

(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2004-86137
(P2004-86137A)

(43) 公開日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/42	GO2B 6/42	2H037
HO1L 31/0232	HO1S 5/022	5F073
HO1S 5/022	HO1L 31/02 C	5F088

審査請求 未請求 請求項の数 35 O L (全 29 頁)	
(21) 出願番号 特願2003-30030 (P2003-30030)	(71) 出願人 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(22) 出願日 平成15年2月6日 (2003.2.6)	(74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号 特願2002-192634 (P2002-192634)	(74) 代理人 100080953 弁理士 田中 克郎
(32) 優先日 平成14年7月1日 (2002.7.1)	(74) 代理人 100093861 弁理士 大賀 眞司
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 長坂 公夫 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
	(72) 発明者 宮前 章 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
	最終頁に続く

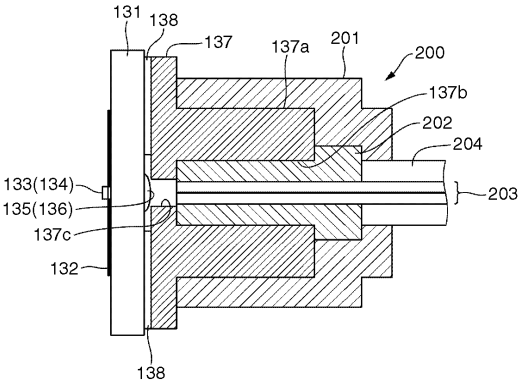
(54) 【発明の名称】 光トランシーバ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造工程をより簡易化することを可能とする光トランシーバを提供する。

【解決手段】 本発明の光トランシーバ(1)は、光ファイバ(203)の一端部に設けられた光プラグ(200)を取付けるための光ソケット(137)と、光を集光する集光手段(135、136)と、供給される電気信号に応じて発光し又は供給される受光信号に応じて電気信号を発生する光素子(133、134)と、光ファイバ(203)、集光手段(135、136)及び光素子(133、134)が1つの光軸上に揃うように光ソケット、集光手段及び光素子をそれぞれ支持する光透過性の基板(131)と、を含む。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ファイバの一端部に設けられた光プラグを取付けるための光ソケットと、
光を集光する集光手段と、
供給される電気信号に応じて発光し又は供給される受光信号に応じて電気信号を発生する光素子と、
前記光ファイバ、前記集光手段及び前記光素子が 1 つの光軸上に揃うように前記光ソケット、前記集光手段及び前記光素子をそれぞれ支持する光透過性の基板と、
を含む光トランシーバ。

【請求項 2】

第 1 及び第 2 の光ファイバの各一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットと、
光を集光する第 1 及び第 2 の集光手段と、
供給される電気信号に応じて発光する発光素子と、
供給される受光信号に応じて電気信号を発生する受光素子と、
前記第 1 の光ファイバ、前記第 1 の集光手段及び前記発光素子が第 1 の光軸上に揃い、前記第 2 の光ファイバ、前記第 2 の集光手段及び前記受光素子が第 2 の光軸上に揃うように前記光ソケット、前記第 1 及び第 2 の集光手段、前記発光素子及び前記受光素子をそれぞれ支持する光透過性の基板と、
を含む光トランシーバ。

【請求項 3】

前記光素子は前記基板の一方面に配置され、前記集光手段及び前記光ソケットは前記基板の他方面の前記光素子に対応する位置に配置される、請求項 1 に記載の光トランシーバ。

【請求項 4】

前記光素子は前記基板の一方面に配置され、前記光ソケットは前記基板の他方面の前記光素子に対応する位置に配置され、
前記集光手段は、その一が前記基板の他方面の前記光素子に対応する位置に配置されると共に他の一が前記光ソケットの端部近傍の前記光素子と対向する位置に配置される、請求項 1 に記載の光トランシーバ。

【請求項 5】

前記発光素子及び前記受光素子は前記基板の一方面に配置され、前記第 1 及び第 2 の集光手段と前記光ソケットは前記基板の他方面に配置されると共に、前記第 1 及び第 2 の集光手段は前記発光素子及び前記受光素子にそれぞれ対応する前記基板の他方面の位置に配置される、請求項 2 に記載の光トランシーバ。

【請求項 6】

前記光素子は前記基板の一方面に配置され、前記光ソケットは前記基板の他方面の前記光素子に対応する位置に配置され、
前記第 1 及び第 2 の集光手段のそれぞれは、その一が前記基板の他方面の前記光素子に対応する位置に配置されると共に他の一が前記光ソケットの端部近傍の前記光素子と対向する位置に配置される、請求項 2 に記載の光トランシーバ。

【請求項 7】

前記基板はガラス基板である、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の光トランシーバ。

【請求項 8】

前記基板は少なくとも 2 つのガイド穴を含み、
前記光ソケットは各ガイド穴にそれぞれ挿入される複数のガイドピンを有する、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光トランシーバ。

【請求項 9】

前記光ソケットは前記基板と接合される、請求項 1 乃至 8 いずれかに記載の光トランシーバ。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記集光手段は、屈折型レンズ、フレネル型レンズ及びセルフォック型レンズのいずれかによって構成される、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の光トランシーバ。

【請求項 1 1】

前記光素子又は前記発光素子は、面発光型レーザである、請求項 1 乃至 1 0 のいずれかに記載の光トランシーバ。

【請求項 1 2】

光透過性の基板の一方の面に配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、
この配線膜の予め定められた位置に発光または受光機能を備える光素子を接続する工程と、
前記基板の他方の面にレンズを配置する工程と、
前記基板の他方の面に光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットを取り付ける工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

10

【請求項 1 3】

光透過性の基板の一方の面に配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、
この配線膜の予め定められた位置に発光または受光機能を備える光素子を接続する工程と、
前記基板の他方の面に光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットであって、レンズを内蔵する光ソケットを取り付ける工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

20

【請求項 1 4】

光透過性の基板の予め定められた位置にガイド穴を形成する工程と、
前記基板の一方の面に前記ガイド穴と整合するように位置決めして配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、
前記ガイド穴を基準として前記基板の他方の面に光素子を位置決めし、この光素子を前記配線パターンの配線膜に接続する工程と、
前記ガイド穴を基準として前記基板の他方の面にレンズの位置を決め、このレンズを該基板に取り付ける工程と、
前記基板の他方の面から前記ガイド穴に、光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットに設けられたガイドピンを挿入して該光ソケットの前記基板への位置決めと取り付けとを行う工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

30

【請求項 1 5】

光透過性の基板の予め定められた位置にガイド穴を形成する工程と、
前記基板の一方の面に前記ガイド穴と整合するように位置決めして配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、
前記ガイド穴を基準として前記基板の他方の面に光素子を位置決めし、この光素子を前記配線パターンの配線膜に接続する工程と、
前記基板の他方の面から前記ガイド穴に、光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットであってレンズを内蔵している光ソケットに設けられたガイドピンを挿入して該光ソケットの前記基板への位置決めと取り付けとを行う工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

40

【請求項 1 6】

前記ガイド穴及び前記ガイドピンは前記基板及び前記光ソケットの各々に少なくとも 2 つずつ設けられる、請求項 1 4 又は 1 5 に記載の光トランシーバの製造方法。

【請求項 1 7】

前記光ファイバの一端部は前記光プラグの中央部に設けられた円柱状のフェルールによって支持され、このフェルールは前記光ソケットに設けられた円筒状の嵌合孔を有するスリーブに挿入され、前記嵌合孔の底部に前記レンズが配置される、請求項 1 2 乃至 1 6 のいずれかに記載の光トランシーバの製造方法。

50

【請求項 18】

基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、
前記複数箇所の単位配線パターンに対応して前記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、
前記基板の他方の面に前記複数の光素子に対応して複数のレンズをそれぞれ配置するレンズ配置工程と、
前記基板の他方の面に前記光素子及び前記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、
前記基板を各単位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

10

【請求項 19】

基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、
前記複数箇所の単位配線パターンに対応して前記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、
前記基板の他方の面に前記光素子及び前記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有するとともに、レンズを内蔵する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、
前記基板を各単位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

20

【請求項 20】

前記光ソケット取付工程は、前記光素子と前記レンズとを結ぶ光軸上に前記嵌合孔の中心が存在するように前記光ソケットの位置を調整した後、該光ソケットを前記基板に固定する工程を含む、請求項 18 又は 19 に記載の光トランシーバの製造方法。

【請求項 21】

前記レンズ配置工程は、レンズ形状の型を用いた樹脂成形によって複数のレンズを同時に形成する工程を含む、請求項 18 に記載の光トランシーバの製造方法。

【請求項 22】

前記レンズ配置工程は、前記基板の上に液体の硬化性樹脂材料を付着し、この樹脂材料の表面張力によって略球状面を形成し、これを硬化させることによって前記レンズを形成する工程を含む、請求項 18 に記載の光トランシーバの製造方法。

30

【請求項 23】

前記切断工程は、前記基板を、前記光ソケットのスリーブを収める切断ステージの上に載置する工程を含む、請求項 18 又は 19 に記載の光トランシーバの製造方法。

【請求項 24】

前記切断工程は、前記基板表面の切断予定線に沿ってスクライブ線を形成する工程と、前記スクライブ線に沿って前記基板を切断し、前記各単位配線パターンを含む領域毎に分割する工程とを含む、請求項 18 又は 19 に記載の光トランシーバ製造方法。

【請求項 25】

前記切断工程は、前記基板の切断開始点に初期亀裂を形成し、この初期亀裂をレーザーの照射により発生した熱応力を利用して切断予定線に沿って進行させることにより前記基板を切断し、前記各単位配線パターンを含む領域毎に分割する工程を含む、請求項 18 又は 19 に記載の光トランシーバ製造方法。

40

【請求項 26】

前記分割する工程は、照射するレーザーを回折格子によって分岐させ、第一の分岐ビームの照射により初期亀裂を形成し、第二の分岐ビームの照射によって生じる熱応力を利用してこの初期亀裂を切断予定線に沿って進行させる、請求項 25 に記載の光トランシーバ製造方法。

【請求項 27】

前記切断工程は、前記基板内部に焦点を合わせてレーザー光を照射し、前記基板の切断予定

50

線に沿って前記基板内部に多光子吸収による変質層を形成する工程を含む、請求項 18 又は 19 に記載の光トランシーバ製造方法。

【請求項 28】

基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、
前記複数箇所の単位配線パターンに対応して前記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、
前記基板の他方の面に前記複数の光素子に対応して複数のレンズをそれぞれ配置するレンズ配置工程と、
光素子配置工程又はレンズ配置工程の後に上記基板の切断予定線に沿って低剛性領域を設ける低剛性領域形成工程と、
前記基板の他方の面に前記光素子及び前記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、
前記低剛性領域に沿って前記基板を各单位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

10

【請求項 29】

基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、
前記複数箇所の単位配線パターンに対応して前記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、
前記基板の切断予定線に沿って低剛性領域を設ける低剛性領域形成工程と、
前記基板の他方の面に前記光素子及び前記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有するとともに、レンズを内蔵する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、
前記低剛性領域に沿って前記基板を各单位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、
を含む光トランシーバの製造方法。

20

【請求項 30】

前記低剛性領域形成工程は、前記基板表面に硬質材料を用いてスクライブ線を入れる工程を含む、請求項 28 又は 29 に記載の光トランシーバの製造方法。

30

【請求項 31】

前記低剛性領域形成工程は、前記基板の切断開始点に初期亀裂を形成し、この初期亀裂をレーザの照射により発生した熱応力を利用して切断予定線に沿って進行させる工程と、レーザが通過した直後の領域を直ちに冷却して、前記基板が切断されるのを防ぐ工程とを含む、請求項 28 又は 29 に記載の光トランシーバの製造方法。

【請求項 32】

前記低剛性領域を設ける工程は、前記基板内部に焦点を合わせてレーザ光を照射し、前記基板の切断予定線に沿って前記基板内部に多光子吸収による変質層を形成する工程を含む、請求項 28 又は 29 に記載の光トランシーバの製造方法。

【請求項 33】

基板とこの基板の一部を露出する嵌合孔を有する光ソケットとを硬化性樹脂を介して一時的に取り付ける工程と、
前記光ソケットの嵌合孔にレンズの型を挿入し、該嵌合孔内の前記硬化性樹脂を嵌合孔底部の基板上に集めてレンズ形状にする工程と、
前記硬化性樹脂を硬化して前記基板に前記光ソケットを固定すると共に、前記基板上に集められた硬化性樹脂を硬化してレンズを形成する工程と、
前記光ソケットの嵌合孔から前記レンズの型を抜き出し嵌合孔を形成する工程と、
を含む光コネクタ基板の製造方法。

40

【請求項 34】

前記嵌合孔は光ファイバの端部を支持する光プラグの装着を案内する案内溝を兼ねる、請

50

求項 3 3 に記載の光コネクタ基板の製造方法。

【請求項 3 5】

前記硬化性樹脂は、光硬化性又は熱硬化性の光透過性樹脂である請求項 3 3 又は 3 4 に記載の光コネクタ基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバを媒体として送信又は受信を行い、あるいは送信及び受信の両方を行う光トランシーバ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ローカルエリアネットワーク（LAN）、コンピュータ装置相互間の直接接続、コンピュータ装置及びデジタルオーディオ・ビデオ機器の相互接続などに、光ファイバを用いるものがある。このような装置には、電気信号を光信号に変えて光ファイバに送ると共に、光ファイバから受けた光信号を電気信号に戻す光トランシーバが使用される。光トランシーバは、例えば、光ファイバの一端部に取り付けられたプラグが挿入されるソケット、該光ファイバの一端部と受光素子や発光素子などの光素子との間に配置されて光を集光するボールレンズと、パラレル信号をシリアル信号に変換して光素子を駆動したり、受光信号を増幅し、シリアル信号からパラレル信号に変換したりする IC 回路基板などから構成されている。

【0003】

このような光トランシーバの従来の製造方法は、通常、1) カンパッケー内にレーザダイオード（LD）チップを実装し、このチップとリード線のボンディングを行う。また、カンパッケーの出射窓にボールレンズを接着し、レンズ付きカンパッケーを組み立てる。2) このカンパッケーを光ソケットの一方の挿入穴に挿入し、他方からファイバ付きフェルルを挿入する。カンパッケーのリード線には LD が発光するように電流を流し、ファイバに結合された光量を測定し、一番結合効率の良い位置でカンパッケーと光ソケットを接着固定する（アクティブアライメント）。3) カンパッケーのリード線を回路基板に半田付けする。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような光トランシーバの製造方法では、構成部品を組み立てる際に三次元的な複雑な位置合わせを行わなければならない、製造工程中に占める手作業の割合が大きい。これは結果的に製品のコストを増大させる。

【0005】

よって、本発明は、製造工程をより簡易化することを可能とする光トランシーバの製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明の光トランシーバは、光ファイバの一端部に設けられた光プラグを取付けるための光ソケットと、光を集光する集光手段と、供給される電気信号に応じて発光し又は供給される受光信号に応じて電気信号を発生する光素子と、上記光ファイバ、上記集光手段及び上記光素子が 1 つの光軸上に揃うように上記光ソケット、上記集光手段及び上記光素子をそれぞれ支持する光透過性の基板と、を含む。

【0007】

かかる構成とすることによって、光透過性基板を利用して光素子、集光手段、光ソケットを組み合わせたことが可能となる。

【0008】

また、本発明の光トランシーバは、第 1 及び第 2 の光ファイバの各一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットと、光を集光する第 1 及び第 2 の集光手段と、供給され

10

20

30

40

50

る電気信号に応じて発光する発光素子と、供給される受光信号に応じて電気信号を発生する受光素子と、上記第1の光ファイバ、上記第1の集光手段及び上記発光素子が第1の光軸上に揃い、上記第2の光ファイバ、上記第2の集光手段及び上記受光素子が第2の光軸上に揃うように上記光ソケット、上記第1及び第2の集光手段、上記発光素子及び受光素子をそれぞれ支持する光透過性の基板と、を含む。

【0009】

かかる構成とすることによって、光透過性基板を利用して送信及び受信を行う光素子、集光手段、光ソケットを組み合わせることが可能となる。

【0010】

好ましくは、上記光素子は上記基板の一方面に配置され、上記集光手段及び上記光ソケットは上記基板の他方面の上記光素子に対応する位置に配置される。それにより、光透過性基板の両面及びその厚みを利用して送受信を行う光素子、集光手段、光ソケットを組み合わせることが可能となる。

【0011】

好ましくは、上記光素子は上記基板の一方面に配置され、上記光ソケットは上記基板の他方面の上記光素子に対応する位置に配置される。そして、上記集光手段を複数用いるようにし、当該集光手段の一が上記基板の他方面の上記光素子に対応する位置に配置されると共に他の一が上記光ソケットの端部近傍の上記光素子と対向する位置に配置されるようにする。

【0012】

これにより、基板側に配置される集光手段によって集光される光（光素子からの出射光）が光ソケット側に配置される集光手段の有効範囲内に入るようにし、或いは光ソケット側の集光手段により集光される光（光ファイバからの出射光）が基板側に配置される集光手段の有効範囲内に入るようにすれば、光素子と光ファイバとの相互間の光結合を図ることが可能となる。したがって、光ソケットと光素子の相互間の位置合わせ（アライメント調整）が非常に容易となり、製造プロセスの簡略化によるコスト削減が可能となる。

【0013】

なお、上述した「集光手段の有効範囲」とは、例えば集光手段が半球状のレンズであればその有効径に対応する。また、集光手段は、その一と他の一との間を通過する光がほぼ平行となる（コリメートされる）ようにそれぞれの焦点距離を設定すると更に好適である。これにより、アライメント調整が更に容易となる。

【0014】

好ましくは、上記発光素子及び上記受光素子は上記基板の一方面に配置され、上記第1及び第2の集光手段と上記光ソケットは上記基板の他方面に配置されると共に、上記第1及び第2の集光手段は上記発光素子及び上記受光素子にそれぞれ対応する上記基板の他方面の位置に配置される。それにより、基板の厚みを利用して集光手段に必要な光学距離を確保することが可能となる。

【0015】

好ましくは、上記光素子は上記基板の一方面に配置され、上記光ソケットは上記基板の他方面の上記光素子に対応する位置に配置される。そして、上記第1及び第2の集光手段のそれぞれは、その一が上記基板の他方面の上記光素子に対応する位置に配置されると共に他の一が上記光ソケットの端部近傍の上記光素子と対向する位置に配置されるようにする。

【0016】

これにより、光ソケットと光素子の相互間の位置合わせ（アライメント調整）が非常に容易となり、製造プロセスの簡略化によるコスト削減が可能となる。なおこの場合にも、集光手段は、その一と他の一との間を通過する光がほぼ平行となる（コリメートされる）ようにそれぞれの焦点距離を設定すると更に好適である。これにより、アライメント調整が更に容易となる。

【0017】

好ましくは、上記基板は透明度や耐熱性等に優れるガラス基板であるが、プラスチック基板等を使用してもよい。

【0018】

好ましくは、上記基板は少なくとも2つのガイド穴を含み、上記光ソケットは各ガイド穴にそれぞれ挿入される複数のガイドピンを有する。それにより、基板と光ソケットとの位置合わせを容易にする。

【0019】

好ましくは、上記光ソケットは上記基板と接着や融着、ねじ止めその他の方法によって接合される。

【0020】

好ましくは、上記集光手段は、屈折型レンズ、フレネル型レンズ及びセルフオック型レンズのいずれかによって構成される。それにより、光素子と光ファイバ端部間の光ロスを減少することが可能となる。ここで、本明細書において「フレネル型レンズ」とは、断面が鋸波形状（キノフォーム形状）であり、透過光の大部分が略1点に集光されるように同心円状に形成されたレンズをいい、「回折格子型のレンズ」と称される場合もある。

【0021】

好ましくは、上記光素子又は上記発光素子は、面発光型レーザである。

【0022】

本発明の光トランシーバの製造方法は、光透過性の基板の一方の面に配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、この配線膜の予め定められた位置に発光または受光機能を備える光素子を接続する工程と、上記基板の他方の面にレンズを配置する工程と、上記基板の他方の面に光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットを取り付ける工程と、を含む。

【0023】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、光透過性の基板の一方の面に配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、この配線膜の予め定められた位置に発光または受光機能を備える光素子を接続する工程と、上記基板の他方の面に光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットであって、レンズを内蔵する光ソケットを取り付ける工程と、含む。ここで、光ソケットに内蔵されるレンズとは、光ソケットの本体の内部或いは端部近傍などに取り付けられており、光ファイバに入射する、あるいは光ファイバから出射する光を集光する機能を担うものである。

【0024】

かかる構成とすることによって、光透過性基板を使用した光トランシーバを製造することが可能となる。

【0025】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、光透過性の基板の予め定められた位置にガイド穴を少なくとも2箇所形成する工程と、上記基板の一方の面に上記ガイド穴と整合するように位置決めして配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、上記ガイド穴を基準として上記基板の他方の面に光素子を位置決めし、この光素子を上記配線パターンの配線膜に接続する工程と、上記ガイド穴を基準として上記基板の他方の面にレンズの位置を決め、このレンズを該基板に取り付ける工程と、上記基板の他方の面から上記ガイド穴に、光ファイバの一端部を保持する光プラグを取付けるための光ソケットに設けられたガイドピンを挿入して該光ソケットの前記基板への位置決めと取り付けとを行う工程と、を含む。

【0026】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、光透過性の基板の予め定められた位置にガイド穴を形成する工程と、上記基板の一方の面に上記ガイド穴と整合するように位置決めして配線パターンを担う配線膜を形成する工程と、上記ガイド穴を基準として上記基板の他方の面に光素子を位置決めし、この光素子を上記配線パターンの配線膜に接続する工程と、上記基板の他方の面から上記ガイド穴に、光ファイバの一端部を保持する光プラグを

10

20

30

40

50

取付けるための光ソケットであってレンズを内蔵している光ソケットに設けられたガイドピンを挿入して該光ソケットの上記基板への位置決めと取り付けとを行う工程と、を含む。ここで、光ソケットに内蔵されるレンズとは、光ソケットの本体の内部に取り付けられており、光ファイバに入射する、あるいは光ファイバから出射する光を集光する機能を担うものである。

【0027】

かかる構成とすることによって、基板のガイド穴に光ソケットのガイドピンを差し込むだけで位置合わせが可能となり、具合がよい。

【0028】

好ましくは、上記ガイド穴及び上記ガイドピンは上記基板及び上記光ソケットの各々に少なくとも2つずつ設けられる。それにより、1のガイド穴を中心とする光ソケットの回転ずれが防止され、位置合わせがより正確となって具合がよい。

【0029】

好ましくは、上記光ファイバの一端部は上記光プラグの中央部に設けられた円柱状のフェルールによって支持され、このフェルールは上記光ソケットに設けられた円筒状の穴を有するスリーブに挿入され、上記穴の底部に上記レンズが配置される。

【0030】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、上記複数箇所の単位配線パターンに対応して上記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、上記基板の他方の面に上記複数の光素子に対応して複数のレンズをそれぞれ配置するレンズ配置工程と、上記基板の他方の面に上記光素子及び上記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、上記基板を各単位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、を含む。

【0031】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、上記複数箇所の単位配線パターンに対応して上記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、上記基板の他方の面に上記光素子及び上記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有するとともに、レンズを内蔵する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、上記基板を各単位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、を含む。ここで、光ソケットに内蔵されるレンズとは、光ソケットの本体の内部に取り付けられており、光ファイバに入射する、あるいは光ファイバから出射する光を集光する機能を担うものである。

【0032】

かかる構成とすることによって、一つの親基板上に多数の光トランシーバを同時に造り込み、最終的に各単体の光トランシーバに切り分けることで、要素部品の実装を連続的かつ高速に行うことが可能となる。

【0033】

好ましくは、上記光ソケット取付工程は、上記光素子と上記レンズとを結ぶ光軸上に上記嵌合孔の中心が存在するように上記光ソケットの位置を調整した後、該光ソケットを上記基板に固定する工程を含む。それにより、光ファイバ、レンズ、光素子が一つの光軸上に揃って接続ロスが減少する。

【0034】

好ましくは、上記レンズ配置工程は、レンズ形状の型を用いた樹脂成形によって複数のレンズを同時に形成する工程を含む。

【0035】

好ましくは、上記レンズ配置工程は、上記基板の上に液体の硬化性樹脂材料を付着し、この樹脂材料の表面張力によって略球状面を形成し、これを硬化させることによって上記レ

10

20

30

40

50

ンズを形成する工程を含む。

【0036】

好ましくは、上記切断工程は、上記基板を、光ソケットのスリーブを逃がすように成形された切断ステージ上に載置して行う。上記切断ステージは、上記各単位配線パターンに対応する孔を有し、この孔の中に上記光ソケットのスリーブが収められることにより、通常のスクライプ装置や切断装置を用いて上記基板を切断することが可能となる。

【0037】

好ましくは、上記切断は、上記基板表面にスクライプ装置を用いてスクライプ線を入れることにより行う。スクライプ線を形成後、上記基板を上記切断ステージから外し、スクライプ線に沿って上記基板を切断する。

10

【0038】

好ましくは、上記切断は、レーザを使用して行う。例えば、切断開始点にフェムト秒レーザを照射するなどの方法で初期亀裂を形成した後、 CO_2 レーザ等のレーザによって熱応力を生じさせ、この初期亀裂を進行させることにより対象物を切断する方法を使用することが可能である。 CO_2 レーザを回折格子によって分岐させ、第一の分岐ビームの照射によって初期亀裂を形成し、第二の分岐ビームの照射によって熱応力を生じさせ初期亀裂を進行させることもできる。

【0039】

好ましくは、上記切断は、パルスレーザの照射による多光子吸収を利用して行う。上記基板の内部に焦点を結ぶように強度が非常に大きいパルス発振のレーザを照射することにより、基板内部に多光子吸収による変質層が生じ、それが進行して上記基板が切断される。

20

【0040】

硬質材料やレーザを用いて切断すれば、ダイシングのように水を使用しないため配線、実装面に影響がない。また、レーザを用いた方法によれば、ガラスくずなどのゴミが発生しない。

【0041】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、上記複数箇所の単位配線パターンに対応して上記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、上記基板の他方の面に上記複数の光素子に対応して複数のレンズをそれぞれ配置するレンズ配置工程と、光素子配置工程又はレンズ配置工程の後に上記基板の切断予定線に沿って低剛性領域を設ける低剛性領域形成工程と、上記基板の他方の面に上記光素子及び上記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、上記低剛性領域に沿って、上記基板を各単位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、を含む。

30

【0042】

また、本発明の光トランシーバの製造方法は、基板の一方の面の複数箇所に単位配線パターンの配線膜を形成する配線膜形成工程と、上記複数箇所の単位配線パターンに対応して上記基板の一方の面に複数の光素子をそれぞれ配置する光素子配置工程と、上記基板の切断予定線に沿って低剛性領域を設ける低剛性領域形成工程と、上記基板の他方の面に上記光素子及び上記レンズの対の複数に対応して各々が光ファイバの一端部を保持する光プラグを取り付けるための嵌合孔を有するとともに、レンズを内蔵する複数の光ソケットをそれぞれ取り付ける光ソケット取付工程と、上記低剛性領域に沿って上記基板を各単位配線パターンを含む領域毎に切り分ける切断工程と、を含む。ここで、光ソケットに内蔵されるレンズとは、光ソケットの本体の内部又は端部近傍などに取り付けられており、光ファイバに入射する、あるいは光ファイバから出射する光を集光する機能を担うものである。

40

【0043】

かかる構成とすることによって、光ソケットを取付ける前に低剛性領域を設けるので、光ソケットのスリーブが邪魔になることなく通常のスクライプ装置等を使用することが可能となる。また、低剛性領域を設けた基板の上には多数の光ソケットを同時に取り付けること

50

ができ、光ソケット取付後に低剛性領域に沿って各単体の光トランシーバに切り分けることで、光トランシーバの製造を連続的かつ高速に行うことができる。

【0044】

好ましくは、上記低剛性領域は、上記基板表面にスクライプ装置を用いてスクライプ線を入れることにより設ける。スクライプ装置の刃は、ダイヤモンドや超硬合金などの硬質材料とする。なお、基板の素材によるが、次の光ソケット取付工程があるため、通常のスクライプ条件よりマイクロクラックが入りにくい条件で行う。

【0045】

好ましくは、上記低剛性領域は、初期亀裂を形成した後、レーザの照射によって発生した熱応力を利用して上記初期亀裂を切断予定線に沿って進行させることにより形成する。ただし、次の光ソケット取付工程があるため、亀裂が上記基板の裏側に及んで上記基板が切断されることのないよう、レーザが通過した直後の領域に炭酸ガスを吹き付けて冷却し、熱応力を消滅させる。こうすることにより、上記基板の表面にのみ溝を設けることができる。

10

【0046】

好ましくは、上記低剛性領域は、パルス発振のレーザ照射による多光子吸収現象を利用して行う。この場合、上記低剛性領域は、上記基板内部のクラックとして得られる。上記基板内部に焦点を結ぶようパルス発振のレーザを照射することにより、上記基板の内部に多光子吸収による変質層が形成され、クラックが生じる。

【0047】

また、本発明の光コネクタ基板の製造方法は、基板とこの基板の一部を露出する嵌合孔を有する光ソケットとを硬化性樹脂を介して一時的に取り付ける工程と、上記光ソケットの嵌合孔にレンズの型を挿入し、該嵌合孔内の上記硬化性樹脂を嵌合孔底部の基板上に集めてレンズ形状にする工程と、上記硬化性樹脂を硬化して上記基板に上記光ソケットを固定すると共に、上記基板上に集められた硬化性樹脂を硬化してレンズを形成する工程と、上記光ソケットの嵌合孔から上記レンズの型を抜き出し嵌合孔を形成する工程と、を含む。

20

【0048】

かかる構成とすることによって、光ソケット、基板、レンズの型を使用してレンズを形成することが可能となる。

【0049】

好ましくは、上記嵌合孔は光ファイバの端部を支持する光プラグの装着を案内する案内溝を兼ねる。それにより、光ソケットの案内溝が成形型の一部として活用される。

30

【0050】

好ましくは、上記硬化性樹脂は、光硬化性又は熱硬化性の光透過性樹脂である。基板が透明である場合には、紫外線を照射することによって樹脂を硬化させることができ都合がよい。また、熱によって樹脂を硬化させてもよい。

【0051】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0052】

図1は、光トランシーバの構成例を示している。同図(a)は光トランシーバ1を水平方向にカットして内部配置を示す断面図、同図(b)は図(a)のI-I'方向における断面図である。

40

【0053】

図1に示すように、光トランシーバ1の筐体11の内部には、信号処理回路基板12と光結合ユニット13が設けられている。信号処理回路基板12には、外部から供給されるパラレル信号をシリアル信号に変換するパラレル-シリアル信号変換回路121、シリアル信号を発光素子133の駆動信号に変える駆動回路122、受光素子134の受光信号を波形整形し、レベル増幅する増幅回路124、受光信号をパラレル信号に変換するシリアル-パラレル信号変換回路123、図示しないマザーボード等への配線接続と取付けとを

50

行うためのリードフレーム 125 等が設けられている。

【0054】

光結合ユニット 13 は、透明なガラス基板 131 に、配線膜 132、発光素子 133、受光素子 134、結合レンズ 135、136 等を配置してなる光回路基板 130 と、図示しない光ファイバの一端に設けられた光プラグと接続される光ソケット 137、光回路基板 130 に光ソケット 137 を取り付け接合膜 138 等によって構成される。光ソケット 137 (あるいは光結合ユニット 13) と光プラグとは光コネクタ (図 3 参照) を構成する。

【0055】

なお、通常、挿入する側をプラグ、挿入される側をソケットと称しているが、本件の説明においては、単に、コネクタを構成する一方側 (光線路側) をプラグ、他方側 (基板側) をソケットと称しており、雌雄の形状に限定されるものではない。

10

【0056】

図 2 は、図 1 (a) に示された光結合ユニット 13 の部分を拡大して説明する図である。図 2 (a) は、プラグ挿入孔側から光結合ユニット 13 側を見た図を示しており、同図 (b) は、光結合ユニット 13 の断面図である。各図において図 1 と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。

【0057】

光回路基板 130 は、光信号を透過させる透明基板 131、この透明基板 131 の内側 (筐体内部側) 表面に形成された配線パターン 132、この配線パターン 132 に接続される発光素子 133 (又は受光素子 134)、透明基板 131 の外側 (光プラグ側) 表面に配置された結合レンズ 135 を含んでいる。発光素子 133 は、例えば、レーザビームを発生する面発光レーザ (VCSEL) である。受光素子 134 (図 1 (a) 参照) は、フォトランジスタやフォトダイオードなどの受光光量に応じた電流を発生する光検出素子である。光ソケット 137 の、光プラグの光ファイバを保持するフェルール (後述の図 3 参照) が挿入されるスリーブ 137a は環状あるいは円筒状に形成される。フェールの挿入を案内するスリーブ 137a の嵌合孔 137b の底部中央は開口部 137c となっている。この開口部 137c に、基板 131 に形成された結合レンズ 135 (又は 136) が露出している。嵌合孔 137b は、光ソケット 137 を貫通する孔となっている。

20

【0058】

図 3 は、光ソケット 137 に光プラグ 200 が取り付けられた状態を示している。光ソケット 137 の円筒状のスリーブ 137a 内に光プラグ 200 の円柱状のフェルール 202 が挿入され、フェルール 202 はプラグハウジング 201 によって保護されている。光ソケット 137 と光プラグ 200 とは、図示しない係止手段によって固定される。係止手段は、例えば、プラグハウジング 201 に設けられた開閉可能なフックと光ソケット 137 に設けられた該フックに係合するスタッドである。フェルール 202 は光ファイバ 203 の端部を保持し、スリーブ 137a の円筒内部に挿入されることによって、該円筒の中心軸上に光ファイバ 203 の中心軸 (光軸) を保持する。光ファイバ 203 の線路部分は被覆 204 によって保護されている。光ファイバ 203 のコアから放射された光はスリーブ 137a の底部の開口部 137c に設けられている結合レンズ 136、透明基板 131 を経て受光素子 134 上に収束 (あるいは集光) される。また、発光素子 133 から出射された光は透明基板 131、結合レンズ 135 を経て、光ファイバ 203 端部のコア部分に収束される。

30

40

【0059】

図 4 は、他の光結合ユニット (光コネクタ) 13 の例を示している。図 4 において、図 2 と対応する部分には同一部号を付し、かかる部分の説明は省略する。

【0060】

上述の図 2 に示した例では、送信用及び受信用に別々の光ファイバを使用し、1つの光コネクタが 2本の光ファイバを接続するものとなっている。この図 4 に示す例では、送信用又は受信用、あるいは送受信用の 1つの光ファイバ毎に 1つの光結合ユニット (光コネク

50

タ)を設ける構成としている。

【0061】

次に、上述した光トランシーバの製造について図面を参照して説明する。図5は、実施例の光トランシーバの製造工程を説明する工程図である。

【0062】

まず、光回路基板130を作製するために、図5(a)に示すように、光透過基板としてガラス基板131を用意する。次に、ガラス基板131の表面にアルミニウムや銅等の導電材料をスパッタ法、電鍍などによって堆積し、金属膜(導電膜)を形成する。この金属膜を所望の回路に対応してパターンニングして配線膜132を形成する。

【0063】

図7は、ガラス基板131の複数のサブ領域Sにそれぞれ複数の金属配線膜パターン132を形成した例を示している。上述した図5(a)に示す工程においては、図7に示すように、ガラス基板131の一方の面の複数の箇所に単位配線パターンの配線膜を一括に形成すると、量産面において更に好適である。

【0064】

次に、図5(c)に示すように、ガラス基板131の一面側に、発光素子133(あるいは受光素子134)、集積回路等の回路要素を実装する。実装は、フリップチップボンディング、ワイヤボンディング、半田リフローなどを使用して行うことが可能である。なお、上記図7に示したように、ガラス基板131の複数の箇所に単位配線パターンを一括形成した場合には、図5(c)に示す工程は、当該単位配線パターンのそれぞれに対応してガラス基板131の一方の面に複数の光素子(発光素子133又は受光素子134)をそれぞれ配置する。

【0065】

次に、図5(d)に示すように、ガラス基板131の他面側の発光素子133(あるいは受光素子134)に対応する位置に結合レンズ135(あるいは136)を形成する。結合レンズ135(あるいは136)の形成は、レンズ状の部材の張り合わせ、硬化性液体樹脂の表面張力を利用したレンズ形成、更に、後述のレンズの型と2P法を組み合わせたレンズ形成などによって行うことも可能である。このようにして光回路基板130が作製される。なお、上記図7に示したように、ガラス基板131の複数の箇所に単位配線パターンを一括形成した場合には、図5(d)に示す工程は、ガラス基板131の他方の面に複数の光素子に対応して複数のレンズ135(あるいは136)をそれぞれ配置する。

【0066】

また、切断線W(図8参照)に沿ってスクライプ線等の低剛性領域を設ける場合には、発光素子等の回路要素の実装の後レンズ形成の前、又はレンズ形成の後光ソケット取付の前に、低剛性領域を形成する加工を行う。低剛性領域の形成方法の詳細については後述する。

【0067】

次に、図5(e)に示すように、光ソケット137を光回路基板130に取り付ける。この取付は、光ソケット137とガラス基板131の互いに対向する面にそれぞれ接着剤を塗布し、あるいはいずれかの面に接着剤を塗布して光ソケット137を光回路基板130に取り付ける。光ソケット137は、そのスリーブ137aの円筒状の嵌合孔137bの中心軸が結合レンズ135(又は136)及び発光素子133(又は134)の中心位置と略一致するように載置される。この際の光ソケット137と光回路基板130との位置合わせ(粗調整)は、基板130の図示しないマーカやレンズ位置等を参照して行うことが可能である。

【0068】

更に、図6(a)に示すように、光ソケット137と光回路基板130との正確な位置合わせを行う。

【0069】

図6は、光ソケット137と光回路基板130との正確な位置合わせを行うのに好適な位

10

20

30

40

50

置調整装置の一例を説明する図である。正確な位置合わせには、例えば、図6に示すような位置調整装置300を使用する。この位置調整装置300は、後述のアライメントマークと対象体とを讀取る光学ヘッド310、画像処理によってアライメントマークと対象体との位置ずれを検出するコンピュータシステム320、コンピュータシステム320によってずれを補償するように駆動されるアクチュエータ330、アクチュエータに取付けられてガラス基板131または光学ヘッド310を取付位置に搬送するアーム（ステージ）等によって構成されている。光学ヘッド310は、光ソケット137の嵌合孔137b内にフェルール（讀取部）を挿入し、嵌合孔137bの中心位置を示すアライメントマークと、対象体、例えば、基板の特定の回路パターンや調整用マークなど讀取る。この結果に基づいて、光ソケット137の嵌合孔137bの中心軸が結合レンズ135及び光素子133（あるいは結合レンズ136及び光素子134）の中心位置（光軸）と正確に一致するように位置合せ（微調整）を行う。光ソケット137に光プラグ200が装着されると、嵌合孔137bの中心軸には、フェルール202に支持された光ファイバ203のコアが位置する。この位置調整装置300については更に後述する。

10

【0070】

図6（b）に示すように、光ソケット137と光回路基板130との位置合わせを終えた後に、接着剤138を固化して光ソケット137を光回路基板130に固定する。接着剤138は、例えば、光硬化性、熱硬化性等など樹脂を用いることが可能である。

【0071】

図5（e）、図6（a）及び同（b）の工程を必要な回数繰り返して、図8に示すように、光回路基板130の複数のサブ領域Sに光ソケット137を取付けて光トランシーバを組み立てる。このようにして組み立てた基板130をサブ領域S毎に切断線Wに沿って切断して多数の光トランシーバを得る。

20

【0072】

図21は、光回路基板130をサブ領域Sに切断分割する際に用いる切断ステージの好適な一例とその使用状態を説明する説明図である。同図（a）は平面図、同図（b）はI-I'方向の断面図、同図（c）は切断ステージ600上に光回路基板130を載置した状態を示す図である。切断ステージ600には光回路基板130の各サブ領域Sに対応する孔601が設けられており、この孔601に光ソケット137のスリーブ137aが収まるよう、光回路基板130を切断ステージ600上に載置する。そして、各孔601の内部を減圧して略真空にすることによって、光回路基板130を切断ステージ600に吸着し固定する。

30

【0073】

図22は、切断ステージ600を使用して、スクライブ装置でスクライブ線をつける工程を説明する説明図である。図22に示すように、光回路基板130を切断ステージ600上に載置したまま、スクライブ装置を用いて光回路基板130の光ソケット137が取付けられた面と反対側の表面にスクライブ線603を形成する。スクライブ装置の刃602は超合金やダイヤモンドなどの硬質材料とし、光回路基板130に当該刃602を押し当てて、X方向及びY方向にスキャンしながら切断線（切断予定線）Wに沿ってスクライブ加工を行う。スクライブ線の形成によってガラスくずが発生した場合は窒素ブローなどによって除去する。スクライブ線603の形成後、光回路基板130を切断ステージ600から外し、スクライブ線603に沿って各サブ領域Sに切断する。

40

【0074】

また、切断ステージ600上に載置した光回路基板130を、レーザを使用して分割することもできる。例えば、切断開始点にフェムト秒レーザを照射して初期亀裂を形成した後、切断線Wに沿ってCO₂レーザでX方向及びY方向にスキャンすることで、CO₂レーザの照射により生じた熱応力で初期亀裂を進行させ、光回路基板130を切断する。

【0075】

まずX方向に切断してからY方向に切断する場合には、Y方向にレーザをスキャンする際、X方向の切断線に到達するたびに再度フェムト秒レーザを照射して初期亀裂を入れる。

50

そうすることにより、亀裂が途切れる事なく進行するので、既に切断された線に直交するように切断が可能となる。

【0076】

また、図23に示すように、回折格子701を使用してCO₂レーザビーム700を分岐し、第1の分岐ビーム702の照射によって初期亀裂を形成し、第2の分岐ビーム703の照射によって熱応力を生じさせて初期亀裂を進行させることもできる。図中の矢印は、レーザ照射の進行方向を示す。

【0077】

また、パルスレーザ照射による多光子吸収を利用して光回路基板130を切断分割することも可能である。この場合には、強度が非常に大きいパルス発振のフェムト秒レーザまたはYAGレーザを使用することが好適である。図24に示すように、集光用レンズ801を使用してレーザ800の焦点を基板の内部に結びながら、切断予定線に沿ってX方向及びY方向にスキャンする。それにより光回路基板130の内部に多光子吸収による変質層802が生じ、この変質層が表面に及ぶと光回路基板130が切断される。

【0078】

次に、上述した光回路基板130を構成するガラス基板131に対する低剛性領域の形成方法として、スクライプ装置を用いてスクライプ線を形成する方法、レーザを照射してスクライプ線を形成する方法、レーザ照射による多光子吸収現象を利用して基板内部にクラックを形成する方法のそれぞれについて説明する。

【0079】

図25は、スクライプ装置を用いて、ガラス基板131に低剛性領域を形成する工程を示す。同図(a)は平面図、同図(b)はI-I'方向の断面図である。スクライプ装置の刃901は超合金やダイヤモンドなどの硬質材料とし、X方向及びY方向にスキャンしながらスクライプ線902を形成する。スクライプ装置上でのガラス基板の位置決めは、例えば、発光素子133の発光部や受光素子134の受光部の形状、発光素子133や受光素子134の取り付け用に用意されたアライメントマーク、電極や配線パターン、取り付けられた部品等をアライメントマークとして利用することが出来る。

【0080】

スクライプ線形成後、ガラス基板131に複数の光ソケット137を同時に接合するため、通常のスクライプ条件(径150mm、厚さ0.7mmのホウ珪酸ガラスの場合、押し込み量0.15mm、切断速度25cm/s、切断圧力2.0kg)よりマイクロクラックが入りにくい条件(例えば、径150mm、厚さ0.7mmのホウ珪酸ガラスの場合、押し込み量0.10mm、切断速度100cm/s、切断圧力1.5kg)で実施する。生じたガラスくずは窒素ブローなどにより除去する。

【0081】

図26は、レーザを照射してスクライプ線を形成する工程を説明する図である。まず切断開始点にフェムト秒レーザを照射して初期亀裂を形成した後、CO₂レーザで切断線Wに沿ってX方向及びY方向にスキャンし、レーザの照射により生じた熱応力で初期亀裂を進行させる。また、スクライプ線がガラス基板131の裏側まで達してガラス基板131を切断してしまうのを防止するため、CO₂レーザ903が通過した直後の領域904に炭酸ガスを吹き付けて直ちに冷却する。

【0082】

なお、図23に示すように、回折格子701を使用してCO₂レーザビーム700を分岐し、第1の分岐ビーム701の照射によって初期亀裂を形成し、第2の分岐ビーム702の照射によって熱応力を生じさせて初期亀裂を進行させることもできる。

【0083】

また、レーザ照射による多光子吸収現象を利用して基板内部にクラックを形成する場合は、フェムト秒レーザまたはYAGレーザなどを使用する。そして図24に示した場合と同様に、集光用レンズ801を使用してレーザビーム800の焦点をガラス基板130の内部に結びながら、切断予定線に沿ってX方向及びY方向にスキャンする。それにより基板

10

20

30

40

50

内部に多光子吸収による変質層 802 が形成され、クラックが生じる。

【0084】

上述の方法で得られた低剛性領域を有するガラス基板 131 を用いて、図 5 (e)、図 6 (a) 及び同 (b) の工程を必要な回数繰り返し、図 8 に示すように基板 131 の複数のサブ領域 S に光ソケット 137 を取り付けて光トランシーバを組み立てる。このようにして組み立てた光回路基板 130 を、その低剛性領域に沿ってサブ領域 S 毎に切断分割する。

【0085】

図 9 は、光ソケット 137 の取付位置調整を行うために工夫された調整装置 (光学ヘッド) の例を説明する説明図である。同図において図 2 と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。

10

【0086】

光学ヘッド 310 は、光ソケット 137 のスリーブ 137 a の嵌合孔 (案内溝) 137 b に挿入される、光を透過する円柱状部材のフェルール 311 と、このフェルール 311 の上端部に配置されたハウジング部 312 とを含む。フェルール 311 の下端面には、フェルールアライメントマーク 313 が形成されている。ハウジング部 312 内にはマークを読取る CCD 撮像素子 314、CCD 撮像素子 314 上にフェルールアライメントマーク 313 や基板上のアライメントマーク (図 10 参照) の読取り像を形成するレンズ 315、必要によりフェルール 311 の下端面部側を照明する LED、水銀ランプ等の照明光源 316、照明光源 316 の光をフェルール 311 側に導くハーフミラー 317 を含んでいる。

20

【0087】

かかる構成によって、照明光源 316 によってスリーブ 137 a の嵌合孔 137 b 底部が照明され、該底部の画像がフェルールアライメントマーク 313 と共に CCD 撮像素子 314 によって読取られる。

【0088】

かかる光学ヘッド 310 を用いる光ソケット 137 の取付位置調整について説明する。まず、光学ヘッド 310 のフェルール 311 がスリーブ 137 a 内に隙間なく挿入される。それにより、CCD 撮像素子 314 によって図 10 に示すような撮影画像が得られる。フェルールアライメントマーク 313 が嵌合孔 137 b の中央部 (円筒部 311 の下端面の中心位置) あるいは画面 314 a の中央部に位置する。上述したように、照明光源 316 によって嵌合孔 137 b の底部を照明し、面発光レーザ 133 上のアライメントマーク 132 a とフェルールアライメントマーク 313 とを照射する。アライメントマーク 132 a は、光ソケット 137 の取付調整のために特に用意された位置合わせマークの他、例えば、発光素子 133 の発光部や受光素子 134 の受光部の形状、発光素子 133 や受光素子 134 の取り付け用に用意されたアライメントマーク、電極や配線パターン、取り付けられた部品等をアライメントマークとして利用することが出来る。これ等は対象体として CCD 撮像素子 314 による撮影の対象とされる。アライメントマークを照射した光は反射してレンズ 315 に入射し、集光されて CCD 撮像素子 314 に各アライメントマークの像を形成する。CCD 撮像素子 314 は、多数の読取り画素を配列してアライメントマ 30
ーク像を画像信号に変換する。この信号をコンピュータシステム 320 によって画像処理し、各アライメントマークの位置を判別し、両アライメントマークが重なるように、光ソケット 137 の位置を基板 130 に対して相対的に移動する (図 6 (a) 参照)。図 10 に示す例では、光回路基板 130 と光ソケット 137 とを相対的に適宜移動して、基板上の「C」状のアライメントマーク 132 a の中心位置がフェルールのアライメントマーク 313 と重なるようにする。その後、接着剤 138 を固化させる。光ソケット 137 が複数のスリーブ 137 a を備えて、複数の光ファイバを接続するものである場合には、少なくとも 2 箇所のスリーブ 137 a の嵌合孔 137 b で上述の位置合わせを行うことで複数光ファイバ端子の光ソケットの取付位置調整を行うことが可能である。

30

40

【0089】

50

このようにして、１つの光軸 ３１８上に光素子 １３３（あるいは １３４）、結合レンズ １３５（あるいは １３６）、光ファイバ ２０３を揃えることができ、光コネクタにおける接続口スを低減することが可能となる。なお、上述した調整方法は、従来のカンパッケージに光ソケットを取り付ける場合においても適用することが可能である。

【 ０ ０ ９ ０ 】

また、光ヘッド ３１０は上記構成の他にも種々の構成例が考えられる。以下に、光ヘッド ３１０の他の構成例について図面を参照して説明する。

【 ０ ０ ９ １ 】

図 １１は、光ヘッド ３１０のフェルール ３１３の他の構成例を示している。フェルール ３１３は、上述した図 ９に示すような円柱状のものみならず、図 １１に示すように、中空の円筒状の部材を用いて構成しても良い。 10

【 ０ ０ ９ ２ 】

図 １２は、光ヘッド ３１０のフェルール ３１３の他の構成例を示している。同図において図 ９と対応する部分に同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。この例では、中空の円筒状の部材を用いて構成したフェルール ３１３内に更に小型レンズ ３１１ a を設けている。このレンズ ３１１ a によってアライメントマーク ３１３や基板 １３０からの反射光をレンズ ３１５の光軸 ３１８に対して平行な光線とし、ＣＣＤ撮像素子 ３１８に入射する光線、光量を増加する。これは光学系の開口数 N A を等価的に増加することになり、撮影画像の画質の向上が図られる。

【 ０ ０ ９ ３ 】

図 １３は、光ヘッド ３１０のフェルール ３１３の他の構成例を示している。同図において図 ９と対応する部分に同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。この例では、フェルール ３１１部分を多数の光ファイバの束 ３１１ b によって構成している。このような構成によれば、可撓性の光ファイバによってハウジング ３１２の位置を光回路基板 １３０の位置から離間させ、所望の位置や姿勢に置くことが可能となる。 20

【 ０ ０ ９ ４ 】

図 １４は、光回路基板のレンズ １３５、１３６の他の形成例を説明する図である。この例では、金型を使用してレンズ形成を行っている。

【 ０ ０ ９ ５ 】

まず、図 １４（ a ）に示すように、光回路基板 １３０に、光硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂、例えば、紫外線を照射することによって硬化する光硬化性接着剤 １３８を塗布した光ソケット １３７を位置合わせして（粗調整）暫定的に取り付ける。光ソケット １３７のスリーブ １３７ a 内に円柱状の金型 ４０１を嵌合孔 １３７ b に沿って挿入する。この金型 ４０１の先端部には、結合レンズ １３５（あるいは １３６）に対応した形状が形成されている。金型 ４０１を嵌合孔 １３７ b に沿って押し込むと、嵌合孔 １３７ b 内の樹脂 １３８が当該型部分に集まる。なお、光硬化性接着剤 １３８を型部分に塗布してスリーブ １３７ a の嵌合孔 １３７ b に挿入することとしても良い。金型 ４０１の先端部と、スリーブ １３７ a の壁と、光回路基板 １３０のガラス基板面とによって画定される部分の空間形状は屈折レンズやフレネルレンズ等の形状となる。円柱状の金型 ４０１の中心軸と当該レンズの中心軸（光軸）は一致する。 30

【 ０ ０ ９ ６ 】

この状態で必要により、金型 ４０１と光ソケット １３７とをガラス基板 １３１に対して相対的に移動させてレンズの中心に基板の光学素子のアライメントマーク（例えば、電極や配線パターン等）に正確に位置合わせを行う（微調整）。例えば、光回路基板 １３０の光素子側からカメラでガラス基板 １３１を通して金型 ４０１を見ることによって基板 １３０のアライメントマークと金型のパターンとを比較して両者の位置調整を行うことが可能である。

【 ０ ０ ９ ７ 】

次に、図 １４（ b ）に示すように、紫外線を照射して接着剤 １３８を固化させ、光ソケット １３７の基板 １３０への固定とレンズ １３５の形状の固定化とを図る。その後、金型 40 50

01を引き抜く。

【0098】

この例では、金型401を使用してレンズ形成と光ソケットの取り付けとを同じ工程で行うので、上述した、図5(d)乃至図6(a)のレンズ取り付け、光ソケット取付け、アライメント調整の各工程を同時に行うことが可能となる。

【0099】

図15は、他の実施例を示している。図15(a)はこの実施例の光結合ユニット部13を光プラグの挿入口側から見た説明図である。同図(b)は、光結合ユニット13の断面図である。両図において図2と対応する部分には、同一符号を付し、かかる部分に説明は省略する。

10

【0100】

この実施例では光ソケット137と光回路基板130との取り付け強度を高めている。また、光ソケット137の光回路基板130への取付け精度を確保しつつ組み立てを容易にしている。

【0101】

このため、本実施例では、図15(a)及び同図(b)に示すように、光ソケット137の少なくとも2箇所に突起(ガイドピン)137dが形成されている。これ等ガイドピン137dは、これ等のガイドピン137dに対応してガラス基板130に形成されたガイド穴131aに挿入されている。

【0102】

この実施例の組み立て工程においては、図16に示すように、ガラス基板131には、予め所定の位置に所定の径のガイド穴131aがフォトリソグラフィなどによって高精度に形成される。光素子及び結合レンズはこのガイド穴131aを基準にして所定の位置に取り付けることもできる。このガラス基板131に配線パターン132を形成し、部品の装着を行って(図9参照)、光ソケット137の取付を行う(図10参照)。

20

【0103】

光ソケット137はガイド穴131aの中心を基準として所定の位置に所定の深さのガイドピン137dを精密に形成する。この光ソケット137のガイドピン137dとガラス基板131のガイド穴131aとを嵌め合わせてガラス基板131にソケット137を取付ける。更に、ガイドピン137dとガラス基板131とを接着剤138で接着することによって両者が強固に固定される。

30

【0104】

また、結合レンズを内蔵した光ソケットを用いて光トランシーバを構成することも可能である。

【0105】

図17及び図18は、レンズ内蔵型の光ソケットを用いる実施例について説明する図である。図17及び図18では、レンズ内蔵型の光ソケット437に光プラグ200が取り付けられた状態が示されている。両図において図3と対応する部分には、同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。

【0106】

図17に示す光ソケット437は、結合レンズ435を内蔵している。そして、図17に示す実施例では、上述した実施例においてガラス基板(透明基板)131の内側表面に配置されていた結合レンズ135が省略されている。

40

【0107】

光ソケット437の円筒状のスリーブ437a内に光プラグ200の円柱状のフェルール202が挿入され、フェルール202はプラグハウジング201によって保護されている。光ソケット437と光プラグ200とは、図示しない係止手段によって固定される。係止手段は、例えば、プラグハウジング201に設けられた開閉可能なフックと光ソケット437に設けられた該フックが係合するスタッドである。光ファイバ203のコアから放射された光はスリーブ437aに内蔵されている結合レンズ435、ガラス基板131を

50

経て受光素子 1 3 4 上に収束（あるいは集光）される。また、発光素子 1 3 3 から出射された光はガラス基板 1 3 1、結合レンズ 4 3 5 を経て、光ファイバ 2 0 3 端部のコア部分に収束される。

【 0 1 0 8 】

図 1 8 に示す光ソケット 4 3 7 ' は、上述した図 1 7 に示した光ソケット 4 3 7 と同様の構造を有しており、少なくとも 2 箇所にガイドピン 4 3 7 d が形成された点が異なっている。これ等ガイドピン 4 3 7 d は、これ等のガイドピン 4 3 7 d に対応してガラス基板 1 3 0 に形成されたガイド穴 1 3 1 a に挿入されている。この実施例では、上述した図 1 5 等において説明した実施例と同様に、光ソケット 4 3 7 と光回路基板 1 3 0 との取り付け強度を高めることが可能となり、かつ光ソケット 4 3 7 の光回路基板 1 3 0 への取付け精度を確保しつつ組み立てを容易にすることが可能となる。

10

【 0 1 0 9 】

図 1 7 に示す光ソケット 4 3 7 あるいは図 1 8 に示す光ソケット 4 3 7 ' を用いた場合の光トランシーバの製造工程は、基本的に、上述した図 5 等において説明した実施例と同様であるが、ガラス基板 1 3 1 上に結合レンズ 1 3 5 を形成する必要がなくなることから、製造工程を簡略化することが可能となる。

【 0 1 1 0 】

図 1 9 及び図 2 0 は、本発明の利点を説明するための比較例の光トランシーバを示している。図 1 9 は、比較例の光トランシーバの筐体の断面図であり、図 1 (b) と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。

20

【 0 1 1 1 】

比較例においても、外部から回路基板 1 2 1 にリードフレーム 1 2 5 を介して電気信号が供給される。回路基板 1 2 1 には、並直列変換回路 1 2、レーザダイオードを駆動する駆動回路 1 2 2 などが実装されている。レーザダイオードは金属のカンパッケージ 5 0 1 内に実装されている。レーザダイオードから出射したビームはカンパッケージ 5 0 1 の窓に取り付けられたボールレンズ 5 0 2 で集光され、光ソケット 1 3 7 のスリーブの挿入孔中心部に集光する。

【 0 1 1 2 】

図 2 0 は、比較例の光コネクタ部分を示している。光プラグ 2 0 0 の中心部には光ファイバ 2 0 3 を中心に固定したフェルール 2 0 2 が挿入されている。光プラグ 2 0 0 をソケット 1 3 7 に接続すると、ボールレンズ 5 0 2 で集光された光が光ファイバ 2 0 3 のコアの中心に入射する。

30

【 0 1 1 3 】

このような比較例の構成では、カンパッケージ 5 0 1 内へのレーザダイオードチップの取付け、該チップとリード線とのボンディング、カンパッケージ窓へのボールレンズの接着、レンズ付きカンパッケージの組立てなどの工程が必要となる。更に、このカンパッケージをソケットのスリーブの一方の穴に挿入し、他方からファイバを支持するフェルールを挿入し、レーザダイオードを発光させて一番効率よく、光が伝送する位置でカンパッケージとスリーブとを接着して固定する。その後、カンパッケージのリード線を回路基板に半田付けして終了する。

40

【 0 1 1 4 】

このような構成の比較例の光トランシーバは、三次元的な構造をしているため、構成部品を組み立てる際には、複雑な位置合わせをしなければならない。これに対して、本発明の実施例によれば、光透過性の基板を利用して光トランシーバを形成しているので、略二次元的な位置合わせで組立てを行うことが可能となって具合がよい。

【 0 1 1 5 】

以上説明したように、本発明の実施例によれば、光トランシーバの光結合ユニットを透明基板の一面側に配線と光素子を配置し、該基板の他面側に結合レンズとスリーブを配置する構成によって得ている。かかる構成とすることによって、一枚の基板上に配線パターンや結合レンズのセットを多数組形成し、これをサブ基板に切り出すことによって製造する

50

ことができ、量産工程にむく。

【0116】

また、位置調整装置のフェルールアライメントマークを基板のアライメントマーク上に重なるようにして固着前のスリーブとレンズの位置とを手動又は自動で二次元に移動して合わせればよく、簡単で自動化にも向く。

【0117】

また、ガラス基板をスライドさせながら素子やスリーブの実装を連続的に高速で行える。

【0118】

また、ガラス基板をスライドさせながら個々の仮結合ユニットの検査、面発光レーザ（VCSEL）の出力調整、発光ダイオード（PD）の感度調整が可能となる。

10

【0119】

また、実施例の光学ヘッドを用いた調整方法によれば、CCD撮像素子で撮像することにより、例えば、フェルールアライメントマークと発光素子又は受光素子上のアライメントマークの相対的な位置関係を画像処理によって正確に検出できるので、位置検出と移動のループ回数を少なくすることで高速な位置決めが可能となる。

【0120】

このようにして、従来の個別にパーツの実装や組立を行う方式と比較して、大きくコストダウンが可能となる。

【0121】

なお、本発明は上記実施例の内容に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において他にも各種の実施態様が考えられる。例えば、光素子と光ファイバとの間（すなわち光軸上）に配置される集光手段としてのレンズを複数用いるようにすることも好適である。

20

【0122】

図27及び図28は、光軸上に集光手段を複数配置する場合の光トランシーバの構成例を説明する図であり、光トランシーバに含まれる光結合ユニットの部分が詳細に示されている。

【0123】

図27に示す光結合ユニット13aは、透明なガラス基板131に、配線膜132、発光素子133、受光素子134、結合レンズ135等を配置してなる光回路基板130と、光ファイバ203の一端に設けられた光プラグ200と接続される光ソケット457と、光回路基板130の他方面に光ソケット457を取り付ける接合膜138等によって構成される。そして、本例の光ソケット457はその端部近傍、より具体的にはガラス基板131と当接する側に設けられた中空のハウジング部の内側であって、光素子133又は134と対向する位置に配置される結合レンズ458を備えている。すなわち、本例では、光軸上に集光手段としての結合レンズ135及び結合レンズ458の2つのレンズが配置されている。また、本例では、結合レンズ135と結合レンズ458の間を通過する光がほぼ平行となる（コリメートされる）ようにそれぞれの焦点距離が設定されている。光ソケット457と結合レンズ458は、成形金型を用いて一体に成形することにより、スリーブ457aと結合レンズ458を精度よく位置合わせして形成されている。

40

【0124】

このような構成により、結合レンズ135によって集光される光（光素子133からの出射光）が結合レンズ458の有効径内に入るようにし、或いは結合レンズ458により集光される光（光ファイバからの出射光）が結合レンズ135の有効径内に入るようにすれば、光素子133と光ファイバ203との相互間の光結合を図ることが可能となる。したがって、光ソケットと光素子の相互間の位置合わせ（アライメント調整）が非常に容易となり、製造プロセスの簡略化によるコスト削減が可能となる。なお、結合レンズ458は、上述した図17又は図18に示すような形態で配置されていてもよい。

【0125】

また、図28に示す光結合ユニット13bは、基本的に上述した図27に示す構成例とほ

50

とんど同様の構成を有しており、光ソケット４５７'の端部のハウジング部に更に切り欠き部が設けられ、当該切り欠き部に光回路基板１３０を嵌め合わせることによって両者の位置合わせがなされている点が異なっている。このように、光軸上に集光手段を複数配置する場合には、位置合わせ精度の要求が非常になくなることから複雑なアライメント調整がそれほど必要なくなるので、図２８に示すような製造の容易な構造を採用することも可能となる。

【０１２６】

また、本発明では、光ファイバ、集光手段及び光素子が１つの光軸上に揃うように光ソケット、集光手段及び光素子をそれぞれ光透過性の基板により支持することを特徴としており、その一態様として上述した実施例では、直線状の光軸を設定した場合の光トランシーバの構成例を説明していたが、当該光軸は必ずしも直線状のものに限定されるものではない。

10

【０１２７】

図２９は、光トランシーバの他の構成例を説明する図である。同図に示す光トランシーバ１０００は、光ファイバの一端部に設けられた光プラグ１２００を取付けるための光ソケット１１３７と、光を集光する集光手段としての結合レンズアレイ１１３４と、供給される電気信号に応じて発光するＶＣＳＥＬ等の発光素子又は供給される受光信号に応じて電気信号を発生する受光素子からなる光素子１１３３と、光ファイバ、結合レンズアレイ１１３４及び光素子１１３３が１つの光軸上に揃うように光ソケット１１３７、結合レンズアレイ１１３４及び光素子１１３３をそれぞれ支持する光透過性の基板１１３１と、を含

20

【図面の簡単な説明】

【図１】図１は、本発明の光トランシーバの実施の形態を説明する説明図である。

【図２】図２は、２組の端子を有する光ソケット部分を説明する説明図である。

30

【図３】図３は、光ソケットと光プラグとの接続状態を説明する説明図である。

【図４】図４は、１組の端子を有する光ソケット部分を説明する説明図である。

【図５】図５は、光トランシーバの製造工程を説明する工程図である。

【図６】図６は、光トランシーバの製造工程に置け光ソケットの配置位置調整を説明する工程図である。

【図７】図７は、基板への配線パターンの形成例を説明する説明図である。

【図８】図８は、基板への光ソケットの取り付け例を説明する説明図である。

【図９】図９は、光ヘッドの例を説明する説明図である。

【図１０】図１０は、撮像素子に読取られた画像の例を説明する説明図である。

【図１１】図１１は、光ヘッドのフェルールの他の構成例（筒状体）を説明する説明図である。

40

【図１２】図１２は、光ヘッドのフェルールの他の構成例（レンズ内臓）を説明する説明図である。

【図１３】図１３は、光ヘッドのフェルールの他の構成例（光ファイバ使用）を説明する説明図である。

【図１４】図１４は、光ソケットの嵌合孔に金型を入れてレンズを形成する例を説明する説明図である。

【図１５】図１５は、基板と光ソケットにそれぞれ取付用孔及び取付用突起を設けて組み立てる例を説明する説明図である。

【図１６】図１６は、基板に取付用孔を形成する例を説明する説明図である。

50

【図 17】図 17 は、レンズ内蔵型の光ソケットを用いる実施例について説明する図である。

【図 18】図 18 は、レンズ内蔵型の光ソケットを用いる実施例について説明する図である。

【図 19】図 19 は、比較例の光トランシーバの例を説明する説明図である。

【図 20】図 20 は、比較例の光コネクタの例を説明する説明図である。

【図 21】図 21 は、基板を切断分割する際に用いる切断ステージの例とその使用状態を説明する説明図である。

【図 22】図 22 は、切断ステージを使用して、スクライブ装置でスクライブ線をつける工程を説明する説明図である。

【図 23】図 23 は、回折格子を使用してレーザビームを分岐させる例を説明する説明図である。

【図 24】図 24 は、集光用レンズを使用してレーザの焦点を基板内部に結び、基板内部に多光子吸収による変質層を形成する例を説明する説明図である。

【図 25】図 25 は、光ソケットを取り付ける前に、スクライブ装置を用いてガラス基板にスクライブ線を形成する例を説明する説明図である。

【図 26】図 26 は、光ソケットを取り付ける前に、基板表面にレーザを照射し、照射した直後に炭酸ガスで冷却してスクライブ線を形成する例を説明する説明図である。

【図 27】図 27 は、光軸上に集光手段を複数配置する場合の光トランシーバの構成例を説明する図である。

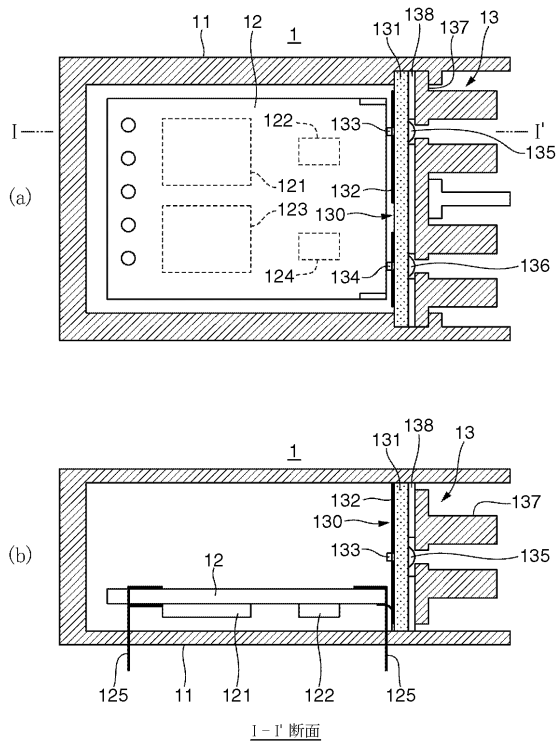
【図 28】図 28 は、光軸上に集光手段を複数配置する場合の光トランシーバの構成例を説明する図である。

【図 29】図 29 は、光トランシーバの他の構成例を説明する図である。

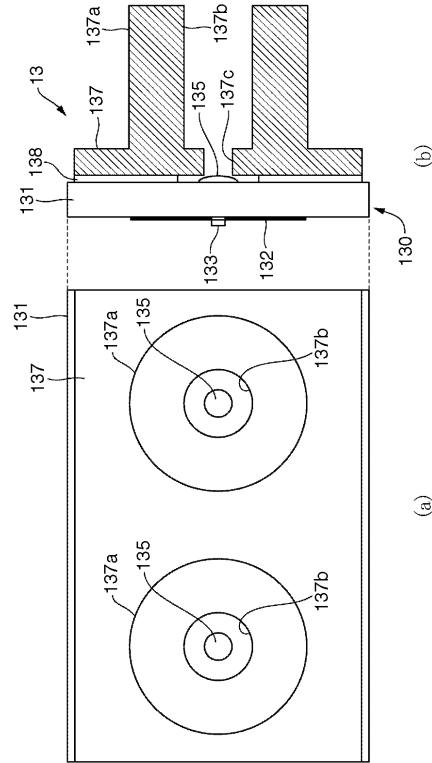
【符号の説明】

1 1 ... 筐体、 1 3 1 ... ガラス基板、 1 3 3、1 3 4 ... 光素子、 1 3 5、1 3 6 ... 結合レンズ、 1 3 7 ... 光ソケット、 2 0 0 ... 光プラグ

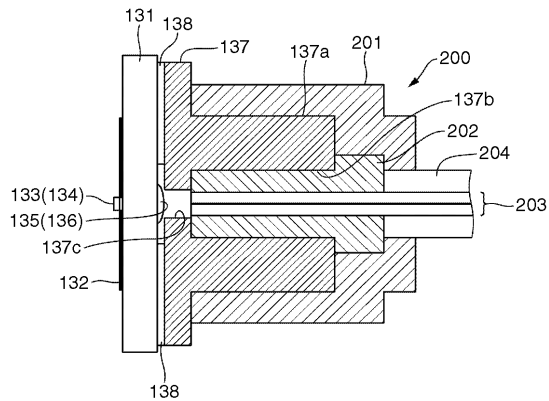
【図 1】



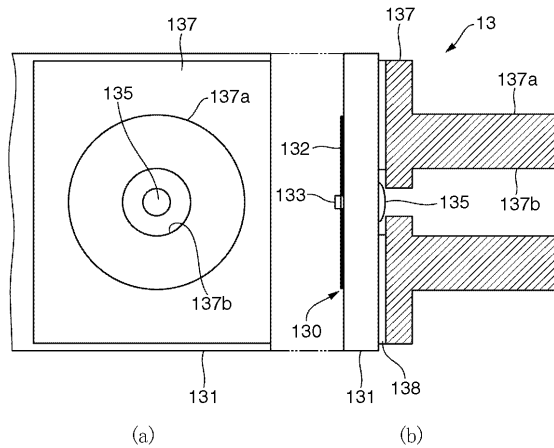
【図 2】



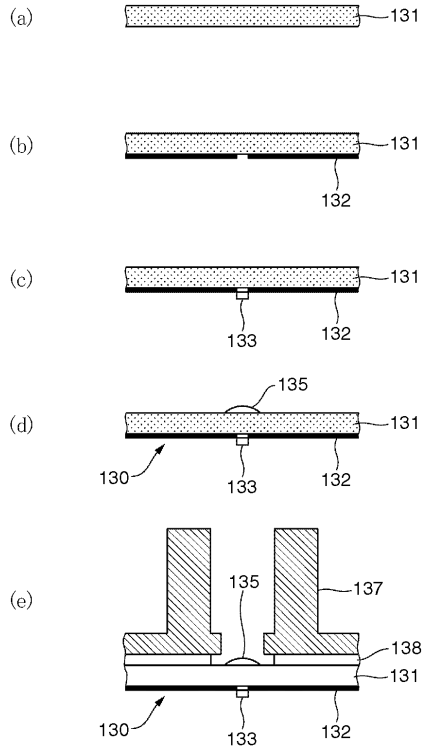
【図 3】



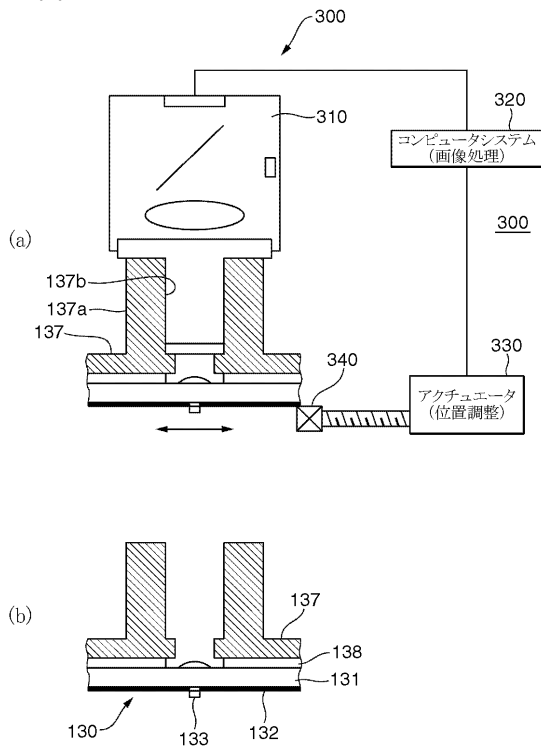
【図 4】



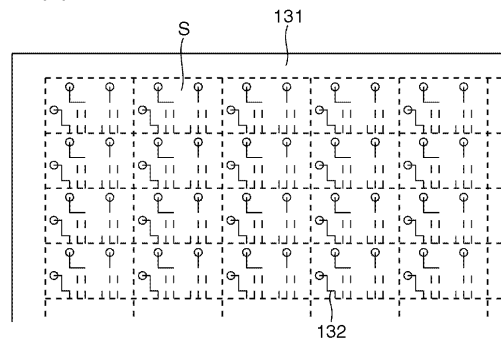
【図 5】



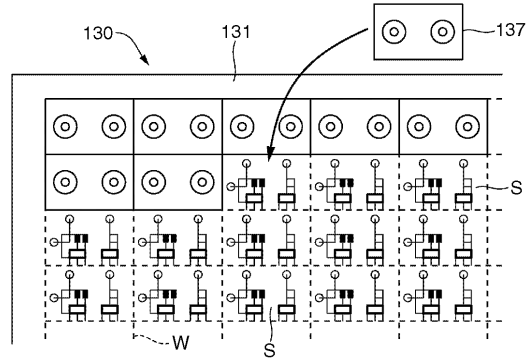
【図 6】



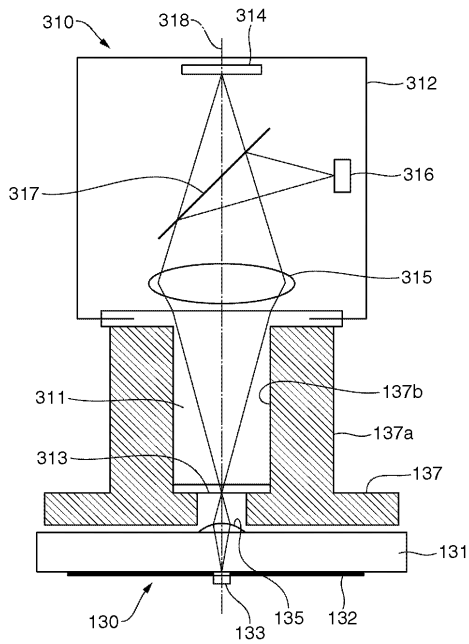
【図 7】



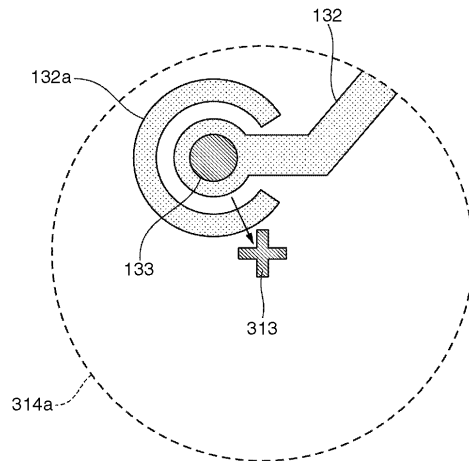
【図 8】



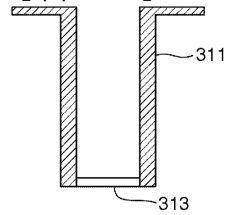
【図 9】



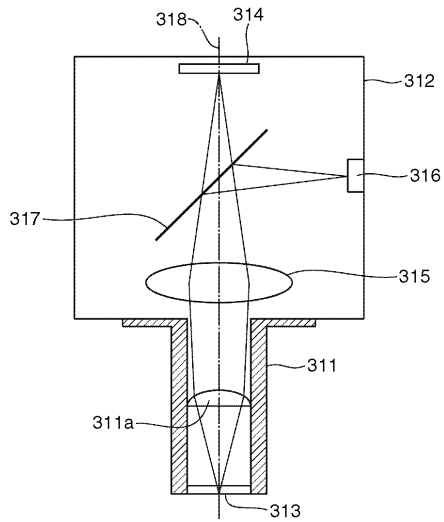
【図 10】



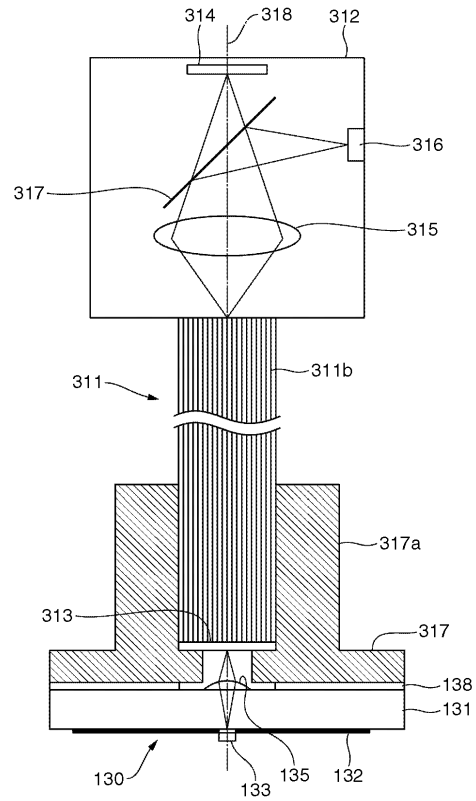
【図 11】



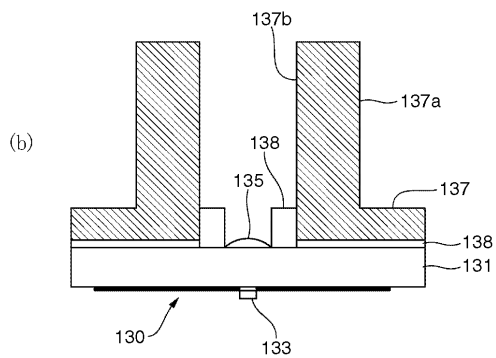
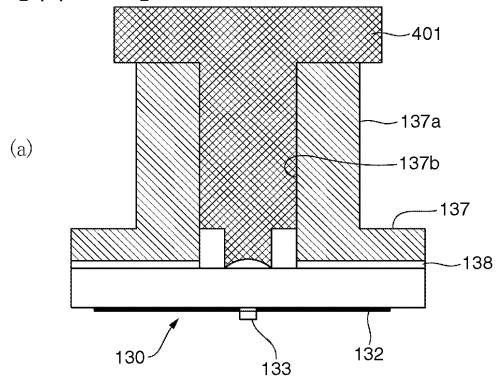
【図 1 2】



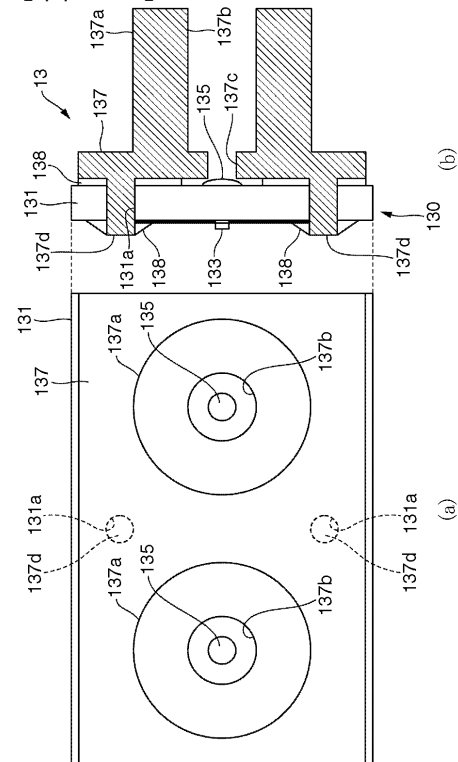
【図 1 3】



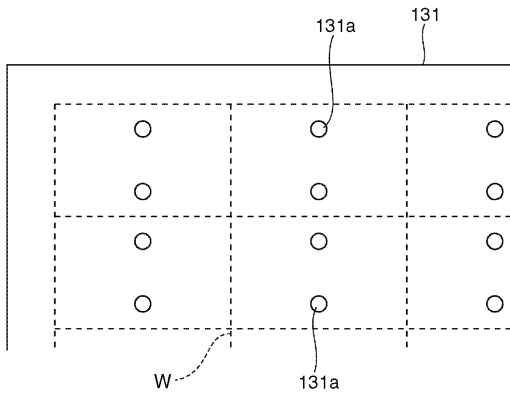
【図 1 4】



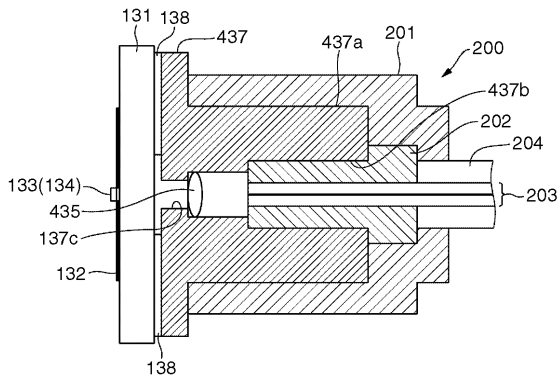
【図 1 5】



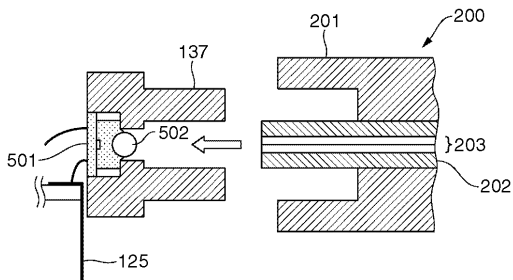
【図 16】



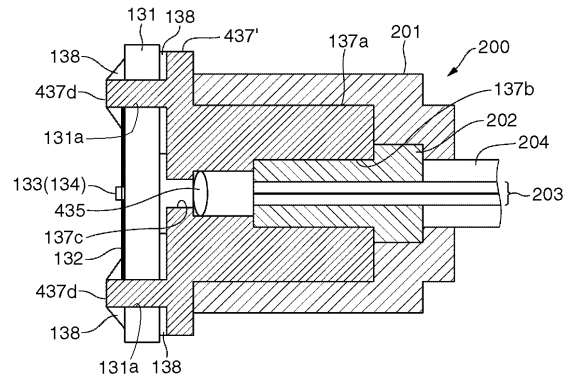
【図 17】



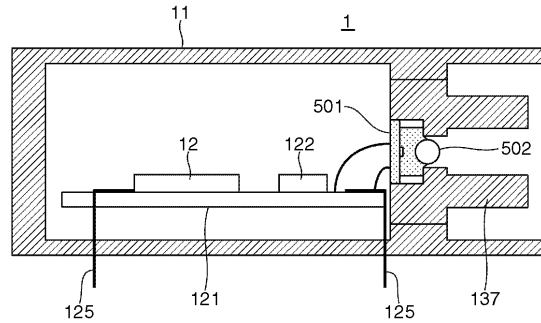
【図 20】



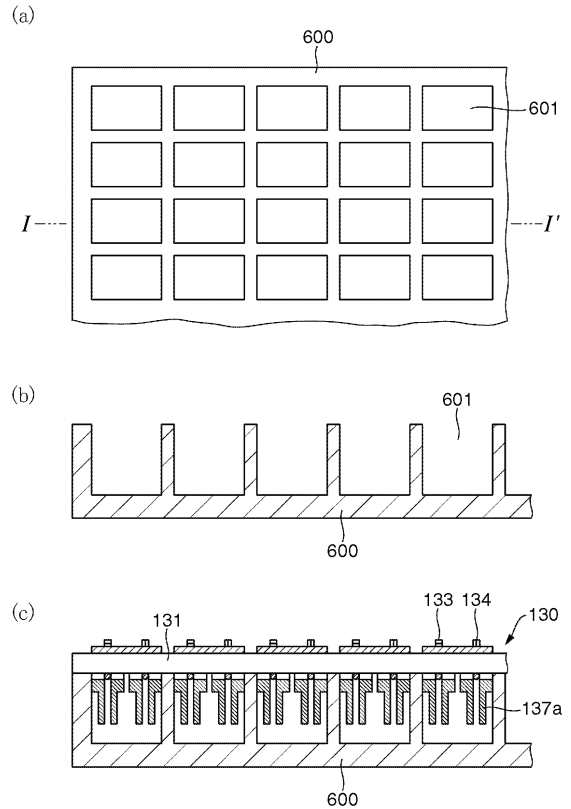
【図 18】



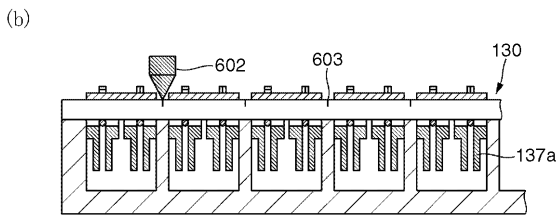
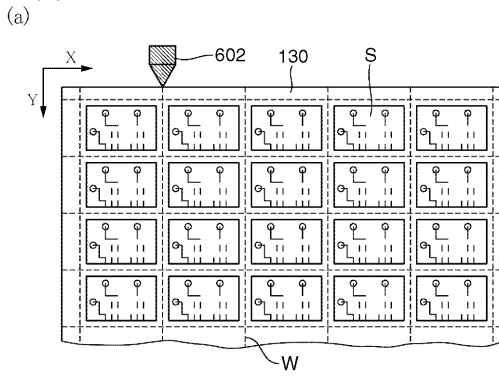
【図 19】



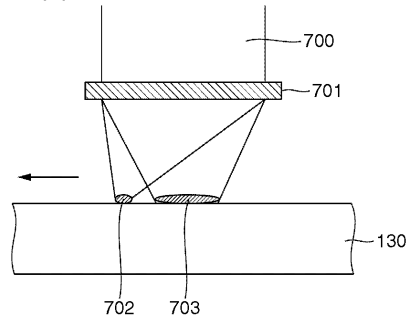
【図 21】



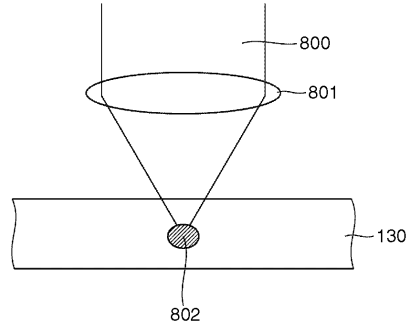
【図 2 2】



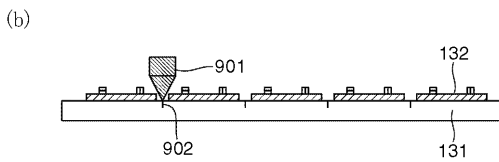
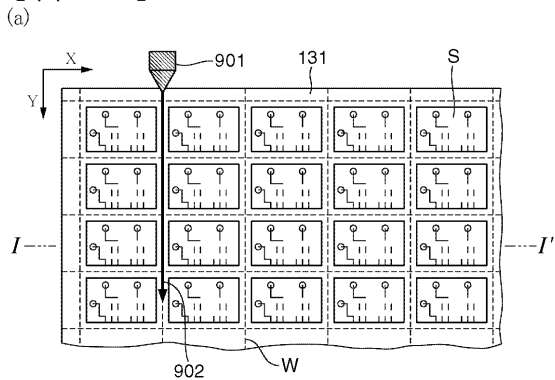
【図 2 3】



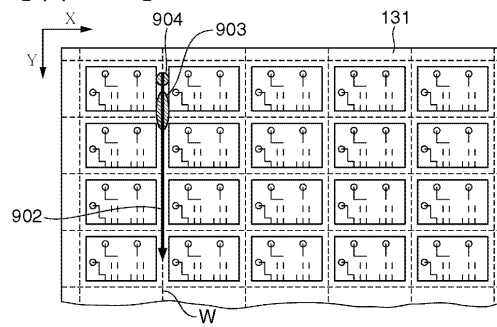
【図 2 4】



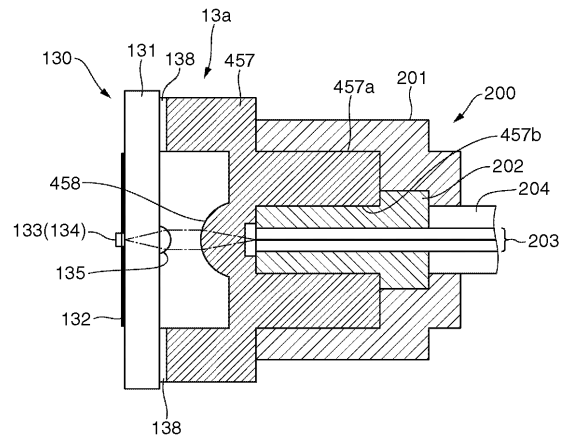
【図 2 5】



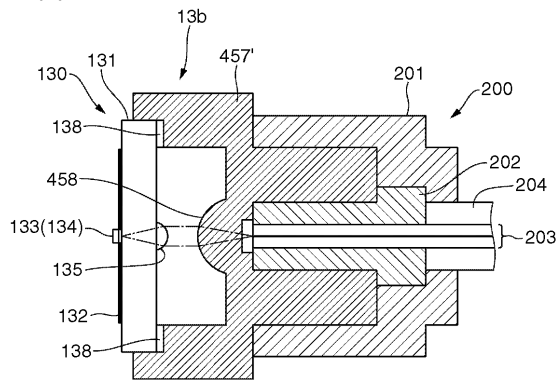
【図 2 6】



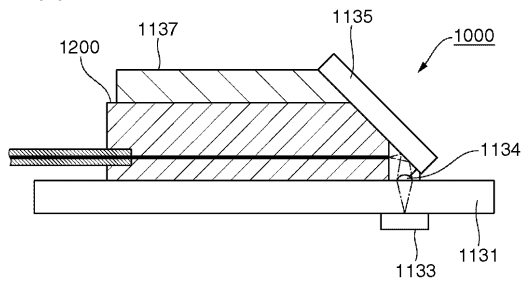
【図 2 7】



【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 金子 丈夫
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 藤井 永一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 尼子 淳
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 井出 次男
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 北村 昇二郎
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 BA12 DA03 DA04 DA05 DA06 DA15 DA16
5F073 AB16 AB25 AB27 AB28 BA02
5F088 AA01 AA07 BA16 BA18 BB01 JA12 JA14 JA20