(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2013-105973
(P2013-105973A)
(43)公開日　平成25年5月30日(2013.5.30)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
H01L 33/48 (2010.01)	H01L 33/00 400	5F041

審査請求 未請求　請求項の数 14　OL　（全 27 頁）

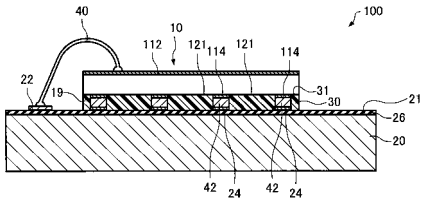
(21)出願番号　特願2011-250377 (P2011-250377)
(22)出願日　平成23年11月16日 (2011.11.16)

(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
(74)代理人　100090387
弁理士　布施　行夫
(74)代理人　100090398
弁理士　大渕　美千栄
(74)代理人　100113066
弁理士　永田　美佐
(72)発明者　加▲瀬▼谷　浩康
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　佐藤　充
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】発光装置およびその製造方法、並びに、プロジェクター

(57)【要約】
【課題】半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減できる発光装置を提供する。
【解決手段】発光装置１００は、半導体発光素子１０と、半導体発光素子１０を支持する基板２０と、半導体発光素子１０と基板２０との間に位置するシリコーンエラストマー層３０と、を含み、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とは、接合されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を支持する基板と、
前記半導体発光素子と前記基板との間に位置するシリコーンエラストマー層と、
を含み、
前記半導体発光素子と前記シリコーンエラストマー層とは、接合されている、ことを特徴とする発光装置。
【請求項２】
前記半導体発光素子と前記シリコーンエラストマー層とは、活性化接合によって接合されている、ことを特徴とする請求項１に記載の発光装置。
【請求項３】
前記半導体発光素子は、ジャンクションダウンの状態で前記基板に実装されている、ことを特徴とする請求項１または２に記載の発光装置。
【請求項４】
前記半導体発光素子は、端面発光型の半導体発光素子である、ことを特徴とする請求項１ないし３のいずれか１項に記載の発光装置。
【請求項５】
前記シリコーンエラストマー層と前記基板との間に位置するシリコン基板を含む、ことを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１項に記載の発光装置。
【請求項６】
前記半導体発光素子は、前記半導体発光素子の表面に設けられた電極を有し、
前記半導体発光素子の表面と対向する前記基板の表面には、配線が設けられ、
前記電極と前記配線とは、導電性材料と、樹脂材料とを含んで構成された接続部によって電気的に接続されている、ことを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１項に記載の発光装置。
【請求項７】
前記半導体発光素子は、前記半導体発光素子の表面に設けられた電極を有し、
前記半導体発光素子の表面と対向する前記シリコン基板の表面には、配線が設けられ、
前記電極と前記配線とは、導電性材料と、樹脂材料とを含んで構成された接続部によって電気的に接続されている、ことを特徴とする請求項５に記載の発光装置。
【請求項８】
基板の上方にシリコーンエラストマー層を形成する工程と、
前記シリコーンエラストマー層の表面を活性化処理する工程と、
前記シリコーンエラストマー層上に半導体発光素子を裁置する工程と、
を含む、ことを特徴とする発光装置の製造方法。
【請求項９】
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程の後に、前記基板と前記シリコーンエラストマー層との間に設けられた配線が露出するように前記シリコーンエラストマー層をパターニングする工程と、
露出した前記配線上に導電性ペーストを配置する工程と、
をさらに含み、
前記シリコーンエラストマー層上に前記半導体発光素子を裁置する工程では、前記半導体発光素子の電極と前記配線とが、前記導電性ペーストを介して接続されるように前記半導体発光素子を裁置する、ことを特徴とする請求項８に記載の発光装置の製造方法。
【請求項１０】
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程は、
前記基板の上方に前記シリコーンエラストマー層の前駆体を塗布する工程と、
熱処理により、前記前駆体を硬化させて、前記シリコーンエラストマー層を形成する工程と、

を有する、ことを特徴とする請求項８または９に記載の発光装置の製造方法。
【請求項１１】
シリコン基板の上方にシリコーンエラストマー層を形成する工程と、
前記シリコーンエラストマー層の表面を活性化処理する工程と、
前記シリコーンエラストマー層上に半導体発光素子を裁置する工程と、
基板に前記シリコン基板を接合する工程と、
を含む、ことを特徴とする発光装置の製造方法。
【請求項１２】
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程の後に、前記シリコン基板と前記シリコーンエラストマー層との間に設けられた配線が露出するように前記シリコーンエラストマー層をパターニングする工程と、
露出した前記配線上に導電性ペーストを配置する工程と、
をさらに含み、
前記シリコーンエラストマー層上に前記半導体発光素子を裁置する工程では、前記半導体発光素子の電極と前記配線とが、前記導電性ペーストを介して接続されるように前記半導体発光素子を裁置する、ことを特徴とする請求項１１に記載の発光装置の製造方法。
【請求項１３】
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程は、
前記シリコン基板の上方に前記シリコーンエラストマー層の前駆体を塗布する工程と、
熱処理により、前記前駆体を硬化させて、前記シリコーンエラストマー層を形成する工程と、
を有する、ことを特徴とする請求項１１または１２に記載の発光装置の製造方法。
【請求項１４】
請求項１ないし７のいずれか１項に記載の発光装置と、
前記発光装置から出射された光を、画像情報に応じて変調する光変調装置と、
前記光変調装置によって形成された画像を投射する投射装置と、
を含む、ことを特徴とするプロジェクター。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、発光装置およびその製造方法、並びに、プロジェクターに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、半導体発光素子の開発が精力的に行われてきている。具体的な半導体発光素子としては、半導体レーザー（Laser Diode）、スーパールミネッセントダイオード（Super Luminescent Diode、以下「ＳＬＤ」ともいう）、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）等が知られている。
【０００３】
半導体発光素子を備えた発光装置では、半導体発光素子は、一般的に、銅ベース等の支持基板に実装されている。このような発光装置では、例えば、半導体発光素子の駆動時の発熱や、装置がおかれている環境の変化に伴う周囲の温度の変化等により、半導体発光素子と支持基板との間の熱膨張率の差に起因して半導体発光素子に応力が生じる場合がある。半導体発光素子に応力が生じると、所望の性能が発揮できなかったり、装置の信頼性が低下したりする場合がある。
【０００４】
このような問題に対して、例えば特許文献１には、半導体発光素子を、サブマウントを介して、支持基板に実装することにより、半導体発光素子と支持基板との間の熱膨張率の差に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる発光装置が開示されている。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００７－７３５４９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、特許文献１に開示された発光装置では、半導体発光素子がＡｕＳｎ等の半田と接合されている。ＡｕＳｎ等の半田は硬い（弾性率が大きい）ため、半導体発光素子の駆動時の発熱や、装置がおかれている環境の変化に伴う周囲の温度の変化等によって半導体発光素子が変形しようとする場合に、半導体発光素子の変形が許容されずに、半導体発光素子に応力が生じる場合がある。
【０００７】
本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減できる発光装置およびその製造方法を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、上記発光装置を含むプロジェクターを提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明に係る発光装置は、
半導体発光素子と、
前記半導体発光素子を支持する基板と、
前記半導体発光素子と前記基板との間に位置するシリコーンエラストマー層と、
を含み、
前記半導体発光素子と前記シリコーンエラストマー層とは、接合されている。
【０００９】
このような発光装置によれば、シリコーンエラストマー層は、半田に比べて柔らかい（弾性率が小さい）ため、半導体発光素子の駆動時の発熱や、装置がおかれている環境の変化に伴う周囲の温度の変化等によって半導体発光素子が変形しようとした場合に、半導体発光素子の変形を妨げず、半導体発光素子に応力が生じることを抑制することができる。したがって、このような発光装置によれば、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる。
【００１０】
本発明に係る発光装置において、
前記半導体発光素子と前記シリコーンエラストマー層とは、活性化接合によって接合されていてもよい。
【００１１】
このような発光装置によれば、製造工程において、半導体発光素子に加わる熱的な損傷や物理的な損傷を低減することができる。
【００１２】
本発明に係る発光装置において、
前記半導体発光素子は、ジャンクションダウンの状態で前記基板に実装されていてもよい。
【００１３】
このような発光装置によれば、放熱性を高めることができる。
【００１４】
本発明に係る発光装置において、
前記半導体発光素子は、端面発光型の半導体発光素子であってもよい。
【００１５】
このような発光装置によれば、例えば、半導体発光素子とシリコーンエラストマー層とを接合する際に、シリコーンエラストマー層の前駆体が、半導体発光素子の光出射部に付

着することを防ぐことができる。したがって、半導体発光素子として端面発光型の半導体発光素子を用いたとしても、前駆体が光出射部に付着することによって出射光の強度が低下したり、出射光の形状に異常が生じたりするという問題を生じさせないことができる。

【００１６】

本発明に係る発光装置において、

前記シリコーンエラストマー層と前記基板との間に位置するシリコン基板を含んでいてもよい。

【００１７】

このような発光装置によれば、半導体発光素子と基板との間の熱膨張率の差に起因して半導体発光素子に生じる応力を、低減することができる。

【００１８】

本発明に係る発光装置において、

前記半導体発光素子は、前記半導体発光素子の表面に設けられた電極を有し、

前記半導体発光素子の表面と対向する前記基板の表面には、配線が設けられ、

前記電極と前記配線とは、導電性材料と、樹脂材料とを含んで構成された接続部によって電気的に接続されていてもよい。

【００１９】

このような発光装置によれば、半導体発光素子に生じる応力を低減しつつ、電極と配線とを電気的に接続することができる。

【００２０】

本発明に係る発光装置において、

前記半導体発光素子は、前記半導体発光素子の表面に設けられた電極を有し、

前記半導体発光素子の表面と対向する前記シリコン基板の表面には、配線が設けられ、

前記電極と前記配線とは、導電性材料と、樹脂材料とを含んで構成された接続部によって電気的に接続されていてもよい。

【００２１】

このような発光装置によれば、半導体発光素子に生じる応力を低減しつつ、電極と配線とを電気的に接続することができる。

【００２２】

本発明に係る発光装置の製造方法は、

基板の上方にシリコーンエラストマー層を形成する工程と、

前記シリコーンエラストマー層の表面を活性化処理する工程と、

前記シリコーンエラストマー層上に半導体発光素子を裁置する工程と、

を含む。

【００２３】

このような発光装置の製造方法によれば、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる発光装置を得ることができる。さらに、半導体発光素子とシリコーンエラストマー層とを、活性化接合によって接合することができるため、製造工程において、半導体発光素子に加わる熱的な損傷および物理的な損傷を低減することができる。

【００２４】

なお、本発明に係る記載では、「上方」という文言を、例えば、「特定のもの（以下、「Ａ」という）の「上方」に他の特定のもの（以下、「Ｂ」という）を形成する」などと用いる場合に、Ａ上に直接Ｂを形成するような場合と、Ａ上に他のものを介してＢを形成するような場合とが含まれるものとして、「上方」という文言を用いている。

【００２５】

本発明に係る発光装置の製造方法において、

前記シリコーンエラストマー層を形成する工程の後に、前記基板と前記シリコーンエラストマー層との間に設けられた配線が露出するように前記シリコーンエラストマー層をパターニングする工程と、

露出した前記配線上に導電性ペーストを配置する工程と、
をさらに含み、
前記シリコーンエラストマー層上に前記半導体発光素子を裁置する工程では、前記半導体発光素子の電極と前記配線とが、前記導電性ペーストを介して接続されるように前記半導体発光素子を裁置してもよい。

【００２６】

このような発光装置の製造方法によれば、半導体発光素子に生じる応力を低減しつつ、電極と配線とを電気的に接続することができる。

【００２７】

本発明に係る発光装置の製造方法において、
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程は、
前記基板の上方に前記シリコーンエラストマー層の前駆体を塗布する工程と、
熱処理により、前記前駆体を硬化させて、前記シリコーンエラストマー層を形成する工程と、
を有していてもよい。

【００２８】

このような発光装置の製造方法によれば、シリコーンエラストマー層を硬化させた状態で、半導体発光素子をシリコーンエラストマー層上に裁置することができる。したがって、シリコーンエラストマー層上に半導体発光素子を裁置する際に、シリコーンエラストマー層の前駆体が、半導体発光素子の光出射部に付着することを防ぐことができる。

【００２９】

本発明に係る発光装置の製造方法は、
シリコン基板の上方にシリコーンエラストマー層を形成する工程と、
前記シリコーンエラストマー層の表面を活性化処理する工程と、
前記シリコーンエラストマー層上に半導体発光素子を裁置する工程と、
基板に前記シリコン基板を接合する工程と、
を含む。

【００３０】

このような発光装置の製造方法によれば、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる発光装置を得ることができる。さらに、半導体発光素子とシリコーンエラストマー層とを、活性化接合によって接合することができるため、製造工程において、半導体発光素子に加わる熱的な損傷および物理的な損傷を低減することができる。

【００３１】

本発明に係る発光装置の製造方法において、
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程の後に、前記シリコン基板と前記シリコーンエラストマー層との間に設けられた配線が露出するように前記シリコーンエラストマー層をパターニングする工程と、
露出した前記配線上に導電性ペーストを配置する工程と、
をさらに含み、
前記シリコーンエラストマー層上に前記半導体発光素子を裁置する工程では、前記半導体発光素子の電極と前記配線とが、前記導電性ペーストを介して接続されるように前記半導体発光素子を裁置してもよい。

【００３２】

このような発光装置の製造方法によれば、半導体発光素子に生じる応力を低減しつつ、電極と配線とを電気的に接続することができる。

【００３３】

本発明に係る発光装置の製造方法において、
前記シリコーンエラストマー層を形成する工程は、
前記シリコン基板の上方に前記シリコーンエラストマー層の前駆体を塗布する工程と、

熱処理により、前記前駆体を硬化させて、前記シリコーンエラストマー層を形成する工程と、
を有していてもよい。
【００３４】
このような発光装置の製造方法によれば、シリコーンエラストマー層を硬化させた状態で、半導体発光素子をシリコーンエラストマー層上に裁置することができる。したがって、シリコーンエラストマー層上に半導体発光素子を裁置する際に、シリコーンエラストマー層の前駆体が、半導体発光素子の光出射部に付着することを防ぐことができる。
【００３５】
本発明に係るプロジェクターは、
本発明に係る発光装置と、
前記発光装置から出射された光を、画像情報に応じて変調する光変調装置と、
前記光変調装置によって形成された画像を投射する投射装置と、
を含む。
【００３６】
このようなプロジェクターによれば、本発明に係る発光装置を含むため、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる。
【図面の簡単な説明】
【００３７】
【図１】第１実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。
【図２】半導体発光素子を模式的に示す平面図。
【図３】半導体発光素子を模式的に示す断面図。
【図４】第１実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図５】第１実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図６】第１実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図７】第１実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図８】第１実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図９】第１実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１０】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。
【図１１】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１２】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１３】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１４】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１５】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１６】第１実施形態の第１変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図１７】第１実施形態に係る発光装置の製造工程の第２変形例を模式的に示す断面図。
【図１８】第１実施形態に係る発光装置の製造工程の第２変形例を模式的に示す断面図。
【図１９】第１実施形態に係る発光装置の製造工程の第２変形例を模式的に示す断面図。
【図２０】第２実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。
【図２１】第２実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図２２】第２実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図２３】第２実施形態の変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。
【図２４】第２実施形態の変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図２５】第２実施形態の変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図２６】第２実施形態の変形例に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。
【図２７】第３実施形態に係るプロジェクターを模式的に示す図。
【発明を実施するための形態】
【００３８】
以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【００３９】
１．　第１実施形態
１．１．　発光装置の構成
まず、第１実施形態に係る発光装置の構成について、図面を参照しながら説明する。図１は、本実施形態に係る発光装置１００を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図１では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。
【００４０】
発光装置１００は、図１に示すように、半導体発光素子１０と、基板（以下「支持基板」ともいう）２０と、シリコーンエラストマー層３０と、を含む。
【００４１】
半導体発光素子１０としては、例えば、半導体レーザー、ＳＬＤ（スーパールミネッセントダイオード）、ＬＥＤを用いることができる。特に、ＳＬＤは、半導体レーザーに比べてスペックルノイズを低減することができ、かつＬＥＤに比べて高出力化を図ることができるので、例えば、発光装置１００をプロジェクター等の光源に用いる場合に好適である。
【００４２】
図２は、半導体発光素子１０を模式的に示す平面図である。図３は、半導体発光素子１０を模式的に示す断面図であり、図２のＩＩＩ－ＩＩＩ線断面図である。以下では、半導体発光素子１０が端面発光型のＳＬＤである場合について説明する。
【００４３】
半導体発光素子１０は、図２および図３に示すように、基板１０２と、第１クラッド層１０４と、活性層１０６と、第２クラッド層１０８と、コンタクト層１０９と、第１電極１１２と、第２電極１１４と、絶縁部１２０と、を有することができる。
【００４４】
基板１０２としては、例えば、第１導電型（例えばｎ型）のＧａＡｓ基板などを用いる。
【００４５】
第１クラッド層１０４は、基板１０２上に形成されている。第１クラッド層１０４としては、例えば、ｎ型のＩｎＧａＡｌＰ層などを用いる。
【００４６】
活性層１０６は、第１クラッド層１０４上に形成されている。活性層１０６は、例えば、ＩｎＧａＰウェル層とＩｎＧａＡｌＰバリア層とから構成される量子井戸構造を３つ重ねた多重量子井戸（ＭＱＷ）構造を有する。図２に示す例では、活性層１０６は、光出射部１１が形成される第１側面１３１と、第１側面１３１に対して傾斜した第２側面１３２および第３側面１３３を有している。
【００４７】
活性層１０６の一部は、第１利得領域１５０、第２利得領域１６０、および第３利得領域１７０を構成している。利得領域１５０，１６０，１７０は、光を発生させることができ、この光は、利得領域１５０，１６０，１７０内を、利得を受けつつ導波することができる。
【００４８】
第１利得領域１５０は、図２に示すように、第２側面１３２から第３側面１３３まで設けられている。図示の例では、第１利得領域１５０は、第１側面１３１に対して平行に設けられている。
【００４９】
第２利得領域１６０は、第２側面１３２から第１側面１３１まで設けられている。第２利得領域１６０は、第２側面１３２において、第１利得領域１５０と重なっている。
【００５０】
第３利得領域１７０は、第３側面１３３から第１側面１３１まで設けられている。第３利得領域１７０は、第３側面１３３において、第１利得領域１５０と重なっている。

【００５１】
利得領域１５０，１６０，１７０に発生する光において、第１側面１３１の反射率は、第２側面１３２の反射率および第３側面１３３の反射率より低い。これにより、第２利得領域１６０と第１側面１３１との接続部、および第３利得領域１７０と第１側面１３１との接続部は、光出射部１１となることができる。また、側面１３２，１３３は、反射面となることができる。
【００５２】
利得領域１６０，１７０は、第１側面１３１の垂線Ｐに対して傾いて、第１側面１３１に接続されている。これにより、第２利得領域１６０の第１側面１３１における端面と、第３利得領域１７０の第１側面１３１における端面との間で、利得領域１５０，１６０，１７０に発生する光を、直接的に多重反射させないことができる。その結果、直接的な共振器を構成させないことができるため、利得領域１５０，１６０，１７０に発生する光のレーザー発振を抑制または防止することができる。
【００５３】
利得領域１５０，１６０，１７０は、利得領域群１８０を構成することができ、半導体発光素子１０では、複数の利得領域群１８０が設けられている。図示の例では、２つの利得領域群１８０が設けられているが、その数は特に限定されない。
【００５４】
第２クラッド層１０８は、活性層１０６上に形成されている。第２クラッド層１０８としては、例えば、第２導電型（例えばｐ型）のＩｎＧａＡｌＰ層などを用いる。
【００５５】
例えば、ｐ型の第２クラッド層１０８、不純物がドーピングされていない活性層１０６、およびｎ型の第１クラッド層１０４により、ｐｉｎダイオードが構成される。第１クラッド層１０４および第２クラッド層１０８の各々は、活性層１０６よりも禁制帯幅が大きく、屈折率が小さい層である。活性層１０６は、光を発生させ、かつ光を増幅しつつ導波させる機能を有する。第１クラッド層１０４および第２クラッド層１０８は、活性層１０６を挟んで、注入キャリア（電子および正孔）並びに光を閉じ込める機能（光の漏れを抑制する機能）を有する。
【００５６】
半導体発光素子１０は、第１電極１１２と第２電極１１４との間に、ｐｉｎダイオードの順バイアス電圧を印加する（電流を注入する）と、活性層１０６に利得領域１５０，１６０，１７０を生じ、利得領域１５０，１６０，１７０において電子と正孔との再結合が起こる。この再結合により発光が生じる。この生じた光を起点として、連鎖的に誘導放出が起こり、利得領域１５０，１６０，１７０内で光の強度が増幅される。そして、強度が増幅された光は、光出射部１１から光Ｌとして出射される。すなわち、図示の例では、半導体発光素子１０は、端面発光型の半導体発光素子である。
【００５７】
コンタクト層１０９と、第２クラッド層１０８の一部とは、柱状部１２２を構成することができる。柱状部１２２の平面形状は、利得領域１５０，１６０，１７０の平面形状と同じである。すなわち、コンタクト層１０９の上面の平面形状は、利得領域１５０，１６０，１７０の平面形状と同じであるといえる。例えば、柱状部１２２の平面形状によって、電極１１２，１１４間の電流経路が決定され、その結果、利得領域１５０，１６０，１７０の平面形状が決定される。
【００５８】
絶縁部１２０は、第２クラッド層１０８上であって、柱状部１２２の側方に設けられている。絶縁部１２０としては、例えば、ＳｉＮ層、SiO_2層、ＳｉＯＮ層、Al_2O_3層、ポリイミド層を用いる。
【００５９】
絶縁部１２０として上記の材料を用いた場合、電極１１２，１１４間の電流は、絶縁部１２０を避けて、該絶縁部１２０に挟まれた柱状部１２２を流れることができる。絶縁部

１２０は、活性層１０６の屈折率よりも小さい屈折率を有することができる。この場合、絶縁部１２０を形成した部分の垂直断面の有効屈折率は、絶縁部１２０を形成しない部分、すなわち、柱状部１２２が形成された部分の垂直断面の有効屈折率よりも小さくなる。これにより、平面方向において、利得領域１５０，１６０，１７０内に効率良く光を閉じ込めることができる。

【００６０】

第１電極１１２は、基板１０２の下の全面に形成されている。第１電極１１２としては、例えば、基板１０２側からＣｒ層、ＡｕＧｅ層、Ｎｉ層、Ａｕ層の順序で積層したものを用いる。

【００６１】

第２電極１１４は、コンタクト層１０９上に形成されている。第２電極１１４の平面形状は、例えば、利得領域１５０，１６０，１７０と平面形状と同じである。第２電極１１４としては、例えば、コンタクト層１０９側からＣｒ層、ＡｕＺｎ層、Ａｕ層の順序で積層したものを用いる。

【００６２】

半導体発光素子１０は、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術などによる半導体加工技術によって形成される。

【００６３】

半導体発光素子１０は、図１に示すように、ジャンクションダウンの状態で支持基板２０に実装されている。すなわち、半導体発光素子１０は、活性層１０６が、半導体発光素子１０の基板１０２よりも支持基板２０側に位置するように実装されている。図１の例では、半導体発光素子１０は、第２電極１１４側を支持基板２０に向けて（図３の例とは、上下を逆にして）実装されている。そのため、半導体発光素子１０の表面である第１面１９が、支持基板２０の第２面（上面）２１と対向している。ここで、半導体発光素子１０の第１面１９は、第２電極１１４が形成される面であり、図３に示すコンタクト層１０９の上面および絶縁部１２０の上面１２１で構成される面である。図示の例では、半導体発光素子１０は、端面発光型の半導体発光素子であるため、半導体発光素子１０の光出射部１１は、支持基板２０の上面２１に対して垂直な面に設けられる。そのため、光出射部１１から出射される出射光Ｌは、支持基板２０の上面２１に沿う方向に進行する。

【００６４】

支持基板２０は、半導体発光素子１０を支持している。図示の例では、支持基板２０は、シリコーンエラストマー層３０を介して、半導体発光素子１０を支持している。支持基板２０としては、例えば、板状の部材（直方体形状の部材）を用いることができる。支持基板２０は、例えば、Ｃｕ、Ａｌ、Ｍｏ、Ｗ、Ｓｉ、Ｃ、Ｂｅ、Ａｕや、これらの化合物（例えば、ＡｌＮ、ＢｅＯなど）や合金（例えばＣｕＭｏなど）などからなる。また、これらの例示を組み合わせたもの、例えば銅（Ｃｕ）層とモリブデン（Ｍｏ）層の多層構造などから、支持基板２０を構成することもできる。支持基板２０は、例えば、半導体発光素子１０で発生した熱を放散させることができる。

【００６５】

支持基板２０の上面２１には、第１配線２２および第２配線２４が設けられている。図示の例では、第１配線２２および第２配線２４は、絶縁層２６を介して、支持基板２０の上面２１に設けられている。絶縁層２６は、配線２２，２４間を電気的に分離するための層である。絶縁層２６は、例えば、酸化シリコン層、窒化シリコン層である。第１配線２２および第２配線２４は、例えば、半導体発光素子１０と、半導体発光素子１０を駆動させるための駆動部（図示しない）とを接続するための配線である。

【００６６】

第１配線２２は、例えば、配線ワイヤー４０により、半導体発光素子１０の第１電極１１２と電気的に接続されている。なお、図示はしないが、半導体発光素子１０が、基板１０２に対して同じ面側に電極１１２，１１４が形成されている片面電極構造である場合、第１配線２２は、後述する第２配線２４と同様に、接続部４２により第１電極１１２と電

気的に接続されてもよい。

【００６７】

第２配線２４は、接続部４２により、半導体発光素子１０の第２電極１１４と電気的に接続されている。第２配線２４は、第２電極１１４と対向する位置に設けられている。第２配線２４の平面形状は、例えば、第２電極１１４の平面形状と同じである。平面視において、第２配線２４の外縁の内側に第２電極１１４が形成されていてもよい。図示の例では、第２配線２４は、複数の第２電極１１４に１対１に対応して、複数設けられている。

【００６８】

接続部４２は、第２配線２４と第２電極１１４との間に設けられている。接続部４２は、平面視において、第２電極１１４と第２配線２４とが重なる領域に設けられている。接続部４２は、第２電極１１４と第２配線２４とが重なる領域の一部に設けられていてもよいし、当該重なる領域の全部に設けられていてもよい。接続部４２は、半導体発光素子１０で生じた熱を、支持基板２０に伝えることができる。接続部４２は、シリコーンエラストマー層３０を厚さ方向に貫通する孔に設けられている。当該孔の平面形状は、例えば、第２電極１１４の平面形状と同じである。接続部４２は、複数の第２電極１１４に１対１に対応して、複数設けられている。

【００６９】

接続部４２は、例えば、導電性材料と、樹脂材料と、を含んで構成されている。導電性材料としては、例えば、銀（Ａｇ）、銅（Ｃｕ）、炭素（Ｃ）などが挙げられる。樹脂材料としては、例えば、シリコーン系樹脂、エポキシ系樹脂、フェノール樹脂、アクリル系樹脂などが挙げられる。なお、シリコーン系樹脂は、シリコーンエラストマー層３０との相性がよいため、樹脂材料として好適である。接続部４２は、導電性材料と樹脂材料とを含む導電性ペーストを硬化させることにより形成される。接続部４２は、樹脂材料を含むため、例えば金属等の導電性材料のみからなる場合と比べて、柔らかい（弾性率が低い）。したがって、第２配線２４と第２電極１１４とを接続部４２で接続することにより、例えば、接続部が金属等の導電性材料のみからなる場合と比べて、半導体発光素子１０に生じる応力を低減しつつ、第２電極１１４と配線２４とを電気的に接続することができる。

【００７０】

シリコーンエラストマー層３０は、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している。ここで、シリコーンエラストマー層３０が、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している場合とは、シリコーンエラストマー層３０の少なくとも一部が半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している状態をいうことができる。すなわち、シリコーンエラストマー層３０が半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している場合とは、シリコーンエラストマー層３０の一部が半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置し、シリコーンエラストマー層３０の他の部分が、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置していない場合も含むものとする。図示の例では、シリコーンエラストマー層３０の全部が、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している。

【００７１】

シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０とは、活性化接合によって接合されている。より具体的には、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と半導体発光素子１０の絶縁部１２０の上面１２１とが、活性化接合によって接合されている。ここで、活性化接合とは、例えば、プラズマや紫外線等を接合表面（ここでは、シリコーンエラストマー層３０の上面３１）に照射することで、接合表面にダングリングボンド（原子における未結合手）を形成し、この活性化した表面を対象面（ここでは、絶縁部１２０の上面１２１）に接触させることで接合する技術である。したがって、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と半導体発光素子１０の絶縁部１２０の上面１２１とは、他の部材（接着剤等）を介さず、直接接合されている。なお、絶縁部１２０の上面１２１の全部がシリコーンエラストマー層３０の上面３１と接合されていてもよいし、絶縁部１２０の上面１２１の一部がシリコーンエラストマー層３０の上面３１と接合されていてもよい。

【００７２】
シリコーンエラストマー層３０は、例えば、シリコーンエラストマーを含んで構成される層である。なお、シリコーンエラストマー層３０は、例えば、シリコーンエラストマーのみで構成されていてもよい。シリコーンエラストマーとは、分子中に－Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ－結合を持ち、過酸化物や白金化合物などの硬化触媒を加えることによりゴム状に硬化したり、部分結晶化により硬化したりするシリコーンである。具体的には、シリコーンエラストマー層３０の材質は、例えば、ポリジメチルシロキサン、ポリシルセスキオキサンなどである。シリコーンエラストマー層３０として、例えば、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社製、品番ＴＳＥ３２２１Ｓのシリコーンを用いることができる。シリコーンエラストマー層３０は、ＡｕＳｎ等の半田と比べて、柔らかい（弾性率が小さい）。そのため、発光装置１００では、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とが接合されていることにより、半導体発光素子１０が変形しようとした場合に、半導体発光素子１０の変形を妨げず、半導体発光素子１０と半田とが接合されている場合と比べて、半導体発光素子１０に応力が生じることを抑制することができる。
【００７３】
シリコーンエラストマー層３０の膜厚は、例えば、３～１０μｍ程度である。このように、シリコーンエラストマー層３０を薄く形成することにより、半導体発光素子１０で発生した熱を、支持基板２０に伝わりやすくすることができる。
【００７４】
本実施形態に係る発光装置１００は、例えば、以下の特徴を有する。
【００７５】
発光装置１００は、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置するシリコーンエラストマー層３０を有し、半導体発光素子１０はシリコーンエラストマー層３０と接合されている。シリコーンエラストマー層３０は、例えば、ＡｕＳｎ等の半田に比べて柔らかい。そのため、半導体発光素子１０の駆動時の発熱や、発光装置１００がおかれている環境の変化に伴う周囲の温度の変化等によって半導体発光素子１０が変形しようとした場合に、半導体発光素子１０の変形を妨げず、半導体発光素子１０と半田とが接合されている場合と比べて、半導体発光素子１０に応力が生じることを抑制することができる。したがって、発光装置１００によれば、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる。そのため、半導体発光素子の駆動時の発熱や、装置がおかれている環境の変化に伴う周囲の温度の変化等によって装置に温度変化が生じた場合に、例えば、所望の性能が発揮できなかったり、装置の信頼性が低下したりすることがなく、高い信頼性を有することができる。
【００７６】
また、発光装置１００では、サブマウントが不要となるため、例えば、コストを低減することができる。
【００７７】
発光装置１００では、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とが、活性化接合によって接合されている。これにより、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、熱を加えることなく、常温で接合することができる。また、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、低荷重で接合することができる。したがって、製造工程において、半導体発光素子に加わる熱的な損傷および物理的な損傷を低減することができる。例えば、半導体発光素子を、サブマウントにＡｕＳｎなどの半田で接合した場合、接合に３００℃以上の熱が必要となるため、この熱により半導体発光素子が損傷を受ける場合があった。
【００７８】
発光装置１００では、半導体発光素子１０がジャンクションダウンの状態で支持基板２０に実装されている。これにより、発熱源である活性層１０６を支持基板２０に近づけることができるため、放熱性を高めることができる。
【００７９】

発光装置１００では、半導体発光素子１０が端面発光型の半導体発光素子である。発光装置１００では、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを活性化接合によって接合しているため、シリコーンエラストマー層３０が硬化した状態で半導体発光素子１０に接合することができる。したがって、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを接合する際に、半導体発光素子１０の光出射部１１に、シリコーンエラストマー層の前駆体等の異物が付着することを防ぐことができる。したがって、発光装置１００では、半導体発光素子１０として端面発光型の半導体発光素子を用いたとしても、例えば、異物によって出射光Ｌの強度が低下したり、出射光Ｌの形状に異常が生じたりするという問題を生じさせないことができる。

【００８０】

発光装置１００では、半導体発光素子１０の第２電極１１４と、支持基板２０に設けられた配線２４とが、導電性材料と、樹脂材料とを含んで構成された接続部４２によって接続されている。接続部４２は樹脂材料を含むため、例えば、配線が金属等の導電性材料のみで構成されている場合と比べて、柔らかい（弾性率が小さい）。そのため、金属等の導電性材料のみで配線が構成されている場合と比べて、半導体発光素子１０に生じる応力を低減しつつ、第２電極１１４と配線２４とを電気的に接続することができる。

【００８１】

１．２．　発光装置の製造方法

次に、第１実施形態に係る発光装置１００の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図４～図９は、本実施形態に係る発光装置１００の製造工程を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図９では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。

【００８２】

図４に示すように、支持基板２０の上面２１に、絶縁層２６および配線２２，２４を形成する。絶縁層２６は、例えば、スパッタ法、ＣＶＤ法などにより形成される。第１配線２２および第２配線２４は、例えば、導電層（図示しない）を成膜した後、リソグラフィー技術およびエッチング技術などを用いて導電層をパターニングすることにより形成される。なお、予め絶縁層２６、および配線２２，２４が形成された支持基板２０を用いてもよい。

【００８３】

次に、支持基板２０の上方（図示の例では、絶縁層２６上および配線２２，２４上）にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布する。前駆体３０ａは、シリコーンエラストマー層３０を形成するための原料となる液体であり、シリコーンエラストマー層３０を構成する材料を含む。前駆体３０ａの塗布は、例えば、スピンコート法により行うことができる。これにより、前駆体３０ａを、絶縁層２６上および配線２２，２４上に均一に塗布することができる。また、スピンコート法を用いることにより、シリコーンエラストマー層３０の膜厚の制御を容易に行うことができる。したがって、例えば、シリコーンエラストマー層３０を薄膜化することができる。

【００８４】

図５に示すように、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させる。例えば、前駆体３０ａが塗布された支持基板２０を、ベーク炉に入れ、１５０℃～１８０℃程度の熱を加えることにより、前駆体３０ａを硬化させる。

【００８５】

次に、シリコーンエラストマー層３０上にマスクＭを形成する。マスクＭは、レジストをシリコーンエラストマー層３０上に塗布して硬化した後、露光、現像処理によってパターニングすることで形成される。

【００８６】

図６に示すように、マスクＭをマスクとして、シリコーンエラストマー層３０をエッチングする。これにより、シリコーンエラストマー層３０を所望の形状にパターニングすることができる。シリコーンエラストマー層３０は、例えば、第１配線２２および第２配線２４が露出するように、パターニングされる。図示の例では、パターニングによってシリ

コーンエラストマー層３０に孔４３が形成され、孔４３によって第２配線２４が露出している。シリコーンエラストマー層３０のエッチングは、例えば、ドライエッチングを用いて行われる。次に、マスクＭを除去する。

【００８７】

図７に示すように、シリコーンエラストマー層３０の表面（上面３１）を活性化処理する。具体的には、シリコーンエラストマー層３０の表面を、例えば、大気圧でプラズマ処理することによって、活性化処理を行うことができる。図７に示す例では、シリコーンエラストマー層３０の表面にプラズマＰＬを照射することによってプラズマ処理を行っている。また、シリコーンエラストマー層３０の表面に紫外線を照射して、活性化処理を行ってもよい。ここで、活性化処理とは、接合面（シリコーンエラストマー層の表面）の酸化膜や付着物等を除去し、表面原子の結合手（ダングリングボンド）を露出した状態を作ることをいう。

【００８８】

図８に示すように、第２配線２４上に導電性ペースト４２ａを配置する。具体的には、導電性ペースト４２ａを孔４３に塗布することによって、導電性ペースト４２ａを第２配線２４上に配置する。また、例えば、予め所望の形状にパターニングされた導電性ペーストを第２配線２４上に転写することによって、導電性ペースト４２ａを第２配線２４上に配置してもよい。導電性ペースト４２ａは、例えば、導電性材料と、樹脂材料と、を含んで構成されている。導電性材料としては、例えば、銀（Ａｇ）、銅（Ｃｕ）、炭素（Ｃ）などが挙げられる。樹脂材料としては、例えば、シリコーン系樹脂、エポキシ系樹脂、フェノール樹脂、アクリル系樹脂などが挙げられる。

【００８９】

図９に示すように、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する。具体的には、半導体発光素子１０の第２電極１１４と第２配線２４とが、導電性ペースト４２ａを介して、接続されるように半導体発光素子１０を裁置する。すなわち、半導体発光素子１０は、第２電極１１４を支持基板２０側に向けたジャンクションダウンの状態で、フリップチップ実装される。半導体発光素子１０の裁置は、例えば、フリップチップボンダー装置等を用いて行われる。

【００９０】

シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置することで、シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０とが活性化接合によって接合される。より具体的には、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と半導体発光素子１０の絶縁部１２０の上面１２１とが活性化接合によって接合される。なお、シリコーンエラストマー層３０の上面３１に加えて、半導体発光素子１０の絶縁部１２０の上面１２１を活性化処理してもよい。これにより、シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０との接合強度をより高めることができる。

【００９１】

また、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置した後に、半導体発光素子１０に荷重（接合荷重）を加えてもよい。すなわち、半導体発光素子１０をシリコーンエラストマー層３０に押しつけてもよい。さらに、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置した後に、１５０℃～１８０℃程度の熱を加えてもよい。これにより、シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０との接合強度をより高めることができる。

【００９２】

図１に示すように、熱処理によって、導電性ペースト４２ａを硬化させて、接続部４２を形成する。次に、第１配線２２と半導体発光素子１０の第１電極１１２とを、配線ワイヤー４０により接続する。本工程は、例えばワイヤーボンディングなどにより行われる。

【００９３】

以上の工程により、発光装置１００を製造することができる。

【００９４】

本実施形態に係る発光装置１００の製造方法は、例えば、以下の特徴を有する。

【００９５】

発光装置１００の製造方法は、シリコーンエラストマー層３０の表面を活性化処理する工程と、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する工程と、を有する。すなわち、発光装置１００の製造方法によれば、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０を、活性化接合によって接合することができる。これにより、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、熱を加えることなく、常温で接合することができる。さらに、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、低荷重で接合することができる。したがって、製造工程において、半導体発光素子に加わる損傷を低減することができる。

【００９６】

発光装置１００の製造方法によれば、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する工程において、半導体発光素子１０の第２電極１１４と第２配線２４とが、導電性ペースト４２ａを介して、接続されるように半導体発光素子１０を裁置する。すなわち、半導体発光素子１０の第２電極１１４と第２配線２４とは、導電性材料と、樹脂材料と、を含む接続部４２によって接続される。これにより、半導体発光素子１０に生じる応力を低減しつつ、第２電極１１４と第２配線２４とを電気的に接続することができる。

【００９７】

発光装置１００の製造方法によれば、シリコーンエラストマー層３０が、支持基板２０の上方にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布し、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させることにより形成される。したがって、硬化したシリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置することができるため、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０の接合する際に、シリコーンエラストマー層の前駆体３０ａが、半導体発光素子１０の光出射部１１に付着することを防ぐことができる。

【００９８】

１．３．　変形例

１．３．１．　第１変形例

次に、第１実施形態に係る発光装置の変形例について、図面を参照しながら説明する。図１０は、第１実施形態の第１変形例に係る発光装置２００を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図１０では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。以下、発光装置２００において、発光装置１００の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【００９９】

発光装置２００は、図１０に示すように、発光装置１００の構成部材に加えて、シリコーンエラストマー層３０と支持基板２０との間に位置するシリコン基板２１０を含んで構成されている。すなわち、発光装置２００では、支持基板２０の上方に、シリコン基板２１０、シリコーンエラストマー層３０、半導体発光素子１０の順で配置されている。

【０１００】

発光装置２００では、第１配線２２および第２配線２４は、シリコン基板２１０上（シリコン基板２１０の上面２１１）に形成されている。なお、第１配線２２は、支持基板２０上に設けられていてもよい。第１配線２２は、例えば、配線ワイヤー４０により、半導体発光素子１０の第１電極１１２と電気的に接続されている。第２配線２４は、接続部４２により、半導体発光素子１０の第２電極１１４と電気的に接続されている。

【０１０１】

図示の例では、シリコーンエラストマー層３０およびシリコン基板２１０が、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置する。ここで、シリコーンエラストマー層３０が、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置する場合とは、シリコーンエラストマー層３０のみが半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している場合だけでなく、シリコーンエラストマー層３０と他の部材（ここではシリコン基板２１０）が半導体発

光素子１０と支持基板２０との間に位置している場合も含むものとする。

【０１０２】

シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０とは、活性化接合によって接合されている。シリコーンエラストマー層３０は、図示の例では、シリコン基板２１０の上面２１１と半導体発光素子１０の表面である第１面１９とに挟まれている。シリコン基板２１０の上面２１１と半導体発光素子１０の第１面１９とは、シリコーンエラストマー層３０を介して対向している。

【０１０３】

シリコン基板２１０は、支持基板２０に接合されている。シリコン基板２１０と支持基板２０とは、例えば、銀ペーストや放熱性シリコーン等の接合部材２２０によって接合されている。シリコン基板２１０の熱膨張係数（例えば、線膨張係数）と半導体発光素子１０の熱膨張率の差は、支持基板２０の熱膨張係数と半導体発光素子１０の熱膨張率の差に比べて、小さい。

【０１０４】

発光装置２００は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１０５】

発光装置２００によれば、シリコーンエラストマー層３０と支持基板２０との間に位置するシリコン基板２１０を有することができる。上述のように、シリコン基板２１０の熱膨張係数と半導体発光素子１０の熱膨張率の差は、支持基板２０の熱膨張係数と半導体発光素子１０の熱膨張率の差に比べて小さい。したがって、発光装置２００によれば、半導体発光素子１０と支持基板２０との間の熱膨張率の差に起因して半導体発光素子１０に生じる応力を、低減することができる。

【０１０６】

次に、発光装置２００の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図１１～図１６は、発光装置２００の製造工程を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図１６では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。

【０１０７】

図１１に示すように、シリコン基板２１０の上面２１１に、第１配線２２および第２配線２４を形成する。

【０１０８】

次に、シリコン基板２１０上および配線２２，２４上にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布する。前駆体３０ａの塗布は、例えば、スピンコート法により行うことができる。

【０１０９】

図１２に示すように、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させる。例えば、前駆体３０ａが塗布された支持基板２０を、ベーク炉に入れ、１５０℃～１８０℃程度の熱を加えることにより、前駆体３０ａを硬化させる。

【０１１０】

次に、シリコーンエラストマー層３０上にマスクＭを形成する。マスクＭは、レジストをシリコーンエラストマー層３０上に塗布して硬化した後、露光、現像処理によってパターニングされることで形成される。

【０１１１】

図１３に示すように、マスクＭをマスクとして、シリコーンエラストマー層３０をエッチングする。シリコーンエラストマー層３０は、例えば、第１配線２２および第２配線２４が露出するように、パターニングされる。図示の例では、パターニングによってシリコーンエラストマー層３０に孔４３が形成され、孔４３によって第２配線２４が露出している。次に、マスクＭを除去する。

【０１１２】

なお、シリコン基板２１０がウエハーの場合、シリコーンエラストマー層３０をパターニングした後に、ウエハーをダイシング等により小片化してもよい。

【０１１３】
図１４に示すように、プラズマＰＬを照射することにより、シリコーンエラストマー層３０の表面（上面３１）を活性化処理する。
【０１１４】
図１５に示すように、第２配線２４上に導電性ペースト４２ａを配置する。具体的には、導電性ペースト４２ａを孔４３に塗布することによって、導電性ペースト４２ａを第２配線２４上に配置する。
【０１１５】
図１６に示すように、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する。具体的には、半導体発光素子１０の第２電極１１４と第２配線２４とが、導電性ペースト４２ａを介して接続されるように半導体発光素子１０を裁置する。すなわち、半導体発光素子１０は、第２電極１１４をシリコン基板２１０側に向けたジャンクションダウンの状態で、フリップチップ実装される。
【０１１６】
シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置することで、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と半導体発光素子１０の絶縁部１２０の上面１２１とが活性化接合によって接合される。
【０１１７】
図１０に示すように、熱処理によって、導電性ペースト４２ａを硬化させて、接続部４２を形成する。次に、第１配線２２と半導体発光素子１０の第１電極１１２とを、配線ワイヤー４０により接続する。
【０１１８】
次に、シリコン基板２１０を、支持基板２０と接合する。シリコン基板２１０と支持基板２０とは、例えば、銀ペーストや放熱性シリコーン等の接合部材２２０を用いて接合することができる。
【０１１９】
以上の工程により、発光装置２００を製造することができる。
【０１２０】
発光装置２００の製造方法によれば、シリコン基板２１０上に配線２２やシリコーンエラストマー層３０を形成することができるため、公知の半導体製造プロセスを用いて、配線２２，２４やシリコーンエラストマー層３０を容易に形成することができる。
【０１２１】
発光装置２００の製造方法は、シリコーンエラストマー層３０の表面を活性化処理する工程と、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する工程と、を有する。すなわち、発光装置１００の製造方法によれば、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０を、活性化接合によって接合することができる。したがって、製造工程において、半導体発光素子に加わる損傷を低減することができる。
【０１２２】
発光装置２００の製造方法によれば、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する工程において、半導体発光素子１０の第２電極１１４と第２配線２４とが、導電性ペースト４２ａを介して、接続されるように半導体発光素子１０を裁置する。すなわち、半導体発光素子１０の第２電極１１４と第２配線２４とは、導電性材料と、樹脂材料と、を含む接続部４２によって接続される。これにより、半導体発光素子１０に生じる応力を低減しつつ、第２電極１１４と第２配線２４とを電気的に接続することができる。
【０１２３】
発光装置２００の製造方法によれば、シリコーンエラストマー層３０が、シリコン基板２１０の上方にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布し、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させることにより形成される。したがって、硬化したシリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置することができるため、半導体発光素子１

０とシリコーンエラストマー層３０の接合する際に、シリコーンエラストマー層の前駆体３０ａが、半導体発光素子１０の光出射部１１に付着することを防ぐことができる。

【０１２４】

１．３．２．　第２変形例

次に、第１実施形態に係る発光装置１００の製造方法の変形例について、図面を参照しながら説明する。図１７～図１９は、発光装置１００の製造工程の変形例を模式的に示す断面図である。なお、図１７～図１９では、便宜上、発光装置１００を簡略化して図示している。

【０１２５】

上述した第１実施形態に係る発光装置１００の製造方法では、支持基板２０の上方（図４の例では、絶縁層２６上および配線２２，２４上）にシリコーンエラストマー層３０を形成し、その後、シリコーンエラストマー層３０を半導体発光素子１０に接合したが、半導体発光素子１０の上方にシリコーンエラストマー層３０を形成し、その後、シリコーンエラストマー層３０を支持基板２０に接合してもよい。以下、詳細に説明する。

【０１２６】

図１７に示すように、半導体発光素子１０の第２電極１１４側の表面（絶縁部１２０の上面１２１および第２電極１１４上）にシリコーンエラストマー層３０を形成する。シリコーンエラストマー層３０は、半導体発光素子１０の第２電極１１４側の表面にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布し、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させることによって形成される。

【０１２７】

図１８に示すように、シリコーンエラストマー層３０をパターニングして、半導体発光素子１０の第２電極１１４を露出させる。次に、シリコーンエラストマー層３０の表面３２を活性化処理する。次に、第２電極１１４上に導電性ペースト４２ａを配置する。

【０１２８】

図１９に示すように、シリコーンエラストマー層３０の表面３２を支持基板２０側に向けて支持基板２０上に裁置する。これにより、シリコーンエラストマー層３０と支持基板２０とが、活性化接合によって接合される。図示の例では、半導体発光素子１０は、ジャンクションダウンの状態で、支持基板２０にフリップチップ実装される。

【０１２９】

図１に示すように、熱処理によって、導電性ペースト４２ａを硬化させて、接続部４２を形成する。次に、第１配線２２を形成し、第１配線２２と半導体発光素子１０の第１電極１１２とを、配線ワイヤー４０により接続する。

【０１３０】

以上の工程により、発光装置１００を製造することができる。

【０１３１】

本変形例によれば、上述した第１実施形態に係る発光装置１００の製造方法と同様に、製造工程において、半導体発光素子に加わる損傷を低減することができる。

【０１３２】

２．　第２実施形態

２．１．　発光装置の構成

次に、第２実施形態に係る発光装置の構成について、図面を参照しながら説明する。図２０は、第２実施形態に係る発光装置３００を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図２０では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。以下、発光装置３００において、発光装置１００の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【０１３３】

上述した発光装置１００の例では、図１に示すように、半導体発光素子１０は、ジャンクションダウンの状態で支持基板２０に実装されていた。これに対して、発光装置３００では、図２０に示すように、半導体発光素子１０は、ジャンクションアップの状態で支持

基板２０に実装されている。すなわち、半導体発光素子１０は、活性層１０６が、半導体発光素子の基板１０２の支持基板２０側とは反対側（図示の例では上側）に位置するように実装されている。

【０１３４】

発光装置３００では、半導体発光素子１０は、片面電極構造を有している。図示の例では、半導体発光素子１０の上面側に電極１１２，１１４が形成されている。例えば、図示はしないが、図３に示す第１クラッド層１０４と基板１０２との間に、第２コンタクト層（図示せず）を設け、ドライエッチングなどにより第２コンタクト層を露出させ、第１電極１１２を第２コンタクト層上に設けるこれにより、片面電極構造を得ることができる。第２コンタクト層としては、例えばｎ型ＧａＡｓ層などを用いることができる。

【０１３５】

支持基板２０の上面２１には、絶縁層２６を介して、第１配線２２および第２配線２４が設けられている。絶縁層２６により、配線２２，２４間を電気的に絶縁することができる。第１配線２２は、例えば、配線ワイヤー４０により、第１電極１１２と電気的に接続されている。第２配線２４は、例えば、配線ワイヤー４０により、半導体発光素子１０の第２電極１１４と電気的に接続されている。なお、図示の例では、半導体発光素子１０には、第２電極１１４が１つ設けられているが、第２電極１１４が複数設けられてもよい。また、複数の第２電極１１４の各々に対して、配線ワイヤー４０および第２配線２４が設けられていてもよい。

【０１３６】

シリコーンエラストマー層３０は、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している。シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０とは、活性化接合によって接合されている。半導体発光素子１０が片面電極構造の場合、例えば、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と半導体発光素子１０の基板１０２の下面とが、活性化接合によって接合される。

【０１３７】

発光装置３００は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１３８】

発光装置３００によれば、半導体発光素子１０をジャンクションアップの状態で支持基板２０に実装することができる。

【０１３９】

発光装置３００によれば、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置するシリコーンエラストマー層３０を有し、半導体発光素子１０はシリコーンエラストマー層３０と接合されている。したがって、上述した発光装置１００と同様に、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる。

【０１４０】

２．２．　発光装置の製造方法

次に、第２実施形態に係る発光装置の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図２１～図２２は、発光装置３００の製造工程を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図２２では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。

【０１４１】

図２１に示すように、支持基板２０上にシリコーンエラストマー層３０を形成する。シリコーンエラストマー層３０は、支持基板２０上にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布し、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させることによって形成される。

【０１４２】

次に、シリコーンエラストマー層３０の上面３１を活性化処理する。なお、シリコーンエラストマー層３０の上面３１に加えて、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と接合される半導体発光素子１０の基板１０２の下面を活性化処理してもよい。

【０１４３】

図２２に示すように、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置す

る。図示の例では、ジャンクションアップ（フェイスアップ）の状態で、半導体発光素子１０を実装している。すなわち、半導体発光素子１０の基板１０２側を支持基板２０側に向けて、支持基板２０に実装する。

【０１４４】

図２０に示すように、支持基板２０上に絶縁層２６を介して配線２２，２４を形成する。具体的には、まず、シリコーンエラストマー層３０の一部を除去して、支持基板２０を露出させる。次に、露出した支持基板２０上に絶縁層２６および配線２２，２４を形成する。なお、配線２２，２４は、予め支持基板２０上に形成されていてもよい。また、配線２２，２４が形成されたフレキシブル基板を支持基板２０上に配置することで、配線２２，２４を設けてもよい。

【０１４５】

次に、第１配線２２と半導体発光素子１０の第１電極１１２とを、配線ワイヤー４０により接続する。また、第２配線２４と半導体発光素子１０の第２電極１１４とを、配線ワイヤー４０により接続する。本工程は、例えばワイヤーボンディングなどにより行われる。

【０１４６】

以上の工程により、発光装置３００を製造することができる。

【０１４７】

本実施形態に係る発光装置３００の製造方法は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１４８】

発光装置３００の製造方法によれば、半導体発光素子１０をジャンクションアップの状態で支持基板２０に実装することができる。

【０１４９】

発光装置３００の製造方法によれば、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、活性化接合によって接合することができる。これにより、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、熱を加えることなく、常温で接合することができる。さらに、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０とを、低荷重で接合することができる。したがって、製造工程において、半導体発光素子に加わる損傷を低減することができる。

【０１５０】

発光装置３００の製造方法によれば、硬化したシリコーンエラストマー層３０に半導体発光素子１０を裁置することができるため、半導体発光素子１０とシリコーンエラストマー層３０の接合する際に、半導体発光素子１０の光出射部１１に、シリコーンエラストマー層の前駆体３０ａが付着することを防ぐことができる。

【０１５１】

２．３．　変形例

次に、第２実施形態に係る発光装置の変形例について、図面を参照しながら説明する。図２３は、第２実施形態の変形例に係る発光装置４００を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図２３では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。以下、発光装置４００において、発光装置１００，２００，３００の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【０１５２】

発光装置４００は、図２３に示すように、発光装置３００の構成部材に加えて、シリコーンエラストマー層３０と支持基板２０との間に位置するシリコン基板２１０を含んで構成されている。すなわち、発光装置４００では、支持基板２０の上方に、シリコン基板２１０、シリコーンエラストマー層３０、半導体発光素子１０の順で配置されている。

【０１５３】

発光装置４００では、第１配線２２および第２配線２４は、絶縁層２６を介して、支持基板２０上に設けられている。なお、第１配線２２および第２配線２４は、シリコン基板２１０上に設けられていてもよい。第１配線２２は、例えば、配線ワイヤー４０により、

半導体発光素子１０の第１電極１１２と電気的に接続されている。第２配線２４は、例えば、配線ワイヤー４０により、半導体発光素子１０の第２電極１１４と電気的に接続されている。

【０１５４】

図示の例では、シリコーンエラストマー層３０およびシリコン基板２１０が、半導体発光素子１０と支持基板２０との間に位置している。シリコーンエラストマー層３０と半導体発光素子１０とは、活性化接合によって接合されている。半導体発光素子１０が片面電極構造の場合、例えば、シリコーンエラストマー層３０の上面３１と半導体発光素子１０の基板１０２の下面とが、活性化接合によって接合される。

【０１５５】

シリコン基板２１０は、接合部材２２０によって支持基板２０に接合されている。

【０１５６】

発光装置４００は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１５７】

発光装置４００によれば、シリコーンエラストマー層３０と支持基板２０との間に位置するシリコン基板２１０を有することができる。上述のように、シリコン基板２１０の熱膨張係数と半導体発光素子１０の熱膨張率の差は、支持基板２０の熱膨張係数と半導体発光素子１０の熱膨張率の差に比べて小さい。したがって、発光装置４００によれば、半導体発光素子１０と支持基板２０との間の熱膨張率の差に起因して半導体発光素子１０に生じる応力を、低減することができる。

【０１５８】

次に、発光装置４００の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図２４～図２６は、発光装置４００の製造工程を模式的に示す断面図である。なお、便宜上、図２６では、半導体発光素子１０を簡略化して図示している。

【０１５９】

図２４に示すように、シリコン基板２１０上に、シリコーンエラストマー層３０を形成する。シリコーンエラストマー層３０は、シリコン基板２１０上にシリコーンエラストマー層３０の前駆体３０ａを塗布し、熱処理により、前駆体３０ａを硬化させることによって形成される。

【０１６０】

次に、シリコーンエラストマー層３０の上面３１を活性化処理する。

【０１６１】

図２５に示すように、シリコーンエラストマー層３０上に半導体発光素子１０を裁置する。図示の例では、ジャンクションアップ（フェイスアップ）の状態で、半導体発光素子１０を実装している。すなわち、半導体発光素子１０の基板１０２側をシリコン基板２１０側に向けて、シリコン基板２１０に実装する。

【０１６２】

図２６に示すように、シリコン基板２１０を、支持基板２０に接合する。シリコン基板２１０と支持基板２０とは、例えば、銀ペーストや放熱性シリコーン等の接合部材２２０を用いて接合することができる。

【０１６３】

図２３に示すように、支持基板２０上に絶縁層２６を介して配線２２，２４を形成する。なお、配線２２，２４は、予め支持基板２０上に形成されていてもよい。また、配線２２，２４が形成されたフレキシブル基板を支持基板２０上に配置することで、配線２２，２４を設けてもよい。

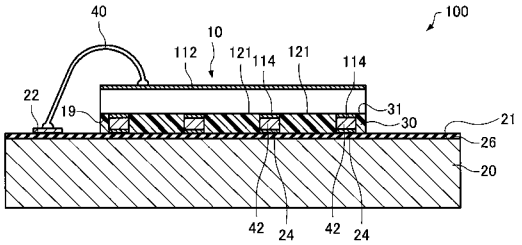
【０１６４】

次に、第１配線２２と半導体発光素子１０の第１電極１１２とを、配線ワイヤー４０により接続する。また、第２配線２４と半導体発光素子１０の第２電極１１４とを、配線ワイヤー４０により接続する。本工程は、例えばワイヤーボンディングなどにより行われる。

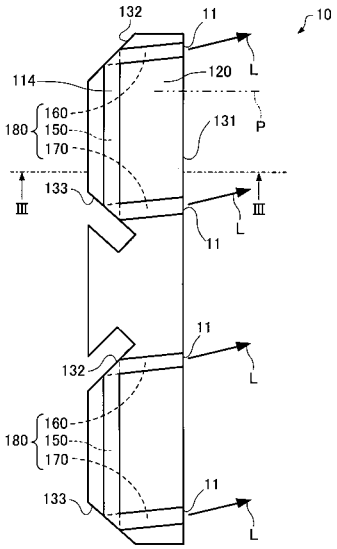
【０１６５】
以上の工程により、発光装置４００を製造することができる。
【０１６６】
３．　第３実施形態
次に、第３実施形態に係るプロジェクターについて、図面を参照しながら説明する。図２７は、第３実施形態に係るプロジェクター５００を模式的に示す図である。なお、図２７では、便宜上、プロジェクター５００を構成する筐体を省略して図示している。
【０１６７】
プロジェクター５００は、図２７に示すように、赤色光、緑色光、青色光を出射する赤色光源１００Ｒ、緑色光源１００Ｇ、青色光源１００Ｂを含む。プロジェクター５００の光源としては、本発明に係る発光装置を用いることができる。以下では、図２７に示すように、プロジェクター５００の光源として、発光装置１００（赤色発光装置１００Ｒ、緑色発光装置１００Ｇ、青色発光装置１００Ｂ）を用いた例について説明する。なお、図２７では、便宜上、発光装置１００を簡略化して図示している。
【０１６８】
プロジェクター５００は、さらに、レンズアレイ５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂと、透過型の液晶ライトバルブ（光変調装置）５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂと、投射レンズ（投射装置）５０８と、を含む。
【０１６９】
光源１００Ｒ，１００Ｇ，１００Ｂから出射された光は、各レンズアレイ５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂに入射する。レンズアレイ５０２の入射面は、例えば、光源１００から出射される光の光軸に対して、所定の角度で傾斜している。これにより、光源１００から出射された光の光軸を変換することができる。したがって、例えば、光源１００から出射された光を、液晶ライトバルブ５０４の照射面に対して、直交させることができる。特に、図２に示すように、半導体発光素子１０の利得領域１６０，１７０が第１側面１３１に対して傾いて設けられている場合、光源（半導体発光素子１０）１００から出射される光は、第１側面１３１の垂線Ｐに対して傾いて進行するため、上述したようにレンズアレイ５０２の入射面は所定の角度で傾斜していることが望ましい。
【０１７０】
レンズアレイ５０２は、液晶ライトバルブ５０４側に、凸曲面を有することができる。これにより、レンズアレイ５０２の入射面において光軸が変換された光は、凸曲面によって、集光される、または拡散角を小さくされることができる。したがって、均一性よく液晶ライトバルブ５０４を照射することができる。
【０１７１】
このように、レンズアレイ５０２は、光源１００から出射される光の光軸を制御して、当該光を集光させることができる。
【０１７２】
各レンズアレイ５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂによって集光された光は、各液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂに入射する。各液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂは、入射した光をそれぞれ画像情報に応じて変調する。
【０１７３】
各液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂによって変調された３つの色光は、クロスダイクロイックプリズム５０６に入射する。クロスダイクロイックプリズム５０６は、例えば、４つの直角プリズムを貼り合わせて形成され、その内面に赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが十字状に配置されている。これらの誘電体多層膜によって３つの色光が合成される。
【０１７４】
クロスダイクロイックプリズム５０６によって合成された光は、投射光学系である投射レンズ５０８に入射する。投射レンズ５０８は、液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂによって形成された像を拡大して、スクリーン（表示面）５１０に投射する。

【０１７５】
プロジェクター５００によれば、半導体発光素子に接合されている部材に起因して半導体発光素子に生じる応力を低減することができる発光装置１００を有する。したがって、プロジェクター５００は、高い信頼性を有することができる。
【０１７６】
なお、上述の例では、光変調装置として透過型の液晶ライトバルブを用いたが、液晶以外のライトバルブを用いてもよいし、反射型のライトバルブを用いてもよい。このようなライトバルブとしては、例えば、反射型の液晶ライトバルブや、デジタルマイクロミラーデバイス（Digital Micromirror Device）が挙げられる。また、投射光学系の構成は、使用されるライトバルブの種類によって適宜変更される。
【０１７７】
また、光源１００を、光源１００からの光をスクリーン上で走査させることにより、表示面に所望の大きさの画像を表示させる画像形成装置である走査手段を有するような走査型の画像表示装置（プロジェクター）の光源装置にも適用することが可能である。
【０１７８】
上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。
【０１７９】
本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。
【符号の説明】
【０１８０】
Ｌ　出射光、Ｍ　マスク、ＰＬ　プラズマ、１０　半導体発光素子、１１　光出射部、
１２　第１側面、１４　第２側面、１９　第１面、２０　支持基板（基板）、
２１　上面、２２　第１配線、２４　第２配線、２６　絶縁層、
３０　シリコーンエラストマー層、３０ａ　前駆体、３１　上面、３２　表面、
４０　配線ワイヤー、４２　接続部、４２ａ　導電性ペースト、４３　孔、
１００　発光装置、１０２　基板、１０４　第１クラッド層、１０６　活性層、
１０８　第２クラッド層、１０９　コンタクト層、１１２　第１電極、
１１４　第２電極、１２０　絶縁部、１２１　上面、１２２　柱状部、
１３１　第１側面、１３２　第２側面、１３３　第３側面、１５０　第１利得領域、
１６０　第２利得領域、１７０　第３利得領域、１８０　利得領域群、
２００　発光装置、２１０　シリコン基板、２１１　上面、２２０　接合部、
３００，４００　発光装置、５００　プロジェクター、５０２　レンズアレイ、
５０４　ライトバルブ、５０６　クロスダイクロイックプリズム、５０８　投射レンズ、
５１０　スクリーン

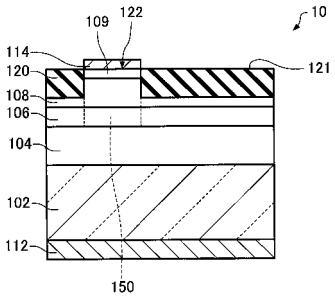
【図１】



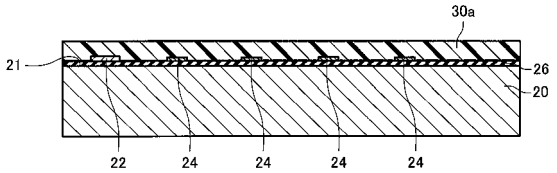
【図２】



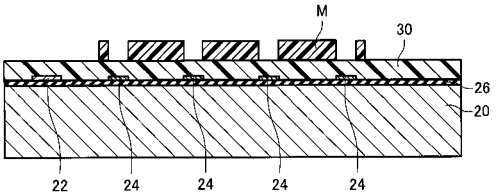
【図３】



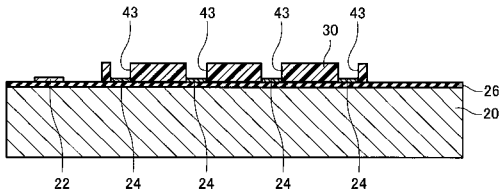
【図４】



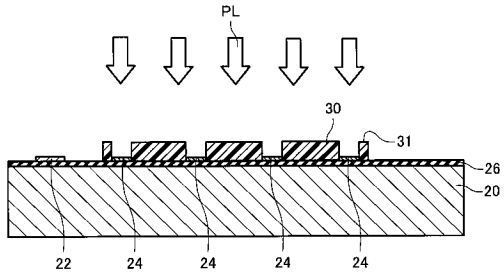
【図５】



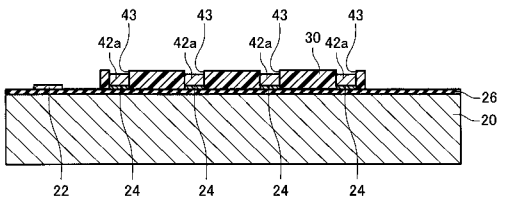
【図６】



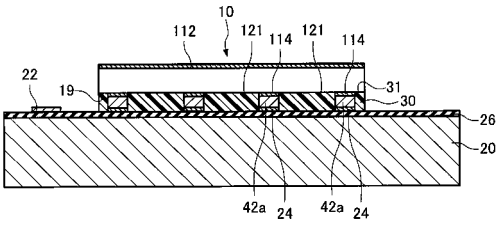
【図７】



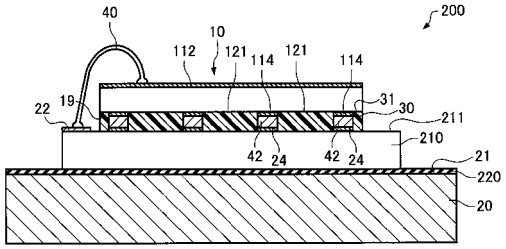
【図８】



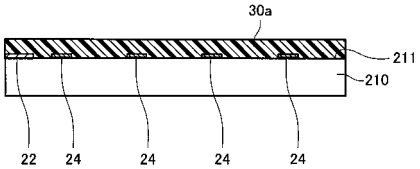
【図９】



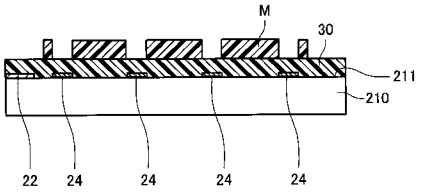
【図１０】



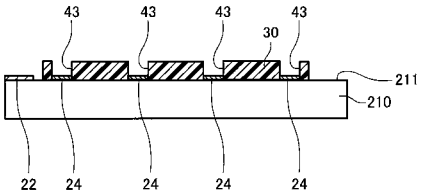
【図１１】



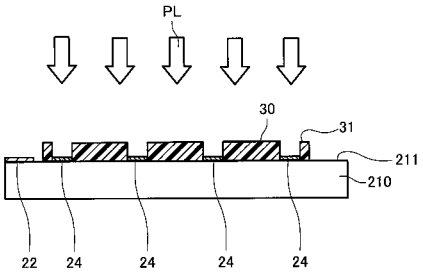
【図１２】



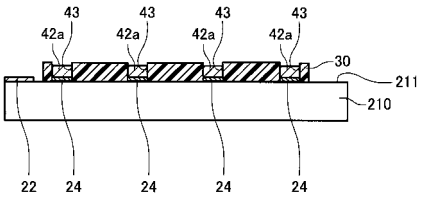
【図１３】



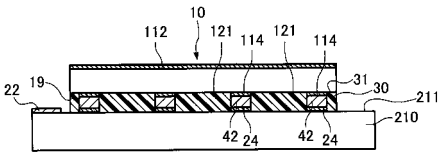
【図１４】



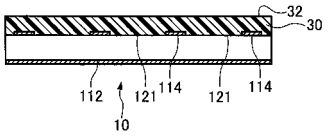
【図１５】



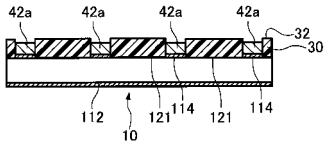
【図１６】



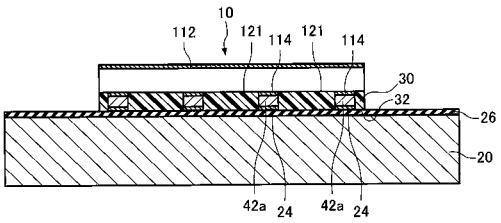
【図１７】



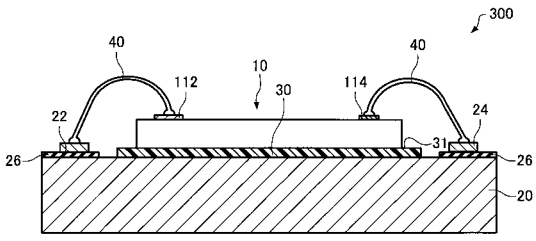
【図１８】



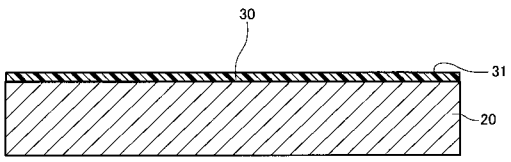
【図１９】



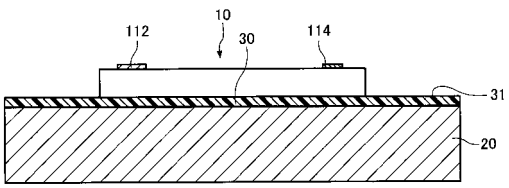
【図２０】



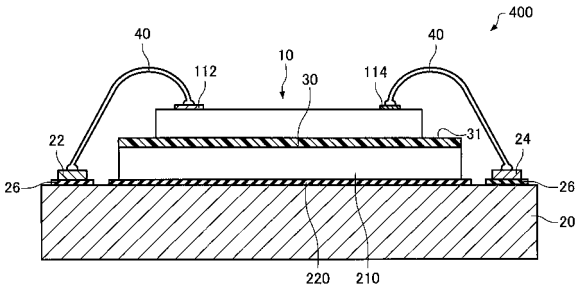
【図２１】



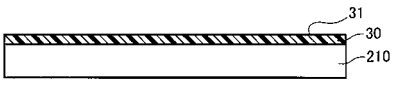
【図２２】



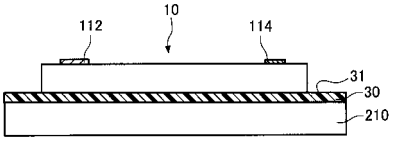
【図２３】



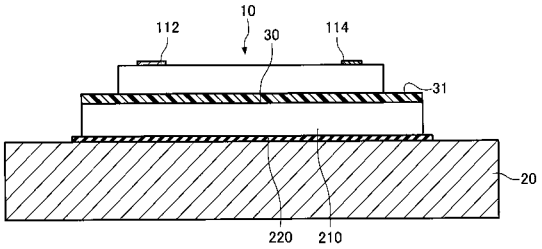
【図２４】



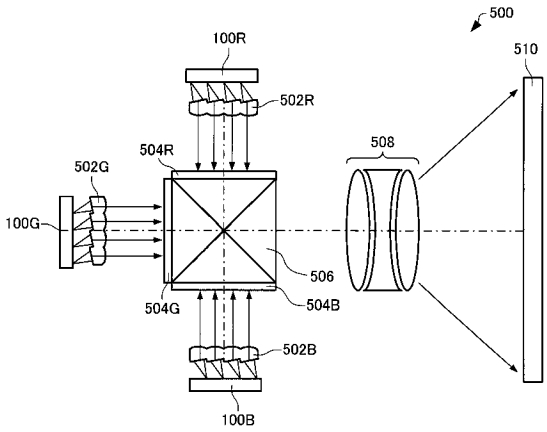
【図２５】



【図２６】


10
112
30
114
31
20
220
210

【図２７】


500
100R
510
502R
508
504R
502G
100G
506
504G
504B
502B
100B

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5F041 AA40 CA04 CA05 CA37 CA74 CA92 CB25 DA02 DA04 DA07
DA19 DA20 FF11