

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3665967号  
(P3665967)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月15日(2005.4.15)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 6/122

F I

G02B 6/12

A

G02B 6/12

B

請求項の数 1 (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2002-286272 (P2002-286272)</p> <p>(22) 出願日 平成14年9月30日(2002.9.30)</p> <p>(65) 公開番号 特開2004-125899 (P2004-125899A)</p> <p>(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)</p> <p>審査請求日 平成15年3月19日(2003.3.19)</p>	<p>(73) 特許権者 000231073 日本航空電子工業株式会社 東京都渋谷区道玄坂1丁目2番2号</p> <p>(74) 代理人 100066153 弁理士 草野 卓</p> <p>(74) 代理人 100100642 弁理士 稲垣 稔</p> <p>(72) 発明者 ▲高▼橋 あゆ美 東京都渋谷区道玄坂1丁目2番2号 日 本航空電子工業株式会社内</p> <p>審査官 日夏 貴史</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 レンズ付き光導波路の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上にアンダークラッド層を形成する工程と、

そのアンダークラッド層上にコア層を成膜後、コアとそのコアの端面から上記基板板面と平行方向に突出する凸形状をなすレンズとを、コア層を同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターンニングして形成する工程と、

上記コア、レンズ及びアンダークラッド層の上にオーバークラッド層を成膜後、上記レンズの上面と端面とは外部に露出させて覆うことなく、上記コアの両側面及び上面を覆うようにオーバークラッド層をパターンニングする工程とよりなることを特徴とするレンズ付き光導波路の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は光通信等の分野において、例えば発光素子からの光を光導波路に結合させる場合に、良好な結合効率を簡易に得られるようにした光導波路の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図3は従来における光導波路と発光素子との光結合構造の一例を示したものであり、基板10上の一方の側には光導波路20が形成され、他方の側には発光素子としてレーザダイオード(LD)30が搭載されている。

光導波路 20 は基板 10 上に形成されたアンダークラッド層 21 と、そのアンダークラッド層 21 上に所定の幅及び高さで形成されたコア 22 と、そのコア 22 の両側面及び上面を覆うように形成されたオーバークラッド層 23 とよりなる。

【0003】

レーザダイオード 30 は基板 10 上に形成された電極 11 上に例えば位置合わせマーカを使用して高精度に実装されており、レーザダイオード 30 と光導波路 20 とはこの例では直接結合されたものとなっている。

電極 11 に隣接して形成されている電極 12 はレーザダイオード 30 の上面電極とワイヤボンディングによって接続されるものであり、ワイヤの図示はこの例では省略している。

電極 11, 12 は例えば金 (Au) よりなる。なお、図 3 中、13 は半田層を示し、31 はレーザダイオード 30 から出射されたレーザ光を示す。

10

【0004】

ところで、この図 3 に示したようなレーザダイオードと光導波路とを直接結合する構造では、レーザダイオードと光導波路との結合部においてモードフィールド径の不整合により、大きな結合損失が生じるため、例えば高出力のレーザ/導波路一体型光モジュールを作製するのは困難となっていた。

これに対し、レーザダイオードと光導波路との間にレンズを配置し、レンズを介してレーザダイオードと光導波路とを高効率に結合する方法もあるが、この場合はレンズと光導波路及びレーザダイオードとの位置合わせ精度が厳しく、アクティブアライメントが必要となるため、その点で組立工数がかかり、コスト高の原因となっていた。

20

【0005】

一方、図 4 は従来提案されている光導波路と発光素子 (レーザダイオード) との結合構造を示したものであり、図 3 と対応する部分には同一符号を付してある。

この例では基板 10 上に形成された光導波路 20 のレーザダイオード 30 と対向する端面に、レーザダイオード 30 に向かって凸をなす凸面部 24 が形成され、これによりコア 22 の端面にレンズ効果を持たせるものとなっている (例えば、特許文献 1 参照)。

図 5 はこの凸面部 24 を端面に有する光導波路 20 の作製工程を順に示したものであり、以下各工程について説明する。

【0006】

(1) 基板 10 上にアンダークラッド層 21 及びコア層を順に積層形成し、コア層をパターンニングしてコア 22 を形成する。

30

(2) コア 22 の両側面及び上面を覆うようにオーバークラッド層 23 を形成する。

(3) オーバークラッド層 23 の上面にエッチングマスク 25 を形成する。エッチングマスク 25 にはそのエッジに凸部 25a が形成されている。

(4) エッチングマスク 25 を介し、オーバークラッド層 23、コア 22 及びアンダークラッド層 21 をエッチングする。これにより、光導波路 20 の端面に凸面部 24 が形成される。

以下、エッチングマスク 25 を除去することによって図 4 に示した端面に凸面部 24 を有する光導波路 20 が完成する。

【0007】

40

【特許文献 1】

特開 2000-39531 号公報 (図 1-5)

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようにコアにレンズ (レンズ構造) を一体形成すれば、ディスクリットな部品としてのレンズを配置する場合のような工数のかかるアクティブアライメントは不要となり、よって光導波路と例えばレーザダイオードとを結合させる場合に低コストで結合効率を上げることができるものの、図 4 及び 5 に示した従来例では以下に示すような問題があった。

即ち、従来例では図 5 に示したように、コア 22 を形成し、さらにオーバークラッド層 2

50

3を形成した後、エッチングマスク25を用い、エッチングして光導波路20の端面に凸面部24を形成するものとなっており、オーバークラッド層23に埋設されている微細なコア22に対してエッチングマスク25の凸部25aを高精度に位置合わせしなければならないことから、その位置合わせの精度出しの困難を伴い、また結果としてエッチングマスク25のズレに起因して良好な性能、結合効率を得られないといった状況が生じうるものとなっていた。

#### 【0009】

この発明の目的はこの問題に鑑み、コアと一体形成されたレンズを具備するレンズ付き光導波路において、コアとレンズのズレがなく、よって例えばレーザーダイオード等の光学素子との結合において良好な結合効率を簡易に（低コストで）実現できるレンズ付き光導波路の作製方法を提供することにある。

10

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明によれば、基板上にアンダークラッド層を形成する工程と、そのアンダークラッド層上にコア層を成膜後、コアとそのコアの端面から基板板面と平行方向に突出する凸形状をなすレンズとを、コア層を同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターニングして形成する工程と、コア、レンズ及びアンダークラッド層の上にオーバークラッド層を成膜後、レンズの上面と端面とは外部に露出させて覆うことなく、コアの両側面及び上面を覆うようにオーバークラッド層をパターニングする工程とによってレンズ付き光導波路が作製される。

20

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図面を参照して実施例により説明する。

図1はこの発明により作製されたレンズ付き光導波路の一構成例とレーザーダイオードとの結合構造を示したものであり、図3と対応する部分には同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

この例ではコア22と、コア22の端面から基板10の板面と平行方向に突出するように形成されて凸形状をなすレンズ26とは同一マスクを使用したフォトリソグラフィにより一括パターニングされて一体形成されているものとされる。

#### 【0012】

また、オーバークラッド層23はレンズ26を覆うことなく形成されており、レンズ26の上面はその端面と共に外部に露出されているものとされる。

30

図2は光導波路材料として感光性樹脂を使用した場合の、このレンズ26付きの光導波路20の作製工程を順に示したものであり、以下図2を参照して各工程を説明する。なお、感光性樹脂としてはアクリル系やエポキシ系のUV硬化型樹脂を用いることができる。また、コア22とアンダークラッド層21、オーバークラッド層23とは例えば比屈折率差  $n = 0.3\% \sim 2\%$  程度とされる。

#### 【0013】

(1) 基板10上にアンダークラッド層21をスピコートで成膜し、露光により硬化させる。基板10には例えばシリコン基板を用いる。

40

(2) アンダークラッド層21上にコア層22を同様にスピコートで成膜する。

(3) コア22及びレンズ26を同一マスクで一括露光/現像してパターニングする。コア22は例えば  $3\mu\text{m} \sim 8\mu\text{m}$  程度の幅及び高さでパターニングされる。レンズ26はこの例では半円形にパターニングされている。

(4) その上にオーバークラッド層23をスピコートする。

(5) レンズ26を露出させるマスクで露光/現像してオーバークラッド層23をパターニングする。

#### 【0014】

以上の工程により、レンズ26付きの光導波路20が完成する。

上記において、レンズ26の上面にオーバークラッド層23を被せず、露出させるのは、

50

レンズ効果を持たせる目的で外部との比屈折率差を大きくするためである。例えば、ここにオーバークラッド層 23 が被っている場合の比屈折率差は  $n = 0.3\% \sim 2\%$  程度であるが、外部を空気にすることで  $n = 30\%$  と大きくなる。

なお、上記作製工程ではアンダークラッド層 21、コア層 22 及びオーバークラッド層 23 をいずれもスピコートで塗布・成膜しているが、例えばスピコートに替えてディップ法を用いることもできる。

#### 【0015】

上記のようにして作製されたレンズ 26 付きの光導波路 20 によれば、コア 22 に一体化されたレンズ 26 はコア 22 のパターニングと同時にパターニングされて形成されるため、コア 22 との位置ズレは発生しない。

10

従って、このレンズ 26 付きの光導波路 20 に対して、図 1 に示したようにレーザダイオード 30 を結合させた場合、光導波路 20 とレーザダイオード 30 との良好な結合効率を得られ、レーザダイオード 30 から出射されたレーザ光 31 はレンズ 26 でコリメートされ、効率良くコア 22 に入射する。

レンズ 22 はレーザ光 31 の光ビームの横方向（基板 10 の板面と平行方向）については、光導波路 20 のモードフィールド径をレーザダイオード 30 のモードフィールド径に変換するように、その半径  $R$  を決定することができる。即ち、半径  $R$  が決まると焦点距離  $f$  が決定されるが、これらにつき、レーザダイオード 30 の横方向の開口角に対して整合する最適の値が存在する。

#### 【0016】

20

一方、この例では横方向のみレンズ効果を持たせていることから、縦方向については光導波路 20 端面の開口角どおりに光導波路 20 からの距離に比例して光導波路 20 のフィールド径が広がる一方となっている。従って、縦方向については図 3 記載のようなレンズを含まない従来例での縦方向に関するレーザダイオード 30 と光導波路 20 間の最適距離がそのまま最適となる。この縦方向に関する最適距離と上記横方向に関する最適距離（ $f$ ）とは一般に一致しないので、この両者の中間から総合的な光量について有利な距離及びレンズ半径  $R$  を適宜選ぶ。

#### 【0017】

なお、上述した実施例では光導波路材料として UV 硬化型の感光性樹脂を使用しているが、光導波路材料はこれに限らず、例えばポリイミド等の有機材料を用いることもできる。この場合、コア 22 とレンズ 26 との一括パターニングは、ポリイミドで構成されたコア層 22 の上にプラズマ耐性のレジストをスピコートし、そのレジストをコア 22 及びレンズ 26 形状を有するマスクを使って露光 / 現像し、リアクティブイオンエッチング（RIE）によりレジストをマスクとしてコア層 22 をプラズマエッチングすることにより行われる。

30

#### 【0018】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によればコアとレンズは同一フォトリソグラフィにより一括パターニングされて一体形成されているため、レーザダイオード等の光学素子との結合において、ディスクリットなレンズを用いる場合のような面倒な位置合わせは不要となり、よって低コストで良好な結合効率を得られるものとなる。

40

さらに、図 4 に示したような光導波路の端面に凸面部を形成し、レンズ効果を端面に持たせた従来の光導波路の構成と異なり、コアとレンズとの位置がズレるといったことが生じないため、その点でこの発明によればレンズをコアに対し、極めて高精度かつ簡易に配置することができる。

なお、マスクの設計により、任意の形状のレンズを簡単に作製できるため、用途に応じ、最適なレンズ付き光導波路を簡易に作製することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明により作製されたレンズ付き光導波路とレーザダイオードとの結合構造を示す図、A は平面図、B は側面図。

50

- 【図2】 図1のレンズ付き光導波路の作製工程を説明するための図。
- 【図3】 従来の光導波路とレーザダイオードとの結合構造を示す図、Aは平面図、Bは側面図。
- 【図4】 従来提案されている光導波路とレーザダイオードとの結合構造を示す斜視図。
- 【図5】 図4の端面に凸面部を有する光導波路の作製工程を説明するための図。

【図1】

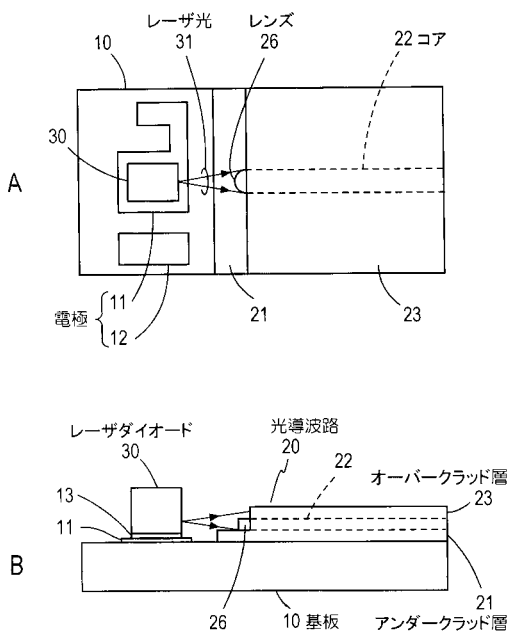


図1

【図2】

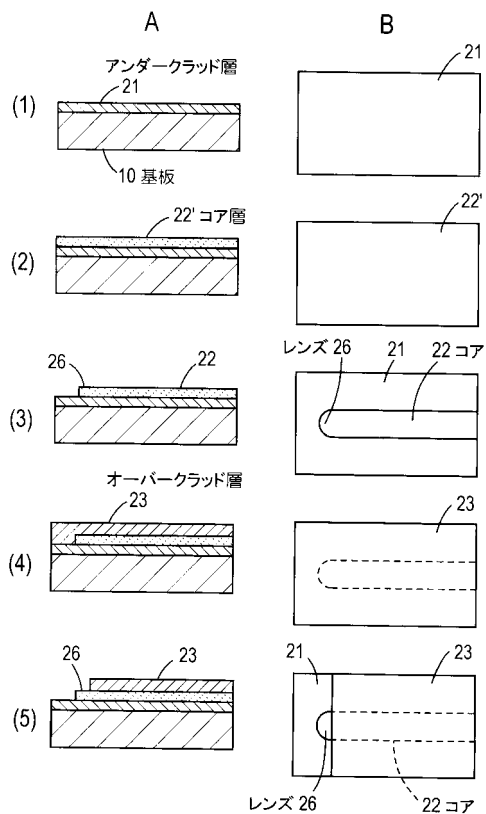


図2

【 図 3 】

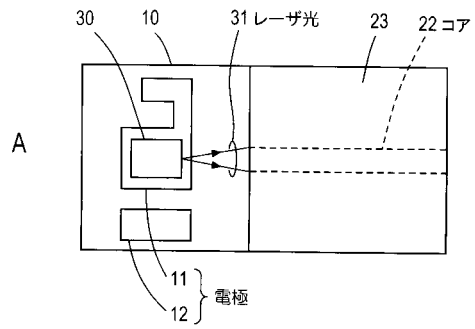


図3

【 図 4 】

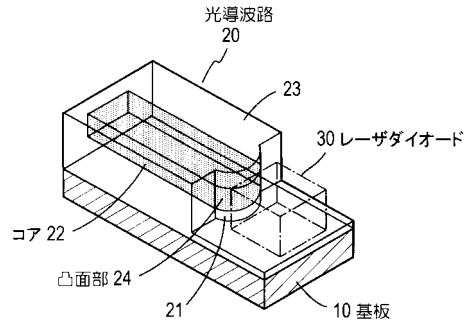


図4

【 図 5 】

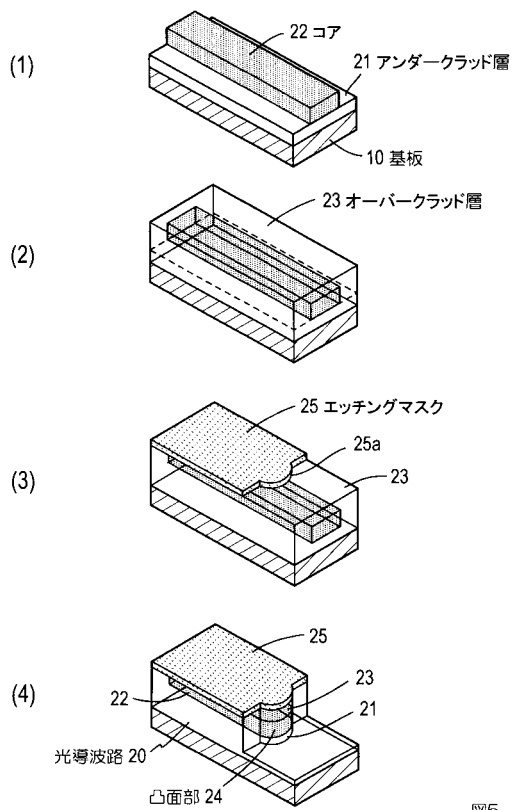


図5

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-039531(JP,A)  
特開2003-98371(JP,A)  
特開2000-304956(JP,A)  
特開2002-328245(JP,A)  
特開2002-277657(JP,A)  
特開平9-292539(JP,A)  
特開平9-304664(JP,A)  
特開平7-35933(JP,A)  
特開平6-167627(JP,A)  
特開平6-160675(JP,A)  
特開平6-88915(JP,A)  
特開平5-297244(JP,A)  
特開平5-333249(JP,A)  
実開平4-91311(JP,U)  
特開昭63-60413(JP,A)  
特開昭63-21610(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G02B 6/12 - 6/14  
G02B 6/42 - 6/43