

(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2004-354532

(P2004-354532A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	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	5F088

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-149860 (P2003-149860)	(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5月27日 (2003.5.27)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
		(74) 代理人	100080953 弁理士 田中 克郎
		(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 眞司
		(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
		(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

最終頁に続く

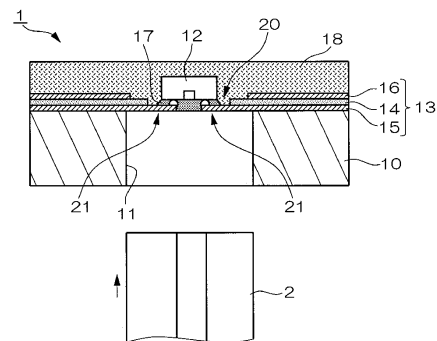
(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法、光通信装置、電子機器

(57) 【要約】

【課題】 低コスト化が可能となる光モジュールを提供することを目的とする。

【解決手段】 光ファイバ(2)を挿脱可能に構成される光モジュール(1)であって、光ファイバ(2)が挿入されるべき孔(11)を有する基板(10)と、孔(11)と対向する位置に開口部(20)が設けられたベース材(14)、当該ベース材(14)の少なくとも一面に設けられた配線膜(15)、開口部(20)に配線膜(15)の一部を露出させるようにして設けられた接続部(21)を含み、基板(10)の一方面側に配置されるフレキシブルプリント基板(13)と、フレキシブルプリント基板(13)の開口部(20)内に配置されると共に接続部(21)と接続され、光ファイバ(2)との間で光信号の送信又は受信を行う光素子(12)と、を含む。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ファイバを挿脱可能に構成される光モジュールであって、  
前記光ファイバが挿入されるべき孔を有する基板と、  
前記孔と対向する位置に開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含み、前記基板の一方面側に配置されるフレキシブルプリント基板と、  
前記フレキシブルプリント基板の前記開口部内に配置されると共に前記接続部と接続され、前記光ファイバとの間で光信号の送信又は受信を行う光素子と、  
を含む光モジュール。

10

## 【請求項 2】

前記孔と前記光素子との相互間に介在し、前記光信号の散乱を抑制する整合材を更に含む、請求項 1 に記載の光モジュール。

## 【請求項 3】

前記光素子を密封する封止材を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の光モジュール。

## 【請求項 4】

前記封止材と前記整合材を同一材料によって構成する、請求項 3 に記載の光モジュール。

## 【請求項 5】

前記フレキシブルプリント基板はマイクロストリップラインを含む、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光モジュール。

20

## 【請求項 6】

素子配置用の孔を有する基板と、  
前記孔と対向する位置に開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含み、前記基板の一方面側に配置されるフレキシブルプリント基板と、  
前記孔の内側であって前記フレキシブルプリント基板の前記開口部内に配置されると共に前記接続部と接続され、前記フレキシブルプリント基板を介して光信号の送信又は受信を行う光素子と、  
を含む、光モジュール。

## 【請求項 7】

透光性の基板と、  
開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含み、前記基板の一方面側に配置されるフレキシブルプリント基板と、  
前記フレキシブルプリント基板の前記開口部内に配置されると共に前記接続部と接続され、前記フレキシブルプリント基板及び前記基板を介して光信号の送信又は受信を行う光素子と、  
を含む、光モジュール。

30

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光モジュールを備える光通信装置。

40

## 【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光モジュールを備える電子機器。

## 【請求項 10】

光ファイバを挿脱可能に構成される光モジュールの製造方法であって、  
基板に前記光ファイバが挿入されるべき孔を形成する工程と、  
開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含んでなるフレキシブルプリント基板を、前記基板の一方面側に前記開口部が前記孔と対向するようにして取り付ける工程と、  
前記光ファイバとの間で光信号の送信又は受信を行う光素子を、前記フレキシブルプリン

50

ト基板の前記開口部内に配置し、前記接続部と接続する工程と、  
を含む、光モジュールの製造方法。

【請求項 1 1】

光ファイバを挿脱可能に構成される光モジュールの製造方法であって、  
基板に前記光ファイバが挿入されるべき孔を複数形成する工程と、  
複数の開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部のそれぞれに前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含むフレキシブルプリント基板を、前記基板の一方面側に前記開口部のそれぞれが前記孔のそれぞれと対向するようにして取り付ける工程と、  
前記光ファイバとの間で光信号の送信又は受信を行う光素子を、前記フレキシブルプリント基板の前記開口部のそれぞれに配置し、前記接続部と接続する工程と、  
前記基板を前記孔のそれぞれに対応する所定領域ごとに分割する工程と、  
を含む、光モジュールの製造方法。

10

【請求項 1 2】

前記孔と前記光素子との相互間に、前記光信号の散乱を抑制する整合材を形成する工程を更に含む、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の光モジュールの製造方法。

【請求項 1 3】

前記光素子を覆うように封止材を形成する封止材形成工程を更に含む、請求項 1 0 乃至 1 2 のいずれかに記載の光モジュールの製造方法。

【請求項 1 4】

基板に素子配置用の孔を形成する工程と、  
開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含むフレキシブルプリント基板を、前記基板の一方面側に前記開口部が前記孔と対向するようにして取り付ける工程と、  
光信号の送信又は受信を行う光素子を、前記孔の内側であって前記フレキシブルプリント基板側の前記開口部内に、当該フレキシブルプリント基板に発光面又は受光面を向けて配置し、前記接続部と接続する工程と、  
を含む、光モジュールの製造方法。

20

【請求項 1 5】

透光性の基板を用意する工程と、  
開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に前記配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含むフレキシブルプリント基板を、前記基板の一方面側に取り付ける工程と、  
光信号の送信又は受信を行う光素子を、前記フレキシブルプリント基板の前記開口部内に、当該フレキシブルプリント基板側に発光面又は受光面を向けて配置し、前記接続部と接続する工程と、  
を含む、光モジュールの製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】  
本発明は、光通信システムに用いて好適な光モジュールとその製造方法に関する。

40

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光通信システムにおいては、電気信号を光信号に変換する発光素子と光信号を電気信号に変換する受光素子相互間を光ファイバで接続する構成が基本となる。このような発光素子や受光素子などの光素子と光ファイバを着脱可能とするために、光素子と光ファイバとを光学的に接続するための光モジュールが用いられている。このような光モジュールは、例えば、特開 2 0 0 0 - 3 4 9 3 0 7 号公報（特許文献 1）などの文献に記載されている。

【0 0 0 3】

50

## 【特許文献1】

特開2000-349307号公報

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述した光モジュールでは、光素子と光ファイバの間に基板を介在させる構造としているので、光素子と光ファイバの相互間が少なくとも基板の厚みの分だけ離れてしまう。このため、光素子と光ファイバとの間の光結合損失（カップリングロス）が生じやすく、また位置合わせ（アライメント）に高い精度が要求される。また、基板上に導電膜を形成してこれをパターンングすることによって、光素子に対する信号伝送を担う配線膜を設けているが、このような立体形状に対する導電体のパターンングはそれほど簡単なプロセスではなく、一般的に製造コストが高い。

10

## 【0005】

そこで、本発明は、光結合効率を高めることが可能となる光モジュールを提供することを目的とする。

## 【0006】

また、本発明は、低コスト化が可能となる光モジュールを提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様の光モジュールは、光ファイバを挿脱可能に構成される光モジュールであって、光ファイバが挿入されるべき孔を有する基板と、孔と対向する位置に開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、開口部に配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含み、基板の一方面側に配置されるフレキシブルプリント基板と、このフレキシブルプリント基板の開口部内に配置されると共に接続部と接続され、光ファイバとの間で光信号の送信又は受信を行う光素子と、を含んで構成される。

20

## 【0008】

配線膜を有するフレキシブルプリント基板を用いていることにより、基板上に配線膜をパターンングする必要がなく、製造コストを削減し、光モジュールの低コスト化を図ることが可能となる。また、フレキシブルプリント基板に設けられた開口部に露出させた接続部（いわゆるフライングリード）に光素子を配置しているので、光ファイバと光素子との相互間距離を短くし、光結合効率（カップリング効率）を高めることが可能となる。このように光結合効率が高くなると、アライメントマージンが広がるため都合がよい。

30

## 【0009】

また、基板に設けられる上記孔と光素子との相互間に介在し、光信号の散乱を抑制する整合材（アンダーフィル材）を更に含むことが好ましい。これにより界面反射が抑制され、光結合効率が更に向上する。

## 【0010】

また、光素子を密封する封止材を更に含むことが好ましい。これにより、光素子の密封性、保護性を高めることができる。

## 【0011】

また、上述した封止材と整合材は、同一材料によって構成することが好ましい。これにより、整合材と封止材との密着性が向上する。また、整合材と封止材とを一括形成して製造プロセスの簡略化を図ることも可能となる。

40

## 【0012】

また、フレキシブルプリント基板はマイクロストリップラインを含むものを用いることが好ましい。これにより、高周波域での伝送ロスを低減することが可能となり、光素子の高速駆動に適した光モジュールの提供が可能となる。

## 【0013】

また、フレキシブルプリント基板上に、光素子と共に電気回路を構成する電子部品を更に備えることも好ましい。ここで「電子部品」とは、例えば、光素子としての発光素子を駆

50

動するドライバ、光素子としての受光素子の出力信号を増幅するアンプ、その他各種の回路チップ、或いは抵抗、コンデンサ等の受動素子、その他各種の能動素子、受動素子などをいう。このように、光素子の動作に関わる各種の電子部品を備えることにより、外付けの駆動回路等を省略し又は簡略化することが可能となる。また、ドライバ等の回路チップと光素子との間の配線長が短くなるため、信号遅延や雑音の混入などの不都合を回避しやすくなる効果も期待できる。

**【0014】**

本発明の第2の態様の光モジュールは、素子配置用の孔を有する基板と、当該孔と対向する位置に開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、開口部に配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含み、基板の一方側面に配置されるフレキシブルプリント基板と、素子配置用の孔の内側であってフレキシブルプリント基板の開口部内に配置されると共に接続部と接続され、フレキシブルプリント基板を介して光信号の送信又は受信を行う光素子と、を含んで構成される。

10

**【0015】**

かかる構成によっても、製造コストを削減して光モジュールの低コスト化を図ることが可能となると共に、光ファイバと光素子との相互間距離を短くし、光結合効率（カップリング効率）を高めることが可能となる。また、素子配置用の孔によって確保される空間に光素子を配置し、当該孔を覆うようにして配置されるフレキシブルプリント基板によって光素子を支持する構造を採用することにより、光モジュールの更なる小型化を図ることが可能となる。

20

**【0016】**

上記第2の態様の光モジュールは、フレキシブルプリント基板の他方面側（基板と反対側）に、光素子に対する光信号の送受を担う光導波路を設けることも好適である。ここで「光導波路」とは、光信号を所望の方向に伝送し得るものであればその構造に限定はないが、例えば、光ファイバ等と同様に屈折率の異なる2つの媒体を用いたコア/クラッド構造を有するものや、フォトニック結晶を利用したものなどが考えられる。また、光導波路は、その延在方向が基板の一方面と略平行となるように配置されるもの（平面型光導波路）を採用することが好ましい。

**【0017】**

なお、第2の態様の光モジュールの更なる好適な条件については、基本的に上述した第1の態様の光モジュールの場合と同様である。ここでは詳細な説明は省略するが、整合材、封止材、電子部品等について同様な条件を採用し得る。

30

**【0018】**

本発明の第3の態様の光モジュールは、透光性の基板と、開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、開口部に配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含み、基板の一方側面に配置されるフレキシブルプリント基板と、フレキシブルプリント基板の開口部内に配置されると共に接続部と接続され、フレキシブルプリント基板及び基板を介して光信号の送信又は受信を行う光素子と、を含んで構成される。

**【0019】**

かかる構成によっても、製造コストを削減して光モジュールの低コスト化を図ることが可能となると共に、光ファイバと光素子との相互間距離を短くし、光結合効率（カップリング効率）を高めることが可能となる。

40

**【0020】**

上記第3の態様の光モジュールは、透光性の基板の他方面側に、光素子に対する光信号の送受を担う光導波路を設けることも好適である。また、光ファイバを支持するスリーブ等を設けることも好適である。また、第3の態様の光モジュールの更なる好適な条件についても、基本的に上述した第1の態様の光モジュールの場合と同様である。ここでは詳細な説明は省略するが、整合材、封止材、電子部品等について同様な条件を採用し得る。

**【0021】**

50

また、本発明は、上述した光モジュールを備える光通信装置（光トランシーバ）でもある。このような本発明にかかる光通信装置は、例えば、パーソナルコンピュータやいわゆるPDA（携帯型情報端末装置）など、光を伝送媒体として外部装置等との間の情報通信を行う各種の電子機器に用いることが可能である。なお、本明細書において「光通信装置」とは、光信号の送信にかかる構成（発光素子等）と光信号の受信にかかる構成（受光素子等）の両方を含む装置のみならず、送信にかかる構成のみを備える装置（いわゆる光送信モジュール）や受信にかかる構成のみを備える装置（いわゆる光受信モジュール）を含む。

**【0022】**

また、本発明は、上述した光モジュールを備える電子機器でもある。より詳細には、本発明の電子機器は、上述した光モジュールそのものを備える場合の他に、当該光モジュールを含んでなる上述した光通信装置を備える場合も含む。ここで本明細書において「電子機器」とは、電子回路等を用いて一定の機能を実現する機器一般をいい、その構成には特に限定がないが、例えば、パーソナルコンピュータ、PDA（携帯型情報端末）、電子手帳など各種機器が挙げられる。

10

**【0023】**

本発明は、光ファイバを挿脱可能に構成される光モジュールの製造方法であって、基板に光ファイバが挿入されるべき孔を形成する工程と、開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、前記開口部に配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含んでなるフレキシブルプリント基板を、基板の一方面側に開口部が孔と対向するようにして取り付ける工程と、光ファイバとの間で光信号の送信又は受信を行う光素子を、フレキシブルプリント基板の開口部内に配置し、接続部と接続する工程と、を含む。

20

**【0024】**

かかる製造方法により、上述した本発明の第1の態様の光モジュールを製造し得る。なお、フレキシブルプリント基板としては、マイクロストリップラインを含むものを用いると更に好適である。

**【0025】**

また、一の基板上の複数の箇所で行って上記製造方法を実行することにより、多数の光モジュールを一括形成することも可能である。具体的には、本発明の光モジュールの製造方法は、光ファイバを挿脱可能に構成される光モジュールの製造方法であって、基板に光ファイバが挿入されるべき孔を複数形成する工程と、複数の開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、開口部のそれぞれに配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含むフレキシブルプリント基板を、基板の一方面側に開口部のそれぞれが孔のそれぞれと対向するようにして取り付ける工程と、光ファイバとの間で光信号の送信又は受信を行う光素子を、フレキシブルプリント基板の開口部のそれぞれに配置し、接続部と接続する工程と、基板を孔のそれぞれに対応する所定領域ごとに分割する工程と、を含む。

30

**【0026】**

かかる製造方法により、上述した本発明の第1の態様の光モジュールを製造し得る。また、光モジュールの組立工程の殆どを一の基板上で一括バッチ処理することができるので、歩留まりよく、安価な光モジュールを大量に製造することが可能となる。

40

**【0027】**

また、上記基板に設けられる孔と光素子との相互間に、光信号の散乱を抑制する整合材を形成する工程を更に含むことが好ましい。

**【0028】**

また、光素子を覆うように封止材を形成する封止材形成工程を更に含むことが好ましい。

**【0029】**

また、光素子と共に電気回路を構成する電子部品を光素子のそれぞれに対応して、フレキシブルプリント基板上に形成する工程を含むことも好ましい。

50

## 【0030】

また、本発明の光モジュールの製造方法は、基板に素子配置用の孔を形成する工程と、開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、開口部に配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含むフレキシブルプリント基板を、基板の一方面側に開口部が孔と対向するようにして取り付けの工程と、光信号の送信又は受信を行う光素子を、孔の内側であってフレキシブルプリント基板側の開口部内に、当該フレキシブルプリント基板に発光面又は受光面を向けて配置し、接続部と接続する工程と、を含む。

## 【0031】

かかる製造方法により、上述した本発明の第2の態様の光モジュールを製造し得る。なお、フレキシブルプリント基板としては、マイクロストリップラインを含むものを用いると更に好適である。また、一の基板上の複数の箇所で行って上記製造方法を実行し、その後分割することにより、多数の光モジュールを一括形成することも可能である。更に、整合材、封止材或いは電子部品を形成する工程を含むことも好ましい。これらの場合の詳細については上述した通りである。 10

## 【0032】

また、本発明の光モジュールの製造方法は、透光性の基板を用意する工程と、開口部が設けられたベース材、当該ベース材の少なくとも一方面に設けられた配線膜、開口部に配線膜の一部を露出させるようにして設けられた接続部を含むフレキシブルプリント基板を、基板の一方面側に取り付ける工程と、光信号の送信又は受信を行う光素子を、フレキシブルプリント基板の開口部内に、当該フレキシブルプリント基板側に発光面又は受光面を向けて配置し、接続部と接続する工程と、を含む。 20

## 【0033】

かかる製造方法により、上述した本発明の第3の態様の光モジュールを製造し得る。なお、フレキシブルプリント基板としては、マイクロストリップラインを含むものを用いると更に好適である。また、一の基板上の複数の箇所で行って上記製造方法を実行し、その後分割することにより、多数の光モジュールを一括形成することも可能である。更に、整合材、封止材或いは電子部品を形成する工程を含むことも好ましい。これらの場合の詳細については上述した通りである。

## 【0034】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

## 【0035】

## (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。同図では、本実施形態にかかる光モジュールの断面図が示されている。図1に示す光モジュール1は、基板10、光素子12、フレキシブルプリント基板13、アンダーフィル材17、封止材18を含んで構成される。この光モジュール1は、図示のように、基板10に設けられる孔11に光ファイバ2を着脱可能に構成されている。

## 【0036】

基板10は、光モジュール1を構成する各要素を支持するものであり、上記光ファイバ2が挿入されるべき孔11を備えている。この基板10は、例えば、ステンレス、アルミニウム、銅等の導電性材料や、ガラス、樹脂、セラミックス等の非導電性材料など種々のものを用いて構成することができる。例えば本実施形態では、セラミックスを用いて基板10を構成する。 40

## 【0037】

光素子12は、孔11の上側であって、フレキシブルプリント基板13に設けられた開口部20の内側に配置されており、当該フレキシブルプリント基板13を介して、光ファイバ2へ向けて光信号を送信(発光)し、又は光ファイバ2から出射される光信号を受信(受光)する。例えば、光モジュール1が情報送信側に用いられる場合には光素子12とし 50

てVCSEL（面発光レーザ）などの発光素子が用いられる。また、光モジュール1が情報受信側に用いられる場合には光素子12として受光素子が用いられる。

【0038】

フレキシブルプリント基板13は、孔11と対向する位置に開口部20が設けられたベース材14と、当該ベース材14の一方面（基板10側）に設けられた第1配線膜15と、ベース材14の他方面に設けられた第2配線膜16と、を含んで構成されており、基板10の一方面（上面）側に配置される。更に、フレキシブルプリント基板13は、図示のように、開口部20に第1配線膜15の一部を露出させるようにして設けられた接続部21を含む。当該接続部21において、第1配線膜15と光素子12との電気的接続が図られる。このような接続部21は一般に「フライングリード」と称される。

10

【0039】

ベース材14は、フレキシブルプリント基板13の基台（ベース）となるものであり、例えば、ポリイミド、エポキシ樹脂等の樹脂膜が用いられる。可撓性を有し、取扱いが容易であるという点からはポリイミド膜が好適に用いられる。

【0040】

第1配線膜15は、接続部21において接続される光素子12と図示しない回路チップ等の電子部品との間の信号伝送を担うものであり、ベース材14の一方面に設けられている。この第1配線膜15は、例えば銅などの導電体を用いて所定の形状（配線パターン）に形成されている。

【0041】

第2配線膜16は、光素子12と図示しない回路チップ等の電子部品との間の信号伝送を担うものであり、例えば銅などの導電体を用いてベース材14の他方面上に所定の形状（配線パターン）に形成されている。

20

【0042】

なお、光素子12の高速動作に対応するためには、ベース材14、第1配線膜15及び第2配線膜16を含んで、高周波信号の伝送に適したマイクロストリップラインを構成することが好ましい。その場合の詳細については後述する。

【0043】

アンダーフィル材（整合材）17は、光素子12と孔11との相互間に介在し、当該部位における光信号の反射、散乱を抑制し、光損失を低減する役割を担うものである。これにより不要な反射が抑制されて光結合効率が向上する。本実施形態におけるアンダーフィル材17は、孔11に嵌合されるべき光ファイバ2のコアと屈折率の近い（より好ましくは略等しい）ものが用いられる。製造プロセス上は、熱硬化性又は光硬化性のエポキシ樹脂など、充填後の後処理によって硬化するものを用いてアンダーフィル材17を形成することが好ましい。

30

【0044】

封止材18は、光素子12を保護するためのものであり、光素子12の全体を密封するようにしてフレキシブルプリント基板13上に配置されている。図示の例では、フレキシブルプリント基板13の略全面を覆うように封止材18が設けられているが、必ずしもこのような形態である必要はなく、少なくとも光素子12が封止されるように部分的に設けられてもよい。この封止材（ポッティング材）18は、熱硬化性又は光硬化性のエポキシ樹脂など、充填後の後処理によって硬化する樹脂を用いて形成することが好ましい。また、封止材18は、上述したアンダーフィル材17と同一の材料によって形成することも好適である。これにより、アンダーフィル材17と封止材18との密着性が向上する。また、この場合には、アンダーフィル材17と封止材18とを一括形成することも可能となる。

40

【0045】

次に、ベース材14、第1配線膜15及び第2配線膜16を含んでマイクロストリップラインを構成する場合について詳細に説明する。このようにしてマイクロストリップラインを構成する場合に、その特性インピーダンスは以下の計算式に基づいて所望の値に設定することができる。すなわち、マイクロストリップラインの特性インピーダンス $Z_0$ （ ）

50

は、伝送路（第1配線膜15）の線幅をB、線厚みをC、伝送路とグラウンド（接地電位用の第2配線膜16）との間隔をH、誘電体層（ベース材14）の比誘電率を  $r$  とすると、以下の計算式によって求められる。

【0046】

$$Z_0 = (87 / (r + 1.41))^{1/2} \times \ln(5.98H / (0.8B + C))$$
 ここで、光素子12の入出力インピーダンスが50 の場合には、マイクロストリップラインの特性インピーダンスを50 とすることにより、インピーダンス整合を図って信号減衰を防ぐことが可能となる。例えば、ベース材14として、比誘電率  $r = 3.4$  のポリイミド膜を用い、 $B = 0.09 \text{ mm}$ 、 $H = 0.05 \text{ mm}$ 、 $C = 0.012 \text{ mm}$  とすることにより、マイクロストリップラインの特性インピーダンス  $Z_0$  を約50 とすることができる。ベース材14の厚さは0.05 mmとなるが、これより薄いと導体幅が狭くなり、直流抵抗分が増加したり線幅のばらつきによるインピーダンス値の変動が大きくなる場合がある。

10

【0047】

本実施形態の光モジュール1はこのような構成を有しており、次にその製造方法について説明する。

【0048】

図2は、本実施形態の光モジュールの製造方法を説明する図である。本実施形態では、1つの母基板上に多数の光モジュール1を一括形成し、その後分割することによって各光モジュール1を得る。以下、その詳細について説明する。

20

【0049】

まず、図2(a)に示すように、各光モジュール1の基板10の母材となるべき母基板100を用意する。そして、各光モジュール1の形成領域のそれぞれに対応して、母基板100に光ファイバ2が挿入されるべき孔11を複数形成する。このとき、孔11は、光ファイバ2にフェルールが取り付けられる場合には当該フェールの径に対応する大きさ（孔径）に形成される。

【0050】

次に、図2(b)に示すように、孔11のそれぞれに治具としてのピン（支持部材）101を挿入する。このピン101は、後の工程における光素子12の実装時に接続部21を裏面側から補助する役割を担うものであり、その材質は問わないが金属等が好適に用いられる。また、本実施形態では、ピン101の一端の面と母基板100の一方面とを同時に研磨して平坦な平面を確保する。なお、ピン101の一端の面（母基板100の一方面側に露出する側の面）を略平坦としておき、当該平坦面を母基板100の一方面と略面一となるように位置調整して挿入するようにしてもよい。また、図示のように本実施形態では、ピン101の他端を母基板100から突出させて当該突出部分を樹脂102によって固定している。ピン101を孔11に圧入する場合など、ピン101の固定強度が必要十分に確保される場合には、樹脂102を用いなくてもよい。

30

【0051】

次に、図2(c)に示すようにフレキシブルプリント基板13の開口部20のそれぞれを母基板100の孔11のそれぞれと位置合わせした後に、図2(d)に示すように、当該フレキシブルプリント基板13を母基板100上に取り付ける。当該取り付けは、例えば、エポキシ系接着剤を用いて行われる。本実施形態では、フレキシブルプリント基板13としてマイクロストリップラインを含むものを用いる。

40

【0052】

次に、図2(e)に示すように、複数の光素子12のそれぞれを、フレキシブルプリント基板13の開口部20のそれぞれに配置し、接続部21と接続する。このとき、各光素子12は、それぞれの発光面を孔11の側に向けて接続部21上の実装される。本工程では、例えばフリップチップボンディングにより光素子12と接続部21とを接続する。このとき、フリップチップボンディングに必要なハンダバンプは、光素子12側あるいは接続部21側のいずれに形成してもよいが、接続部21側に形成した方が光素子12のハンド

50

リング（組立用ロボット等による吸着などの作業）が容易となる。

【0053】

本工程では、ベース材14の開口部20が光素子12よりも大面積に開口されているため、光素子12は当該開口部20の内側に挿入される状態となる。また本工程では、上述したピン101によって接続部21が下側から支持されるので、光素子12を実装する際に接続部21が変形し、或いは破損することを回避しつつ、光素子12を容易かつ確実に載置することが可能となる。なお、本工程においては、必要に応じて他の電子部品（例えば光素子12を駆動するドライバ等）をフレキシブルプリント基板13上に実装してもよい。

【0054】

次に、図2（e）に示すように、光素子12と孔11との間に光損失を低減するためのアンダーフィル材17を充填する。本工程は、例えば透明なエポキシ樹脂からなるアンダーフィル材17を光素子12（より詳細には光素子12の発光面）と孔11との間に浸透させ、熱硬化させることにより行う。

【0055】

次に、図2（f）に示すように、光素子12の全体を密封するようにして封止材18を形成する。封止材18としては、例えば熱硬化性のエポキシ樹脂を用いることができる。この封止材18と上述したアンダーフィル材17と同一の材料によって一括して形成してもよく、この場合には製造プロセスが簡略化される。なお、上述したように、封止材18は各光素子12の近傍のみに選択的に形成するようにしてもよい。本実施形態のように、封止材18を母基板100の一方面側の略全面に一括形成した場合には製造プロセスがより簡略化されるため好ましい。

【0056】

次に、図2（g）に示すように、複数の光モジュール1のそれぞれに対応する所定領域ごとに母基板100等を分割する。本工程における分割は、ダイシングやレーザ切断等の方法によって行うことができる。その後、ピン101及び樹脂102を取り外すことにより複数の光モジュール1を得る。

【0057】

このように、本実施形態の光モジュール1は、配線膜15、16を有するフレキシブルプリント基板13を用いていることにより、基板10上に配線膜をパターンニングする必要がなく、製造コストを削減し、光モジュールの低コスト化を図ることが可能となる。また、フレキシブルプリント基板13に設けられた開口部20に露出させた接続部21（いわゆるフライングリード）に光素子12を配置しているため、光ファイバ2と光素子12との相互間距離を短くし、光結合効率（カップリング効率）を高めることが可能となる。このように光結合効率が高くなると、アライメントマージンが広がるため都合がよい。

【0058】

本実施形態にかかる光モジュール1は、光通信装置（光トランシーバ）に用いて好適である。このような本発明にかかる光通信装置は、例えば、パーソナルコンピュータ、PDA（携帯型情報端末装置）、電子手帳、その他各種の電子機器に用いることが可能である。

【0059】

（第2の実施形態）

図3は、第2の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。同図では、本実施形態にかかる光モジュールの断面図が示されている。同図に示す光モジュール1aは、上述した第1の実施形態にかかる光モジュール1と共通する構成要素については同符号を付している。なお、第1の実施形態と共通する構成要素については詳細な説明を省略する。

【0060】

図3（a）に示す光モジュール1aは、基板10a、光素子12、フレキシブルプリント基板13、アンダーフィル材17、封止材18aを含んで構成される。この光モジュール1aは、例えば、図3（b）に示すように、フレキシブルプリント基板13の他方面側に設けられる光導波路3を介して外部との間で光信号の送信又は受信を行うものである。ま

10

20

30

40

50

た、光モジュール 1 a は、光導波路を備える光電気混載基板と組み合わせて用いることもできる。

【0061】

基板 10 a は、光モジュール 1 a を構成する各要素を支持するものであり、光素子 12 を配置する空間を確保するための孔 11 a を備えている。この孔 11 a は、図示の例では基板 10 a を貫通する孔となっているが、必ずしも貫通孔である必要はなく、凹状の孔であってもよい。基板 10 a として好適な材質は上述した第 1 の実施形態と同様であり、例えば本実施形態ではセラミックスを用いる。

【0062】

光素子 12 は、孔 11 a の内側であって、フレキシブルプリント基板 13 に設けられた開口部 20 の内側に配置されており、当該フレキシブルプリント基板 13 を介して光信号の送信又受信を行う。

10

【0063】

フレキシブルプリント基板 13 は、孔 11 a と対向する位置に開口部 20 が設けられたベース材 14 と、当該ベース材 14 の一方面（基板 10 と反対側）に設けられた第 1 配線膜 15 と、ベース材 14 の他方面（基板 10 側）に設けられた第 2 配線膜 16 と、を含んで構成されており、基板 10 の一方面（下面）側に配置される。更に、フレキシブルプリント基板 13 は、図示のように、開口部 20 に第 1 配線膜 15 の一部を露出させるようにして設けられた接続部 21 を含む。当該接続部 21 において、第 1 配線膜 15 と光素子 12 との電氣的接続が図られる。

20

【0064】

封止材 18 a は、光素子 12 を保護するためのものであり、光素子 12 の全体を密封するようにして、孔 11 a の内側であってフレキシブルプリント基板 13 上に配置されている。

【0065】

次に、本実施形態の光モジュール 1 a の製造方法について説明する。本実施形態にかかる製造方法は、基本的に上述した第 1 の実施形態の製造方法と同様である。以下、主に相違点に着目して説明する。

【0066】

図 4 は、第 2 の実施形態の光モジュールの製造方法を説明する図である。まず、図 4 ( a ) に示すように、各光モジュール 1 の基板 10 の母材となるべき母基板 100 を用意する。そして、各光モジュール 1 の形成領域のそれぞれに対応して、母基板 100 に素子配置用の孔 11 a を複数形成する。

30

【0067】

次に、図 4 ( b ) に示すように、フレキシブルプリント基板 13 の開口部 20 のそれぞれを母基板 100 の孔 11 a のそれぞれと対向させるように位置合わせした後に、図 4 ( c ) に示すように、当該フレキシブルプリント基板 13 を母基板 100 上に取り付ける。本実施形態では、フレキシブルプリント基板 13 としてマイクロストリップラインを含むものを用いる。

【0068】

また、図 4 ( c ) に示すように、フレキシブルプリント基板 13 の他面側（母基板 100 と反対側）に、治具としてのダミー基板 103 を配置する。このダミー基板 103 は、少なくとも一面が略平坦であり、次工程における光素子 13 の実装時にフレキシブルプリント基板 13 を裏面側から補助する役割を担うものであり、その材質は問わないが、例えば金属やガラスなどの材質が好適に用いられる。本実施形態では、SUS（ステンレス）の基板をダミー基板 103 として用いる。また、ダミー基板 103 は、母基板 100 とねじ止め等の方法によって固定すると更に好ましい。なお、本工程では、少なくとも接続部 21 が平坦な面によって支持されればよく、必ずしもダミー基板 103 を用いる必要はないが、ダミー基板 103 を用いることにより光素子 12 の実装がより容易になる。

40

【0069】

50

次に、図4(d)に示すように、複数の光素子12のそれぞれを、フレキシブルプリント基板13の開口部20のそれぞれに配置し、接続部21と接続する。その後、光素子12と接続部21との間に光損失を低減するためのアンダーフィル材17を充填する。このとき、各光素子12は、それぞれの発光面を基板10aの外側に向けて接続部21上に実装される。本工程では、例えばフリップチップボンディングにより光素子12を第1配線膜15の接続部21と接続する。

#### 【0070】

本工程では、ベース材14の開口部20が光素子12よりも大面積に開口されているため、光素子12は当該開口部20の内側に挿入される状態となる。また本工程では、上述したダミー基板103によって接続部21が下側から支持されるので、光素子12を実装する際に接続部21が変形し、或いは破損することを回避しつつ、光素子12を容易かつ確実に載置することが可能となる。なお、本工程においては、必要に応じて他の電子部品(例えば光素子12を駆動するドライバ等)をフレキシブルプリント基板13上に実装してもよい。

10

#### 【0071】

次に、図4(e)に示すように、光素子12の全体を密封するようにして封止材18aを形成する。封止材18としては、例えば熱硬化性のエポキシ樹脂を用いることができる。この封止材18と上述したアンダーフィル材17と同一の材料によって一括して形成してもよい。

#### 【0072】

次に、図4(f)に示すように、ダミー基板103を取り外した後に、複数の光モジュール1aのそれぞれに対応する所定領域ごとに母基板100等を分割する。本工程における分割は、ダイシングやレーザ切断等の方法によって行うことができる。これにより、複数の光モジュール1aを得る。

20

#### 【0073】

このように、第2の実施形態の光モジュール1aは、第1の実施形態の場合と同様に、製造コストを削減して光モジュールの低コスト化を図ることと、光ファイバと光素子との相互間距離を短くして光結合効率(カップリング効率)を高めることが可能となる。更に、素子配置用の孔11aによって確保される空間に光素子12を配置し、当該孔11aを覆うようにして配置されるフレキシブルプリント基板13によって光素子12を支持する構造を採用することにより、光モジュール1aの更なる小型化を図ることが可能となる。本実施形態にかかる光モジュール1aについても、光トランシーバや各種の電子機器に用いることが可能である。

30

#### 【0074】

(第3の実施形態)

図5は、第3の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。同図では、本実施形態にかかる光モジュールの断面図が示されている。同図に示す光モジュール1bは、上述した第1の実施形態にかかる光モジュール1と共通する構成要素については同符号を付している。なお、第1の実施形態と共通する構成要素については詳細な説明を省略する。

#### 【0075】

同図に示す光モジュール1bは、基本的に上述した第1の実施形態にかかる光モジュール1と同様の構成を備えており、光ファイバ2が挿入されるべき孔11が省略された点が主に異なっている。具体的には、図5に示す光モジュール1bは、透光性の基板10b、フレキシブルプリント基板13、アンダーフィル材17、封止材18bを含んで構成される。この光モジュール1bは、透光性の基板10bの他方面側に、レンズ、ミラーなどの光学部品を設けると共に光素子に対する光信号の送受を担う光導波路を設け、あるいはそのような光導波路を備える光電気混載基板と組み合わせて用いられる。また、基板10bの他方面側に光ファイバを支持するスリーブ等を設け、更に必要に応じて基板10bの他方面側又はスリーブ側にレンズを設けて用いることもできる。

40

#### 【0076】

50

基板 10b は、光モジュール 1b を構成する各要素を支持するものであり、光信号を通過し得る透光性の材料を用いて構成される。この基板 10b は、使用される光信号の波長に対する透過率が高いものであればよく、例えば、ガラス基板やプラスチック基板などが用いられる。

【0077】

光素子 12 は、フレキシブルプリント基板 13 に設けられた開口部 20 の内側に配置されており、当該フレキシブルプリント基板 13 及び基板 10b を介して外部へ光信号を送信（発光）し、又は外部からの光信号を受信（受光）する。より詳細には、光素子 12 は、第 1 配線膜 15 の一部を開口部 20 に露出させるようにして設けられた接続部 21 と接続されている。

10

【0078】

封止材 18b は、光素子 12 を保護するためのものであり、光素子 12 の全体を密封するようにしてフレキシブルプリント基板 13 上に配置されている。なお、第 1 の実施形態の場合と同様に、基板 10b の一方面上の略全面に封止材 18b を形成してもよい。

【0079】

次に、本実施形態の光モジュール 1b の製造方法について説明する。本実施形態にかかる製造方法は、基本的に上述した第 1 の実施形態の製造方法と同様である。以下、主に相違点に着目して説明する。

【0080】

図 6 は、第 3 の実施形態の光モジュールの製造方法を説明する図である。まず、図 6 (a) に示すように、各光モジュール 1b の基板 10b の母材となるべき透光性の母基板 100 と、フレキシブルプリント基板 13 とを用意する。そして、図 6 (b) に示すように、フレキシブルプリント基板 13 を母基板 100 上に取り付ける。本実施形態では、フレキシブルプリント基板 13 としてマイクロストリップラインを含むものを用いる。

20

【0081】

次に、図 6 (c) に示すように、複数の光素子 12 のそれぞれを、フレキシブルプリント基板 13 の開口部 20 のそれぞれに配置し、接続部 21 と接続する。その後、光素子 12 と接続部 21 との間に光損失を低減するためのアンダーフィル材 17 を充填する。このとき、各光素子 12 は、それぞれの発光面を基板 10b に向けて接続部 21 上に実装される。本工程では、例えばフリップチップボンディングにより光素子 12 と接続部 21 とを接続する。本工程では、ベース材 14 の開口部 20 が光素子 12 よりも大面積に開口されているため、光素子 12 は当該開口部 20 の内側に挿入される状態となる。なお、本工程においては、必要に応じて他の電子部品（例えば光素子 12 を駆動するドライバ等）をフレキシブルプリント基板 13 上に実装してもよい。

30

【0082】

次に、図 6 (d) に示すように、光素子 12 の全体を密封するようにして封止材 18b を形成する。封止材 18 としては、例えば熱硬化性のエポキシ樹脂を用いることができる。この封止材 18 と上述したアンダーフィル材 17 と同一の材料によって一括して形成してもよい。

【0083】

次に、図 6 (f) に示すように、複数の光モジュール 1b のそれぞれに対応する所定領域ごとに母基板 100 等を分割する。本工程における分割は、ダイシングやレーザ切断等の方法によって行うことができる。これにより、複数の光モジュール 1b を得る。

40

【0084】

このように、第 3 の実施形態の光モジュール 1b は、第 1 の実施形態の場合と同様に、製造コストを削減して光モジュールの低コスト化を図ることが可能となる。また、ベース材 14 の厚みの分、光ファイバと光素子との相互間距離を短くして光結合効率（カップリング効率）を高めることが可能となる。本実施形態にかかる光モジュール 1b についても、光トランシーバや各種の電子機器に用いることが可能である。

【0085】

50

以上、本発明にかかる光モジュールの各種実施態様について説明したが、本発明の適用範囲は上記実施形態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種々の変形実施が可能である。

【0086】

図7は、光モジュールの他の構成例について説明する図である。同図に示す光モジュール1cは、上述した第3の実施形態の光モジュール1bにおいて、接続部の配置を変更したものである。具体的には、図7に示す光モジュール1cでは、フレキシブルプリント基板13の基板10bと接しない側の第2配線膜16aの一部を開口部20に露出させるようにして接続部23が構成されている。そして、かかる接続部23に光素子12が接続されている。なお、上述した第1及び第2の実施形態の光モジュールにおいても同様な構成を採用し得る。

10

【0087】

また、上述した各実施形態における光素子として、複数の光源を含むもの（例えばVCSELアレイ）又は複数の受光素子を含むもの（例えばフォトダイオードアレイ）を用い、光ファイバとして多チャンネル（多芯）のテープファイバ等を用いることにより、パラレル伝送用の光モジュールとして使用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

【図2】第1の実施形態の光モジュールの製造方法を説明する図である。

【図3】第2の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

20

【図4】第2の実施形態の光モジュールの製造方法を説明する図である。

【図5】第3の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

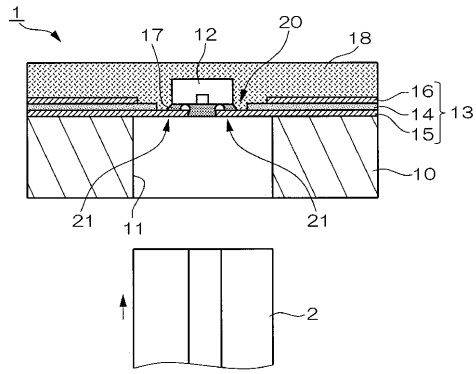
【図6】第3の実施形態の光モジュールの製造方法を説明する図である。

【図7】光モジュールの他の構成例を説明する図である。

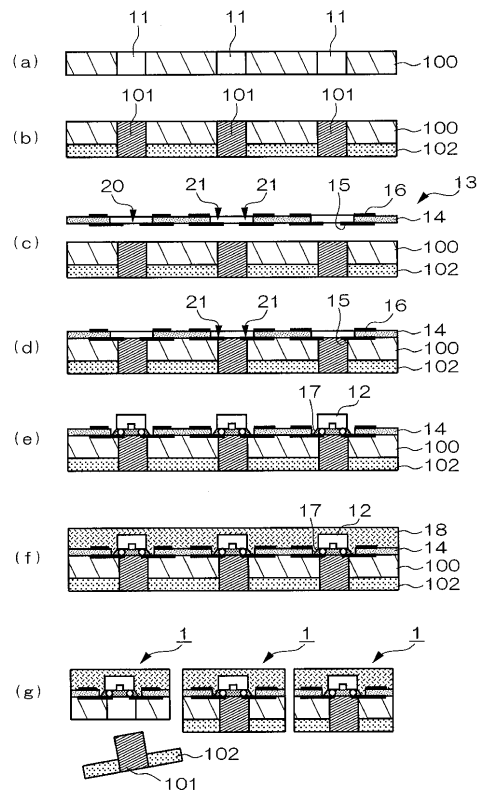
【符号の説明】

1 ... 光モジュール、 2 ... 光ファイバ、 10 ... 基板、 11 ... 孔、 12 ... 光素子、 13 ... フレキシブルプリント基板、 14 ... ベース材（基材）、 15 ... 第1配線膜、 16 ... 第2配線膜、 17 ... 整合材（アンダーフィル材）、 18 ... 封止材、 20 ... 開口部、 21 ... 接続部

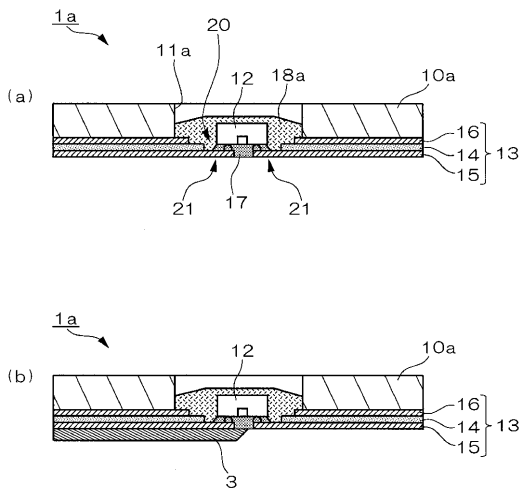
【図 1】



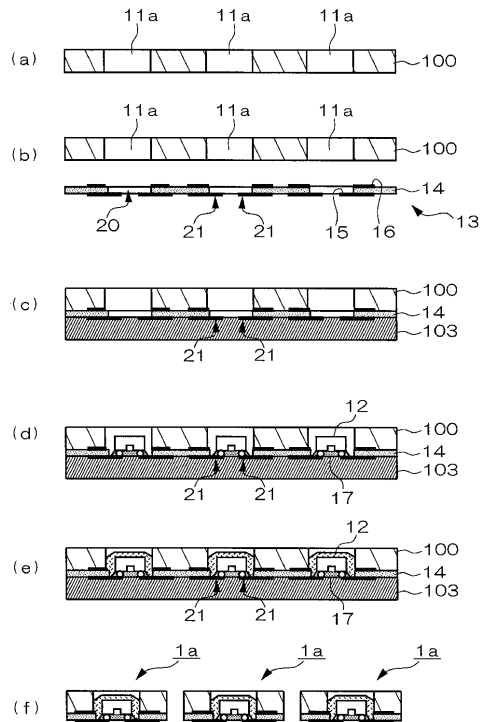
【図 2】



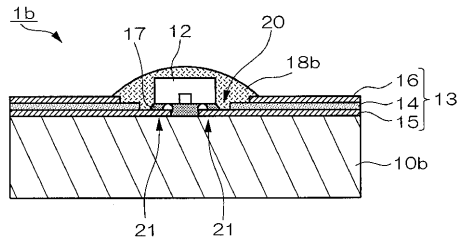
【図 3】



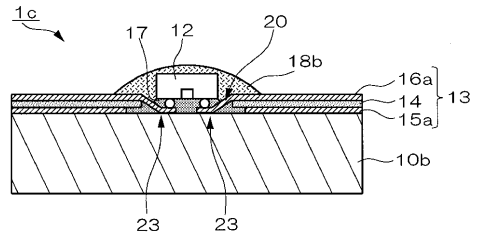
【図 4】



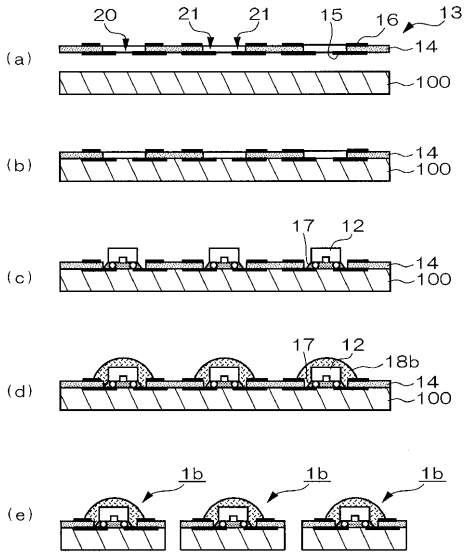
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 DA03 DA06 DA11 DA36  
5F073 AB17 AB28 BA02 EA29 FA07 FA15 FA30  
5F088 BA20 BB01 JA06 JA14 JA20