

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5186785号
(P5186785)

(45) 発行日 平成25年4月24日 (2013. 4. 24)

(24) 登録日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)

(51) Int. Cl.	F I
GO2B 6/122 (2006.01)	GO2B 6/12 B
GO2B 6/13 (2006.01)	GO2B 6/12 M
GO2B 6/42 (2006.01)	GO2B 6/42

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-77566 (P2007-77566)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成19年3月23日 (2007. 3. 23)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2008-241732 (P2008-241732A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008. 10. 9)	(74) 代理人	100079164
審査請求日	平成22年3月2日 (2010. 3. 2)		弁理士 高橋 勇
		(72) 発明者	渡邊 真也
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
			式会社内
		(72) 発明者	栗原 充
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
			式会社内
		審査官	▲高▼ 芳徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路デバイス、光導波路デバイス用光素子実装システム、光素子実装方法、及びそのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された光導波路コアを有する光導波路部と、前記基板上に実装され前記光導波路コアと光学的に結合する LD 活性層を備えた光素子部とを有するハイブリッド型の光導波路デバイスにおいて、

前記光導波路部に、前記光素子部を前記基板上の前記光導波路コアに光学的に結合するための正規の位置を特定する基準マーカとしての第 1 のマーカを設けると共に、

この第 1 のマーカは前記光導波路コアが設置されたベース層と同じベース層を成す膜上に形成された基準マーカ台の上面に設置され、且つ前記第 1 のマーカが設置された当該基準マーカ台と前記光導波路コアとは同じマスクを用いて一括してパターンニングして形成されたものであり、

前記基板上の前記光素子部を実装する領域には光素子部実装用の基板側アライメントマーカである第 2 のマーカが形成され、且つ当該第 2 のマーカに対応して前記光素子部の下面には光素子部側アライメントマーカが形成され、

前記第 1 のマーカを基準として検出された実際の前記第 2 のマーカの位置と予め特定された前記第 2 のマーカの正規の位置との差として算出される位置ずれ量である補正量の分だけ、実際の前記第 2 のマーカの位置からシフトした位置に、前記光素子部側アライメントマーカを位置合わせすることによって、前記光素子部が前記第 2 のマーカの正規の位置に実装されているものであることを特徴とした光導波路デバイス。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 記載の光導波路デバイスにおいて、
前記基準マーカとしての第 1 のマーカは、前記光導波路コアの両側に当該光導波路コア
と同時に形成された二つの基準マーカ台上に、それぞれ設けられて成ることを特徴とした
光導波路デバイス。

【請求項 3】

請求項 2 記載の光導波路デバイスにおいて、
前記第 2 のマーカは、前記二つの第 1 のマーカと共に四角形状の図形の各頂点を成すよ
うに前記基板上に、二個設置されたものであることを特徴とした光導波路デバイス。

【請求項 4】

請求項 3 記載の光導波路デバイスにおいて、
前記光素子部側アライメントマーカは、前記光素子部が備えている前記 LD 活性層の両
側にそれぞれ設けられ、この二個の各光素子部側アライメントマーカに対応して、前記第
2 のマーカがそれぞれ前記基板上の前記光素子部用の実装領域に設けられていることを特
徴とした光導波路デバイス。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 に記載の光導波路デバイスにおいて、
前記第 1 のマーカと前記第 2 のマーカとを結ぶ線分によって形成される四角形状は、各
内角が直角又は直角を含むその他の異なった内角で特定された四角形であることを特徴と
した光導波路デバイス。

【請求項 6】

前記請求項 1 乃至 5 の何れか一つに記載の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め
設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波
路デバイス用光素子実装システムにおいて、

前記光素子部実装装置が、
前記基板上の一部に成膜された光導波路コアを有する光導波路部に光学的に結合するよ
うに前記基板上の他の一部に実装される光素子部の実装領域を透過光により撮影する撮影
手段と、この撮影手段で得られる透過画像に基づいて前記光素子部の実装領域をモニター
画像上に表示する画像表示手段と、前記光素子部を予め設定された X-Y 平面上の前記実
装領域に移送し設置する光素子移送設置機構と、これらの各構成要素を駆動制御する主制
御手段とを備え、

前記主制御手段が、

前記光導波路デバイスにおける光素子部の実装に際して、前記画像表示手段を介して前
記モニター画像に前記 X-Y 平面を設定すると共に、当該設定された X-Y 平面上から前
記光導波路デバイスの基板上における前記基準マーカである第 1 のマーカを基準として前
記基板上の光素子実装面に予め設置された基板側アライメントマーカである第 2 のマーカ
の実際の位置情報を検出するマーカ位置検出処理部と、

前記第 1 のマーカを基準として前記 X-Y 平面座標と同様の座標上に予め特定された前
記第 2 のマーカの正規の位置情報を記憶部に予め記憶すると共に、この第 2 のマーカの正
規の位置情報と前記マーカ位置検出部で検出された実際の前記第 2 のマーカの位置情報と
を比較してその差を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出処理部と、

この算出された位置ずれ量に基づいて稼働し、前記第 2 のマーカに対応して前記光素子
部側に予め付された光素子側アライメントマーカの中心位置が前記第 2 のマーカの正規の
位置情報の中心に一致するように、前記光素子部を前記光素子移送設置機構を介して移送
制御し設置する移送先補正制御部と、を備えていることを特徴とした光導波路デバイス用
光素子実装システム。

【請求項 7】

前記請求項 1 乃至 5 の何れか一つに記載の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め
設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波
路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光導波路デバイスが備えている前記第 1 のマーカを基準として実際の前記第 2 のマ

10

20

30

40

50

一カ的位置を撮影手段を介して検出し、

この検出された実際の前記第2のマーカ的位置と予め前記第1のマーカによって特定された前記第2のマーカの正規の位置との差を位置ずれ量として算出し、

この算出した位置ずれ量を補正量として当該補正量の分だけ実際の前記第2のマーカからシフトした位置に、光素子移送設置機構を介して前記光素子部を移送制御し前記光素子部が備えている光素子側アライメントマーカを位置合わせをすることにより前記光素子部を前記第2のマーカの正規の位置に移送制御し、

これら各処理工程における位置検出処理、位置ずれ量算出処理、正規位置設置制御処理に係る各動作処理手順を、前記光素子部実装装置が備えている主制御手段が順次実行することを特徴とした光導波路デバイス用光素子実装方法。

10

【請求項8】

前記請求項1乃至5の何れか一つに記載の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光素子実装装置は、前記基板上の一部に成膜された光導波路コアを有する光導波路部に光学的に結合するように前記基板上の他の一部に実装される光素子部の実装領域を透過光により撮影する撮影手段と、この撮影手段で得られる透過画像に基づいて前記光素子部の実装領域をモニター画像上に表示する画像表示手段と、前記光素子部を予め設定されたX-Y平面上の前記実装領域に移送し設置する光素子移送設置機構と、これらの各構成要素を駆動制御する主制御手段とを備えたものであり、

20

前記光導波路デバイスにおける光素子部の実装に際し、前記画像表示手段を介して前記モニター画像に前記X-Y平面座標を設定し、

この設定されたX-Y平面座標上から前記光導波路デバイスの基板上における前記基準マーカである第1のマーカを基準として前記基板上の光素子実装面に予め設置された前記第2のマーカの実際の位置情報を検出し、

前記第1のマーカを基準として前記X-Y平面座標と同様の座標上に予め特定された前記第2のマーカの正規の位置情報が予め装備された記憶部に記憶されており、この第2のマーカの正規の位置情報と前記マーカ位置検出部で検出された実際の前記第2のマーカの位置情報とを比較し且つその差を位置ずれ量として算出し、

この算出された位置ずれ量に基づいて稼働し、前記第2のマーカに対応して前記光素子部側に予め付された光素子部側アライメントマーカの中心位置が前記第2のマーカの正規の位置情報の中心に一致するまで、前記光素子移送設置機構を介して前記光素子部を正規に位置に移送制御し、

30

これら上記座標設定、位置検出、位置ずれ量算出、および光素子部移送制御に係る各動作制御を、前記主制御手段が順次実行するようにしたことを特徴とする光導波路デバイス用光素子実装方法。

【請求項9】

前記請求項1乃至5の何れか一つに記載の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

40

前記光導波路デバイスが備えている前記第1のマーカを基準として実際の前記第2のマーカ的位置を撮影手段を介して検出するマーカ位置検出処理機能、

この検出された実際の前記第2のマーカ的位置と予め前記第1のマーカによって特定された前記第2のマーカの正規の位置との差を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出処理機能、

およびこの算出した位置ずれ量を補正量として当該補正量の分だけ実際の前記第2のマーカからシフトした位置に（補正量がゼロとなる位置に）、光素子移送設置機構を介して前記光素子部を移送制御し前記光素子部が備えている光素子側アライメントマーカを位置合わせをすることにより前記光素子部を前記第2のマーカの正規の位置に設置する正規位置移送制御処理機能、

50

を設け、これらマーカ位置検出、位置ずれ量算出、正規位置への移送動作に係る各動作処理機能を、前記光素子部実装装置が備えているコンピュータに実現させるようにしたことを特徴とする光素子実装プログラム。

【請求項10】

前記請求項1乃至5の何れか一つに記載の光導波路デバイスが備えている前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光素子部実装装置は、前記基板上の一部に成膜された光導波路コアを有する光導波路部に光学的に結合するように前記基板上の他の一部に実装される光素子部の実装領域を透過光により撮影する撮影手段と、この撮影手段で得られる透過画像に基づいて前記光素子部の実装領域をモニター画像上に表示する画像表示手段と、前記光素子部を予め設定されたX-Y平面上の前記実装領域に移送し設置する光素子移送設置機構と、これらの各構成要素を駆動制御する主制御手段とを備えたものであり、

前記光導波路デバイスにおける光素子部の実装に際し、前記画像表示手段を介して前記モニター画像に前記X-Y平面座標を設定するX-Y座標設定処理機能、

この設定されたX-Y平面座標上から前記光導波路デバイスの基板上における前記基準マーカである第1のマーカを基準として前記基板上の光素子実装面に予め設置された前記第2のマーカの実際の位置情報を検出するマーカ位置情報検出処理機能、

前記第1のマーカを基準として前記X-Y平面座標と同様の座標上に予め特定された前記第2のマーカの正規の位置情報が予め装備された記憶部が記憶されており、当該第2のマーカの正規の位置情報と前記マーカ位置検出部で検出された実際の前記第2のマーカの位置情報とを比較し且つその差を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出処理機能、

および前記算出された位置ずれ量に基づいて稼働し、前記第2のマーカに対応して前記光素子部側に予め付された光素子部側アライメントマーカの中心位置が前記第2のマーカの正規の位置情報の中心に一致するまで、前記光素子移送設置機構を介して前記光素子部を移送制御する正規位置移送制御処理機能、

を設け、これら位置検出処理、位置ずれ量算出処理、正規位置移送制御処理に係る各動作処理機能を、前記光素子部実装装置が備えているコンピュータに実現させるようにしたことを特徴とする光素子実装制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光導波路デバイス等に関し、特に、光導波路に対応した位置に光素子を実装する際の精度向上および生産性の向上を図った光導波路デバイス、光導波路デバイス用光素子実装システム、光素子実装方法、及びそのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

光アクセス市場で使用される光トランシーバには、LD、PD、薄膜フィルタ、レンズなどから構成されるマイクロ 옵ティクス型モジュールと、シリコン基板上に石英導波路を作製し、さらに同じ基板上にLD、PDなどをハイブリッド実装して構成されるPLCモジュールとがある。両者とも一長一短を有するが、後者の方は、前者のように光出力をモニタしながら各構成部品の光軸調整する手間を必要としないため、コスト、デリバリーの点で有利と言える。なお、後者におけるハイブリッド実装には一般にパッシブアライメント実装と呼ばれる技術が利用される。

【0003】

パッシブアライメント実装では、実装部品の光導波路部に対する平面方向の位置精度は、実装部品に形成されたアライメントマーカを画像認識することで確保される。又、垂直方向は、基板上に形成された台座をベースとすることによって精度が確保される。この台座高さは高精度に作製できるため、台座に光素子を搭載するだけで、光導波路との高さ位置を高精度に合わせることが可能となる。

【0004】

パッシブアライメント実装により組み立てられた光導波路デバイスの従来例を図12および図13に示す。この図12に示す従来例において、平面状に形成された光導波路デバイス50は、シリコン結晶からなる基板51上に形成された光導波路形成部56と、これに対応して設けられた光素子搭載部57とを備えている。前記光導波路形成部56は、シリコン基板51上に形成されたベース層521、下部クラッド層522、光導波路コア53および上部クラッド層54を有する光導波路部55により形成されている。

【0005】

又、光素子搭載部57は、前記光導波路形成層55の一部が除去されて露出した光導波路コア53の端面（図13の左端面）と光学的に結合するように搭載された光素子58と、この光素子58の高さ位置を高精度に設定する4個の台座ブロック59とを備えて構成されている。この各台座ブロック59の上端面にはクロム膜61が設けられている。ここで光素子58としては半導体レーザチップ（LD）が利用されており、活性層58Aが、光導波路部55の光導波路コア53と光軸が一致した状態となるように装着される。

10

【0006】

光素子搭載部57は、ベース層521と同一の膜から成型した上述の台座ブロック59と、位置決め用のアライメントマーカ（クロム膜製、左右二つ形成されている）62を上端面に備えたマーカ台60とを備えている。台座ブロック59は、ベース層521と同一の膜からパターンニングしたものであり、台座ブロック59とベース層521の高さは実質的に完全に一致している。光素子58の実装時には、これら台座ブロック59上に光素子58が配設されて支持されるようになっている。なおベース層521、下部クラッド層522、光導波路コア53及び上部クラッド層54は、いずれもCVDにより成膜されたものである。

20

【0007】

一方、光素子58の平面方向の位置調整は、光素子搭載領域57に設けた左右二つの前記基板側アライメントマーカ62を利用して行われる。この基板側アライメントマーカ62を保持するアライメントマーカ台60は円柱になっており、その上面に、金属膜（クロム膜）から成る前述した基板側アライメントマーカ62が固着されている。この基板側アライメントマーカ62の上面の円中心位置は、前述した光導波路部55の導波路コア53の位置を基準に、高精度に調整されている。

30

【0008】

また、光素子58の下面には、前述の基板側アライメントマーカ62に対応した光素子側アライメントマーカ58aが、左右二つ設けられている。この光素子側アライメントマーカ58aは、図14に示すように円の抜き形状の金属膜パターンとして形成されており、その円中心位置は、当該光素子58の活性層58Aの位置を基準に左右に配置され高精度に調整されている。さらに、光素子側アライメントマーカ58aと基板側アライメントマーカ62は、それぞれの中心位置が互いに一致したときに、当該光素子58が正しい装着場所に来るようにその位置が特定されている。

【0009】

実際に、光素子58を実装する際には、図12乃至13に示すように、この光素子58側の金属膜パターン（光素子側アライメントマーカ58a）と前述した基板側アライメントマーカ62とを、画像認識によって図14に示すように重ね合わせる。この場合、図13に示すように、基板51側からは赤外光を照射し、上方部分に配設したモニタ用カメラ52によって透過光をモニタする。これにより、赤外光は金属部分が遮光されるため、図14に示すような画像を得ることができる。

40

【0010】

この図14にあって、左側の図は、光素子58の実装に際し、基板51上にあって基板側アライメントマーカ62とLD側アライメントマーカ58aとの中心軸がずれている場合を示す。又、同図の右側の図は、基板側アライメントマーカ62とLD側のアライメントマーカ58aとの中心軸が一致した場合を示す。

50

【0011】

この基板側又は光素子側の各アライメントマーカ62、58aの各位置は、上述したように、それぞれ光導波路部56の導波路コア53の位置又は光素子の活性層58Aの位置に対してそれぞれ精度よく決められているため、両者の円中心が合致した位置に光素子を搭載することで、活性層58Aと光導波路コア53の、互いの平面方向の光軸を高精度に合わせることができる。

【0012】

また、この種の光導波路デバイスでは、従来より特許文献1に開示されている技術が知られている。この技術は、アライメントマーカとして、光軸と平行な短い線状マーカを、光導波路部と光素子部の双方の、両者が突き当たる端面部分にそれぞれ形成し、これらを相互に突き合わせて一致した位置に位置決めしようとするものである。この技術によれば、光導波路部と光素子部は、両者が突き合わされた状態で位置合せができるため、両者の端面に沿った方向のみの調整で位置決めを行うことができ、二次元的な位置調整が必要なくなるとされている。

【特許文献1】特開2002-062447

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

上記従来例にあって、例えば図12乃至13に示すものについては、光導波路側アライメントマーカ62と光素子側アライメントマーカ58aとの中心軸を一致させ、これによって光導波路コア53と光素子側の活性層58Aの各光軸を合わせることができるようになるには、導波路コア53側（又は光素子58の活性層58A側）に対応する各マーカの中心位置が予め精度よく特定されていることが前提となっている。

【0014】

一方、光導波路デバイスの量産に際しては、多数の光導波路チップを同時にシリコンウェハ上に作成していく。シリコンウェハの加工処理は、熱処理や成膜などウェハ全体に応力を与える工程を多く含み、このため、ウェハの変形度合いの変動によって、光素子搭載領域57に設けた基板側アライメントマーカ62と光導波路部55に設けた光導波路コア53とをそれぞれパターンニングする際、両者の位置合せ精度が異なる場合がある。また、光導波路コア53とこれに対する基板側アライメントマーカ62は、別層に作成され、それぞれ別の工程で位置決めがなされるため、両者の相対位置は位置合せ精度に依存し、常に一定に保たれるとは限らない。図15にこの場合の一例を示す。

【0015】

この図15において、光導波路コア53と基板側アライメントマーカ62とは共通の基板51上に設けられており、又、活性層58Aと光素子部側アライメントマーカ58aとは、共に光素子部58に設けられている（図12乃至図13参照）。図15中の×印の位置は、光素子搭載領域57にあって、基板側アライメントマーカ62が本来存在すべき（理論上）の位置を示す。これに対し、モニタ用カメラ等によって認識された基板側アライメントマーカ62の実際の位置は、図示したように×印からずれている場合がある。

【0016】

これは、前述したウェハに加わる応力に起因した変形に伴う、モジュール内の各部位をそれぞれパターンニングしていく際の位置合せ精度の変動による。このため、前述した図14の場合の手法により基板側アライメントマーカ62の中心点に光素子側アライメントマーカ58aの中心点を一致させた上で光素子58を実装すると、図15に示すように導波路コア53と活性層58Aの各光軸線が一致しないという不都合が生じうる。しかしながら上記従来例にあっては、基板側アライメントマーカ62の本来あるべき位置を検出する術がないことから、そのズレ量はもちろんのこと、ズレが発生していることすら判別することができない。このため、特に光素子の実装に伴う不具合から、光導波路デバイスの良品率が低下するという問題が生じていた。

【0017】

一方、上記した特許文献 1 に開示された技術は、光導波路部および光素子部が向き合う端面に沿った方向のみの位置合せには好適なものである。ただし実際には、加工精度の問題や応力による歪みに起因して、基板や素子部には様々な変形が生じるため、光素子部を装着する際には、角度ズレを含めた二次元的な位置調整が必要になる。しかしながらこの調整を一次元の線状アライメントマーカで実施するのは極めて困難である。例えば光導波路の光軸は1 ～ 2 度ずれると大きな問題を生じるが、光導波路の長さに対してはるかに短いアライメントマーカによってこの程度のずれを認識するのは事実上不可能である。またアライメントマーカの長さは、位置調整用モニタの画面内に画像を納める必要があるために長くすることができないので、結局この技術は一次元方向の位置合せ以外には有効ではない。

10

(発明の目的)

【0018】

本発明の目的は、上記従来例の有する不都合を改善し、特に、光導波路を含む基板の応力歪み等に起因した位置合わせ用のマーカのパターンニング精度の変動等悪影響を、有効に回避すると共に、これによって実装精度の向上を図り、且つ生産性向上を図った光導波路デバイス、光導波路デバイス用光素子実装システム、光素子実装方法、及びそのプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記目的を達成するため、本発明にかかる光導波路デバイスは、基板上に形成された光導波路コアを有する光導波路部と、前記基板上に実装され前記光導波路コアと光学的に結合するLD活性層を備えた光素子部とを有するハイブリッド型の光導波路デバイスであって、前記光導波路部に、前記光素子部を前記基板上の前記光導波路コアに光学的に結合するための正規の位置を特定する基準マーカとしての第1のマーカを設けると共に、

20

この第1のマーカは前記光導波路コアが設置されたベース層と同じベース層を成す膜上に形成された基準マーカ台の上面に設置され、且つ前記第1のマーカが設置された当該基準マーカ台と前記光導波路コアとは同じマスクを用いて一括してパターンニングして形成されたものであり、

前記基板上の前記光素子部を実装する領域には光素子部実装用の基板側アライメントマーカである第2のマーカが形成され、且つ当該第2のマーカに対応して前記光素子部の下面には光素子部側アライメントマーカが形成され、

30

前記第1のマーカを基準として検出された実際の前記第2のマーカの位置と予め特定された前記第2のマーカの正規の位置との差として算出される位置ずれ量である補正量の分だけ、実際の前記第2のマーカの位置からシフトした位置に、前記光素子部側アライメントマーカを位置合わせすることによって、前記光素子部が前記第2のマーカの正規の位置に実装されている、という構成を有している（請求項1）。

【0020】

これにより、基準マーカと導波路コアとは一括して位置決めが行われていることから、別々に位置決めする場合のように、位置決め精度の問題で相互間の位置ずれが生じることがない。即ち、当該基準マーカは導波路コアに対しての位置ずれが極端に少ないことから、光素子の実装に際しては絶対的な基準マーカとして前述した基板上の他の全ての位置に対して有効に機能することができ、光素子の実装されるべき正規の位置を特定することができる。

40

ここで、前記基準マーカとしての第1のマーカは、前記光導波路コアの両側に当該光導波路コアと同時に形成された二つの基準マーカ台上に、それぞれ設けられている（請求項2）。又、前記第2のマーカは、前記二つの第1のマーカと共に四角形状の図形の各頂点を成すように前記基板上に、二個設置されたものである（請求項3）。

更に、光素子部側アライメントマーカは、前記光素子部が備えている前記LD活性層の両側にそれぞれ設けられ、この二個の各光素子部側アライメントマーカに対応して、前記第2のマーカがそれぞれ前記基板上の前記光素子部用の実装領域に設けられている（請求

50

項4)。そして、前記第1のマーカと前記第2のマーカとを結ぶ線分によって形成される四角形状は、各内角が直角又は直角を含むその他の異なった内角で特定された四角形状に設定されている（請求項5）。

【0021】

上記目的を達成するため、本発明にかかる光導波路デバイス用光素子実装システムは、前述した一の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにおいて、

前記光素子部実装装置が、前記基板上の一部に成膜された光導波路コアを有する光導波路部に光学的に結合するように前記基板上の他の一部に実装される光素子部の実装領域を透過光により撮影する撮影手段と、この撮影手段で得られる透過画像に基づいて前記光素子部の実装領域をモニター画像上に表示する画像表示手段と、前記光素子部を予め設定されたX-Y平面上の前記実装領域に移送し設置する光素子移送設置機構と、これらの各構成要素を駆動制御する主制御手段とを備え、

前記主制御手段が、

前記光導波路デバイスにおける光素子部の実装に際して、前記画像表示手段を介して前記モニター画像に前記X-Y平面を設定すると共に、当該設定されたX-Y平面上から前記光導波路デバイスの基板上における前記基準マーカである第1のマーカを基準として前記基板上の光素子実装面に予め設置された基板側アライメントマーカである第2のマーカの実際の位置情報を検出するマーカ位置検出処理部と、

前記第1のマーカを基準として前記X-Y平面座標と同様の座標上に予め特定された前記第2のマーカの正規の位置情報を記憶部に予め記憶すると共に、この第2のマーカの正規の位置情報と前記マーカ位置検出部で検出された実際の前記第2のマーカの位置情報とを比較してその差を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出処理部と、

この算出された位置ずれ量に基づいて稼働し、前記第2のマーカに対応して前記光素子部側に予め付された光素子側アライメントマーカの中心位置が前記第2のマーカの正規の位置情報の中心に一致するように、前記光素子部を前記光素子移送設置機構を介して移送制御し設置する移送先補正制御部と、を備えている、という構成を採っている（請求項6）。

【0022】

上記目的を達成するため、本発明にかかる光導波路デバイス用光素子実装方法は、前述した一の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光導波路デバイスが備えている前記第1のマーカを基準として実際の前記第2のマーカの位置を撮影手段を介して検出し、

この検出された実際の前記第2のマーカの位置と予め前記第1のマーカによって特定された前記第2のマーカの正規の位置との差を位置ずれ量として算出し、

この算出した位置ずれ量を補正量として当該補正量の分だけ実際の前記第2のマーカからシフトした位置に、光素子移送設置機構を介して前記光素子部を移送制御し前記光素子部が備えている光素子側アライメントマーカを位置合わせをすることにより前記光素子部を前記第2のマーカの正規の位置に移送制御し、

これら各処理工程における位置検出処理、位置ずれ量算出処理、正規位置設置制御処理に係る各動作処理手順を、前記光素子部実装装置が備えている主制御手段が順次実行する、という構成を採っている（請求項7）。

【0023】

上記目的を達成するため、本発明にかかる光導波路デバイス用光素子実装方法は、前述した一の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光素子実装装置は、前記基板上の一部に成膜された光導波路コアを有する光導波路部に光学的に結合するように前記基板上の他の一部に実装される光素子部の実装領域を透過光により撮影する撮影手段と、この撮影手段で得られる透過画像に基づいて前記光素子部の実装領域をモニター画像上に表示する画像表示手段と、前記光素子部を予め設定されたX-Y平面上の前記実装領域に移送し設置する光素子移送設置機構と、これらの各構成要素を駆動制御する主制御手段とを備えたものであり、

前記光導波路デバイスにおける光素子部の実装に際し、前記画像表示手段を介して前記モニター画像に前記X-Y平面座標を設定し（X-Y平面座標設定工程）、

この設定されたX-Y平面座標上から前記光導波路デバイスの基板上における前記基準マーカである第1のマーカを基準として前記基板上の光素子実装面に予め設置された前記第2のマーカの実際の位置情報を検出し（マーカ位置検出工程）、

前記第1のマーカを基準として前記X-Y平面座標と同様の座標上に予め特定された前記第2のマーカの正規の位置情報が予め装備された記憶部に記憶されており、この第2のマーカの正規の位置情報と前記マーカ位置検出部で検出された実際の前記第2のマーカの位置情報とを比較し且つその差を位置ずれ量として算出し（位置ずれ量算出工程）、

この算出された位置ずれ量に基づいて稼働し、前記第2のマーカに対応して前記光素子部側に予め付された光素子部側アライメントマーカの中心位置が前記第2のマーカの正規の位置情報の中心に一致するまで、前記光素子移送設置機構を介して前記光素子部を正規に位置に移送制御し（正規位置移送制御工程）、

これら上記座標設定、位置検出、位置ずれ量算出、および光素子部移送制御に係る各動作制御を、前記主制御手段が順次実行するようにした、という構成を採っている（請求項8）。

【0024】

上記目的を達成するため、本発明にかかる光素子実装制御プログラムは、前述した一の光導波路デバイスにおける前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光導波路デバイスが備えている前記第1のマーカを基準として実際の前記第2のマーカの位置を撮影手段を介して検出するマーカ位置検出処理機能、

この検出された実際の前記第2のマーカの位置と予め前記第1のマーカによって特定された前記第2のマーカの正規の位置との差を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出処理機能、

およびこの算出した位置ずれ量を補正量として当該補正量の分だけ実際の前記第2のマーカからシフトした位置に（補正量がゼロとなる位置に）、光素子移送設置機構を介して前記光素子部を移送制御し前記光素子部が備えている光素子側アライメントマーカを位置合わせをすることにより前記光素子部を前記第2のマーカの正規の位置に設置する正規位置移送制御処理機能、

を設け、これらマーカ位置検出、位置ずれ量算出、正規位置への移送動作に係る各動作処理機能を、前記光素子部実装装置が備えているコンピュータに実現させるようにする、という構成を採っている（請求項9）。

【0025】

上記目的を達成するため、本発明にかかる光素子実装制御プログラムは、前述した一の光導波路デバイスが備えている前記基板上の予め設定された実装面に、実装前の前記光素子部を実装する光素子部実装装置を備えた光導波路デバイス用光素子実装システムにあって、

前記光素子部実装装置は、前記基板上の一部に成膜された光導波路コアを有する光導波路部に光学的に結合するように前記基板上の他の一部に実装される光素子部の実装領域を透過光により撮影する撮影手段と、この撮影手段で得られる透過画像に基づいて前記光素子部の実装領域をモニター画像上に表示する画像表示手段と、前記光素子部を予め設定されたX-Y平面上の前記実装領域に移送し設置する光素子移送設置機構と、これらの各構成要素を駆動制御する主制御手段とを備えたものであり、

10

20

30

40

50

前記光導波路デバイスにおける光素子部の実装に際し、前記画像表示手段を介して前記モニター画像に前記X-Y平面座標を設定するX-Y座標設定処理機能、

この設定されたX-Y平面座標上から前記光導波路デバイスの基板上における前記基準マーカである第1のマーカを基準として前記基板上の光素子実装面に予め設置された前記第2のマーカの実際の位置情報を検出するマーカ位置情報検出処理機能、

前記第1のマーカを基準として前記X-Y平面座標と同様の座標上に予め特定された前記第2のマーカの正規の位置情報が予め装備された記憶部が記憶されており、当該第2のマーカの正規の位置情報と前記マーカ位置検出部で検出された実際の前記第2のマーカの位置情報とを比較し且つその差を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出処理機能、

および前記算出された位置ずれ量に基づいて稼働し、前記第2のマーカに対応して前記光素子部側に予め付された光素子部側アライメントマーカの中心位置が前記第2のマーカの正規の位置情報の中心に一致するまで、前記光素子移送設置機構を介して前記光素子部を移送制御する正規位置移送制御処理機能、

を設け、これら位置検出処理、位置ずれ量算出処理、正規位置移送制御処理に係る各動作処理機能を、前記光素子部実装装置が備えているコンピュータに実現させるようにした、という構成を採っている（請求項10）。

【発明の効果】

【0026】

本発明は以上のように構成され機能するので、これによると、特に基板上の光導波路部に装備した基準マーカによって、光素子部の正規の装備位置を不変的に特定し得るので、光素子装備領域に歪みが生じて、前記光素子部の装備位置の位置ずれ量を補正することが可能となり、実装に際しては光素子部を正規の位置に確実に配設装備することが可能となり、実装精度および生産性の向上を図ることができるという優れた光導波路デバイス、光導波路デバイス、光導波路デバイス用光素子実装システム、光素子実装方法、及びそのプログラムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。図1に、本実施形態にかかる光導波路デバイスの概念的な分解斜視図、図2に同じく平面図を示す。この図1において、光導波路デバイス10は、シリコン結晶からなる基板11と、この基板11上の一部に設けられた光導波路形成部16と、この光導波路形成部16に対応して基板11上の別の一部に設けられた光素子搭載部17（光素子実装領域）とを備えている。光導波路形成部16は、基板11上に、いずれもCVD膜から成るベース層121、下部クラッド層122、光導波路コア13、及び上部クラッド層14が積層されて形成された光導波路部15を備えている。

【0028】

この光導波路部15および光素子搭載部17の形成は、まず基板11の全面に各層を成膜・加工し、その後、エッチングによって光素子搭載部17の領域に、台座ブロック19およびマーカ台20を形成することによって行う。台座ブロック19およびマーカ台20は、ベース層121と同一の膜から形成されており、エッチングの際には、予めこの膜上にパターニングしておいたクロム層21A、21B、22をマスクとして利用することにより、この構造が実現できる。一方、光導波路コア13と基準マーカ台24は同一の膜から形成され、両者のパターニングは同一のマスクにより一括して行われる。なお基準マーカ台24の上面にはクロム膜（基準マーカ24Aおよび24Bに相当）が形成されている。さらに、光導波路部15の断面に露出した光導波路コア13の端面に対し、光素子搭載部17に搭載された光素子18が光学的に結合されるように搭載され、これによって光導波路デバイス10が形成されている。前記光素子18として、本実施形態としては、半導体レーザチップが使用されている。以下、ここでは、半導体レーザチップを含む光素子全体をLDとして表記する。

【0029】

即ち、上記図 1 における実施形態では、基板 11 上に形成された光導波路コア 13 を有する光導波路部 15 とこの光導波路部 15 に対応して前記基板 11 上に装着された端面発光型の光素子 18 (LD) とを備え、前記基板 11 上で双方を光端面接続してハイブリッド実装し、これによって、光導波路デバイス 10 が形成されている。

【0030】

なお、前述した光素子 18 の下面には、LD 活性層 25 を挟んだ両側の位置に、開口型の LD 側アライメントマーカ 18A, 18B がそれぞれ設けられている。又、光素子 18 を実装する基板 11 上には、基板側アライメントマーカ 21A, 21B がそれぞれ設けられているが、これらの位置は、光素子 18 を実装する際に当該光素子 18 側の前記 LD 側アライメントマーカ 18A, 18B とそれぞれ中心点が一致する位置に設定されている。

10

【0031】

ところで、前述した従来例で詳述したように、光導波路デバイス 10 の製造工程にあつては、基板 11 の素材であるシリコンウェハが熱処理等によって歪みが生じた場合、基板側アライメントマーカ 21A, 21B のパターンングの際、位置合せ精度が変動する場合がある。このため、光素子 18 の実装時に基板側アライメントマーカに合わせて光素子 18 の LD 側アライメントマーカ 18A, 18B を搭載しても、光素子 18 側の LD 活性層 25 と光導波路部 15 側の導波路コア位置 13 とは完全に一致しない事態が生じる (図 15 参照)。

【0032】

このような状況で、本実施形態では、上記従来例とは異なり、基板側アライメントマーカの本来あるべき位置と、実際の位置とのズレ方向およびズレ量を判別するために、絶対的な基準とすることのできるマーカ (第 1 のマーカ) を二カ所に設けている。この基準マーカ (第 1 のマーカ) 24A, 24B は、前述したように基板 11 上に光導波路コア 13 をパターンングする際に当該光導波路コア 13 の近傍に同時に形成される。このため光導波路コア 13 と第 1 のマーカである基準マーカ 24A, 24B との相対位置は常に一定に保たれ、基板側アライメントマーカ (後述する第 2 のマーカ) 21A, 21B のように、製造工程中に光導波路コア 13 の位置に対してズレを生じることがない。

20

【0033】

このような基準マーカ (第 1 のマーカ) 24A, 24B を設けることで、当該基準マーカ 24A, 24B に対して基板側アライメントマーカ (第 2 のマーカ) 21A, 21B が本来あるべき位置 (正規の位置) を認識することができる。そして、この正規の位置と実際のアライメントマーカの位置とのズレを補正值として考慮し、光素子搭載位置を決定することで、光素子 18 の光導波路コア 13 と光素子 18 側の活性層 25 とを、後述するようにその中心軸を迅速に且つ高精度に合致させることが可能となる。

30

【0034】

ここで、上述した基準マーカおよび他のマーカについて説明する。上述した基準マーカ (第 1 のマーカ) は、一個装備してもよいが、本実施形態では、基準マーカ (第 1 のマーカ) を光導波路部 15 領域に二個 (24A, 24B) 装備している。即ち、前述した基準マーカ 24A, 24B は、図 1 および図 2 に示すように基板 11 上の前記光導波路部 15 の光導波路コア 13 を挟んだ両側に、それぞれ設けられている。この各基準マーカ 24A, 24B はクロム膜により比較的堅牢に構成されている。更に、この 2 個の基準マーカ 24A, 24B と前述した 2 個の基板側アライメントマーカ (第 2 のマーカ) 21A, 21B とを結んで形成される領域の形状を、本実施例では設計上、内角が 90 度の四角形に設定し、これによって、後述する位置ずれ量の演算および実装作業の迅速化を図っている。尚、この各基準マーカ 24A, 24B と基板側アライメントマーカ 21A, 21B とを結ぶ線分で囲まれる領域の形状については、本発明ではこれに限定するものではなく、内角が 90 度以外の特定された四角形状であってもよい。

40

【0035】

この基準マーカ 24A, 24B と前述した光導波路コア 13 とは、同一層の膜から同一のマスクを用いたフォトリソグラフィーにより一括して形成されるため、目合せ精度など

50

の問題で両者の位置関係が変動することがない。

【0036】

なお、前述した各基板側アライメントマーカ21A、21Bおよび前記基準マーカ24A、24Bは、その形状がマーカ台21および24の上面の形状にそれぞれ略同一の遮光膜として形成される。なお、これらの遮光膜は、赤外透過光でマーカ認識するのに利用されるが、遮光膜がなくても、マーカ台側壁部の回折や、落射光を使用することによってマーカを認識することは可能である。又、この二つの基板側アライメントマーカ21A、21Bに対応して前記光素子18下面側に設けられた開口型の二つのLD側アライメントマーカ18A、18Bは、内側が円形状にくり抜かれた四角形状の遮光膜で形成されている。この遮光膜は、金膜によって形成されている。

10

【0037】

尚、この場合、前述した開口型のLD側アライメントマーカ18A、18Bを、内側が円形状にくり抜かれ周囲が四角形状の光反射膜に代えて、内側が中心点の特定が容易な幾何学模様でくり抜かれ外周が多角形状の光反射膜で形成してもよい。図3に、基準マーカ24A、24B及びアライメントマーカ21A、21B、18A、18Bの種々の例を示す。図3(A)は、中を反射面とした反射面の形状を示し、図3(B)は外形が四角形で中央部が幾何学形状をした打ち抜き型の種々の例を示す。

【0038】

この図3の例では、いずれを基準マーカ24A、24Bとし、いずれをアライメントマーカ21A、21B、18A、18Bとするかを限定するものではなく、自由に選択使用してよい。このマーカに形状については、とくに限定するものではないが、上記実施形態では、図1乃至図2に開示したものを選択使用した。

20

【0039】

次に、上記二つの各基準マーカ24A、24Bおよび基板側アライメントマーカ21A、21Bを基板11上の前述した図1に開示した位置に設定する場合の製造方法を、以下、図4に基づいて説明する。

【0040】

まず、シリコン基板11上に一層目のベース層121となるシリコン酸化膜を成膜し(a)、このベース層121上に、後に台座ブロック19および基板側アライメントマーカのマーカ台20を形成する際にマスクとして使用するため、それぞれの所定位置に、かつ所定形状でクロム膜21、22をパターニングする(b)。次に、二層目の下部クラッド層122となるシリコン酸化膜を成膜する(c)。その上から光導波路コア13となる高屈折率のシリコン酸化膜13dを堆積させる(d)。

30

【0041】

さらにこのシリコン酸化膜13d上にクロム膜を成膜した後レジストを塗布し(e)、フォトリソグラフィーによって光導波路コア13および基準マーカ24A、24Bのパターニングを一括して行い、反応性イオンエッチングによってシリコン酸化膜13dをエッチングし、光導波路コア13および基準マーカ台24を形成する。ここで基準マーカ台24の上面にあるクロム膜が基準マーカ24A、24Bとなる(f：断面図、およびf'：平面図)。

40

【0042】

次に、一旦レジストを除去し、再びレジストを基準マーカ24A、24Bのみ保護するようにパターニングし(g)、クロムエッチャントで光導波路コア13上面に残っているクロム膜13Aを除去した後、レジストを除去する(h)。

【0043】

次に、光導波路コア13を埋め込むための低融点シリコン酸化膜を堆積させ、高温でリフロー処理し(i)、その上から更にシリコン酸化膜を成膜して上部クラッド層が完成する(j)。続いて、光導波路部15形成用のレジストパターニングを行い(k)、ドライエッチングにより光導波路コア13端面を露出させる。さらに、上記(b)においてパターニングしたクロム膜21、22(このクロム膜は最終的には基板側アライメントマーカ

50

となる) がシリコン酸化膜のドライエッチングのマスクとして機能し、台座 19 およびマーカー台 20 が形成されて完成となる。

【0044】

ここで、光導波路コア 13 と台座 19 との高さは成膜時のベース層 121 成膜時の膜圧均一性のみに依存し、一般にそのウェハ面内のバラツキは 1% 程度とされている。従って、ベース層 121 の膜厚が仮に $1.5\ \mu\text{m}$ としても、光導波路コア 13 と台座 19 の高さズレは、せいぜい $15\ \text{nm}$ にしかならないため、台座 19 に光素子を搭載するだけで両者の高さ方向の位置合せは十分なレベルで行える。また基準マーカ 24A, 24B はクロム膜で形成されるため、赤外線によって画像認識することが可能となる。

【0045】

次に、上述した光導波路デバイス 10 にあって、光素子 18 部分を基板 11 上の前述した光素子搭載部 17 に実装する場合の光素子実装システム及びその動作を、光導波路デバイスの製造装置の一部として図 5 乃至 11 に基づいて説明する。

【0046】

この光素子実装システムでは、光素子 18 の実装に際し、光導波路デバイス 10 における基板 11 上の光導波路形成部 16 側に設けた基準マーカ 24A, 24B を基準とし、実際の基板側アライメントマーカ 21A, 21B の位置を検出し、予め特定されている正規の基板側アライメントマーカ 21A, 21B の設定位置と「ずれ」量を測定し、この「ずれ」を補正する量だけ LD 側アライメントマーカ 18A, 18B の位置を移動し、これによって光素子 18 の実装位置を合わせるように構成している。

【0047】

以下、これを詳述する。

まず、図 5 に、光素子実装システムを示す。この図 5 に示す光素子実装システムは、前述した基板 11 上の光導波路形成部 16 に形成された光導波路部 15 の光導波路コア 13 に対応するように、前記基板 11 上に端面発光型の光素子 18 (LD) を実装するに際して使用される。

【0048】

この光素子実装システムは、基板 11 上における前記光素子 18 の実装領域 (光素子搭載部 17) を赤外線透過光により撮影する撮像手段 31 と、この撮像手段 31 で得られる透視画像を画像情報として認識しその実装領域をモニタ上に表示する画像表示手段 32 と、前記光素子 18 を保持すると共に当該光素子 18 を X-Y 平面上の任意の位置に移送して設置する LD 移送設置機構 33 と、この LD 移送設置機構 33 および前記画像表示手段 32 並びに前記撮像手段 31 の各動作を駆動制御する主制御手段 34 とを備えている。

【0049】

この内、LD 移送設置機構 33 は、図 5 に示すように前述した光導波路デバイス 10 を保持して前述した X-Y 平面上で任意の方向に移送可能に構成された移送テーブル機構部 33A と、この移送テーブル機構部 33A を介して前記光導波路デバイス 10 を水平に配設し保持する支持台 33B と、この支持台 33B の図 5 における左端部に立設された支柱部 33C とを備えている。

【0050】

前記支柱部 33C は、当該支柱部 33C の上端部に前述した支持台 33B に沿って突設された片持ち梁 35 を備えており、この片持ち梁 35 と前記移送テーブル機構部 33A との間に、前記支柱部 33C に上下動自在に保持された上下方向移送手段 36 が装備されている。

【0051】

この上下方向移送手段 36 は、前記片持ち梁 35 と前記移送テーブル機構部材 33A との間の空間内に前記支柱部 35 側から突設され先端部で移送部材 (光素子 18) を垂下保持する保持アーム 36A と、この保持アーム 36A の後端部を保持すると共に前記支柱部 33C に装備された上下方向移動停止機構 36B と、前記保持アーム 36A の先端部で前述した光素子 18 を垂下保持すると共に当該光素子 18 を水平面内で微小回動し或いは当

10

20

30

40

50

該回動を停止制御する回転駆動機構 36C とを備えている。これにより、前述した光素子 18 は回転駆動機構 36C によって垂下保持され且つ後述するように前述した主制御手段 34 からの指示に従って微小回転し若しくは停止し得るようになっている。

【0052】

前述した LD 移送設置機構 33 は、その枠体部分が図 5 に示すように全体的には L 字状に形成され、その下端部に配置された前記支持台 33B 内に、前述した撮像手段 31 の一部を成す赤外線光源 31A が配設されている。

【0053】

又、上述した片持ち梁 35 の先端部には、上記した赤外線光源 31A に対向して当該赤外線光源 31A から出力される赤外線（矢印 a）を受光する CCD カメラ 31B が装備されている。そして、この CCD カメラ 31B と前記赤外線光源 31A とによって、上述した撮像手段 31 が構成されている。

10

【0054】

ここで、前述した主制御手段 34 は、前述した図 1 に示す光導波路デバイスにおける光素子 18 の実装に際して、前記撮像された画像情報から実際の基板側アライメントマーカ 21A、21B の位置を検出するマーカ位置検出機能と、前記基板 11 上の光導波路部に予め設けられた基準マーカ 24A、24B を基準として予め特定された基板側アライメントマーカ 21A、21B の正規の位置と前記マーカ検出機能により検出された実際の基板側アライメントマーカ 21A、21B の位置との差を演算してその位置ずれ「dX, dY」を補正量として算出する位置ずれ演算機能と、この算出された補正量に基づいて前記 LD 移送設置機構 33 を駆動し前記 LD 側アライメントマーカと基板側アライメントマーカとを使用した両者の位置合せを補正する移送先補正制御機能と、を備えている。

20

【0055】

ここで、上述した主制御手段 34 は、具体的には、前記基板側アライメントマーカ 21A、21B の実際の位置情報を前記画像情報より検出するマーカ位置検出部 34A と、検出された実際の基板側アライメントマーカ 21A、21B の位置情報と予め特定された正規の基板側アライメントマーカ 21A、21B との位置情報とを比較して、その差（dX, dY）を位置ずれ量として算出する位置ずれ量算出部 34B とを備えている。

【0056】

更にこの主制御手段 34 は、前記基板側アライメントマーカ 21A、21B と、前記光素子 18 に予め付された PD 側アライメントマーカ 18A、18B との、相互の位置関係を調整しながら前記光素子 18 を移送し且つ配設制御する LD 移送設置機構 33 を駆動するものであり、前述した位置ずれ量算出部 34B で算出された位置ずれ量に基づいて、前記光素子 18 を移送し且つ配設制御する移送先補正制御部 34C を備えている。

30

【0057】

符号 34D は、必要な演算および動作制御に必要な情報およびプログラムを格納した記憶部を示す。この記憶部 34D の内容は、図 5 に開示した入力部 40 からの指令に応じて自在に追加又削除され、或いは訂正されるようになっている。

【0058】

そして、上記したマーカ位置検出部 34A、位置ずれ量算出部 34B、又は移送先補正制御部 34C によって、前述したマーカ位置検出機能、位置ずれ演算機能、又は移送先補正制御機能が、それぞれ実行されるようになっている。

40

【0059】

次に、上記図 5 に開示した実装システムの動作を、図 7 乃至 11 に基づいて説明する。ここで、上記実装システムについては、その全体的な動作が前述した主制御手段 34 に予め組み込まれた制御プログラム（図示せず）によって規制されるようになっている。又、この制御プログラムは、必要に応じて、入力部 40 からの外部指令により自在に変更可能に構成されている。

【0060】

図 7 は基板 11 上の実装位置への光素子の実装手順を示すフローチャートである。まず

50

、実装システムの稼働に際し、電源（図示せず）を投入してLD移送設置機構33を含むシステム全体を稼働状態に設定する。続いて、図1に示す光素子搭載前の光導波路デバイス10（導波路コア13部分を備えた基板11）を移送テーブル機構部33A上に載置し固定する。

【0061】

次に、前述した主制御手段34からの指令に応じて撮像手段31が作動し、基板11上の光素子搭載領域17にある二カ所の基準マーカの画像が撮影される。即ち、前記基板11上に端面発光型の光素子18（LD）を実装するのに先立ち、透過光（赤外線）を利用した撮像手段31により基準マーカ24A、24Bの位置が認識され、基準マーカ24A、24Bの位置情報（座標）が基準座標として設定される（ステップS101：基準マーカ位置認識・設定工程）。

10

【0062】

次に撮像手段31は実装領域（光素子搭載部17）の基板側アライメントマーカ21A、21Bの画像を撮影する。この撮影された情報（収集された情報）は前述した撮像手段31のCCDセンサ31Bから主制御手段34へ送られて画像情報として認識され、基板側アライメントマーカ21A、21Bの画像が画像表示手段32のモニタ32A上に画像表示される（ステップS102：画像表示工程）。

【0063】

ここで、前述した主制御手段34は、前述した基準マーカ24A、24Bの位置（基準座標）を基準として、実際の基板側アライメントマーカ21a、21bの位置ずれ量を計算する機能を備えている。以下、図8に基づいて、これを説明する。

20

【0064】

まず、前記設定された基準マーカ24A、24Bの位置（基準座標）に対する、正規の基板側アライメントマーカ21A、21Bの位置と、画像認識された画像情報から得られた実際の基板側アライメントマーカ21a、21bの位置とが抽出され、その位置情報をモニタ画面に予め設定されたX-Y面上に表示する。図8に、正規の基板側アライメントマーク21A、21Bに対して、画像上の各基板側アライメントマーク21a、21bが、それぞれ位置ずれを生じている場合の画面を示す。

【0065】

この図8において、記号Sは正規の位置にある基板側アライメントマーカ21A、21B相互間の距離を示し、記号S0は $S/2$ を示す。即ち、二個の基板側アライメントマーカ21A、21Bは、共に光導波路コア13の光軸線から距離S0の等間隔に配設される。又、記号Rは基準マーカ24と正規の基板側アライメントマーク21との間の離間距離を示す。

30

【0066】

ここで、この二カ所の基板側アライメントマーカ21A、21Bを結ぶ線分の中点を通り光導波路コア13の光軸線と一致する直線をY軸とし、Y軸と直交し24A、24Bを結ぶ直線をX軸（導波路コア13上）とする座標系を設定する。かかる設定は前述した主制御手段34によって実行される。なお前述した正規の基板側アライメントマーク21A、21B相互間を結ぶ線分をL2とし、線分L3は前述した線分L2から中心側から離れる方向で且つ時計方向に角度 $d\theta$ だけ回転した状態で位置ずれが発生している場合を示す。

40

【0067】

この図8に示す座標系にあって、前述した画面情報から得られる実際の基板側アライメントマーク21a、21bと、これに対応する正規の基板側アライメントマーク21A、21Bとの間の位置ずれ量（補正量）は、設定された前記X-Y座標系上で前述の主制御手段34により、下記の如く特定される（ステップS104：位置ずれ量特定工程）。

【0068】

即ち、実際の基板側アライメントマーク21a、21bの内、基板側アライメントマーク21aとこれに対応する正規の基板側アライメントマーク21Aとの位置ずれ量を α と

50

し、基板側アライメントマーク 2 1 b とこれに対応する正規の基板側アライメントマーク 2 1 B との位置ずれ量を β とすると、

$$\alpha = (d X a, d Y a), \beta = (d X b, d Y b)$$

と特定される。

【0069】

次に、二つの基準マーカ 2 4 A, 2 4 B に対する実際の各基板側アライメントマーク 2 1 a, 2 1 b のずれ量 $d X$, $d Y$, $d \theta$ (位置ずれ角度) は次式で算出される。

$$d X = (d X a + d X b) / 2$$

$$d Y = (d Y a + d Y b) / 2$$

$$d \theta = \arctan [(d Y b - d Y a) / (d X b - d X a)]$$

10

本実施形態では、これら $d X$, $d Y$, $d \theta$ は、何れも主制御手段 3 4 内で演算され、前述した光素子 1 8 に対応する上記基板 1 1 の位置ずれ量として特定され、光素子 1 8 を正規の位置に搭載し且つ導波路コア 1 3 の中心線上に前述した光素子 1 8 の活性層 2 5 の中心線を合致させるという本実施形態における高精度実装に際しては、上述した主制御手段 3 4 による移送テーブル機構部 3 3 A および上下方向移送手段 3 6 に対する動作制御量として、後述するように有効に活用される。その詳細は後述する。

【0070】

次に、上述したように、二つの基準マーカ 2 4 A, 2 4 B に対する実際の各基板側アライメントマーカ 2 1 a, 2 1 b の位置ずれ量 $d X$, $d Y$, $d \theta$ が特定されると、その後、オペレータあるいは図 5 に示していない搬送係着機構によって、光素子 1 8 が前述した上下方向移送手段 3 6 に保持される。この場合、光素子 1 8 は、上下方向移送手段 3 6 が備えている保持アーム 3 6 A の先端部にて回転駆動機構 3 6 C により垂下保持される。

20

【0071】

続いて、この上下方向移送手段 3 6 は、前述した主制御手段 3 4 からの指令に応じて作動して垂下保持した光素子 1 8 を基板 1 1 上の光素子搭載領域 1 7 (図 1 参照) に移送し、同時に、当該光素子 1 8 がその底面 (基板に対する対向面) 側に備えている (同一形状同一大きさの前述した二つの) L D 側アライメントマーカ 1 8 A, 1 8 B を、前述した基板側アライメントマーカ 2 1 a, 2 1 b の各中心位置と対応させながら、当該光素子 1 8 を光素子搭載領域 1 7 に配設する (ステップ S 1 0 5 : 図 7 参照)。

【0072】

30

かかる光素子の実装動作は、撮像手段 3 1 から入力される画像情報に基づいて前述した主制御手段 3 4 が制御指令を発し、これに基づいて前述した上下方向移送手段 3 6 と移送テーブル機構部 3 3 A とが適宜作動して実行される。このようにして光素子 1 8 は基板 1 1 上の光素子搭載領域 1 7 へ搭載される。図 9 に、この時点での各マーカの状態を示す。

【0073】

一方、この図 9 における光素子の搭載状態は、位置ずれ後の基板側アライメントマーカ 2 1 a, 2 1 b に対して、光素子 1 8 側の L D 側アライメントマーカ 1 8 A, 1 8 B を、その中心位置を合致させた状態での搭載状態となっている。このため、この図 9 では、搭載された光素子 1 8 自体が前述した基準マーカ 2 4 A, 2 4 B を結ぶ線分 (X 軸) に対して図中、 $d \theta$ (位置ずれ角度) だけ回動した状態で配設されたことになる。

40

【0074】

このため、次の工程として、図 1 0 の矢印に示すように、光素子 1 8 は、前述した上下方向移送手段 3 6 又は当該上下方向移送手段 3 6 と移送テーブル機構部 3 3 A とにより且つ主制御手段 3 4 に制御されて、前述した位置ずれ量 $d X$, $d Y$, $d \theta$ 分だけ、その搭載位置が移送補正 (微調整) される。即ち、光素子 1 8 の L D 側アライメントマーカ 1 8 A, 1 8 B は、これに対応する前述した正規の基板側アライメントマーカ 2 1 A, 2 1 B の中心位置に向けて微調整される (ステップ S 1 0 6 : 図 7 参照)。

【0075】

そして、前述した L D 側アライメントマーカ 1 8 A, 1 8 B の中心位置と正規の基板側アライメントマーカ 2 1 A, 2 1 B の中心位置とが一致するまで、主制御手段 3 4 により

50

位置ずれ量 dX , dY , $d\theta$ が減少する方向に前述した光素子 18 の移送制御が実行される (ステップ S107)。かかる動作の監視は、前述した撮像手段 31 から得られる位置情報に基づいて主制御手段 34 によって実行される。

【0076】

即ち、ここでは、図 10 に示すように、前記 LD 側アライメントマーカ 18A, 18B の中心点を、マーカ抽出工程で確認された現実の基板側アライメントマーカ 21a, 21b から前述した位置ずれ量 dX , dY , $d\theta$ だけずれた位置 (正規の基板側アライメントマーカ 21A, 21B) に向けて、光素子 18 が移送制御され、一方のマーカ 18A, 18b と他方のマーカの各中心点が実質的に一致するまで微調整される (移送先補正制御工程)。

10

【0077】

このように、認識補正 (位置合わせ) が微調整によって成されることにより、導波路コア 13 に対して LD 活性層 25 を正確に位置合わせをした状態で、光素子 18 が基板 11 上の光素子搭載領域 17 へ高精度に且つ迅速に搭載され、これによって、当該光素子 18 の実装作業が完了する (ステップ S108)。図 11 に、光素子 18 の実装作業が完了した状態を示す。

【0078】

上述したように、本実施形態では、光素子 18 の実装に先立って基準マーカ 24A, 24B および基板側アライメントマーカ 21A, 21B の外周を画像認識し、それぞれの中心位置座標を検出するようにした。そして、基準マーカ 24A, 24B の位置座標に基づいて基板側アライメントマーカ 21A, 21B の各中心点の本来あるべき座標位置を特定することができるため、この位置と撮影され画像認識された実際の基板側アライメントマーカ位置の差 (dXa , dYa , dXb , dYb) を検出し、これを、位置ずれに対する補正量とした。

20

【0079】

さらに、光素子 18 の実装に際しては、前記基板側アライメントマーカ 21A, 21B に対応して光素子 18 側に予め設けた LD 側アライメントマーカ 18A, 18B が前述した実際の基板側アライメントマーカ 21a, 21b に重なるように前述した光素子 18 を配置し、各マーカそれぞれの中心が一致するように光素子 18 を位置調整する。そして、各マーカそれぞれの中心が一致したところで、前記検出した補正量だけ、光素子 18 の配置を移動させる。これにより、基板側アライメントマーカ 21A, 21B の位置ズレの影響をなくすることが可能となる。左右の LD 側アライメントマーカ 18A, 18B は一緒に動くため、実際の補正は、 X , Y , θ を調整して行う。このように、すべてのチップを個別かつ簡単に補正できるため、光結合特性を飛躍的に安定化することができる。

30

【0080】

ここで、上述した実施形態における光素子実装システムにあって、主制御手段 34 が実行する情報処理内容を予めプログラム化し、これを当該主制御手段 34 に装備したコンピュータに実行させるように構成してもよい。このようにしても、前述した主制御手段 34 と同等に機能し前述した目的を達成することができる。

【0081】

40

以上のように、本実施形態によると、特に基板 11 上の光導波路部 15 に装備した基準マーカ 24A, 24B によって光素子 18 の正規の装備位置を不変的に特定し得るので、これに基づいて光素子実装領域 17 側に生じる基板 11 の応力歪み等に起因した変形による前記光素子 18 の装備位置の位置ずれ量を、当該光素子 18 の実装前に有効に特定することができ、このため、実装に際してはこの特定された位置ずれ量に基づいて光素子 18 を変形前の正規の位置に確実に配設装備することが可能となり実装精度の向上を図ることができる。

【0082】

同時に、本実施形態によると、前述した如く、光素子実装の前に対応する当該光素子 18 の搭載領域 17 における上述した基板側アライメントマーカ 21A, 21B の位置ずれ

50

量を検出しこれを補正量としたので、不良品の発生を大幅にて通減させることができ、生産性を大幅に向上させることができ、前述した光導波路デバイスの信頼性および品質を著しく向上させることを可能とした従来にない優れた導波路デバイス、光素子実装システム、光素子実装方法、及び光素子実装プログラムを提供することができる。

【産業上の利用可能性】

【0083】

変形し易い基板上に他の部材を精密に実装する機器にあつては、分野が異なっても、全ての分野の微細精密機器に対して適用される。また、基準マーカの数や組み合わせにも制限はない。光アクセス用トランシーバデバイス、分散補償デバイス、可変波長光源デバイス、DPSK用1バイト遅延デバイスなど、PLC技術を利用した様々なデバイスへの応用が可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】本発明にかかる光導波路デバイスの一実施形態を示す分解斜視図である。

【図2】図1における光導波路デバイスを示す図で、図2(A)は実装対象物である光素子を示す平面図、図2(B)は光導波路デバイスの本体側である導波路コアを備えた基板部分を示す平面図である。

【図3】図1内に開示した基準マーカ形状の各種具体例を示す説明図である。

【図4】図1内に開示した基準マーカを基板上に設ける場合の手順(a)乃至(l)を示す説明図である。

20

【図5】図1内に開示した光素子を実装する場合の光素子実装システム全体を示す概略構成図である。

【図6】図5内に開示した主制御手段の構成の一例を示すブロック図である。

【図7】図5に開示した光素子実装システムの動作を示すフローチャートである。

【図8】図1における基板上に設けられた基準マーカと基板側アライメントマーカ相互間の位置関係、及び基板の変形に伴う基板側アライメントマーカの位置ずれを示す説明図である。

【図9】図8において位置ずれを起こした基板上にあって基板側アライメントマーカの中心位置に光素子側のPDアライメントマーカの中心位置を一致させた場合(光素子実装状態)を示す説明図である。

30

【図10】図9の光素子実装状態から光素子の搭載位置を微調整して導波路コアの中心軸にLD活性層の中心軸を一致させるようにする場合のマーカ相互間の位置関係を示す説明図である。

【図11】図10の実装動作を実行し導波路コアの中心軸にLD活性層の中心軸が一致した場合を示す説明図である。

【図12】従来例である光導波路デバイスを示す分解斜視図である。

【図13】図12において実行された光素子の実装状態を示す説明図である。

【図14】図12における光素子実装時に光素子が正規の実装位置からずれて搭載された場合に当該ずれた実装状態からその搭載位置を微調整して正規の位置(導波路コアの中心軸とLD活性層の中心軸とが一致する位置)に光素子を移送した場合のマーカ相互間の位置関係を示す説明図である。

40

【図15】図14における光素子の位置ずれ状態の例を示す説明図である。

【符号の説明】

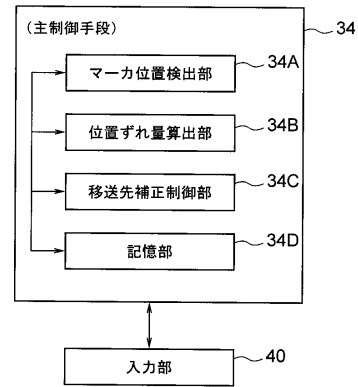
【0085】

- 10 光導波路デバイス
- 11 基板
- 13 光導波路コア
- 15 光導波路部
- 16 光導波路形成部
- 17 光素子搭載部

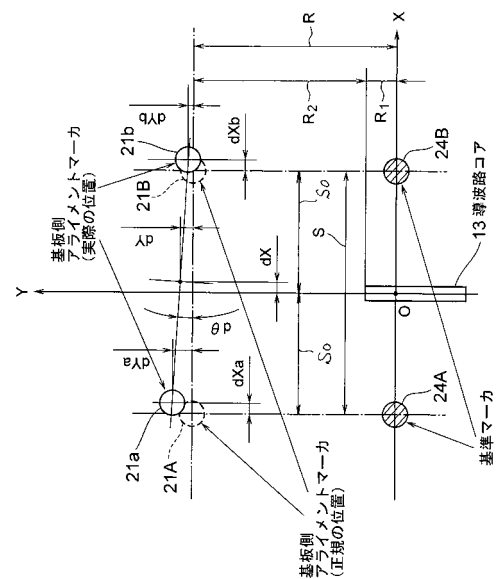
50

1 8	光素子	
1 8 A, 1 8 B	L D 側アライメントマーカ	
1 9	台座ブロック	
2 0	マーカ台	
2 1 A, 2 1 B	基板側アライメントマーカ (第 2 のマーカ)	
2 4	基準マーカ台	
2 4 A, 2 4 B	基準マーカ (第 1 のマーカ)	
2 5	L D 活性層	
3 1	撮像手段	
3 1 A	赤外線光源	10
3 1 B	C C D カメラ	
3 2	画像表示手段	
3 2 A	モニタ	
3 3	光素子移送設置機構	
3 3 A	移送テーブル機構部	
3 3 B	支持台	
3 3 C	支柱部	
3 4	主制御手段	
3 4 A	マーカ位置検出部	
3 4 B	位置ずれ量算出部	20
3 4 C	移送先補正制御部	
3 4 D	記憶部	
3 6	上下方向移送手段	
3 6 A	保持アーム	
3 6 B	上下方向移動停止機構	
3 6 C	回転駆動機構	
4 0	入力部	
5 0	光導波路デバイス	
5 1	基板	
5 2	カメラ	30
5 3	光導波路コア	
5 5	光導波路部	
5 6	光導波路形成部	
5 7	光素子搭載領域	
5 8	光素子	
5 8 A	活性層	
5 8 a	光素子側アライメントマーカ	

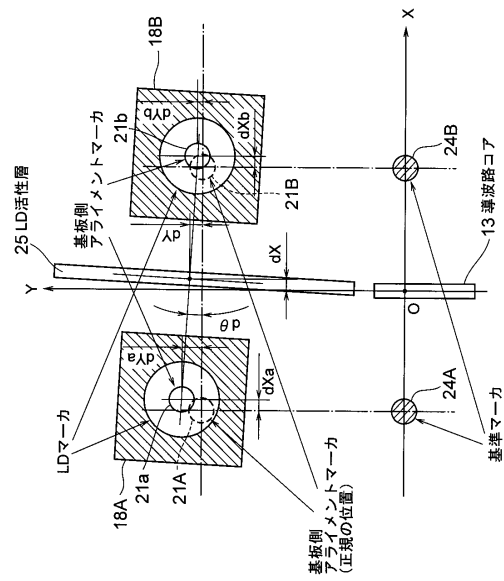
【图 6】



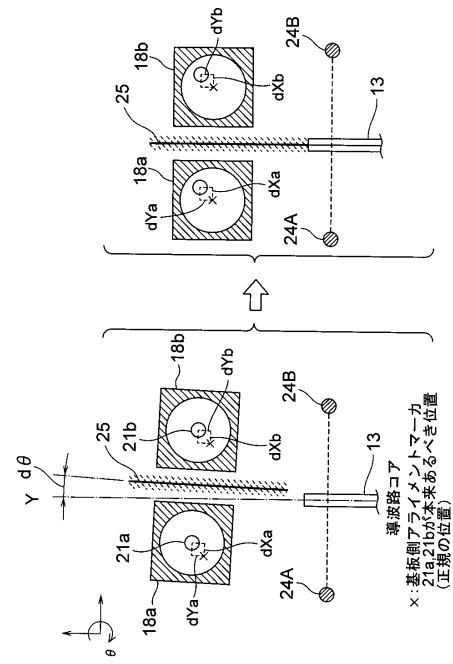
【图 8】



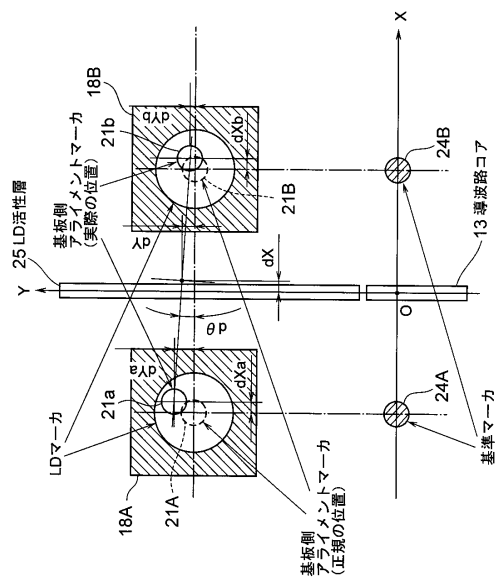
【図 9】



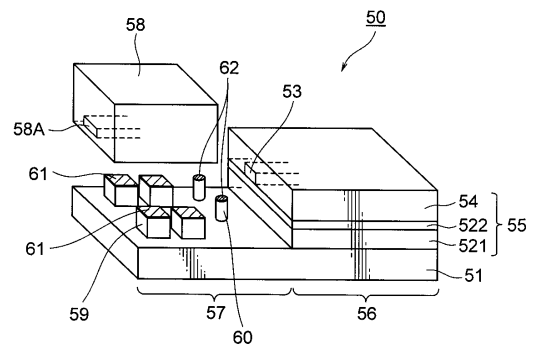
【図 10】



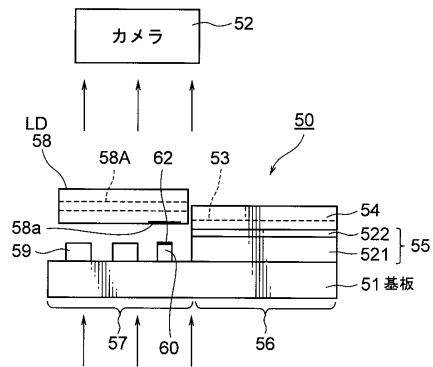
【図 11】



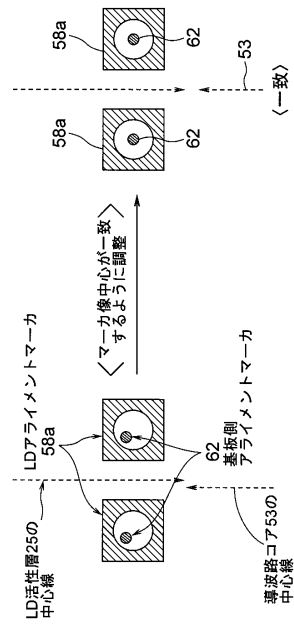
【図 12】



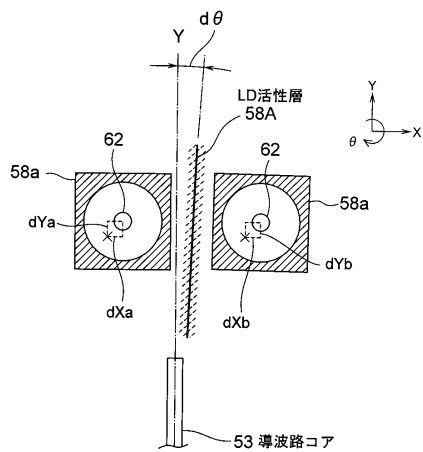
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



×印: 基板側アライメントマーク62が
本来あるべき位置

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-062447 (JP, A)
特開2003-084156 (JP, A)
特表2003-512645 (JP, A)
国際公開第2004/008201 (WO, A2)
国際公開第2005/066677 (WO, A2)
特開2007-286340 (JP, A)
特開平8-111600 (JP, A)
特開平8-110427 (JP, A)
特開平8-83955 (JP, A)
特開平9-304663 (JP, A)
特開2000-075153 (JP, A)
特開2003-167158 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00 - 6/43