

(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2005-62557
(P2005-62557A)

(43) 公開日 平成17年3月10日(2005.3.10)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/122	GO2B 6/12	2H047
HO1L 27/14	HO1L 27/15	4M118
HO1L 27/15	HO1L 27/15	5E338
HO5K 1/02	HO1L 27/15	S
	HO5K 1/02	T
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-293666 (P2003-293666)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成15年8月15日 (2003.8.15)	(74) 代理人	100086483 弁理士 加藤 一男
		(72) 発明者	内田 達朗 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2H047 KA02 KB09 LA09 MA07 PA02 PA05 PA21 PA24 QA02 QA04 QA05 4M118 AA05 AB05 BA02 EA01 FC03 FC17 FC18 GA08 GA09 GD14 GD16 HA26 5E338 AA03 AA11 BB63 BB75 BB80 CC01 CC10 CD11 EE31

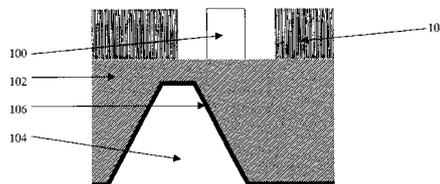
(54) 【発明の名称】 光素子装置、それを用いた二次元光導波路素子及び光電融合配線基板

(57) 【要約】

【課題】 光素子と光路変換構造体の光学的なアライメントが容易に行えて、光導波路への光結合も容易に行える光素子装置を提供することである。

【解決手段】 光路を変化させるための光路変換構造体104と光素子100とが集積された光素子装置である。光路変換構造体104が、光素子100と共に一括的なプロセスの中で準備される構成部材102を加工して形成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光路を変化させるための光路変換構造体と光素子とを備える光素子装置であって、該光路変換構造体は、該光素子が形成される構成部材を加工して構成されていることを特徴とする光素子装置。

【請求項 2】

前記構成部材は、前記光素子から或いは光素子への伝播光を吸収しない材料から成る請求項 1 記載の光素子装置。

【請求項 3】

前記構成部材は、前記光素子を形成する半導体層の成長基板である請求項 1 または 2 記載の光素子装置。 10

【請求項 4】

前記構成部材は、前記光素子を形成する半導体層の上に形成された層である請求項 1 または 2 記載の光素子装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光素子装置と、光素子から或いは光素子への光を伝播する様に光路変換構造体と光学的に結合された二次元光導波路層とを有することを特徴とする二次元光導波路素子。

【請求項 6】

複数の光素子が同一の構成部材上に配置されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光素子装置を有し、該構成部材は二次元光導波路層として構成されていることを特徴とする二次元光導波路素子。 20

【請求項 7】

前記光路変換構造体の形状が球形状、楔形形状、円錐形状、或いは多角錐形状をなしており、該光路変換構造体が発光素子である光素子からの出射光が結合するように該発光素子の近傍に形成され、該発光素子はその放射角を変化させ得る様に構成され、さらに該光路変換構造体は、これに結合した発光素子からの出射光をビーム光、或いは放射角に対応した広がり角を持つ拡散光として二次元光導波路層内部に伝播するように光路変換する請求項 5 または 6 記載の二次元光導波路素子。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光素子装置の製造方法であって、該光素子装置の構成部材に光路変換構造体を形成する工程において、反応性イオンビームが構成部材の面に対して傾斜した方向より照射されることを特徴とする光素子装置の製造方法。 30

【請求項 9】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光素子装置の製造方法であって、該光素子装置の構成部材に光路変換構造体を形成する工程において、反応性イオンビームを用いたドライエッチングを行うことを特徴とする光素子装置の製造方法。

【請求項 10】

請求項 5 乃至 7 のいずれかに記載の二次元光導波路素子を電気回路基板と電気的接続が得られるように形成した光電融合配線基板であって、該電気回路基板の信号の一部または全てを該二次元光導波路素子を用いた光信号の授受によって配線させる様に構成されたことを特徴とする光電融合配線基板。 40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光素子装置（発光素子及び受光素子の少なくとも一方を含む素子）、及びその光素子装置を用いた二次元光導波路素子、及び電気配線層と光配線層が混載された光電融合配線基板に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

今日の携帯電話や個人情報端末の急速な普及に伴い、機器の更なる小型・軽量化また高機能化が求められている。しかし、小型・軽量化また高機能化により回路基板の高速化と高集積化が進み、信号遅延、EMI (Electromagnetic Interference: 電磁干渉ノイズ) の発生などの問題への対応が急務となっている。これらの問題を解決する手段として、従来の電気配線において問題となっていた信号遅延、信号劣化、及び配線から放射される電磁干渉ノイズが克服ないし低減され、かつ高速伝送が可能である光配線技術が期待されている。この光配線の利点を用いた装置として次の様なものがある。

【0003】

1つの光回路基板では、光配線部と電気配線部を分離し、電子機器からの電圧信号により基体上に設けられた光スイッチ或いは光変調器を駆動させて前記基体上に設けられた光導波路を伝播する光を変調し、こうして電気信号を光信号に変換して伝送し、さらに前記基体或いは他の基体上に設けられた受光素子により光信号を電気信号に変換して、他の電子機器または同一の電子機器に信号を伝達する(特許文献1参照)。また、他の光導波装置においては、光導波路に対して垂直に出入射される光を効率よく結合させるために、線状のポリマー導波路に45度傾いたミラーを形成している(特許文献2参照)。

10

【特許文献1】特開平9-96746号公報

【特許文献2】特開2000-199827号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1の方法は、電気配線における問題点を光配線で補ったものであるが、光配線が伝送線路(線状のポリマー導波路)であるため、電気/光信号変換或いは光/電気信号変換を行う場所が規定されてしまう。また、上記特許文献2の方法では、端部に45度傾いたミラーを有した線状光導波路に光信号が効率よく結合するように発光素子を実装すること、及び線状光導波路を伝播してきた光信号を効率よく受光するように受光器を実装することは、高度なアライメント精度が要求され、困難である。また、線状の光導波路であるため、複数の光導波路を形成する場合には、発光素子及び受光素子の位置が制限されて設計の自由度が少ない。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題に鑑み、本出願に係る第1の発明は、光路を変化させるための光路変換構造体と光素子とを備える光素子装置であって、該光路変換構造体は、該光素子が形成される構成部材を加工して構成されていることを特徴とする。この構成では、光素子と光路変換構造体の光学的なアライメントが容易に行えて、この光素子装置の光導波路への光結合も容易に行えるようになる。すなわち、光導波路層に効率よく光を結合させるための光デバイス実装時の高精度な位置合わせは必要なく、実装を容易に行うことができる。また、光導波路として二次元光導波路層を用いることにより、電気信号を光信号に変換するための発光素子や光信号を電気信号に変換するための受光素子を有する本光素子装置の配置があまり制限されることがなくなり、かつ二次元光導波路層全域を使い柔軟に光信号伝送を再構成できる二次元光導波路素子や光電融合配線基板を容易に実現できる。

30

40

【0006】

上記基本構成に基づいて、以下の様な態様の光素子装置が可能である。

前記構成部材は、光素子(発光素子)から或いは光素子(受光素子)への伝播光を吸収しない材料から成る。また、前記光素子は、単一でも、複数でも(代表的にはアレイ状)配置され得る。また、アレイ状光素子は、発光素子、または受光素子、または発光素子と受光素子両方を有し得る。

【0007】

また、前記構成部材は、光素子を形成する半導体層の成長基板であったり、光素子を形成する半導体層の上に形成された層であったりする。後者の層は、CVDなどで形成される酸化シリコン層等であったりする。また、後者の層は、厚さなどの点であまり制限されるこ

50

とがない。光路変換構造体を、光素子を作製する際に用いた成長基板を加工することにより形成する場合、光素子の形成プロセス（半導体プロセス）で光路変換構造体を形成することにより、光素子と光路変換構造体との位置合わせがフォトリソグラフィ技術及び精度で行うことができ、結合損を容易に抑制できる。

【0008】

また、上記課題に鑑み、本出願に係る第2の発明は、二次元光導波路素子であって、上記の光素子装置と、光素子から或いは光素子へ光を伝播する様に光路変換構造体と光学的に結合された二次元光導波路層とを有することを特徴とする。或いは、複数の光素子が同一の構成部材上に配置されている上記の光素子装置を有し、構成部材は二次元光導波路層として構成されていることを特徴とする。より具体的には、光路を変化させることのできる光路変換構造体と発光部とが集積された発光素子装置と、光路を変化させることのできる光路変換構造体と受光部とが集積された受光素子装置と、発光素子装置より出射された出射光及び受光素子装置への入射光を伝播する光導波路層とを備え、前記光路変換構造体が前記発光素子装置及び前記受光素子装置の構成部材を加工することにより形成されている。前記発光素子及び受光素子と前記光路変換構造体が同一基板（同一構成部材）上に形成されている場合、発光素子から出射された光を光導波路層に光結合する際、ないしは光導波路を伝播してきた光を受光素子に結合する際には、光導波路層に効率よく光を結合させるための光デバイス実装時の高精度な位置合わせは必要なく、実装が容易である。

10

【0009】

さらに具体的には、前記光路変換構造体の形状が球形状、楔形状、円錐形状、或いは多角錐形状をなしており、該光路変換構造体が発光素子である光素子からの出射光が結合するように該発光素子の近傍に形成され、該発光素子はその放射角を変化させ得る様に構成され、さらに該光路変換構造体は、これに結合した発光素子からの出射光をビーム光、或いは放射角に対応した広がり角を持つ拡散光として二次元光導波路層内部に伝播するように光路変換する様にできる。

20

【0010】

また、上記課題に鑑み、本出願に係る第3の発明は、上記の光素子装置の製造方法であって、該光素子装置の構成部材に光路変換構造体を形成する工程において、反応性イオンビームが構成部材の面に対して傾斜した方向より照射されることを特徴とする。或いは、上記の光素子装置の製造方法であって、該光素子装置の構成部材に光路変換構造体を形成する工程において、反応性イオンビームを用いたドライエッチングを行うことを特徴とする。これらの製造方法において、前記光路変換構造体は、光素子の作製プロセスと同時的に形成することが可能であり、光路変換構造体と発光素子ないしは光路変換構造体と受光素子との位置合わせをフォトリソグラフィ技術及び精度で行うことが可能である。

30

【0011】

また、上記課題に鑑み、本出願に係る第4の発明は、上記の二次元光導波路素子を電気回路基板と電氣的接続が得られるように形成した光電融合配線基板であって、該電気回路基板の信号の一部または全てを該二次元光導波路素子を用いた光信号の授受によって配線させる様に構成されたことを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0012】

以上に説明した本発明による光路変換構造体を備える発光素子と受光素子の少なくとも一方を含む光素子装置を用いることにより、光素子を効率よく光導波路に光結合でき、また二次元光導波路層にも容易に実装が可能となる。また、本発明による光素子装置を用いた二次元光導波路素子の光信号伝送において、光信号伝送領域の再構成が容易に可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に、添付図面を参照し、実施例を挙げて本発明の実施の形態を具体的に説明する。

【実施例1】

50

【0014】

図1は実施例1による面型発光素子を含む発光素子を示した断面図である。図1において、100は発光素子装置の機能部である面型発光素子（VCSEL：Vertical Cavity Surface Emitting Laser：面発光レーザー）部、102は成長基板、104は光路変換構造体、106は光路変換構造体104の金属膜（ミラー）、及び108は半導体層である。発光素子装置の機能部である面型発光素子100と光路変換構造体106の金属膜106は、面型発光素子100より出射された光が光路変換構造体106に結合し、90度光路を変換できるような位置関係にある。

【0015】

次に、光路変換構造体を集積した発光素子装置の作製方法を説明する。図2は、光路変換構造体と集積された面型発光素子（VCSEL）の作製方法を説明する模式図である。同図において、200は半導体層、202は成長基板、204は面型発光素子、206はレジストパターン、208は光路変換構造体、及び210は金属膜（ミラー）である。

10

【0016】

まず、図2(a)に示すように、980nm帯VCSELとして機能するために必要な半導体層（DBR層、活性層、電流狭窄層など）200をMOCVD（Metalorganic Chemical Vapor Deposition：有機金属気相成長）法により成長基板202に成長する。このとき成長基板202はGaAs(100)を使用した。次に、図2(b)に示すように、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術、成膜技術などを用いてVCSEL204を形成する。次に、図2(c)に示すように、GaAs基板202を100mmまで研磨する。次に、図2(d-1)に示すように、光路変換構造体208を形成するためのレジストパターン206をフォトリソグラフィ技術により、GaAs基板202のVCSEL204が形成されている面とは反対側の面に形成する。なお、図2(d-2)は、VCSEL204が形成されている面の反対側の面からGaAs基板202を見た図である。図2(d-2)に示されるようにレジストパターン206を形成する。次に、図2(e)に示すように、 H_2SO_4 系のエッチャントを用いてウェットエッチングすることにより光路変換構造体208を形成する。このとき、[110]方向に沿って傾斜角45度の順メサが形成される（すなわち、(111)面が露出する）。次に、図2(f)に示すように、レジストパターン206を剥離後、金属膜210としてCr/Auを電子ビーム蒸着により成膜する。

20

【0017】

図2(a)～図2(f)はVCSEL204及び光路変換構造体208の部分のみを拡大して示したが、光路変換構造体を集積したVCSELは、同時にウエハに多数形成でき、図2(f)の金属膜210成膜後、ウエハをダイシング或いは劈開することにより、単一の光路変換構造体208と集積されたVCSEL204を含む発光素子装置として作製することができる。また、単一の光路変換構造体208に対して複数のVCSELを並べたアレイ状のもの、或いは各光路変換構造体208に対して各VCSELを並べたアレイ状のものであってもよい。

30

【0018】

本実施例において、面型発光素子は980nm帯VCSELを用いたが、これに限定されるものではなく、成長基板が発光波長を吸収しない（発光波長に対して透明）のであれば、1300nm帯の発光波長に対してGaAs或いはSiを成長基板として用いるなどの組み合わせであってもよい。

40

【0019】

また、本実施例では、光路変換構造体形成のために H_2SO_4 系のエッチャントを用いたが、これに限定されるものではなく、Br-メタノールなどのエッチャントであってもよい。

【0020】

また、本実施例では、ウェットエッチングにより光路変換構造体を形成したが、これに限定されるものではない。例えば、図3(a)に示すように、反応性イオンビーム300を基板面に対して傾斜させて、照射するドライエッチングをすることにより、光路変換構造体302を形成してもよい。この際、傾斜の角度は、適宜選択することができるが、好ましくは、45度とすることができる。また、レーザ加工で光路変換構造体を形成してもよい。

【0021】

50

さらには、図3(b)に示すように、光路変換構造体310を形成してもよい。すなわち、まず基板裏面に円形状の穴が形成されるようにレジスト(AZ9260)パターン304を形成する。その後、パターン304を高温でリフローすることにより、エッジのなまったレジストパターン306を形成する。続いて、反応性イオンビーム308を基板面に対して垂直に照射し、ドライエッチングを行う。その結果、レジストの後退により、半球状の光路変換構造体310が形成される。

【0022】

また、本実施例では、光路変換構造体の形として、傾斜角45度形状の楔形を示したが、これに限定されるものではなく、円錐形状、多角錐形状、半球形状(図3(b)参照)などであってもよい。これにより、面型発光素子(VCSEL)からの出射光の光路変換構造体への結合の仕方により、出射光を拡散光或いは指向性を持った光として伝播させられる。

10

【0023】

また、本実施例では、VCSELを形成してから光路変換構造体を形成したが、光路変換構造体を先に形成してからVCSELを形成してもよい。

【0024】

さらに、図4(a)に示すように、傾斜角45度である順メサ光路変換構造体400の二つの斜面に、二つのVCSEL402、404からそれぞれ出射されたレーザー光406,408が結合するように、二つのVCSELを同時に形成してもよい。このように配置することで、同一の信号を二方向に伝播したり、或いは異なる信号を二方向に伝播したりすることができる。また、図4(b)に示すように、VCSEL410より出射される放射角の大きいレーザー光412が光路変換構造体414全域に結合するように配置することで、レーザー光をより広い範囲に伝播することもできる。

20

【0025】

ここまで発光素子について述べたが、基本的に受光素子についても同様である。光路変換構造体500と同じ或いはそれ以上の大きさの受光面を有した受光素子502を、図5に示すような位置関係で作製することにより、光路変換構造体500に結合した伝播光を光路変換させ受光することができる。図5(a)に示すように、楔形形状の光路変換構造体500を用いることにより、二つの方向から伝播してきた光を受光することができる。また、図5(b)に示すように、半球状の光路変換構造体500を用いることで、あらゆる方向から伝播してきた光を受光することができる。

【実施例2】

30

【0026】

図6は、本発明による光路変換構造体と集積された面型発光素子装置と受光素子装置を用いた二次元光導波路素子を示した断面図である。図6において、600は面型発光素子(VCSEL)、602、612は成長基板、604、614は光路変換構造体、606、616は金属膜(ミラー)、608、618は半導体層、610は受光素子、620は第1のクラッド層、622はコア層、624は第2のクラッド層、及び626はレーザー光である。二次元光導波路は、屈折率の異なる材料の組み合わせによりコア層622とそれを挟む第1及び第2のクラッド層620、624より構成される。本実施例においては、コア層622に屈折率1.59のZ型ポリカーボネート(PCZ)50mmを用い、第1のクラッド層620として屈折率1.53のガラス基板、第2のクラッド層624として屈折率1.53のノルボルネン樹脂(アトロン)15mmを用いた。

40

【0027】

本実施例においては、光路変換構造体604と集積された面型発光素子600として980nm帯VCSELを用い、二次元導波路に埋め込むように実装を行っている。このとき、VCSELの成長基板602に光路変換構造体604を形成しているため、コア層622への結合損が小さく、かつ位置合わせ不要の実装が可能となる。同様に、光路変換構造体614と集積された受光素子も、コア層622を伝播してきたレーザー光626を小さい結合損で受光素子610へ結合でき、かつ実装が容易である。VCSEL600より出射されたレーザー光626は、光路変換構造体604の金属膜606によって90度光路変換され、コア層622中を伝播する。そして、コア層622を伝播してきたレーザー光626は、金属膜616を備える光路変換構造体614と集積された受光素子610へ結

50

合し、光信号が伝送される。

【0028】

本実施例においても、面型発光素子は980nm帯VCSELを用いているが、これに限定されるものではなく、発光波長を吸収しない（発光波長に対して透明な）成長基板であれば、1300nm帯の発光波長に対してGaAs或いはSiを成長基板として用いるなどの組み合わせであってもよい。

【0029】

次に、二次元導波路素子の作製方法を説明する。図7は二次元導波路素子の製造方法を説明する模式断面図である。同図において、700は第1のクラッド層、702はコア層、704は第2のクラッド層、706はエッチングマスク、708は光素子の実装穴、710は光路変換構造体が集積された発光素子（VCSEL）、及び712は光路変換構造体が集積された受光素子である。

10

【0030】

まず、図7(a)に示すように、第1のクラッド層700としてのガラス基板上に、ガラス基板よりも屈折率の大きいポリカーボネート樹脂を塗布し硬化させて膜厚50mmのコア層702を形成する。次に、図7(b)に示すように、コア層702よりも屈折率の小さいノルボルネン樹脂を塗布し硬化させて、膜厚15mmの第2のクラッド層704を形成する。次に、図7(c)に示すように、第2のクラッド層704及びコア層702に実装穴708を形成するためのエッチングマスク706を形成する。このエッチングマスク706は、フォトリソグラフィ技術、成膜技術を用いてTi膜で形成する。次に、図7(d)に示すように、第2のクラッド層704及びコア層702をO₂ガスによるドライエッチングをすることにより、実装穴708を形成する。続いて、図7(e)に示すように、エッチングマスク706を除去する。次に、図7(f)に示すように、図2或いは図3に示した方法などで作製した光路変換構造体が集積されたVCSEL710及び光路変換構造体が集積された受光素子712を実装穴708に挿入し実装する。

20

【0031】

本実施例において、コア層、第1及び第2のクラッド層としてそれぞれZ型ポリカーボネート、ガラス及びノルボルネン樹脂を用いたが、これに限定されるものではなく、コア層材料の屈折率が第1及び第2のクラッド層材料と比較して大きい値の材料であれば、ポリイミド樹脂やアクリル樹脂などを用いた組み合わせであってもよい。また、それぞれの層の厚さも本実施例の値に限定されるものではなく、ガラス基板700の代わりに樹脂フィルムを用いて二次元光導波層の厚みを数十mmとすることにより、フレキシブルに扱うことも可能となる。また、必ずしも第1のクラッド層及び第2のクラッド層は必要ではない。

30

【0032】

また、本実施例では、実装穴708の形成をドライエッチングで行ったが、これに限定されるものではなく、感光性を有したコア層材料やクラッド層材料を用いて、フォトリソグラフィ技術により形成してもよいし、レーザ加工により形成してもよい。

【実施例3】

【0033】

実施例3は、光路変換構造体が集積された面型発光素子及び受光素子が同一成長基板に形成され、かつ面型発光素子から出射された光が成長基板を光導波路層として伝播し、伝播した光が受光素子に結合されて光信号伝送を行うことを特徴とする二次元光導波路素子である。図8は、本実施例の二次元光導波路素子を示した断面図である。図8において、800は面型発光素子、802は成長基板、804及び812は光路変換構造体、806及び814は金属膜（ミラー）、808は半導体層、及び810は受光素子である。

40

【0034】

面型発光素子800と光路変換構造体804は、面型発光素子（VCSEL）800より出射された光が光路変換構造体804に結合して90度光路を変換できるような位置関係にあり、また受光素子810と光路変換構造体812は、VCSEL800より出射された光が光路変換構造体812により90度光路変換されて受光素子810に結合できるような位置関係にある。こうして、VCSEL800より出射されたレーザ光は、光路変換構造体804により90度光路変換されて成長基板802中

50

を伝播し、光路変換構造体812により再び90度光路変換されて受光素子810へ結合し、光信号が伝送される。このとき、VCSEL800からの出射光が成長基板802に吸収されることなく伝播され、成長基板802自体を導波路として使用することが可能となる。

【0035】

次に、光路変換構造体と集積された面型発光素子及び受光素子が同一成長基板上に形成された二次元光導波路素子の作製方法を説明する。図9は、この二次元光導波路素子の作製方法を説明する模式断面図である。同図において、900は成長基板、902は半導体層、904は面型発光素子（VCSEL）、906は受光素子、908はレジストパターン、910及び912は光路変換構造体、914及び916は金属膜（ミラー）である。

【0036】

まず、図9(a)に示すように、VCSEL及び受光素子として機能するために必要な半導体層902をMOCVD法により成長基板900に成長する。このとき、成長基板900はGaAs(100)を使用した。次に、図9(b)に示すように、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術、成膜技術などを用いてVCSEL904及び受光素子906を形成する。次に、図9(c)に示すように、GaAs基板900を100mmまで研磨する。次に、図9(d)に示すように、光路変換構造体910及び912を形成するためのレジストパターン908をフォトリソグラフィ技術により、GaAs基板900のVCSEL904及び受光素子906が形成されている面とは反対側の面に形成する。次に、図9(e)に示すように、 H_2SO_4 系のエッチャントを用いてウエットエッチングをすることにより光路変換構造体910及び912を形成する。このとき、[110]方向に沿って傾斜角45度の順メサが形成される（すなわち、(111)面が露出する）。次に、図9(f)に示すように、レジストパターン908を剥離後、金属膜914及び916としてCr/Auを電子ビーム蒸着により成膜する。

【0037】

図9(a)～図9(f)はVCSEL、受光素子及び光路変換構造体の部分のみを拡大して示したが、光路変換構造体が集積されたVCSEL及び受光素子は、同時にウエハに多数形成でき、図9(f)の金属膜914及び916成膜後、ウエハをダイシング或いは劈開することにより、所望の数の光路変換構造体が集積されたVCSEL及び光路変換構造体が集積された受光素子を有した二次元光導波路素子として作製することもできる。

【0038】

本実施例でも、光路変換構造体形成のために H_2SO_4 系のエッチャントを用いたが、これに限定されるものではなく、Br-メタノールなどのエッチャントであってもよい。また、本実施例でもウエットエッチングにより光路変換構造体を形成したが、これに限定されるものではなく、図3(a)に示すように反応性イオンビーム300を基板面に対して45度傾けた方向から照射するドライエッチングをすることにより、光路変換構造体302を形成してもよい。また、レーザ加工で光路変換構造体を形成してもよい。さらに、図3(b)に示すように、半球状の光路変換構造体310を形成してもよい。

【0039】

また、実施例1のところで説明したように、光路変換構造体の形として傾斜角45度形状の楔形を示したがこれに限定されるものではなく、円錐形状、多角錐形状、半球形状などであってもよく、面型発光素子（VCSEL）からの出射光の結合の仕方により、出射光を拡散光或いは指向性を持った光として二次元光導波路内へ伝播させることができる。ここでも、VCSELを形成してから光路変換構造体を形成したが、光路変換構造体を先に形成してからVCSELを形成してもよい。

【0040】

また、実施例1のところで図4を用いて説明したような構成にもできる。さらに、ここまで発光素子について述べたが、基本的に受光素子についても同様であり、実施例1のところで図5を用いて説明したような構成にもできる。

【実施例4】

【0041】

実施例4は、実施例2に示した二次元導波路素子と電気回路基板を組み合わせで作製した光電融合基板であり、これを図10に示す。図10において、1200はCPU、1202、1204、1206

10

20

30

40

50

及び1208はRAM、1210及び1212は電子デバイス（LSI）、1214は1×2VCSELアレイ、1216は受光素子、1218は伝送線路（電気配線）、1220はビーム光、1222は拡散光、1224は二次元光導波路層、1226及び1228は電気回路基板である。図10(a)は、図10(b)の光電融合基板を矢印の方向から見た図であり、図10(a)においては二次元光導波路層1224及び電気回路基板1228は図示していない。

【0042】

図11は、CPUと接続されたVCSELアレイ近傍の光電融合基板の断面図である。CPU1300は電気回路基板1302上にハンダボール1304を用いてフリップチップボンディングされている。二次元光導波路層1306に内蔵された光路変換構造体が集積されたVCSEL1308とCPU1300との接続は、電気回路基板1302に形成された内部配線1310を通して行われている。二次元光導波路層1306は電気回路基板1302で挟まれている。

10

【0043】

従来の電気配線基板では、低速でのデータ転送においては問題とならないが、大容量・高速での伝送が必要となる場合には、EMIの影響や配線遅延などにより、常に安定したデータ転送をすることに困難が生じる場合がある。このような場合に、図10に示したような光電融合基板を用いることで、安定した大容量・高速伝送が可能となる。例えば、CPUからの電気信号をVCSELを介して光信号に変換し、その信号をRAMやLSIと電氣的に接続された受光器へ伝送する信号伝送方法を説明する。図10に示すように、CPU1200に接続された光路変換構造体を集積した1×2VCSELアレイ1214は二次元導波路層内に埋め込まれており、それぞれのVCSELから出射されたレーザ光が光路変換構造体（図示せず）に結合して二次元光導波路層内を伝播する。このとき、それぞれのVCSELの注入電流を制御することにより、指向性を有したビーム光伝播或いは拡散光伝播、または両方の伝播を選択できる。このようにして、二次元光導波路層内を伝播したレーザ光は受光素子近傍に設けられた光路変換構造体（図示せず）に結合し、受光素子へと導かれる。受光素子は、それぞれのRAMやLSIと接続されており、光信号を電気信号へと変換する。

20

【0044】

図10においては、1×2VCSELアレイ1214のそれぞれのVCSELの注入電流を制御することにより、RAM1202へは高速の信号をビーム光1220の伝播で送信し、またRAM1204、RAM1206、RAM1208へは拡散光1222の伝播として3つのRAMへ同時に伝送している。図示していないが、注入電流を制御することで、拡散光伝播の広がり角をさらに広げ、LSI1210及びLSI1212へも信号を伝送することができる。なお、CPU、RAM及びLSIはそれぞれVCSEL及び受光素子と接続されており、それぞれが互いに光信号で送受信を行えるようになっている。

30

【0045】

本実施例において、1×2面発光レーザアレイを用いたが、これに限定されるものではなく、より多くの面発光レーザをアレイ化したものを用いてもよい。また、本実施例では二次元光導波路層は単層であったが、多層としてもよい。さらに、本実施例では、光電融合基板は光配線層が電気配線層に挟まれた形状で構成されているが、これに限定されるものではなく、光配線層が電気配線層の上部或いは下部、または電気配線層を光配線層で挟む形状であってもよい。

【0046】

なお、信号は必ず光により伝送する必要はなく、電気配線を介しても伝送できるように、選択の柔軟性を持たせてある。信号を光または電気で伝送するかは伝送を管理するデバイスが決定する。

40

【0047】

このように二次元光導波路層を用いることにより、従来の信号線で問題となっていた配線自身がアンテナとなりコモンモードノイズ輻射による回路の誤動作などを生じていた電磁放射ノイズを大幅に低減でき、EMIの問題を改善することができる。

【0048】

また、VCSELへの注入電流を制御することにより、ビーム光伝播と拡散光伝播のいずれかを選択することが可能となり、ビーム光伝播においては光パワーロスを抑制して高速伝送

50

が可能となり、拡散光伝播では注入電流を変えることにより拡散光伝播の広がり角を変えられ、光信号伝送領域の再構成が可能となる。

【実施例5】

【0049】

実施例5は、実施例3に示した二次元光導波路素子と電気回路基板を組み合わせて作製した光電融合基板である。これを図12に示す。図12において、1400はCPU、1402はRAM、1404は電気回路基板、1406はハンダボール、1408は二次元光導波路素子全体、1410はVCSEL、1412は受光素子、1414は二次元光導波路層、及び1416は内部電気配線層である。

【0050】

本実施例で用いた二次元導波路素子1408は、光路変換構造体が集積されたVCSEL1410及び受光素子1412が各1ずつからなり、そのVCSEL1410と受光素子1412間では、レーザ光が指向性を有したビーム伝播されて高速な光信号伝送が可能である。

【0051】

図示はしていないが、二次元光導波路層1414に、実施例1や実施例3のところで変形例として説明した構成と同じように光路変換構造体を有したVCSEL及び受光素子を埋め込むことにより、光伝送形態（ビーム伝播と拡散伝播）の選択性を増すことが可能である。

【0052】

本実施例では、二次元導波路素子は、光路変換構造体が集積されたVCSEL及び受光素子が各1ずつからなるものを用いたが、これに限定されるものではなく、複数のVCSELまたは受光素子が集積されたものを用いてもよい。その他の点は実施例3と同様である。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の実施例1による光路変換構造体と集積された面型発光素子を含む光素子装置を説明する断面図である。

【図2】本発明の実施例1による光素子装置の製造方法を説明する図である。

【図3】本発明の実施例1による光素子装置の変形例の作製方法を説明する図である。

【図4】本発明の実施例1または実施例3による光素子装置の変形例における光結合の様子を説明する図である。

【図5】本発明の実施例1または実施例3による光素子装置の変形例における受光素子への光結合の様子を説明する図である。

【図6】光路変換構造体と集積された面型発光素子及び受光素子をそれぞれ含む光素子装置を用いた本発明の実施例2による二次元導波路素子を説明する断面図である。

【図7】本発明の実施例2による二次元導波路素子の製造方法を説明する図である。

【図8】光路変換構造体と集積された面型発光素子と受光素子を同一成長基板上に有した本発明の実施例3による二次元導波路素子を説明する断面図である。

【図9】本発明の実施例3による二次元導波路素子の製造方法を説明する図である。

【図10】本発明の実施例4による光電融合基板を説明する図である。

【図11】本発明の実施例4による光電融合基板の内部を説明する断面図である。

【図12】本発明の実施例5による光電融合基板の内部を説明する断面図である。

【符号の説明】

【0054】

100、204、402、404、410、600、800、904、1308、1410：面型発光素子（VCSEL）

102、202、602、612、802、900：成長基板

104、208、302、310、400、414、500、604、614、804、812、910、912：光路変換構造体

106、210、606、616、806、814、914、916：金属膜（ミラー）

108、200、608、618、808、902：半導体層

206、304、908：レジストパターン

300、308：反応性イオンビーム

306：エッジのなまったレジストパターン

406、408、412、626：レーザ光

10

20

30

40

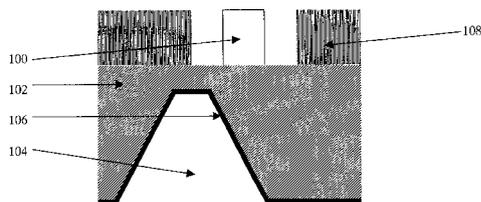
50

- 502、610、810、906、1216、1412 : 受光素子
- 620、700 : 第1のクラッド層
- 622、702 : コア層
- 624、704 : 第2のクラッド層
- 706 : エッチングマスク
- 708 : 実装穴
- 710 : 光路変換構造体と集積されたVCSEL
- 712 : 光路変換構造体と集積された受光素子
- 1200、1300、1400 : CPU
- 1202、1204、1206、1208、1402 : RAM
- 1210、1212 : 電子デバイス (LSI)
- 1214 : 1 × 2 VCSELアレイ
- 1218 : 伝送線路 (電気配線)
- 1220 : ビーム光
- 1222 : 拡散光
- 1224、1306、1414 : 二次元光導波路層
- 1226、1228、1302、1404 : 電気回路基板
- 1304、1406 : ハンダボール
- 1310、1416 : 内部配線
- 1408 : 二次元光導波路素子全体

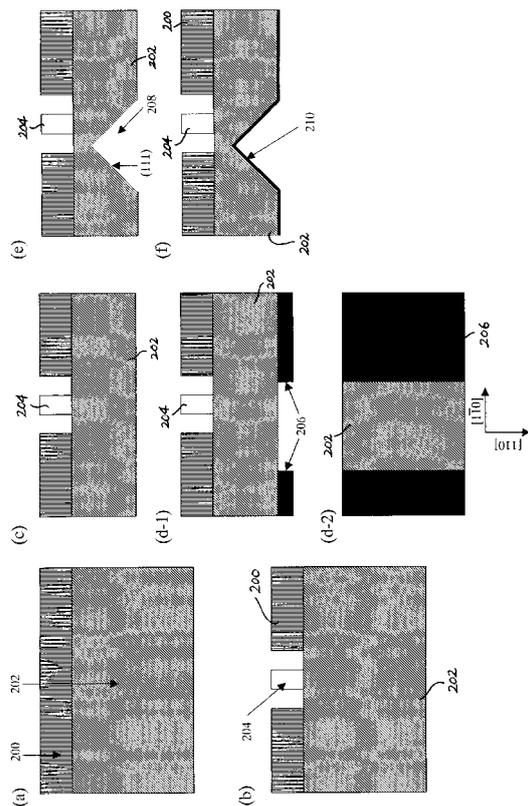
10

20

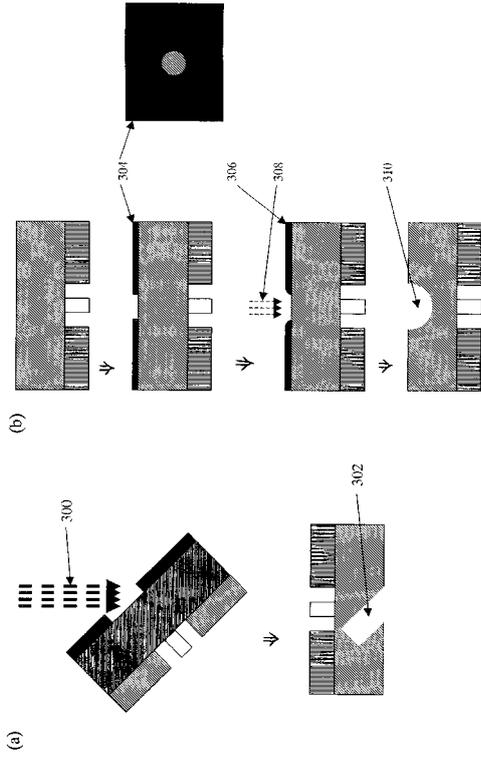
【 図 1 】



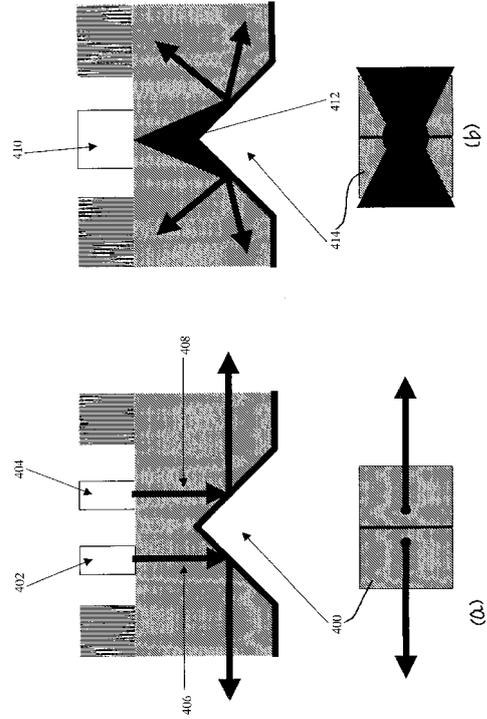
【 図 2 】



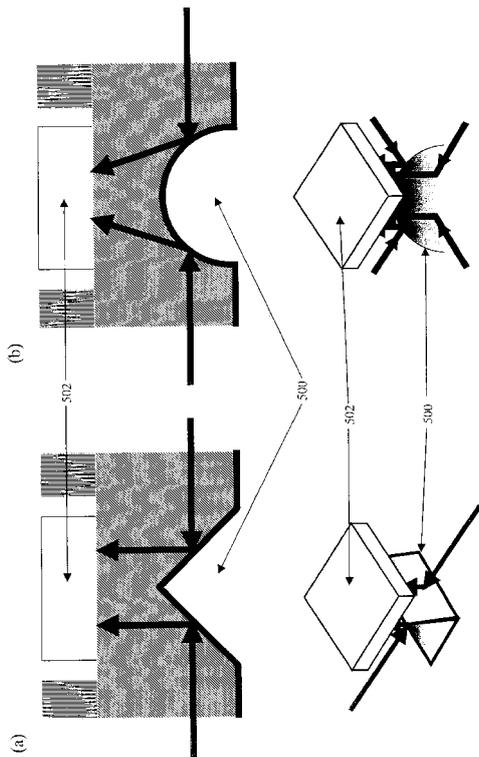
【 図 3 】



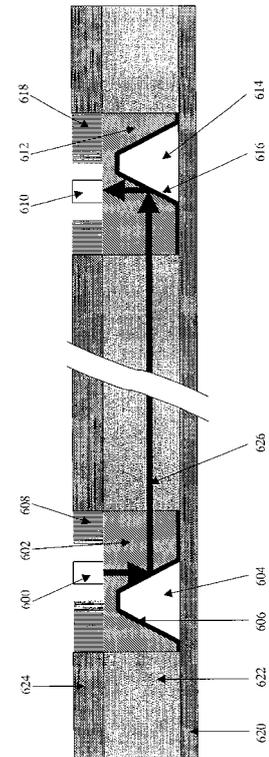
【 図 4 】



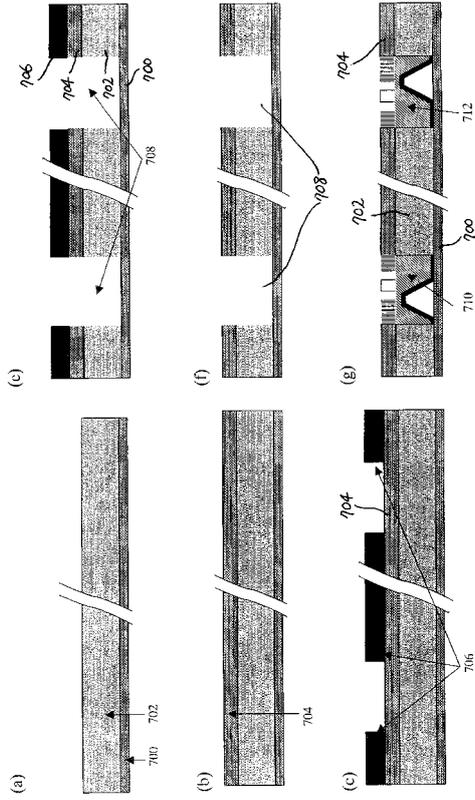
【 図 5 】



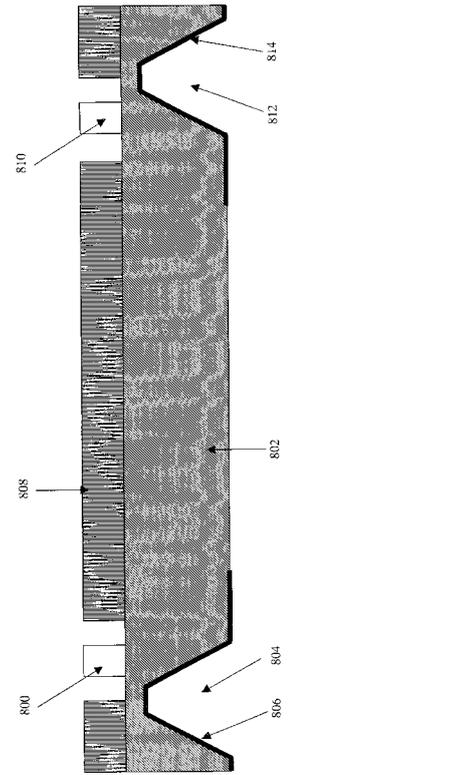
【 図 6 】



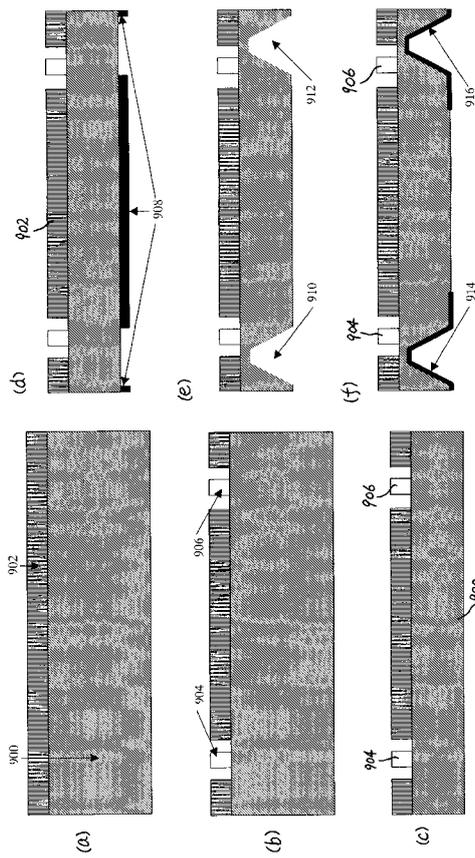
【 図 7 】



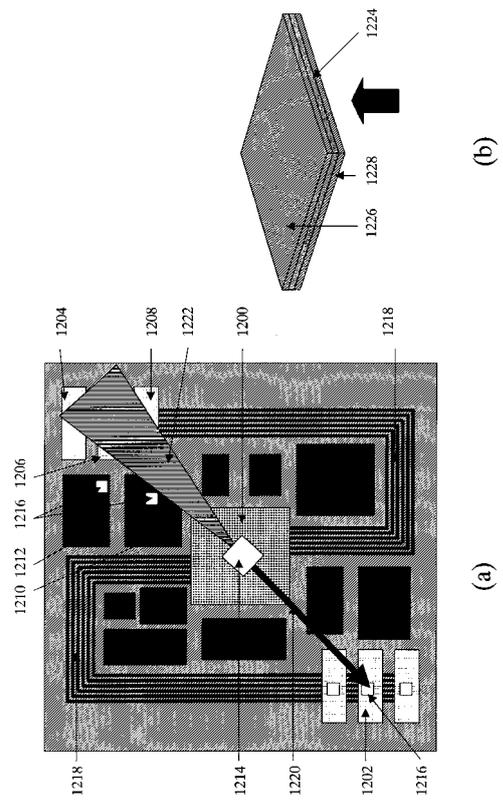
【 図 8 】



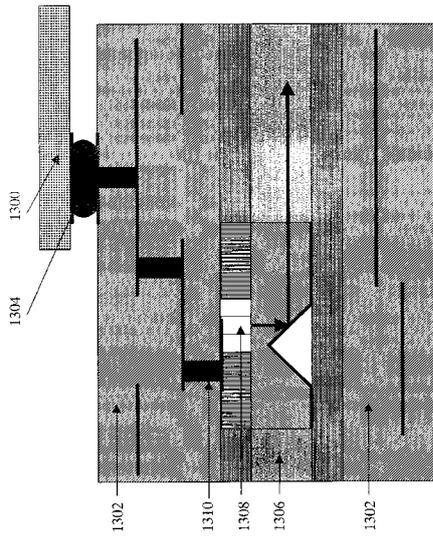
【 図 9 】



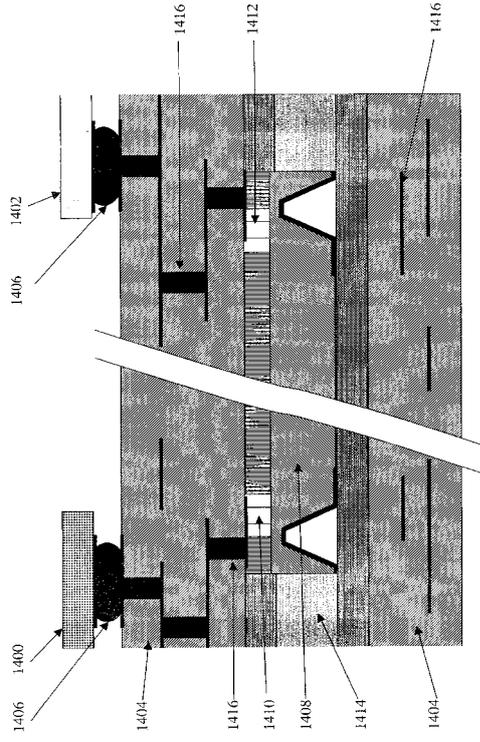
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 27/14

J