図1bに示されるように、チャンネル106をホスト層に形成することができる。

例えば、ドライエッチングプロセスを使用してチャンネルが形成されてもよい。

40

あるいは、鋳造またはスタンピングプロセスが使用されてもよい。

チャンネルの形状は、長方形、正方形、円形、または光を効率的に伝送するために使用される他の何らかの幾何学形状とすることができる。

チャンネルの高さ105および/または幅107は、フォトニックガイド素子内に向き付けられる光の波長よりも大幅に大きいことが可能である。

例えば、高さまたは幅は光の波長以上の50倍から100倍以上であってもよい。

【0012】

フォトニックガイド素子内での光の散乱を容易に低減するため、チャンネルの壁を平滑化して粗さを低減または排除することができる。

理想的には、壁に沿ったいかなる突出した形体も、光の波長よりも小さいものであるべ

50

きである。

チャンネルの壁は熱リフロープロセスを使用して平滑化することができる。

このプロセスは、チャンネルのエッチングまたはスタンピングによって残った不規則な粗い形体を大幅に低減もしくは排除することができる温度まで、ホストおよび基板材料を加熱することを伴う。

熱リフロープロセスが最適である温度は、ホスト 102 層および基板 104 層を形成するのに使用される材料のタイプに依存する。

別の可能性は、側壁の酸化と、それに続く酸化によって形成された酸化物のエッチングである。

【0013】

チャンネル内の反射率を増加させるため、クラッド層 108 (図 1c) が、ホスト層 102 のチャンネル 106 の内部を覆うために付加されてもよい。

クラッドは、理解されるように、電気めっき、無電解めっき、スパッタリング、または類似のプロセスを使用して形成することができる。

ホスト材料 102 が、ポリマーまたは低い融点を有する他の材料を含む場合、クラッドは、電気めっき、無電解めっき、スパッタリング、または熱蒸発などの低温プロセスを使用して適用されてもよい。

【0014】

クラッド 108 は、金属、誘電体、またはコヒーレント光の波長において実質的に反射性である他の材料の 1 つもしくは複数の層で構成することができる。

金属はそれらの反射率に基づいて選択することができる。

高反射性のクラッド層がチャンネルを覆うことが望ましい。

例えば、クラッド層は、銀、金、アルミニウム、プラチナ、銅、または高反射性層を形成することができる他の何らかの金属もしくは合金を使用して形成されてもよい。

ホスト材料 102 に対するクラッド法金属の接着を助けるため、チタンなどの接着層も使用されてもよい。

クラッド層はまた、蒸着プロセス中に生じることがある反射性層の粗い異常を平滑化するため、熱リフローまたは類似のプロセスを施されてもよい。

平滑な鏡面仕上げをもたらすため、電解研磨も使用されてもよい。

【0015】

フォトニックガイド素子が保護されないと、クラッド層 108 は時間の経過とともに酸化することがある。

反射性コーティングの酸化はその反射率を大幅に低減する可能性がある。

クラッド層の反射率の劣化を低減または排除するため、保護層 110 をクラッド層の上に形成してシーラントとして作用させることができる。

保護層は、コヒーレント光の波長においてほぼ透明な材料を含むことができる。

例えば、保護層は、反射性コーティングの上に気密接合を形成することができる、二酸化シリコンまたは他の何らかの材料で形成することができる。

さらに、保護層の厚さおよび指数は、損失がより大きい金属層から光ビームを分離することによって、導波路内の伝搬損失をさらに低減するように選択される。

【0016】

図 1d に示されるように、チャンネル 106、クラッド層 108、および保護層 110 は、フォトニックガイド素子のベース部分 130 を形成することができる。

蓋部分 120 は、蓋部分上の反射性コーティングを酸化から保護するように構成された、クラッド層 124 および保護層 126 と層状にされたカバー材料 122 で形成することができる。

クラッド層および保護層は、ベース部分において前述したのと同じ材料を使用して形成することができる。

あるいは、蓋部分の所望の性質に基づいて異なる材料が使用されてもよい。

【0017】

10

20

30

40

50

カバー材料は、反射性コーティングおよび保護層を受け入れるように構成された材料で形成することができる。

フォトリソグラフィ素子を可撓性にする事ができる可撓性材料が選択されてもよい。

例えば、フォトリソグラフィ素子は、電子素子または光学素子を相互接続するのに使用することができるリボンケーブルとして形成されてもよい。

【0018】

蓋部分120が形成された後、図1eに示されるように、蓋部分をベース部分130に積層または接合することができる。

蓋部分がベース部分に接合されると、大コア (large core) 中空導波路150が形成される。

大コア中空導波路は、中空導波路の内部を覆うクラッド層108を有する。

クラッド層によって、光を金属コーティングの表面から反射させて、光が導波路を介して向き付けられるときの減衰を低減することが可能になる。

【0019】

大コア中空導波路を介して光ビームを伝搬させる際の1つの課題は、特にチップ間通信において、導波路が使用する空間の量である。

一般的な大コア中空導波路は、高さおよび幅がそれぞれ約150ミクロンの断面積を有することができる。

チップサイズが縮小されるにつれて、回路カード上で大コア中空導波路によって使用される面積は相当な大きさになり得る。

それに加えて、図1eの例に示される導波路などの中空金属導波路において、特定の偏光を維持することは困難な場合がある。

多くのタイプの光学チップ部品は、特定の偏光を使用するように設計されている。

導波路を通過する間に生じる偏光の何らかの実質的な変化は、チップ部品における相当量の光学損失をもたらす場合がある。

【0020】

本発明の一実施形態によれば、図2の例示的实施形態に示されるような大コア中空導波路は、特定の偏光状態を維持するように設計することができる。

一実施形態では、光ビームの特定の偏光状態は、光波の偏光に対する中空金属導波路の第1の寸法 (dimension) (a) と第2の寸法 (b) とのアスペクト比を制御することによって維持することができる。

電磁波の伝搬の原理を簡単に概観することで、この原理を理解する助けとなり得る。

【0021】

マクスウェルの方程式によって理解できるように、電磁波は電界Eおよび磁界Hを伴って空気中を伝搬する。

電界および磁界は互いに直交し、それら両方が一般に伝搬方向に対して直交する。

電界の方向は一般的に「偏波」と称される。

例えば、電界がx軸で偏波されると言われる場合、磁界はx軸に直交するy軸に向き付けられる。

これは E^x および H^y と表すことができる。

次に、電磁波はz軸に沿って伝搬することができる。

電磁波はモードの形で伝搬することもできる。

モードはpおよびqと表すことができ、それぞれx軸およびy軸に沿ったモードプロファイルにおけるローブの数を表す。

これにより、電界がx軸にある場合にz軸に沿って移動する光波が $E^x_{p,q}$ および $H^y_{p,q}$ と表される。

最低次モードは $p = 1$ および $q = 1$ 、すなわち $E^x_{1,1}$ および $H^y_{1,1}$ である。

電界がy次元にある状態で移動する光波の場合、モードは $E^y_{p,q}$ および $H^x_{p,q}$ と表される。

【0022】

10

20

30

40

50

大コア中空導波路内の電界の伝搬損失を導き出すことができる。

空のコア ($n_{core} = 1$) では、電界が x 次元および y 次元にある場合の損失定数は次式を有する。

【0023】

【数1】

$$\alpha_{E_{pq}^X} = \frac{\lambda^2 p^2}{2a^3} \operatorname{Im} \left(\frac{n_{clad}^2}{\sqrt{1-n_{clad}^2}} \right) + \frac{\lambda^2 q^2}{2b^3} \operatorname{Im} \left(\frac{1}{\sqrt{1-n_{clad}^2}} \right);$$

$$\alpha_{E_{pq}^Y} = \frac{\lambda^2 p^2}{2a^3} \operatorname{Im} \left(\frac{1}{\sqrt{1-n_{clad}^2}} \right) + \frac{\lambda^2 q^2}{2b^3} \operatorname{Im} \left(\frac{n_{clad}^2}{\sqrt{1-n_{clad}^2}} \right),$$

10

【0024】

式中、 λ は光の波長、 n はクラッド材料の複素屈折率、 p および q は電界のモード、 a および b はそれぞれ x 方向および y 方向の導波路の寸法である。

第1項は (a) の分だけ分離された垂直壁によって引き起こされる伝搬損失を表し、第2項は (b) の分だけ分離された水平壁によって引き起こされる伝搬損失を表す。

20

次元の数は長さの逆数であることに留意されたい。

$\text{dB} / \text{長さ}$ 単位の伝搬損失は $\text{dB} / \text{長さ} = 8.686$ によって与えられる。

【0025】

分子における n^2 値は1つの次元のみと関連しているため、その次元の損失は著しく多い可能性がある。

例えば、銀のクラッドが使用される場合、 $\lambda = 850 \text{ nm}$ の波長における n^2 の値は約32である。

金または銅のクラッドが使用されると、同じ波長における n^2 の値はそれぞれ約31および29である。

$a = b$ (正方形の導波路) であり、かつ E^Y モードのとき、上述の式の2番目から推定されるように、垂直 (即ち、電界に対して平行) 壁が引き起こす損失は水平 (即ち、電界に対して垂直) 壁の約30分の1である。

30

E^X モードが使用される場合、水平壁が引き起こす損失は垂直壁の約30分の1である。

したがって、正方形の導波路の場合、電界と平行な壁が引き起こす伝搬損失は電界に垂直な壁よりも大幅に少ない。

【0026】

結果として、損失は導波路パラメータの変化に対して異なる感度を有する。

即ち、垂直に偏波された E^Y モードが使用される時、垂直壁間の距離 (パラメータ a) の変化に伴う損失量の変化は比較的少ない。

40

しかし、損失は水平壁間の距離 (パラメータ b) に伴ってはるかに大幅に (約30倍の率で) 変化する。

したがって、導波路寸法 (a) を大幅に低減させ、その結果として生じる、導波路寸法 (b) のわずかな増加に伴う損失量の増加を補償することができる。

低減された高さまたは幅は導波路が占める面積を減少させるので、偏光を用いた操作によって原理上はチップ上の面積の相当量を節約することができる。

【0027】

例えば、図3は、ミクロン単位で測定した幅 (a) および高さ (b) を有する導波路のサイズに対する一定損失のラインを示すグラフである。

この例における一定損失のラインは $0.0015 \text{ dB} / \text{cm}$ の値である。

50

正方形の導波路 302 がグラフ上にマークされて、幅および高さ 150 ミクロンを示している。

大幅に低減された幅（～65 ミクロン）と比較的小さな高さの増加（～170 ミクロン）を有する長方形の導波路 304 は、正方形の導波路とほぼ同じ伝搬損失を有することができる。

長方形の導波路の断面積は、正方形の導波路の場合の 22,500 平方ミクロンから長方形の導波路の場合の 11,050 平方ミクロンまで低減されている。

したがって、長方形の導波路の面積は正方形の導波路の 2 分の 1 未満であり、正方形の導波路を伝搬される光とほぼ類似の損失量を有する。

【0028】

一般に、 $E_{p,q}^x$ および $E_{p,q}^y$ モードタイプ両方の損失は同じスケーリング則に従う。

損失は光の波長の二乗に比例して増加し、導波路寸法の三乗に反比例して低減される（伝搬損失） \sim （ $\lambda^2 / (\text{導波路寸法})^3$ ）。

しかし、損失に対する第 1 の導波路寸法および第 2 の導波路寸法（幅および高さ）の寄与は不均等である。

所与のモードタイプ（固定の偏波）の場合、電界と平行な壁による損失は比較的小さいが、電界に垂直な壁による損失は比較的大きい。

上述したように、2 つの損失タイプの比は n_{clad}^2 の絶対値付近である。

したがって、電界と平行な壁は比較的低損失の壁と見なすことができ、電界に垂直な壁は比較的高損失の壁と見なすことができる。

このことは、電界 E を有する大コア中空導波路を示す図 4 に概略的に示される。

電界と平行な導波路の壁の損失は電界に垂直な壁よりも大幅に低い。

したがって、長方形の導波路を使用すると、損失を最小限に抑えるため、電界が導波路の長壁と平行な方向にある状態で電磁波を伝搬させることができる。

【0029】

赤外光または可視光のビームなど、長方形の大コア中空導波路内を伝搬される電磁波は、電界の垂直方向の損失が平行方向に対して大幅に大きくなる。

これによって、ビームが導波路を移動するにつれて平行方向で大きく偏光される。

実質的に不規則に偏光されるビームを長方形の大コア中空導波路を介して伝送することによって、導波路の長壁に垂直なビームにおける電磁波の損失が比較的高くなる。

既に長壁に平行に偏光されているビームは、比較的低い損失量で導波路を移動する際にその偏光が維持される。

これによって、特定のタイプの偏光に依存する光学部品を通信アーキテクチャに使用することが可能になる。

【0030】

偏光および非対称の長方形の導波路を用いた操作によってさらなる利益を付加することができる。

長方形の導波路の一次元は、全体の吸収損失に影響を及ぼすことなく著しく低減させることができる。

これによって、コンピュータ回路ボードおよび / またはコンピュータチップ上の面積の相当量を節約することができる。

導波路の幅を低減し、その高さを増加させることによって、回路基板で使用される全体面積が低減され、それによってより小さな回路基板を使用することが可能になる。

【0031】

伝搬損失は平行な壁と垂直の壁とで異なるので、異なるタイプの誘電体コーティングを壁に使用することが有益な場合がある。

例えば、第 1 のタイプの誘電体コーティングは、導波路を介して伝搬される光の電界と平行な導波路壁に使用されてもよい。

第 2 のタイプの誘電体コーティングは、電界に垂直な壁に使用することができる。

10

20

30

40

50

誘電体コーティングによって、電界を金属クラッドに侵入させて所望に応じて侵入を最大化あるいは最小化することを可能にする、2つの波の間の付加的なインターフェースがもたらされる。

誘電体コーティングの最適な厚さは、導波路を伝搬する光波の s 偏光および p 偏光の反射率を最大限にするように選択することができる。

【0032】

堅牢な通信アーキテクチャを構築するためには、直線セグメントにおける低い伝搬損失は一般的に不十分である。

チップと基板との間で光学信号の経路を定める目的で、湾曲した導波路セグメントを介して所望の伝送を得ることが必要なことがある。

これらの湾曲したセグメントを使用して、導波路に屈曲を形成することができる。

曲率半径 R を有する大コア中空導波路 500 の例示的实施形態が図 5 に示される。

直線の導波路と同様に、湾曲した導波路は、第 1 の寸法 504 とそれよりも大幅に大きい第 2 の寸法 506 を含むことができる。

導波路の曲率半径 R と伝搬されるビームの波長 λ の比が 1 よりもはるかに大きい場合 ($R/\lambda \gg 1$)、電界 502 が屈曲面に対して垂直である光ビームの最低次モードについての伝搬損失の解を、いくつかの近次式を用いて分析的に求めて、次の結果を得ることができる。

【0033】

【数 2】

$$\alpha_{E_{11}^Z} = \frac{1}{R} \operatorname{Im} \left(\sqrt{\frac{n_{core}^2}{n_{core}^2 - n_{clad}^2}} \right) = \frac{1}{R} \operatorname{Im} \left(\sqrt{\frac{1}{1 - n_{clad}^2}} \right).$$

【0034】

例えば、銀のクラッドを有し、波長 850 nm の光ビームを伝搬する大コア中空導波路を使用すると ($n_{clad} = 0.152 + i \times 5.678$)、損失は次式のとおりである。

【0035】

【数 3】

$$\alpha_{E_{11}^Z} = (0.039/R) \text{ dB/cm}$$

【0036】

式中、半径 R はセンチメートル単位で測定される。

したがって、損失 α は単位長さ当たりの損失であり、屈曲半径に反比例する。

ほとんどの幾何学形状の場合、屈曲の線形長さは半径に比例する。

その結果、大コア中空金属導波路において、1つの屈曲当たりの合計損失は屈曲半径にはほぼ依存しない。

銀コーティングした導波路における E_{11}^Z モードでは、電界が屈曲面に垂直な場合、90°の屈曲を通過した後の合計損失は約 0.06 dB である。

図 5 中の例示的図面では、屈曲面は湾曲した導波路の床 507 (または天井) と平行な面である。

したがって、偏光波の電界 502 は湾曲した導波路の床および天井に垂直である。

【0037】

10

20

30

40

50

E^rモードでは、電界は動径座標に沿っている。

換言すれば、屈曲面と平行（床507に垂直）である。

電界が屈曲面と平行である光ビームの最低次モードについての伝搬損失の解を、いくつかの近次式を用いて分析的に求めて、次の結果を得ることができる。

【0038】

【数4】

$$\alpha_{E_{11}^r} = \frac{1}{R} \operatorname{Im} \left(\frac{n_{clad}^2}{n_{core}^2} \sqrt{\frac{n_{core}^2}{n_{core}^2 - n_{clad}^2}} \right) = \frac{1}{R} \operatorname{Im} \left(\frac{n_{clad}^2}{\sqrt{1 - n_{clad}^2}} \right) \quad 10$$

【0039】

電界が屈曲面と平行であるこの損失係数は、概して、E^zモードの場合よりも大きい n_{clad}^2 の因数である。

したがって、直線の導波路を光ビームが伝搬する場合と同様に、電界が導波路壁（この場合、伝搬損失の大半に関与する外側の湾曲壁）に垂直である伝搬における損失は、電界が壁と平行である伝搬よりもはるかに大きくなる。

850nmの銀のクラッドの場合、次式のとおりである。

【0040】

【数5】

$$\alpha_{E_{11}^r} = (1.34/R) \text{dB/cm} \quad 20$$

【0041】

式中、半径Rはセンチメートル単位で測定される。

90°の屈曲の合計吸収損失は約2.1dBである。

これらの損失は理論下限値であることに留意されたい。

実際には、側壁の散乱および他の効果と関連する付加的な損失もある。

しかし、全体損失は一般的にこれらの理論値以上である。

【0042】

したがって、大コア中空金属化導波路に90°の屈曲を5つ含む通信アーキテクチャの場合、電界が屈曲面に垂直である偏光ビームは約 $0.06 \times 5 = 0.3$ dBの損失を有する。

電界が屈曲面と平行である偏光ビームの場合、損失は約 $2.1 \times 5 = 10.5$ dBである。

後者の損失量は、一般に、低出力レーザーまたは発光ダイオードを使用して通信するチップ間通信において保持することができない。

したがって、大コア中空導波路を介して伝送される偏光スクランブルビームによって、屈曲面と平行な電界が大幅に損失した光ビームがもたらされる。

したがって、屈曲を有する大コア中空導波路を使用するとき、図5に示されるように、屈曲面にほぼ垂直な偏光を使用して損失を制限することが有益である。

円筒座標、 r 、および z を使用して、円筒座標系の軸線が示される。

【0043】

導波路の屈曲を介する一般的な伝搬損失と直線の導波路における一般的な伝搬損失との比は、およそ、 $(\text{導波路幅})^3 / (\text{波長})^2 / (\text{曲率半径})$ である。

導波路幅約100マイクロメートル、波長約1マイクロメートル、および半径約10, 50

000マイクロメートル(1cm)の場合、比は約100である。

したがって、屈曲損失は直線損失の約2倍程度である。

したがって、大コア中空金属化導波路の屈曲の数を制限することで、通信アーキテクチャの損失量は相当量減少する。

しかし、湾曲が必要なとき、光ビームが導波路の屈曲面に垂直な電界偏波を有する長方形の導波路を使用することで、損失を最小限に抑えることができる。

【0044】

長方形の導波路で利用可能なより低い損失および偏光の維持を利用するため、図6に示されるように、非常に長い第1の次元(dimension)602を有する大コア中空金属化導波路600が形成されてもよい。

第2の次元606は第1の次元に対して相対的に垂直であることができる。

ほぼ直線の導波路の場合、偏光を使用して、電界 E^y 604が導波路の細長い次元602とほぼ平行である偏光ビームを伝送することができる。

湾曲した導波路の場合、電界が屈曲面に垂直である E^z 偏光ビームを湾曲した導波路を介して向き付けることができる。

【0045】

導波路600の第1および第2の次元は、導波路内で光が移動する方向に直交することができる。

電界が第1の次元とほぼ平行な光波が、第2の次元とほぼ平行な電界を有する光波よりも大幅に少ない損失で導波路を伝搬できるようにするため、第1の次元602に沿った導波路壁の長さは、第2の次元606に沿った導波路壁の長さよりも大幅に大きくすることが可能である。

例えば、1つの例示的实施形態では、導波路の第1の次元の細長い壁は約170マイクロメートルの長さを有することができる。

第2の次元の壁は約65マイクロメートルの長さを有することができる。

この例では、導波路を介して移動する光ビームの伝搬損失は、導波路の第1の次元の三乗の逆数に応じて減少する。

【0046】

電界と平行な壁の誘電体コーティング610は、選択された厚さでクラッド608の上に付加することができる。

誘電体コーティング612も、第2の次元606に対する壁上で、選択された厚さでクラッドの上に付加することができる。

クラッドの厚さは、電磁波がクラッドと相互作用する際の損失を最小限に抑えるように選択することができる。

【0047】

図7aは、長方形の大コア金属化中空導波路600を含むフォトニックガイド素子のブロック図を示す。

フォトニックガイド素子は光源710に結合することができる。

光源は、発光ダイオード、レーザー、または光ビーム704を放射するように動作可能な他のタイプの発光素子であることができる。

単一モードレーザーは多重モードレーザーよりも大幅に高価な場合がある。

したがって、多重モードレーザーを光源として使用することで、システム全体のコストを大幅に低減することができる。

しかし、多重モードレーザーを使用することの1つの欠点は、レーザー光の相当な部分が、光が放射される方向に対してかなり大きな角度でレーザーから放射される場合がある点である。

レーザー光線の高次モードは、レーザーから光が放射されるよりも大きな角度に相当する。

大角度で放射される光は、大コア中空導波路600内でより多数回反射することになる。

10

20

30

40

50

反射の数が多いほど、導波路内でより多量の光が減衰する。

したがって、高次モードは導波路内で大幅に減衰することがある。

【0048】

反射面を有する中空導波路は固体導波路とは異なるように動作する。

中空導波路は、光ファイバーなどの固体導波路で一般的に起こるように、全反射ではなく反射層（1つまたは複数）からの反射によって光をガイドする。

理解されるように、中空導波路内の光は、全反射に必要な角度よりも小さい角度で反射されることがある。

【0049】

光源710から放射される高次モードの減衰を克服するため、光源からの光ビーム704の経路内にコリメータ720を配置することができる。

一実施形態では、光源は多重モードレーザーであってもよい。

多重モード光を放射するように動作可能な他のタイプの光エミッタも使用されてもよい。

コリメータは、反射防止コーティングを有するボールレンズなどのコリメーティングレンズであることができる。

コリメータは、光源から放射された多重モードビームが大コア中空導波路600に入る前に平行ビームへとコリメートするように構成される。

コリメータは、発生するほぼあらゆる反射が、一般的に導波路壁に対して比較的浅い角度になるようにし、それによって導波路内の反射の数を最小限に抑え、したがって、中空導波路内の光の減衰を低減する。

その結果、中空導波路内で伝搬する低損失モードは非常に小さい開口数を有する。

この性質によって、余分な損失をほとんど伴わずに光学スプリッタをこれらの導波路に挿入することができる。

【0050】

光ビーム704を偏光するのに偏光子725を使用することができる。

例えば、偏光子およびコリメータ720を使用して、長方形の導波路の長い寸法と平行な偏光 E^y を有する、偏光された多重モード光ビーム728を形成することができる。

波長850nmのビームを、0.001dB/cm程度の損失で、反射性コーティングを有する長方形の大コア導波路を介して伝送することができる。

コリメーティングレンズを使用して、多重モードコヒーレント光が大コア導波路を通るように向き付けることで、フォトニックガイド素子全体のコストを大幅に低減することもできる。

多重モードレーザーはそれらの単一モードの等価物よりも大幅に安価である。

【0051】

したがって、導波路内に向き付けられた多重モードコヒーレント光をコリメートするように構成されたコリメータに内部反射面が結合された、長方形の大コア中空金属化導波路を備えるフォトニックガイド素子は、部品を1つまたは複数のプリント回路基板上で相互接続するための比較的安価で低損失の手段としての役割を果たすことができる。

ガイド素子が低損失であることによって、それら素子を、電子回路類を光学的に相互接続するなど、より一般的に汎用製品に使用されるものに行うことができる。

【0052】

電子回路類は、回路群から伝送される電気信号が光学信号に、またはその逆に変換される電気回路類を含むことができる。

変換の必要なく光学信号を使用して直接通信することができる、光学回路類も使用することができる。

光学回路類は、所望のタイプの偏光を提供するように設計された光学部品を含んでもよい。

長方形の大コア中空金属化導波路を使用して、ビームが回路基板上の1つの部品から別の部品へと向き付けられる際に所望の偏光を維持することができる。

10

20

30

40

50

電子および光学回路類は単一の回路基板上に収められてもよい。

あるいは、電子および光学回路類は2つ以上の別個の回路基板上に位置してもよく、導波路を使用して基板を相互接続することができる。

傾斜させた半反射面を使用することによって、これらの導波路からの光学信号をタッピングし、向き付けることも比較的簡単である。

従来の導波路は開口数がより大きいため、これは従来の導波路の場合の方がむしろ困難である。

【0053】

例えば、図7bは、内部反射面を有する長方形の大コア中空導波路600を示す。

中空導波路は2つの回路基板740を光学的に結合するのに使用される。

上述したように、中空導波路のサイズが比較的大きいことによって、基板間で導波路を相互接続するコストを低減することができる。

導波路内の反射面は損失を低減して、コヒーレント光の低出力信号を、導波路を介して隣接した回路基板に伝送することができる。

回路基板の一方または両方の上に位置する安価な多重モードレーザーまたは他のタイプの発光素子を使用して、光を伝送することができる。

コリメーティングレンズを回路基板の一方または両方に含め、導波路に光学的に結合することができる。

コリメーティングレンズは、複数回の反射によって引き起こされる光の高次モードの損失を低減することができる。

長方形の導波路を使用することによって、損失をさらに低減し、第1の回路基板からの偏光ビームを維持し、第2の回路基板へと通信することができる。

長方形の中空導波路600の相互接続は、製造プロセスにおいて基板間に結合されるように構成されてもよい。

あるいは、中空導波路は、基板の製造後に基板に接続することができるコネクタおよび/またはケーブルとして形成されてもよい。

【0054】

内部反射面を有する中空導波路600は、また、図7cに示されるように、単一の回路基板740上の電子部品745を相互接続するのに使用されてもよい。

上述したように、導波路の長方形の寸法によって、回路基板上で導波路用に使用される面積を低減し、最小限の損失で偏光ビームを通信することができる。

光学または電子部品は、偏光ビームを1つの導波路から別の導波路へと向け直すのに使用してもよい。

あるいは、90°の湾曲部748など、導波路の湾曲部を使用することができる。

一実施形態では、湾曲部は、光の波長よりも大幅に大きい曲線半径を有することができる。

湾曲した導波路を介して伝送される光ビームは、湾曲の面に垂直な方向の電界で偏光して、損失を最小限に抑えることができる。

【0055】

長方形の金属化大コア中空導波路はまた、複数の信号を向き付けられるようにするため、アレイ状に形成することができる。

例えば、図8aは、長方形の中空導波路830の一次元のアレイ800を示す。

上述したように、各導波路はクラッド層802を含むことができる。

クラッド層は、酸化を低減するため、保護層804でコーティングすることができる。

あるいは、保護層は、クラッド層における光ビームの吸収を低減するのに使用される誘電体層であってもよい。

導波路のアレイは、基板またはホスト材料808上に構築することができる。

一実施形態では、長方形の導波路のより長い寸法810は、導波路によって使用されるホスト材料上の面積を最小限に抑えるため、基板またはホスト材料から離れる方向に向き付けることができる。

10

20

30

40

50

光学信号の偏光モードは、損失を最小限に抑え、かつ導波路を介する偏光モードを維持するように選択することができる。

上述したように、長軸 810 と平行な電界を有する偏光モードを使用して、損失を最小限に抑え、かつ導波路を介する光学信号の偏光を維持することができる。

【0056】

図 8 b は、回路基板に結合された中空導波路 830 のアレイ 800 を示す。

回路基板は、アレイの各中空導波路を取り付けることができる基板 808 (図 8 a) として作用することができる。

一実施形態では、回路基板は光学バックプレーン 825 として構成することができる。

上述したように、コリメータを使用して、多重モードコヒーレント光を導波路それぞれに向き付けることができる。

光学スプリッタなどの結合素子 822 は、ガイドされた多重モードコヒーレント光ビームの少なくとも一部分を、選択された位置で導波路外へと向き付けるように構成することができる。

例えば、図 8 b に示されるように、結合素子を使用して、中空導波路内のコヒーレント光の少なくとも一部分を、回路基板の面外にある光学的に結合された大コア中空導波路 824 へと向けなおすことができる。

光学的に結合された導波路はバックプレーンに直交してもよいが、実質的にあらゆる角度が使用されてもよい。

【0057】

多重モードコヒーレント光を回路基板の面外に向けなおすことによって、ドーターボード 820 などの複数の回路カードをバックプレーン 825 に光学的に結合することが可能になる。

コヒーレント光信号上で符号化される高データ率の情報を、バックプレーンから複数のドーターボードへと向けなおすか、または分配することができる。

【0058】

反射性の内部コーティングを有する長方形の大コア中空導波路によって、高データ率の情報を複数の異なる基板へと伝送することが可能になる。

中空導波路の損失が低いことによって、図 8 b に示されるように、単一の光学信号の経路を他の複数の導波路内へと定めることが可能になる。

各導波路を介してガイドされる多重モードコヒーレント光ビームは、毎秒数十ギガビット以上の転送率でデータを運ぶことができる。

モードの指数はほぼ一貫しているので、光ビームは本質的に光の速度で伝搬し、結果として伝搬遅延はほぼ最小限になる。

中空導波路によって可能になる光接続によって、チップと回路基板との間のスループットを大幅に増加させるための安価な手段がもたらされる。

長方形の導波路を使用することによって、偏光された信号を維持し、回路基板上の導波路によって使用される面積を低減することが可能になるとともに、光学信号伝搬における大幅に低い損失が維持される。

【0059】

別の実施形態では、図 9 のフローチャートに示されるような、偏光ビームを伝送する方法が開示される。

この方法は、光ビームを偏光して、電界を選択された方向に向き付けて偏光ビームを形成する動作 910 を含む。

付加的な動作 920 は偏光ビームを大コア中空金属化導波路に結合する。

導波路は、導波路内におけるビームの移動方向にほぼ垂直な第 1 および第 2 の寸法を有する。

第 1 の寸法の長さは第 2 の寸法の長さよりも大幅に大きい。

偏光ビームは、電界の選択された方向が第 1 の寸法とほぼ平行である、大コア中空金属化導波路内へと結合されて、電界が第 2 の寸法とほぼ平行である場合に比べて大幅に少な

10

20

30

40

50

い損失で、偏光ビームを導波路に伝搬することが可能になる。

【 0 0 6 0 】

上述の実施例は、本発明の原理を1つまたは複数の特定の応用例の形で例証するものであるが、発明の権限の行使することなく、かつ本発明の原理および概念から逸脱することなく、形態、使用法、および実施の詳細において多数の修正を行うことができることが、当業者には明白となるであろう。

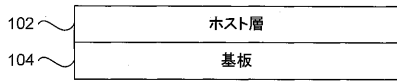
したがって、以下に示す特許請求の範囲による場合を除いて、本発明は限定されないものとする。

【符号の説明】

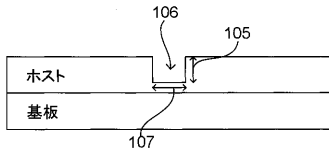
【 0 0 6 1 】

1 0 2 . . .	ホスト層 ,	
1 0 4 . . .	基板 ,	
1 0 5 . . .	チャンネルの高さ ,	
1 0 6 . . .	チャンネル ,	
1 0 7 . . .	チャンネルの幅 ,	
1 0 8 , 1 2 4 . . .	クラッド層 ,	
1 1 0 , 1 2 6 . . .	保護層 ,	
1 2 0 . . .	蓋部分 ,	
1 2 2 . . .	カバー材料 ,	
1 3 0 . . .	フォトニックガイド素子のベース部分 ,	20
1 5 0 , 5 0 0 . . .	大コア中空導波路 ,	
5 0 2 . . .	電界 ,	
5 0 4 . . .	第 1 の寸法 ,	
5 0 6 . . .	第 2 の寸法 ,	
6 0 0 . . .	大コア中空金属化導波路 ,	
6 0 2 . . .	第 1 の次元 ,	
6 0 4 . . .	電界 ,	
6 0 6 . . .	第 2 の次元、	
6 0 8 . . .	クラッド ,	
6 1 0 , 6 1 2 . . .	誘電体コーティング ,	30
7 1 0 . . .	光源 ,	
7 0 4 . . .	光ビーム ,	
7 2 0 . . .	コリメータ ,	
7 2 5 . . .	偏光子 ,	
7 2 8 . . .	偏光された多重モード光ビーム ,	
7 4 0 . . .	回路基板 ,	
7 4 5 . . .	電子部品 ,	
7 4 8 . . .	湾曲部 ,	
8 0 0 . . .	1次元のアレイ ,	
8 0 2 . . .	クラッド層 ,	40
8 0 4 . . .	保護層 ,	
8 0 8 . . .	ホスト材料 ,	
8 1 0 . . .	長方形の導波路のより長い寸法 ,	
8 2 2 . . .	結合素子 ,	
8 2 4 . . .	大コア中空導波路 ,	
8 3 0 . . .	中空導波路	

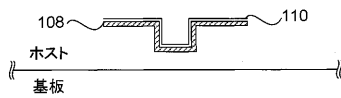
【図 1 a】



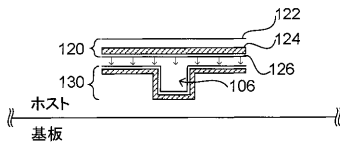
【図 1 b】



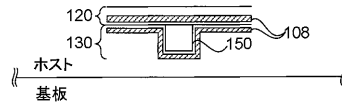
【図 1 c】



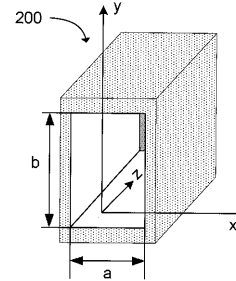
【図 1 d】



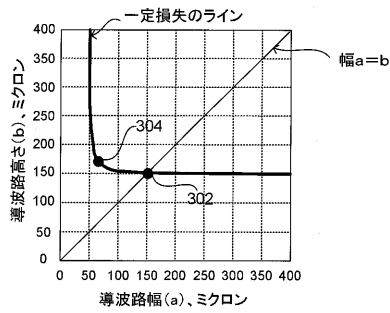
【図 1 e】



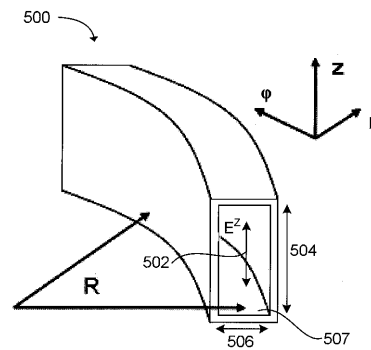
【図 2】



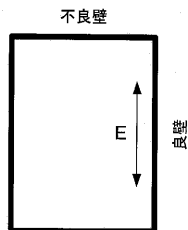
【図 3】



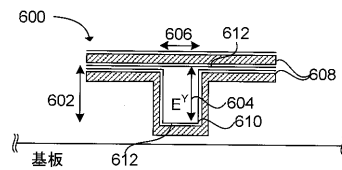
【図 5】



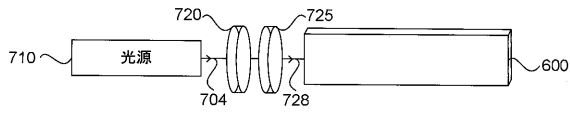
【図 4】



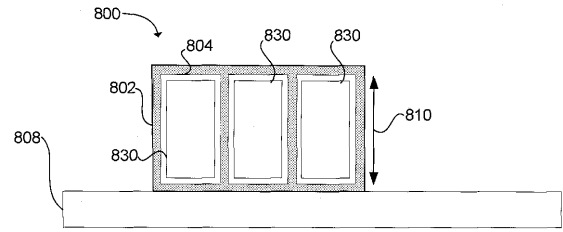
【図 6】



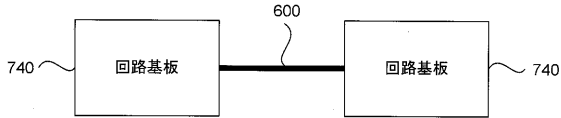
【図7a】



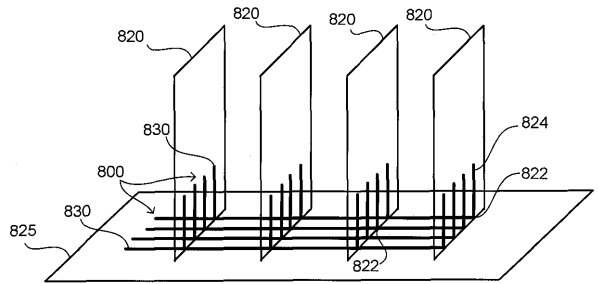
【図8a】



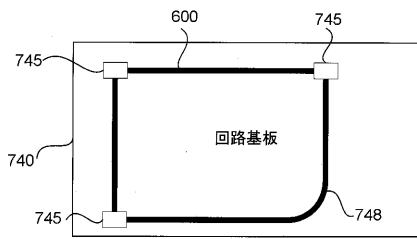
【図7b】



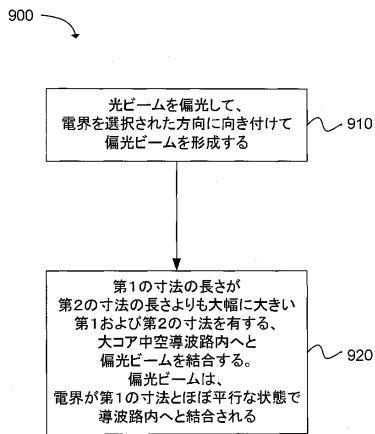
【図8b】





【図7c】



【図9】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2008/077542
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 6/13(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 8:G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models since 1975 Japanese Utility models and applications for Utility models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal), IEEEExplore		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 7113682 B2 (SFEZ) 26 September 2006 See abstract; Figure. 1; Column. 3	1-15
Y	US 4688892 A (LAAKMANN) 25 August 1987 See abstract; Figures. 1-3; Columns. 3-4	1-15
A	Jonathan P. Parry et al., Speckle contrast reduction in a large-core fiber delivering Q-switched pulses for fluid flow measurements, Applied Optics. 20 June 2006, Vol. 45, No. 18, pp. 4209-4218. See abstract; Page. 4210	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 26 FEBRUARY 2009 (26.02.2009)		Date of mailing of the international search report 26 FEBRUARY 2009 (26.02.2009)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer KANG Sung Chul Telephone No. 82-42-481-5666 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2008/077542

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7113682 B2	26.09.2006	US 2005-0047741 A1	03.03.2005
US 4688892 A	25.08.1987	AU 5479586 A CA 1268362 A1 EP 0198603 A1 JP 61-217005 A	25.09.1986 01.05.1990 22.10.1986 26.09.1986

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 2H147 BA11 CD02 CD13 DA10 EA10B EA12C EA16C EA25A FA09 FA20
FC03 FD01