

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5281612号  
(P5281612)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 33/48 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 0 0  
 HO 1 L 33/32 (2010.01) HO 1 L 33/00 1 8 6

請求項の数 16 (全 18 頁)

|           |                               |           |                        |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-120262 (P2010-120262)  | (73) 特許権者 | 000003078              |
| (22) 出願日  | 平成22年5月26日 (2010.5.26)        |           | 株式会社東芝                 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-249502 (P2011-249502A) |           | 東京都港区芝浦一丁目1番1号         |
| (43) 公開日  | 平成23年12月8日 (2011.12.8)        | (74) 代理人  | 100108062              |
| 審査請求日     | 平成24年8月15日 (2012.8.15)        |           | 弁理士 日向寺 雅彦             |
|           |                               | (72) 発明者  | 杉崎 吉昭                  |
|           |                               |           | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 |
|           |                               | (72) 発明者  | 小幡 進                   |
|           |                               |           | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 |
|           |                               | 審査官       | 村井 友和                  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の主面と、その反対側に形成された第2の主面と、発光層とを含む半導体層と、前記第2の主面における前記発光層を有する領域に設けられた第1の電極と、前記第2の主面における前記発光層の外周よりも外側に設けられた第2の電極と、前記半導体層の前記第2の主面側に設けられ、前記第1の電極に達する第1の開口と、前記第2の電極に達する第2の開口とを有する絶縁層と、前記絶縁層における前記半導体層に対する反対側の面及び前記第1の開口内に設けられ、前記第1の電極と接続された第1の配線層と、前記絶縁層における前記半導体層に対する反対側の面及び前記第2の開口内に設けられ、前記第2の電極と接続された第2の配線層と、前記第1の配線層における前記第1の電極に対する反対側の面に設けられた第1の金属ピラーと、前記第2の配線層における前記第2の電極に対する反対側の面に設けられた第2の金属ピラーと、前記第1の金属ピラーの側面と前記第2の金属ピラーの側面との間に設けられた樹脂層と、前記樹脂層における前記第1の金属ピラーと前記第2の金属ピラーとの間の表面に設けられ、前記第1の金属ピラーと前記第2の金属ピラーとを電氣的に接続する導電材と、を備えたことを特徴とする半導体発光装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記導電材は、導電性高分子膜であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 3】

前記導電性高分子膜は、水と有機溶剤のいずれかに可溶であることを特徴とする請求項 2 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 4】

前記導電性高分子膜は、前記樹脂層の前記表面、前記第 1 の金属ピラーの表面及び前記第 2 の金属ピラーの表面を含む実装面の全面に設けられたことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の半導体発光装置。

10

## 【請求項 5】

前記導電材は、金属粉とバインダとを含む導電性ペーストであることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 6】

前記金属粉は、前記第 1 の金属ピラー及び第 2 の金属ピラーよりもはんだに対するぬれ性が悪いことを特徴とする請求項 5 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 7】

前記バインダは、水と有機溶剤のいずれかに可溶であることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の半導体発光装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 の金属ピラー及び前記第 2 の金属ピラーのそれぞれの厚みは、前記半導体層、前記第 1 の電極、前記第 2 の電極、前記絶縁層、前記第 1 の配線層及び前記第 2 の配線層を含む積層体の厚みよりも厚いことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

20

## 【請求項 9】

前記第 1 の電極の面積は、前記第 2 の電極の面積よりも広いことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

## 【請求項 10】

前記第 2 の配線層と前記第 2 の金属ピラーとが接触する面積は、前記第 2 の配線層と前記第 2 の電極とが接触する面積より大であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

30

## 【請求項 11】

前記第 1 の配線層と前記第 1 の金属ピラーとが接触する面積は、前記第 1 の配線層と前記第 1 の電極とが接触する面積より大であることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

## 【請求項 12】

前記第 2 の配線層の一部は、前記絶縁層上を、前記発光層に重なる位置まで延在することを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

## 【請求項 13】

基板上に、第 1 の主面と、その反対側に形成された第 2 の主面と、発光層とを含む半導体層を形成する工程と、

40

前記基板に対する反対側の前記第 2 の主面における前記発光層を有する領域に、第 1 の電極を形成する工程と、

前記第 2 の主面における前記発光層の外周よりも外側に、第 2 の電極を形成する工程と、

前記半導体層の前記第 2 の主面側に、前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極を覆う絶縁層を形成する工程と、

前記絶縁層に、前記第 1 の電極に達する第 1 の開口と、前記第 2 の電極に達する第 2 の開口とを形成する工程と、

前記絶縁層における前記半導体層に対する反対側の面及び前記第 1 の開口内に、第 1 の

50

配線層を形成する工程と、

前記絶縁層における前記半導体層に対する反対側の面及び前記第 2 の開口内に、第 2 の配線層を形成する工程と、

前記第 1 の配線層における前記第 1 の電極に対する反対側の面に、第 1 の金属ピラーを形成する工程と、

前記第 2 の配線層における前記第 2 の電極に対する反対側の面に、第 2 の金属ピラーを形成する工程と、

前記第 1 の金属ピラーの側面と前記第 2 の金属ピラーの側面との間に、樹脂層を形成する工程と、

前記樹脂層における前記第 1 の金属ピラーと前記第 2 の金属ピラーとの間の表面に、前記第 1 の金属ピラーと前記第 2 の金属ピラーとを電気的に接続する導電材を形成する工程と、

10

を備えたことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 14】

前記導電材を形成する工程は、

前記樹脂層の前記表面、前記第 1 の金属ピラーの表面及び前記第 2 の金属ピラーの表面を含む実装面に導電性高分子を含む溶液を供給する工程と、

前記実装面に供給された前記溶液を乾燥させる工程と、

を有することを特徴とする請求項 13 記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項 15】

20

前記導電材を形成した後、実装基板に実装する工程と、

前記実装基板に実装した後、前記導電材を洗浄して除去する工程と、

をさらに備えたことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項 16】

はんだとフラックスとを含むはんだペーストを用いて前記実装基板に実装し、

前記実装時に、前記導電材を前記フラックスに溶解させることを特徴とする請求項 15 記載の半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明の実施形態は、半導体発光装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体層における一方の主面側に n 側電極と p 側電極が形成された LED (Light Emitting Diode) チップを、実装基板に対してフリップチップ実装する技術が知られている。フリップチップ構造においては、小型化を図りつつ、信頼性を損ねないことが要求される。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【特許文献 1】特開 2000 - 244012 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 152637 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

実施形態は、信頼性に優れた半導体発光装置及びその製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態によれば、半導体発光装置は、半導体層と、第 1 の電極と、第 2 の電極と、絶

50

緑層と、第 1 の配線層と、第 2 の配線層と、第 1 の金属ピラーと、第 2 の金属ピラーと、樹脂層と、導電材と、を備えた。前記半導体層は、第 1 の主面と、その反対側に形成された第 2 の主面と、発光層とを含む。前記第 1 の電極は、前記第 2 の主面における前記発光層を有する領域に設けられた。前記第 2 の電極は、前記第 2 の主面における前記発光層の外周よりも外側に設けられた。前記絶縁層は、前記半導体層の前記第 2 の主面側に設けられ、前記第 1 の電極に達する第 1 の開口と、前記第 2 の電極に達する第 2 の開口とを有する。前記第 1 の配線層は、前記絶縁層における前記半導体層に対する反対側の面及び前記第 1 の開口内に設けられ、前記第 1 の電極と接続された。前記第 2 の配線層は、前記絶縁層における前記半導体層に対する反対側の面及び前記第 2 の開口内に設けられ、前記第 2 の電極と接続された。前記第 1 の金属ピラーは、前記第 1 の配線層における前記第 1 の電極に対する反対側の面に設けられた。前記第 2 の金属ピラーは、前記第 2 の配線層における前記第 2 の電極に対する反対側の面に設けられた。前記樹脂層は、前記第 1 の金属ピラーの側面と前記第 2 の金属ピラーの側面との間に設けられた。前記導電材は、前記樹脂層における前記第 1 の金属ピラーと前記第 2 の金属ピラーとの間の表面に設けられ、前記第 1 の金属ピラーと前記第 2 の金属ピラーとを電氣的に接続する。

10

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の模式断面図。

【図 2】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の実装基板への実装を示す模式断面図。

【図 3】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

20

【図 4】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 5】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 6】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 7】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 8】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 9】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 10】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 11】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 12】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 13】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

30

【図 14】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 15】第 2 実施形態に係る半導体発光装置の製造方法を示す模式図。

【図 16】第 2 実施形態に係る半導体発光装置の模式断面図。

【図 17】レンズ及び蛍光体層の変形例を示す模式図。

【図 18】実装基板上に実装された実施形態に係る半導体発光装置及び ESD 保護素子の等価回路図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、図面を参照し、実施形態について説明する。なお、各図面中、同じ要素には同じ符号を付している。また、工程を表す図面においては、ウェーハ状態における一部の領域を表す。

40

【0008】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る半導体発光装置の模式断面図である。

【0009】

本実施形態に係る半導体発光装置は、半導体層 15 における一方の主面(第 2 の主面)側に電極及び配線が設けられた構造を有する。第 2 の主面の反対側の第 1 の主面 15 a から、主として光が取り出される。

【0010】

半導体層 15 は、第 1 の半導体層 11 と第 2 の半導体層 13 を有する。第 1 の半導体層

50

11は、例えばn型のGaN層であり、電流の横方向経路として機能する。但し、第1の半導体層11の導電性はn型に限らず、p型であってもよい。第2の半導体層13は、発光層（活性層）12を、n型層とp型層とで挟んだ積層構造を有する。

【0011】

半導体層15の第2の主面側は凹凸形状に加工され、第2の主面側には上段部と下段部が設けられている。第1の主面15aから見て下段部よりも上段側に位置する上段部は、発光層12を含む。下段部は、発光層12を含まず、発光層12の外周（端部）よりも外側に設けられている。

【0012】

上段部の表面である第2の半導体層13の表面には、第1の電極としてp側電極16が設けられている。すなわち、p側電極16は、発光層12を有する領域に設けられている。下段部の第1の半導体層11の表面には、第2の電極としてn側電極17が設けられている。

10

【0013】

図3(b)に、p側電極16とn側電極17の平面レイアウトの一例を示す。一つの半導体層15において、p側電極16の面積の方がn側電極17の面積よりも広い。したがって、発光領域を広く確保できる。

【0014】

半導体層15の第2の主面側は、絶縁層18で覆われている。また、半導体層15の端部（側面）も、絶縁層18で覆われている。絶縁層18は、例えば、微細開口のパターニング性に優れたポリイミド等の樹脂である。あるいは、絶縁層18としてシリコン酸化物を用いてもよい。

20

【0015】

絶縁層18において、半導体層15に対する反対側の面は平坦化され、その面に第1の配線層としてのp側配線層21と、第2の配線層としてのn側配線層22が設けられている。p側配線層21は、p側電極16に達して絶縁層18に形成された第1の開口18a内にも設けられ、p側電極16と接続されている。n側配線層22は、n側電極17に達して絶縁層18に形成された第2の開口18b内にも設けられ、n側電極17と接続されている。

【0016】

p側配線層21においてp側電極16に対する反対側の面には、第1の金属ピラーとしてp側金属ピラー23が設けられている。n側配線層22においてn側電極17に対する反対側の面には、第2の金属ピラーとしてn側金属ピラー24が設けられている。

30

【0017】

p側金属ピラー23の周囲、n側金属ピラー24の周囲、p側配線層21およびn側配線層22は、樹脂層25で覆われている。樹脂層25は、p側金属ピラー23とn側金属ピラー24との間に充填され、それらを補強する。p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24のそれぞれの下面は、樹脂層25から露出している。

【0018】

n側配線層22とn側金属ピラー24とが接触する面積は、n側配線層22とn側電極17とが接触する面積より大きい。p側配線層21とp側金属ピラー23とが接触する面積は、p側配線層21とp側電極16とが接触する面積より大きい。あるいは、p側配線層21とp側金属ピラー23とが接触する面積が、p側配線層21とp側電極16とが接触する面積より小さい場合もある。

40

【0019】

すなわち、半導体層15において発光層12を含まない部分に設けられたn側電極17と接続するn側配線層22の面積は、n側電極17側の面よりも、n側電極17とは反対側の面において大きくなっている。また、n側配線層22の一部は、絶縁層18上を、発光層12の下に重なる位置まで延在する。

【0020】

50

これにより、より広い発光層 1 2 によって高い光出力を保ちつつ、半導体層 1 5 における発光層 1 2 を含まない部分の狭い面積に設けられた n 側電極 1 7 から、n 側配線層 2 2 を介して、より広い引き出し電極を形成できる。

【 0 0 2 1 】

第 1 の半導体層 1 1 は、n 側電極 1 7 及び n 側配線層 2 2 を介して n 側金属ピラー 2 4 と電氣的に接続されている。第 2 の半導体層 1 3 は、p 側電極 1 6 及び p 側配線層 2 1 を介して p 側金属ピラー 2 3 と電氣的に接続されている。

【 0 0 2 2 】

p 側金属ピラー 2 3 の表面 ( 図 1 において下面 ) には、防錆などを目的とした表面処理膜 2 6 が形成されている。n 側金属ピラー 2 4 の下面にも同様に表面処理膜 2 6 が形成されている。表面処理膜 2 6 は、例えば、Ni、Au などの無電解メッキ膜、あるいは、プリコートされたはんだである。

10

【 0 0 2 3 】

n 側配線層 2 2、p 側配線層 2 1、n 側金属ピラー 2 4、p 側金属ピラー 2 3 の材料としては、銅、金、ニッケル、銀などを用いることができる。これらのうち、良好な熱伝導性、高いマイグレーション耐性及び絶縁材との優れた密着性を備えた銅がより好ましい。

【 0 0 2 4 】

n 側金属ピラー 2 4 及び p 側金属ピラー 2 3 を補強する役目をする樹脂層 2 5 は、実装基板と熱膨張率が同じもしくは近いものを用いるのが望ましい。そのような樹脂層 2 5 として、例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂などを一例として挙げる事ができる。

20

【 0 0 2 5 】

半導体層 1 5 の第 1 の主面 1 5 a 上には、レンズ 2 7 及び蛍光体層 2 8 が設けられている。蛍光体層 2 8 は、発光層 1 2 からの光を吸収し波長変換光を放出可能である。このため発光層 1 2 からの光と蛍光体層 2 8 における波長変換光との混合光が放出可能となる。例えば発光層 1 2 を窒化物系とすると、その発光層 1 2 からの青色光と、例えば黄色蛍光体層 2 8 における波長変換光である黄色光との混合色として白色または電球色などを得ることができる。なお、蛍光体層 2 8 は、複数種の蛍光体 ( 例えば、赤色蛍光体と緑色蛍光体 ) を含む構成であってもよい。

【 0 0 2 6 】

発光層 1 2 から発光された光は、主に、第 1 の半導体層 1 1、第 1 の主面 1 5 a、レンズ 2 7 および蛍光体層 2 8 を進んで、外部に放出される。

30

【 0 0 2 7 】

樹脂層 2 5 の表面、p 側金属ピラー 2 3 の表面及び n 側金属ピラー 2 4 の表面を含む実装面 ( 図 1 において下面 ) の全面には、導電材として導電性高分子膜 3 1 が形成されている。導電性高分子膜 3 1 は、実装面側で、p 側金属ピラー 2 3 と n 側金属ピラー 2 4 とを電氣的に接続し短絡させる。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示す半導体発光装置は、ウェーハ状態から個片化されたものであり、その個片化された半導体発光装置の側面にも導電性高分子膜 3 1 が形成されている。導電性高分子としては、例えば、ポリチオフェン、ポリピロールなどを用いることができる。なお、導電性高分子膜 3 1 は、実装面側において少なくとも p 側金属ピラー 2 3 と n 側金属ピラー 2 4 とを短絡させる部分に形成されていけばよい。

40

【 0 0 2 9 】

図 1 は実装基板に実装前の状態を表し、この半導体発光装置は、図 2 ( a ) に示すように、はんだペースト 5 0 を介して実装基板 8 1 に実装される。はんだペースト 5 0 は、粒子状のはんだ 5 1 とフラックス 5 2 を含む。はんだ 5 1 は、例えば、スズ ( Sn )、銀 ( Ag )、ビスマス ( Bi )、銅 ( Cu ) などを含む。はんだ 5 1 は、液状のフラックス 5 2 中に分散されている。フラックス 5 2 は、樹脂、活性剤などを含み、リフローの時に接合面の酸化膜を除去しはんだの接合を補助する。

50

## 【0030】

半導体発光装置側の接合面は、表面処理膜26である。あるいは、表面処理膜26を設けず、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24を直接パッド82a、82bに接合させてもよい。

## 【0031】

実装基板81に形成されたパッド82a、82bと、半導体発光装置側の接合面との間に、はんだペースト50を介在させて、半導体発光装置を実装基板81上に搭載する。その状態で、はんだ51のリフローを行い、はんだ51を熔融させる。これにより、図2(b)に示すように、はんだ51を介して、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24のそれぞれの下面に形成された表面処理膜26が、パッド82a、82bと接合される。

10

## 【0032】

この実装工程は、半導体発光装置をツールでピックアップし、保持し、実装基板81上に搭載する工程を含む。そのとき、半導体発光装置の実装面側にp側金属ピラー23とn側金属ピラー24とを短絡させる導電性高分子膜31が形成されているため、発光素子内部を静電気放電(ESD: Electro Static Discharge)から保護することができる。すなわち、素子の表面にESDサージのリークパスが形成され、ESDサージは素子内部には流れない。このため、静電気放電による半導体発光装置の破壊を防止できる。

## 【0033】

実装時、導電性高分子膜31はフラックス52で溶解する。例えば、導電性高分子がポリチオフェンの場合、水溶性フラックスで溶解する。導電性高分子膜31がフラックス52で溶解することで、半導体発光装置における接合面(表面処理膜26)が露出し、その接合面に対してはんだ51が接合する。

20

## 【0034】

実装後、水または有機溶剤を用いて洗浄を行いフラックス52を除去する。このときの、洗浄液に対して可溶性導電性高分子膜31を用いることで、導電性高分子膜31も洗浄され除去される。したがって、実装され、且つ洗浄された後、p側金属ピラー23とn側金属ピラー24とを短絡させるリークパスは消失する。

## 【0035】

導電性高分子膜31は実装時のフラックス52で溶解させるため、導電性高分子膜31を接合面を含むデバイス下面の全面に形成しても構わない。もちろん、導電性高分子膜31をパターンングして、接合面の一部を露出させても構わない。

30

## 【0036】

本実施形態では、静電気対策としてパッケージ内に内蔵したツェナーダイオードのような保護素子を必要としないため、小型で低コストな半導体発光装置を提供できる。

## 【0037】

n側金属ピラー24及びp側金属ピラー23のそれぞれの厚み(図1において上下方向の厚み)は、半導体層15、n側電極17、p側電極16、絶縁層18、n側配線層22およびp側配線層21を含む積層体の厚みよりも厚い。各金属ピラー23、24のアスペクト比(平面サイズに対する厚みの比)は1以上であることに限らず、その比は1よりも小さくてもよい。すなわち、金属ピラー23、24は、その平面サイズよりも厚みが小さくてもよい。

40

## 【0038】

本実施形態の構造によれば、半導体層15が薄くても、n側金属ピラー24、p側金属ピラー23および樹脂層25を厚くすることで機械的強度を保つことが可能となる。また、実装基板81に実装した場合に、はんだ51を介して半導体層15に加わる応力をn側金属ピラー24とp側金属ピラー23が吸収することで緩和することができる。なお、半導体発光装置と実装基板81との接続を担う外部端子としては、はんだに限らず、その他の金属を用いてもよい。

## 【0039】

次に、図3(a)~図14を参照して、本実施形態に係る半導体発光装置の製造方法に

50

ついて説明する。

【0040】

まず、基板10の主面上に第1の半導体層11を形成し、その上に発光層12を含む第2の半導体層13を形成する。これら半導体層15が例えば窒化物系半導体の場合、半導体層15は例えばサファイア基板上に結晶成長させることができる。

【0041】

次に、図示しないレジストを用いた例えばR I E (Reactive Ion Etching)法で、図3(a)及びその下面図である図3(b)に示すように、半導体層15を貫通して基板10に達する分離溝14を形成する。分離溝14は、基板10上で例えば格子状に形成され、半導体層15を複数に分離する。

10

【0042】

また、図示しないレジストを用いた例えばR I E法で、発光層12を含む第2の半導体層13の一部を除去して、第1の半導体層11の一部を露出させる。これにより、半導体層15の第2の主面側に、基板10から見て相対的に上段に位置する上段部と、上段部よりも基板10側の下段に位置する下段部が形成される。上段部は発光層12を含み、下段部は発光層12を含まない。

【0043】

そして、上段部の表面(第2の半導体層13の表面)にp側電極16を、下段部の表面(第1の半導体層11の表面)にn側電極17を形成する。p側電極16とn側電極17はどちらを先に形成してもよく、あるいはp側電極16とn側電極17とを同じ材料で同時に形成してもよい。

20

【0044】

次に、基板10上の露出している部分すべてを絶縁層18で覆った後、図4(a)に示すように、例えばウェットエッチングにより絶縁層18をパターニングし、絶縁層18に選択的に第1の開口18aと第2の開口18bを形成する。第1の開口18aは、p側電極16に達する。第2の開口18bは、n側電極17に達する。分離溝14には、絶縁層18が充填される。

【0045】

次に、図4(b)に示すように、絶縁層18の表面、第1の開口18aおよび第2の開口18bの内面に、連続したシードメタル19を形成する。さらに、シードメタル19上に選択的にレジスト41を形成し、シードメタル19を電流経路としたCu電解メッキを行う。

30

【0046】

これにより、図5(a)及びその下面図である図5(b)に示すように、シードメタル19上に、選択的にp側配線層21とn側配線層22が形成される。p側配線層21及びn側配線層22はメッキ法により同時に形成される銅材料からなる。p側配線層21は、第1の開口18a内にも形成され、シードメタル19を介してp側電極16と接続される。n側配線層22は、第2の開口18b内にも形成され、シードメタル19を介してn側電極17と接続される。

【0047】

p側配線層21及びn側配線層22のメッキに使ったレジスト41は、例えば薬液で除去される(図6(a))。この後、図6(b)に示すように、金属ピラー形成用の別のレジスト42を形成し、シードメタル19を電流経路としたCu電解メッキを行う。レジスト42は、レジスト41よりも厚い。

40

【0048】

これにより、図7(a)及びその下面図である図7(b)に示すように、p側配線層21上にp側金属ピラー23が形成され、n側配線層22上にn側金属ピラー24が形成される。p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24は、メッキ法により同時に形成される銅材料からなる。

【0049】

50

レジスト42は、例えば薬液で除去される(図8(a))。この後、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24をマスクにして、シードメタル19の露出している部分をウェットエッチングする(図8(b))。これにより、p側配線層21とn側配線層22とのシードメタル19を介した電氣的接続が分断される。

【0050】

次に、図9(a)に示すように、絶縁層18に対して樹脂層25を積層させる。樹脂層25は、p側配線層21とn側配線層22との間、およびp側金属ピラー23とn側金属ピラー24との間に充填される。p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24のそれぞれの側面は、樹脂層25で覆われる。

【0051】

この後、図9(b)に示すように、基板10を除去する。基板10は、例えばレーザーリフトオフ法により除去される。具体的には、基板10の裏面側から第1の半導体層11に向けてレーザー光が照射される。レーザー光は、基板10に対して透過性を有し、第1の半導体層11に対しては吸収領域となる波長を有する。

【0052】

レーザー光が基板10と第1の半導体層11との界面に到達すると、その界面付近の第1の半導体層11はレーザー光のエネルギーを吸収して分解する。例えば、第1の半導体層11がGaNの場合、Gaと窒素ガスに分解する。この分解反応により、基板10と第1の半導体層11との間に微小な隙間が形成され、基板10と第1の半導体層11とが分離する。

【0053】

レーザー光の照射を、設定された領域ごとに複数回に分けてウェーハ全体にわたって行い、基板10を除去する。第1の主面15a上から基板10が除去されることで、光取り出し効率の向上を図れる。

【0054】

基板10が除去された面は洗浄され、さらにフロスト処理により粗面化される。第1の主面15aが粗面化されることで、光取り出し効率を向上できる。

【0055】

その後、図10(a)に示すように、第1の主面15a上にレンズ27が形成され、さらに図10(b)に示すように、レンズ27上に蛍光体層28が形成される。例えば、蛍光体粒子が分散された液状の透明樹脂をスピコート法で塗布した後、熱硬化させることで、蛍光体層28が形成される。

【0056】

その後、樹脂層25の裏面を研削し、図11(a)及びその下面図である図11(b)に示すように、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24のそれぞれの下面を露出させる。その後、図12(a)及びその下面図である図12(b)に示すように、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24のそれぞれの下面に表面処理膜26を形成する。

【0057】

その後、分離溝14(図3(a)、(b))の位置でダイシングし、複数の半導体発光装置に個片化する(図13(a)、(b))。ダイシング時、基板10はすでに除去されている。さらに、分離溝14には、半導体層15は存在せず、絶縁層18として樹脂を埋め込んでおけば、容易にダイシングでき生産性を向上できる。さらに、ダイシング時に半導体層15が受けるダメージを回避することができる。また、個片化後に、半導体層15の端部(側面)が樹脂で覆われて保護された構造が得られる。

【0058】

個片化された半導体発光装置は、1つの半導体層15を含むシングルチップ構造であってもよいし、複数の半導体層15を含むマルチチップ構造であってもよい。

【0059】

ダイシングされる前までの前述した各工程は、ウェーハ状態で一括して行われるため、個片化された個々のデバイスごとに、配線及びパッケージングを行う必要がなく、大幅な

10

20

30

40

50

生産コストの低減が可能になる。すなわち、個片化された状態で、すでに配線及びパッケージングが済んでいる。また、個々のデバイスの平面サイズをベアチップ（半導体層15）の平面サイズに近くした小型化が容易になる。また、ウェーハレベルで検査することが可能となる。このため、生産性を高めることができ、その結果として価格低減が容易となる。

**【0060】**

個片化は、図14に示すように、蛍光体層28側をテープ（もしくはシート）75に貼り付けた状態で行われる。そして、個片化した後、露出面の全面（テープ75に対する反対側の実装面及び側面）に、例えば導電性高分子としてポリチオフェンの水溶液を、例えばスピコート法などで供給する。あるいは、ポリピロールを溶剤に希釈させた溶液を使

10

**【0061】**

その後、上記溶液を乾燥させることで、個片化された各半導体発光装置における実装面及び側面に、導電性高分子膜31が形成される。導電性高分子膜31は、実装面においてp側の接合面とn側の接合面とを短絡させる。これにより、実装されるまでの間、半導体発光装置を静電気放電から保護することができる。

**【0062】**

（第2実施形態）

次に、図15及び図16を参照して、第2実施形態について説明する。

**【0063】**

20

本実施形態では、図15に示すように、個片化した後、樹脂層25におけるp側金属ピラー23とn側金属ピラー24との間の表面に、導電材として導電性ペースト60が形成される。導電性ペースト60は、p側金属ピラー23の下面に形成された表面処理膜26の一部、およびn側金属ピラー24の下面に形成された表面処理膜26の一部にも形成される。これにより、p側金属ピラー23とn側金属ピラー24とは、導電性ペースト60を介して短絡される。したがって、本実施形態においても、素子の表面にESDサージのリークパスが形成され、ESDサージは素子内部には流れない。このため、静電気放電による半導体発光装置の破壊を防止できる。

**【0064】**

導電性ペースト60は、金属粉61とバインダ62とを含む。金属粉61は、p側金属ピラー23、n側金属ピラー24および表面処理膜26よりも、はんだに対するぬれ性が悪く、はんだにぬれない金属であり、且つ錆が進行しないものが好ましい。そのような金属粉61として、例えば、アルミニウム、ニッケル、SUS（stainless steel）などが挙げられる。バインダ62は、水と有機溶剤のいずれかに可溶な高分子が好ましく、例えばPVA（polyvinyl alcohol）を挙げることができる。

30

**【0065】**

導電性ペースト60は、例えばポッティングなどの方法によって、極性の異なる接合面に局所的に塗布され、接合面は一部が露出される。その状態で、図16に示すように、実装基板81上にはんだペースト50を介して搭載され、リフローが行われる。これにより、はんだ51が溶融して、半導体発光装置とパッド82a、82bは、はんだ51を介して接合される。導電性ペースト60中の金属粉61は、はんだ51に対してぬれないため、接合時に、はんだ51が金属粉61とつながってブリッジを形成することがない。

40

**【0066】**

また、導電性ペースト60のバインダ62を、リフロー温度以下の融点のものにするか、はんだペースト50のフラックス52に溶解するものにするか、溶融したはんだ51の表面張力で導電性ペースト60を押しよける効果も期待できる。これにより、接合面の露出した部分に確実にはんだ51を接合させることができる。

**【0067】**

本実施形態においても、実装後、水または有機溶剤を用いて洗浄を行いフラックス52を除去する。このときに、導電性ペースト60も洗浄され除去される。したがって、実装

50

され、且つ洗浄された後、p側金属ピラー23とn側金属ピラー24とを短絡させるリークパスは消失する。

【0068】

前述した各実施形態において、実装基板81に、半導体発光装置と共にツェナーダイオードのような保護素子を実装しておけば、実装後の静電気放電に対して半導体発光装置を保護することができる。

【0069】

図18は、前述した実施形態に係る半導体発光装置71と、例えばツェナーダイオード72のような保護素子を、実装基板81に実装した構成の等価回路図を示す。

【0070】

端子101と端子102との間に、半導体発光装置71とツェナーダイオード72とが並列接続されている。半導体発光装置71のアノード(p側)とツェナーダイオード72のカソードは端子101に接続され、半導体発光装置71のカソード(n側)とツェナーダイオード72のアノードは端子102に接続されている。

【0071】

特に、窒化ガリウム系の半導体発光装置は順方向バイアスに比べて逆方向バイアスに弱い傾向があるが、図18の構成によれば、半導体発光装置71に対して逆方向ESDサージが印加されると、ツェナーダイオード72を通じて放電され、半導体発光装置71はESDサージから保護される。

【0072】

必要な保護素子は実装基板81上に最小限の個数搭載されていればよく、必ずしも半導体発光装置と同じ数は必要ではない。複数の半導体発光装置間で保護素子を兼用することで低コスト化を図れる。

【0073】

前述した各実施形態において、基板10をすべて除去しないで、薄く研削した上で第1の主面15a上に残してもよい。基板10を薄層化して残すことにより、基板10をすべて除去する構造よりも機械的強度を高めることができ、信頼性の高い構造とすることができる。また、基板10が残っていることで、個片化した後の反りを抑制でき、回路基板等への実装が容易になる。

【0074】

また、図17(a)に示すように、第1の主面15a上に蛍光体層28を形成した後、その蛍光体層28上にレンズ51を設けてもよい。前述した実施形態では、凹状のレンズ27を例示したが、図17(a)に示すように凸状のレンズ51を用いてもよい。

【0075】

あるいは、図17(b)に示すように、第1の主面15a上にレンズ51を形成した後、そのレンズ51を覆うように、蛍光体層28を形成してもよい。

【0076】

以上、実施形態について説明したが、本発明は、それらに限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形、代用、省略が可能である。

【0077】

赤色蛍光体層は、例えば、窒化物系蛍光体 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ やサイアロン系蛍光体を含むことができる。

サイアロン系蛍光体を用いる場合、特に、

$(\text{M}_{1-x}, \text{R}_x)_{a_1} \text{AlSi}_{b_1} \text{O}_{c_1} \text{N}_{d_1} \cdots$  組成式(1)

(MはSi及びAlを除く少なくとも1種の金属元素であり、特に、Ca若しくはSrの少なくとも一方が望ましい。Rは発光中心元素であり、特に、Euが望ましい。x、a1、b1、c1、d1は、次の関係を満たす。0 < x < 1、0.6 < a1 < 0.95、2 < b1 < 3.9、0.25 < c1 < 0.45、4 < d1 < 5.7)を用いることが好ましい。

組成式(1)で表されるサイアロン系蛍光体を用いることで、波長変換効率の温度特性

10

20

30

40

50

が向上し、大電流密度領域での効率をさらに向上させることができる。

【0078】

黄色蛍光体層は、例えば、シリケート系蛍光体  $(Sr, Ca, Ba)_2 SiO_4 : Eu$  を含有することができる。

【0079】

緑色蛍光体層は、例えば、八口燐酸系蛍光体  $(Ba, Ca, Mg)_{10} (PO_4)_6 \cdot Cl_2 : Eu$  やサイアロン系蛍光体を含有することができる。

サイアロン系蛍光体を用いる場合、特に、

$(M_{1-x}, R_x)_{a2} AlSi_{b2} O_{c2} Nd_2 \dots$  組成式(2)

(MはSi及びAlを除く少なくとも1種の金属元素であり、特に、Ca若しくはSrの少なくとも一方が望ましい。Rは発光中心元素であり、特に、Euが望ましい。x、a2、b2、c2、d2は、次の関係を満たす。 $0 < x < 1$ 、 $0.93 < a2 < 1.3$ 、 $4.0 < b2 < 5.8$ 、 $0.6 < c2 < 1$ 、 $6 < d2 < 11$ )を用いることが好ましい。

組成式(2)で表されるサイアロン系蛍光体を用いることで、波長変換効率の温度特性が向上し、大電流密度領域での効率をさらに向上させることができる。

【0080】

青色蛍光体層は、例えば、酸化物系蛍光体  $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu$  を含有することができる。

【符号の説明】

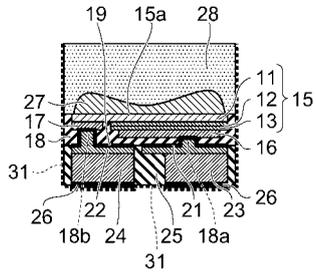
【0081】

10...基板、11...第1の半導体層、12...発光層、13...第2の半導体層、15...半導体層、15a...第1の主面、16...p側電極、17...n側電極、18...絶縁層、19...シードメタル、21...p側配線層、22...n側配線層、23...p側金属ピラー、24...n側金属ピラー、25...樹脂層、28...蛍光体層、31...導電性高分子膜、50...はんだペースト、51...はんだ、52...フラックス、60...導電性ペースト、61...金属粉、62...バインダ、81...実装基板

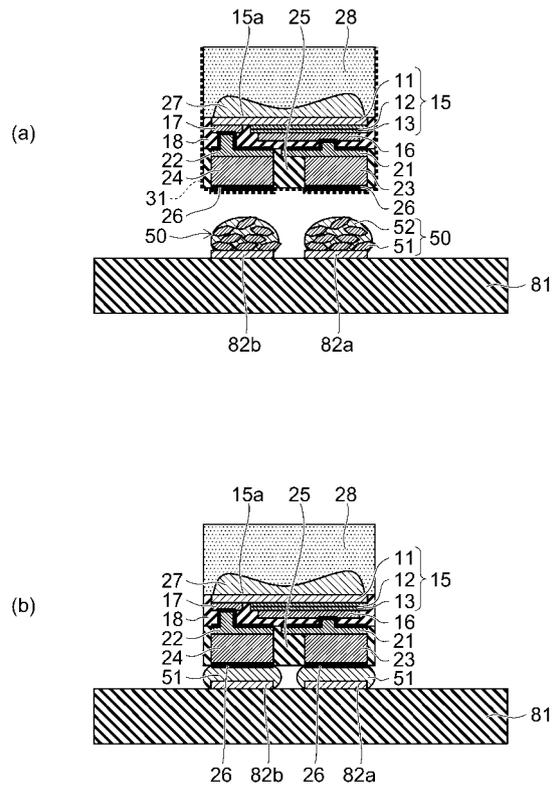
10

20

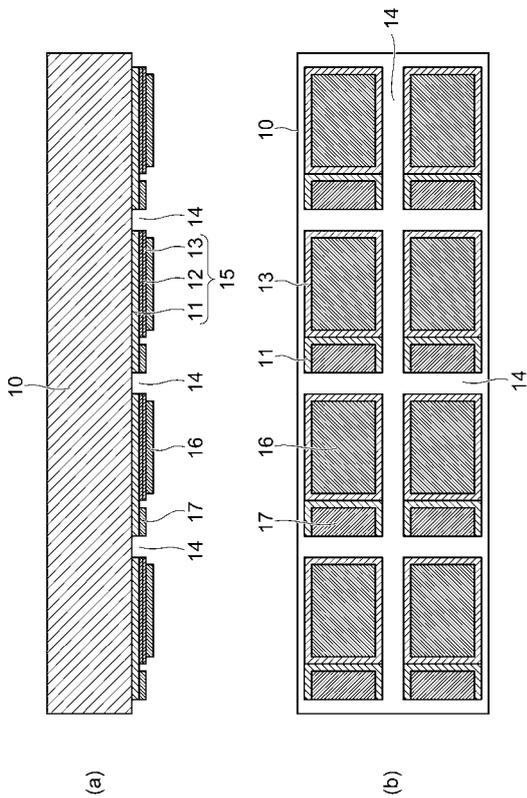
【図 1】



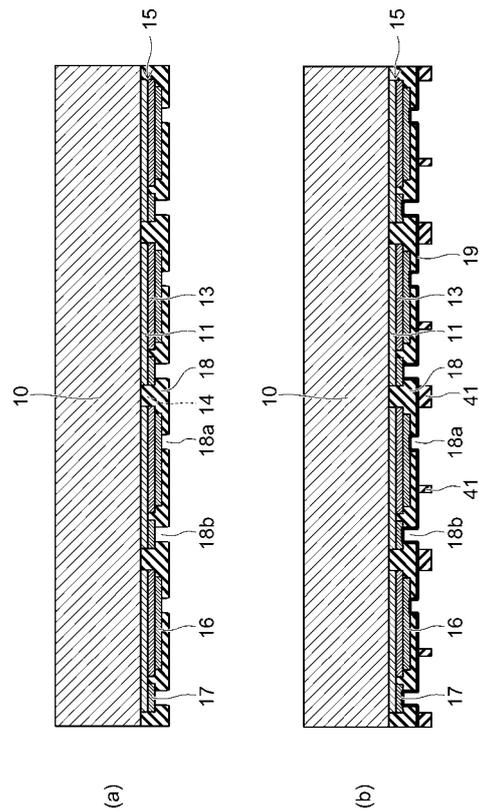
【図 2】



【図 3】

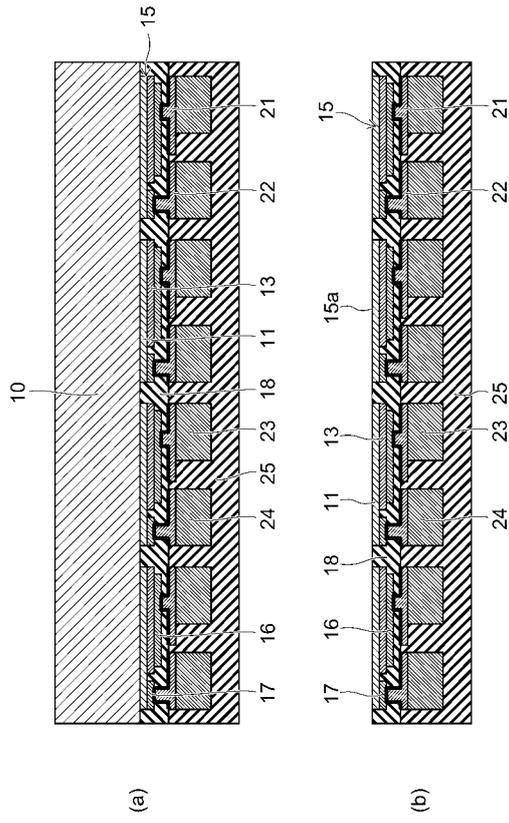


【図 4】

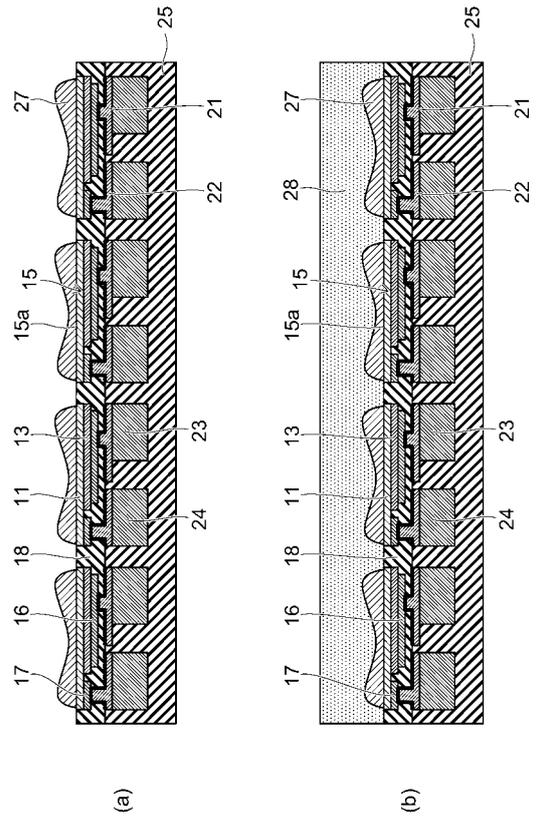




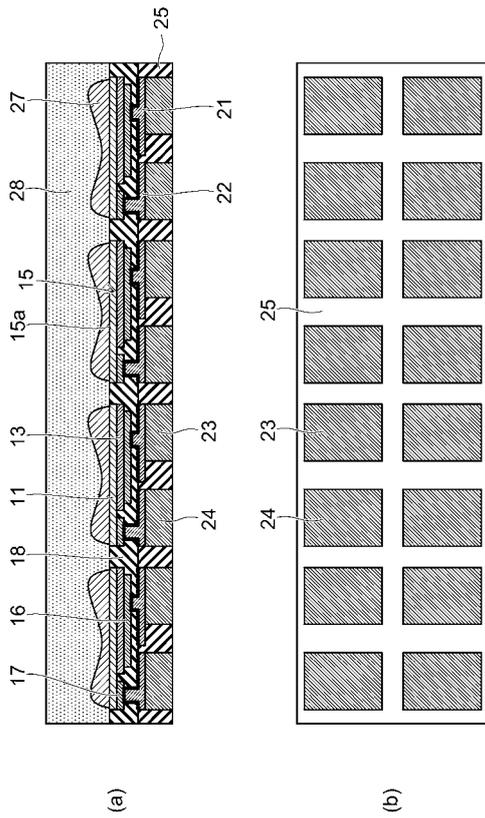
【 図 9 】



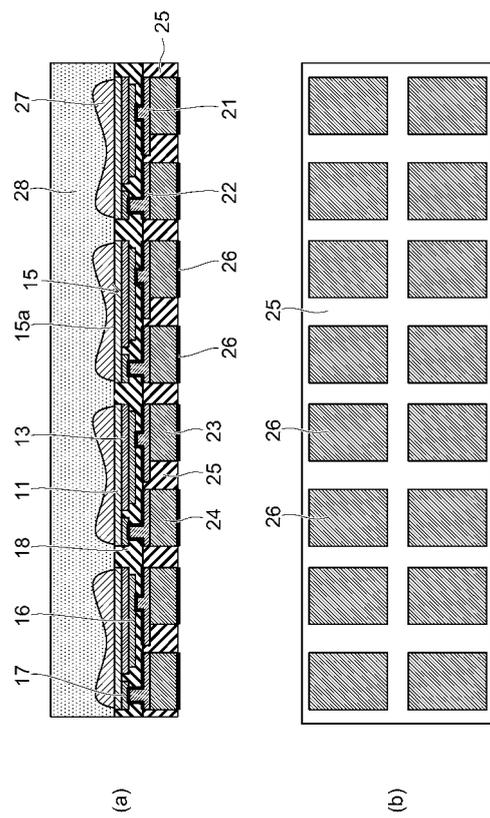
【 図 10 】



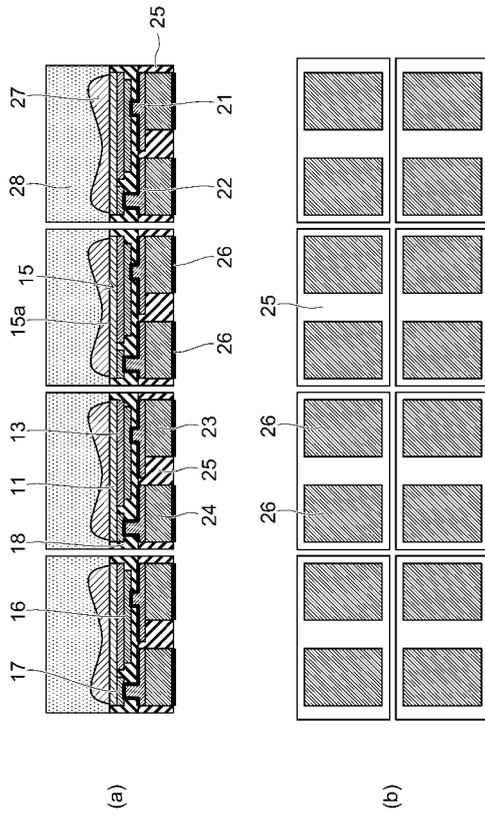
【 図 11 】



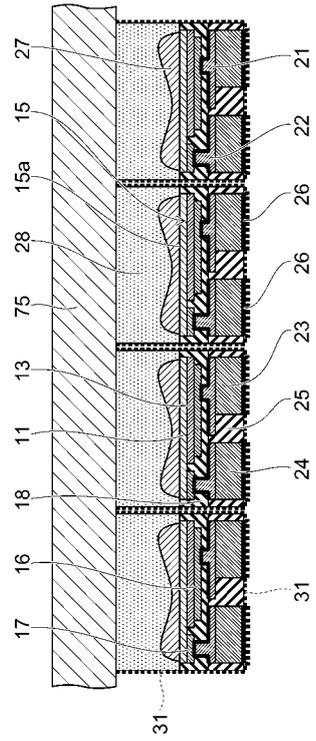
【 図 12 】



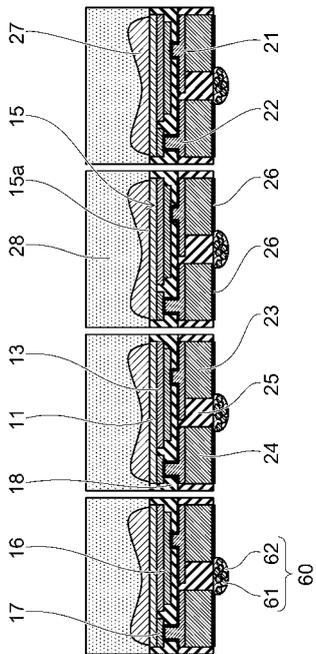
【図 13】



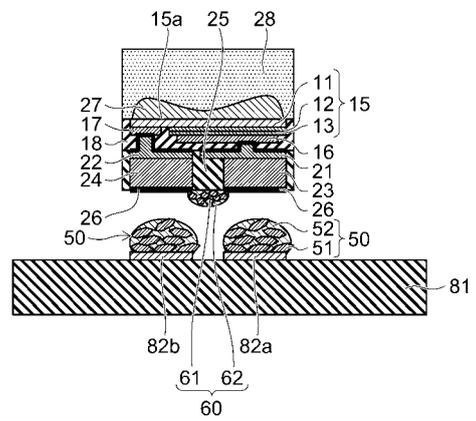
【図 14】



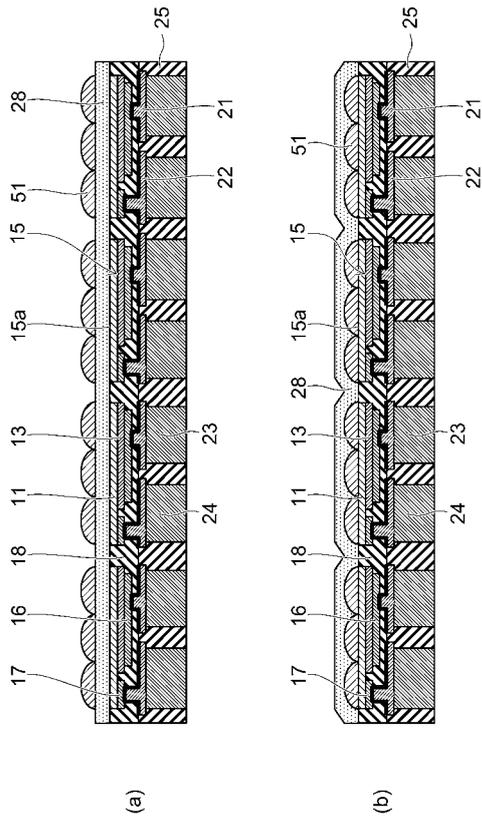
【図 15】



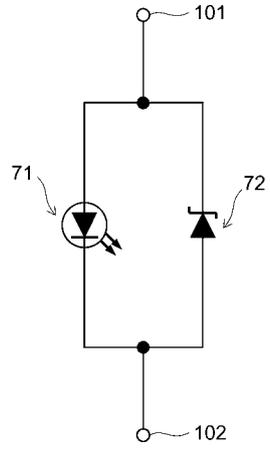
【図 16】



【 17 】



【 18 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2007-527123(JP,A)  
特開2005-303174(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 33/00 - 33/64