

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5869961号
(P5869961)

(45) 発行日 平成28年2月24日 (2016. 2. 24)

(24) 登録日 平成28年1月15日 (2016. 1. 15)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 33/38 (2010.01) H O 1 L 33/00 2 1 0

請求項の数 3 (全 24 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-121333 (P2012-121333) | (73) 特許権者 | 000003078 |
| (22) 出願日 | 平成24年5月28日 (2012. 5. 28) | | 株式会社東芝 |
| (65) 公開番号 | 特開2013-247298 (P2013-247298A) | | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 |
| (43) 公開日 | 平成25年12月9日 (2013. 12. 9) | (74) 代理人 | 100108062 |
| 審査請求日 | 平成26年8月26日 (2014. 8. 26) | | 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 | 富澤 英之 |
| | | | 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 | 小島 章弘 |
| | | | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の面と、その反対側の第2の面と、発光層と、を有する第1半導体層と、
前記第1半導体層の前記第2の面側に設けられ、第1極性を有する第1電極と、
前記第1半導体層の前記第2の面側に設けられ、第2極性を有する第2電極と、
前記第1半導体層に並設された第2半導体層と、
前記第2半導体層の前記第2の面側に設けられ、前記第2極性を有する第3電極と、
前記第2半導体層の前記第2の面側に前記第3電極に並設され、前記第1極性を有する
第4電極と、

前記第2の面側において前記第1半導体層と前記第2半導体層とを覆う第1の絶縁膜と

10

、
前記第1の絶縁膜上に設けられ、前記第1電極および前記第3電極と電気的に接続された第1配線部と、

前記第1の絶縁膜上に設けられ、前記第2電極および前記第4電極と電気的に接続された第2配線部と、

前記第1の絶縁膜上に設けられ、前記第1配線部と前記第2配線部とを覆う第2の絶縁膜と、

前記第2の絶縁膜を貫通し前記第1配線部に電気的に接続された第1ピラーと、

前記第2の絶縁膜を貫通し前記第2配線部に電気的に接続された第2ピラーと、

前記第1の面側において、前記第1半導体層および前記第2半導体層の上に連続して設

20

けられた蛍光体層と、

を備え、

前記第1電極と前記第2電極との間において前記第1半導体層を流れる電流の整流性を有し、

前記第3電極と前記第4電極との間において前記第2半導体層を流れる電流の整流性を有する半導体発光装置。

【請求項2】

前記第3電極と前記第4電極との間にショットキダイオードを含む請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】

前記第3電極と前記第4電極との間にpn接合ダイオードを含む請求項1記載の半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施形態は、半導体発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光素子と、蛍光体と、を組み合わせ、白色光などの可視光やその他の波長帯の光を放射する半導体発光装置は、小型化が容易で扱い易い光源としてその用途が広がりつつある。例えば、基板から分離した半導体層を樹脂パッケージに収容することにより、低背化されたチップサイズの半導体発光装置を実現することができる。しかしながら、チップサイズパッケージでは、例えば、ESD(Electro-Static Discharge)保護用の素子を内蔵することが難しい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】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、ESD保護手段を内蔵した小型パッケージの半導体発光装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態に係る半導体発光装置は、第1の面と、その反対側の第2の面と、発光層と、を有する第1半導体層と、前記第1半導体層の前記第2の面側に設けられ、第1極性を有する第1電極と、前記第1半導体層の前記第2の面側に設けられ、第2極性を有する第2電極と、前記第1半導体層に並設された第2半導体層と、前記第2半導体層の前記第2の面側に設けられ、前記第2極性を有する第3電極と、前記第2半導体層の前記第2の面側に前記第3電極に並設され、前記第1極性を有する第4電極と、を備える。さらに、前記第2の面側において前記第1半導体層と前記第2半導体層とを覆う第1の絶縁膜と、前記第1の絶縁膜上に設けられ、前記第1電極および前記第3電極と電気的に接続された第1配線部と、前記第1の絶縁膜上に設けられ、前記第2電極および前記第4電極と電気的に接続された第2配線部と、前記第1の絶縁膜上に設けられ、前記第1配線部と前記第2配線部とを覆う第2の絶縁膜と、前記第2の絶縁膜を貫通し前記第1配線部に電気的に接続された第1ピラーと、前記第2の絶縁膜を貫通し前記第2配線部に電気的に接続された第2ピラーと、前記第1の面側において、前記第1半導体層および前記第2半導体層の上に連続して設けられた蛍光体層と、を備える。前記第1電極と前記第2電極との間において前記第1半導体層を流れる電流の整流性を有し、前記第3電極と前記第4電極との間にお

10

20

30

40

50

いて前記第 2 半導体層を流れる電流の整流性を有する。

【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を示す模式図。

【図 2】第 1 実施形態に係る半導体発光装置の製造過程を示す模式図。

【図 3】図 2 に続く製造過程を示す模式図。

【図 4】図 3 に続く製造過程を示す模式図。

【図 5】図 4 に続く製造過程を示す模式図。

10

【図 6】図 5 に続く製造過程を示す模式図。

【図 7】図 6 に続く製造過程を示す模式図。

【図 8】図 7 に続く製造過程を示す模式図。

【図 9】図 8 に続く製造過程を示す模式図。

【図 10】図 9 に続く製造過程を示す模式図。

【図 11】図 10 に続く製造過程を示す模式図。

【図 12】図 11 に続く製造過程を示す模式図。

【図 13】図 12 に続く製造過程を示す模式図。

【図 14】第 1 実施形態の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 15】第 1 実施形態の別の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図。

20

【図 16】第 1 実施形態の他の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 17】第 2 実施形態に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 18】第 2 実施形態に係る半導体発光装置の製造過程を示す模式図。

【図 19】第 3 実施形態に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 20】第 3 実施形態に係る半導体発光装置の配線構造を示す模式図。

【図 21】第 3 実施形態の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 22】第 3 実施形態の別の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 23】第 4 実施形態に係る半導体発光装置を示す模式図。

【図 24】図 22 に示す半導体発光装置が実装基板に実装された状態の模式断面図。

【発明を実施するための形態】

30

【0007】

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。なお、図面中の同一部分には同一番号を付してその詳しい説明は適宜省略し、異なる部分について説明する。

【0008】

(第 1 実施形態)

図 1 (a) は、第 1 実施形態に係る半導体発光装置 1 の模式断面図である。半導体発光装置 1 は、発光層 13 を有する半導体層 15 を備える。半導体層 15 は、第 1 の面 15 a と、その反対側の第 2 の面 15 b (図 2 (a) 参照) を有し、第 2 の面側に電極および配線部が設けられる。そして、半導体層 15 は、発光層 13 から放射される光を第 1 の面 15 a から外部に出射する。

40

【0009】

半導体層 15 は、第 1 の半導体層 11 と第 2 の半導体層 12 とを有する。第 1 の半導体層 11 および第 2 の半導体層 12 は、例えば窒化ガリウムを含む。第 1 の半導体層 11 は、例えば、下地バッファ層、n 型 GaN 層などを含む。第 2 の半導体層 12 は、p 型 GaN 層、発光層 (活性層) 13 などを含む。発光層 13 は、青、紫、青紫、紫外光などを発光する材料を用いることができる。

【0010】

図 1 (a) に示すように、半導体層 15 は、発光層 13 を含む領域と、発光層 13 を含まない領域と、を有する。発光層 13 を含む領域の面積は、発光層 13 を含まない領域の面積よりも広く設けられる。

50

【 0 0 1 1 】

すなわち、半導体層 1 5 の第 2 の面は凹凸形状に加工される。凸部は、発光層 1 3 を含み、その表面である第 2 の半導体層 1 2 の表面には、p 側電極 1 6 が設けられる。言い換えれば、p 側電極 1 6 は、発光層 1 3 を含む領域における第 2 の面上に設けられる。

【 0 0 1 2 】

半導体層 1 5 の第 2 の面において凸部の横には、発光層 1 3 を含まない領域が設けられる。その領域の第 1 の半導体層 1 1 の上に、n 側電極 1 7 が設けられる。すなわち、n 側電極 1 7 は、発光層 1 3 を含まない領域における第 2 の面上に設けられる。

【 0 0 1 3 】

さらに、半導体層 1 5 の第 2 の面側には、絶縁膜 1 8 (第 1 の絶縁膜) が設けられる。絶縁膜 1 8 は、半導体層 1 5、p 側電極 1 6 および n 側電極 1 7 を覆う。また、絶縁膜 1 8 は、発光層 1 3 および第 2 の半導体層 1 2 の側面を覆い保護する。

10

【 0 0 1 4 】

なお、絶縁膜 1 8 と半導体層 1 5 との間に別の絶縁膜 (例えばシリコン酸化膜) を設けても良い。絶縁膜 1 8 には、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を用いることができる。あるいは、絶縁膜 1 8 として、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜等の無機膜を用いても良い。また、絶縁膜 1 8 は、半導体層 1 5 における第 1 の面 1 5 a から続く側面 1 5 c を覆い、第 1 の面 1 5 a 上には設けられない。

【 0 0 1 5 】

絶縁膜 1 8 における半導体層 1 5 とは反対側の面上に、p 側配線層 2 1 と、n 側配線層 2 2 と、が互いに離間して設けられる。

20

【 0 0 1 6 】

p 側配線層 2 1 は、絶縁膜 1 8 に形成された複数の第 1 の開口 1 8 a の内部に延在する。第 1 の開口 1 8 a は、p 側電極 1 6 に連通し、p 側配線層 2 1 は、第 1 の開口 1 8 a を介して p 側電極 1 6 に電氣的に接続される。同様に、n 側配線層 2 2 は、n 側電極 1 7 に連通する第 2 の開口 1 8 b の内部に延在し、n 側電極 1 7 に電氣的に接続される。

【 0 0 1 7 】

p 側配線層 2 1 の p 側電極 1 6 とは反対側に位置する面には、p 側金属ピラー 2 3 が設けられる。p 側配線層 2 1、p 側金属ピラー 2 3、および、後述するシード層である金属膜 1 9 は p 側配線部を構成する。

30

【 0 0 1 8 】

n 側配線層 2 2 の n 側電極 1 7 とは反対側に位置する面には、n 側金属ピラー 2 4 が設けられる。n 側配線層 2 2、n 側金属ピラー 2 4、および、後述するシード層である金属膜 1 9 は n 側配線部を構成する。

【 0 0 1 9 】

絶縁膜 1 8 の上には、絶縁膜 2 5 (第 2 の絶縁膜) が設けられる。絶縁膜 2 5 は、p 側金属ピラー 2 3 と n 側金属ピラー 2 4 との間に充填され、p 側配線部の周囲及び n 側配線部の周囲を覆う。例えば、p 側金属ピラー 2 3 の側面および n 側金属ピラー 2 4 の側面は、絶縁膜 2 5 で覆われる。

【 0 0 2 0 】

p 側金属ピラー 2 3 の p 側配線層 2 1 とは反対側に位置する面は、絶縁膜 2 5 から露出し、p 側外部端子 2 3 a として機能する。n 側金属ピラー 2 4 の n 側配線層 2 2 とは反対側に位置する面は、絶縁膜 2 5 から露出し、n 側外部端子 2 4 a として機能する。例えば、p 側外部端子 2 3 a および n 側外部端子 2 4 a は、実装基板に形成されたパッドに、はんだ、その他の金属、導電性材料等の接合材を介して接合される。

40

【 0 0 2 1 】

絶縁膜 2 5 における同じ面 (図 1 (a) における下面) に露出する p 側外部端子 2 3 a と n 側外部端子 2 4 a との間の距離は、絶縁膜 1 8 上での p 側配線層 2 1 と n 側配線層 2 2 との間の距離よりも大きい。すなわち、p 側外部端子 2 3 a と n 側外部端子 2 4 a の間隔は、実装時にはんだ等によって相互に短絡しない広さに設けられる。

50

【0022】

p側配線層21は、例えば、プロセス上の限界までn側配線層22に近づける。すなわち、p側配線層21の面積を広くし、p側配線層21とp側電極16との接触面積を拡大できる。これにより、p側配線部における電流密度を低減し、放熱性を向上させることが可能となる。

【0023】

複数の第1の開口18aを介してp側配線層21がp側電極16と接する面積は、第2の開口18bを介してn側配線層22がn側電極17と接する面積よりも大きい。よって、発光層13へ注入される電流密度を低減し均一化できる。また、p側配線部を介した発光層13の熱の放熱性を向上させることができる。

10

【0024】

発光層13は、n側電極17が設けられた領域よりも広い領域にわたって形成され、高い光出力を実現する。一方、発光層13を含む領域よりも狭い領域に設けられたn側電極17は、より面積の大きなn側配線層22として実装側に引き出される。すなわち、絶縁膜18上に広がるn側配線層22の面積は、n側配線層22がn側電極17と接する面積よりも大きい。

【0025】

第1の半導体層11は、n側電極17、金属膜19およびn側配線層22を介して、n側外部端子24aを有するn側金属ピラー24と電氣的に接続される。発光層13を有する第2の半導体層12は、p側電極16、金属膜19およびp側配線層21を介して、p側外部端子23aを有するp側金属ピラー23と電氣的に接続される。

20

【0026】

p側金属ピラー23はp側配線層21よりも厚く、n側金属ピラー24はn側配線層22よりも厚い。p側金属ピラー23、n側金属ピラー24および絶縁膜25のそれぞれの厚さは、半導体層15よりも厚い。なお、ここでの「厚さ」は、図1において上下方向の厚さを表す。

【0027】

また、p側金属ピラー23およびn側金属ピラー24のそれぞれの厚さは、半導体層15、p側電極16、n側電極17および絶縁膜18を含む積層体の厚さよりも厚い。なお、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、各金属ピラー23、24は、その平面サイズよりも薄くてもよい。

30

【0028】

p側配線層21、n側配線層22、p側金属ピラー23およびn側金属ピラー24の材料として、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、銅を用いると、良好な熱伝導性、高いマイグレーション耐性が得られ、さらに、絶縁膜18および絶縁膜25との間の優れた密着性を得ることができる。

【0029】

また、p側外部端子23aおよびn側外部端子24aを介して、半導体発光装置1を実装基板に実装した状態において、はんだ等を介して半導体層15に加わる応力を、p側金属ピラー23とn側金属ピラー24が吸収し緩和する。

40

【0030】

p側配線層21及びp側金属ピラー23を含むp側配線部は、複数の第1の開口18a内に設けられ相互に分断された複数のビア21aを介して、p側電極16に接続される。このため、p側配線部による高い応力緩和効果が得られる。

【0031】

あるいは、1つの大きな第1の開口18aの内部において、ビア21aよりも平面サイズの大きなポストを介して、p側配線層21をp側電極16に接続させても良い。これにより、いずれも金属であるp側電極16、p側配線層21およびp側金属ピラー23を介して、発光層13の放熱性の向上を図ることができる。

50

【 0 0 3 2 】

絶縁膜 2 5 は、p 側金属ピラー 2 3 および n 側金属ピラー 2 4 を補強する。絶縁膜 2 5 は、熱膨張率が実装基板と同じ、もしくは、近いものを用いるのが望ましい。そのような絶縁膜 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ことができる。

【 0 0 3 3 】

一方、半導体層 1 5 の第 1 の面 1 5 a には、微小な凹凸を形成する。第 1 の面 1 5 a に対して、例えばアルカリ系溶液を使ったウェットエッチング（フロスト処理）を行い、凹凸を形成する。発光層 1 3 の放射光の主たる取り出し面である第 1 の面 1 5 a に凹凸を設けることで、様々な角度で第 1 の面 1 5 a に入射する光を全反射させることなく第 1 の面 1 5 a の外側に取り出すことが可能となる。

10

【 0 0 3 4 】

第 1 の面 1 5 a 上には、蛍光体層 3 0 が設けられる。蛍光体層 3 0 は、例えば、透明樹脂 3 1 と、透明樹脂 3 1 中に分散された蛍光体 3 2 と、を含む。透明樹脂 3 1 は、発光層 1 3 の発光および蛍光体 3 2 の発光に対する透過性を有し、例えば、シリコン樹脂、アクリル樹脂、フェニル樹脂などを用いることができる。蛍光体 3 2 は、発光層 1 3 の発光（励起光）を吸収し、波長変換光を放射する。そして、半導体発光装置 1 は、発光層 1 3 の発光、および、蛍光体 3 2 の波長変換光の混合光を出射する。

【 0 0 3 5 】

蛍光体 3 2 が黄色光を放射する黄色蛍光体とすると、GaN 系材料である発光層 1 3 の青色光と、蛍光体 3 2 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 3 0 は、複数種の蛍光体（例えば、赤色光を発光する赤色蛍光体と、緑色光を発光する緑色蛍光体）を含む構成であっても良い。

20

【 0 0 3 6 】

実施形態に係る半導体発光装置 1 の製造過程では、半導体層 1 5 を形成するために使用した基板 1 0 が除去される（図 1 1 (b) 参照）。基板 1 0 が除去された半導体層 1 5 は、p 側金属ピラー 2 3、n 側金属ピラー 2 4 および絶縁膜 2 5 によって安定して支持され、半導体発光装置 1 の機械的強度を高めることができる。

【 0 0 3 7 】

また、基板 1 0 と半導体層 1 5 との間には、エピタキシャル成長時に生じる大きな応力が内在され、基板 1 0 の分離時に一気に開放される。絶縁膜 2 5、p 側金属ピラー 2 3 及び n 側金属ピラー 2 4 を構成する金属は、半導体層 1 5 に比べて柔軟な材料である。そして、基板 1 0 を分離した後の半導体層 1 5 は、これらの柔軟な部材に支持される。これにより、絶縁膜 2 5、p 側金属ピラー 2 3 および n 側金属ピラー 2 4 を含む柔軟な支持体が開放される応力を吸収し、例えば、半導体層 1 5 の破壊を回避することができる。

30

【 0 0 3 8 】

図 1 (b) は、図 1 (a) の下面から見た p 側配線部および n 側配線部を模式的に表す平面図である。すなわち、絶縁膜 2 5 を除いた状態における p 側配線層 2 1、n 側配線層 2 2、p 側金属ピラー 2 3 および n 側金属ピラー 2 4 を表している。

【 0 0 3 9 】

p 側配線層 2 1 は、n 側配線層 2 2 から離間して設けられ、n 側配線層に向かって設けられた突起 2 1 c を有する。一方、n 側配線層 2 2 は、p 側配線層 2 1 に向かって設けられた突起 2 2 c を有する。

40

【 0 0 4 0 】

図 1 (b) に示すように、突起 2 1 c の先端と突起 2 2 c の先端は、相互に対向し、その間隔は、p 側配線層 2 1 と n 側配線層 2 2 との間の最小ギャップを構成する。そして、突起 2 1 c の先端と、突起 2 2 c の先端と、の間の間隔は、その間の耐圧（p 側配線部と n 側配線部との間の耐圧）が、p 側電極 1 6 と n 側電極との間の耐圧よりも低くなるように設けられる。

【 0 0 4 1 】

50

すなわち、突起 2 1 c の先端と、突起 2 2 c の先端と、の間のギャップは、p 側配線部と n 側配線部との間の耐圧が、第 1 の半導体層 1 1 と第 2 の半導体層 1 2 との間の p n 接合の逆方向耐圧よりも低くなるように形成される。これにより、p 側金属ピラー 2 3 および n 側金属ピラー 2 4 を介して外部から E S D が印加されたとしても、突起 2 1 c と突起 2 2 c との間においてブレイクダウンが生じ、半導体層 1 5 の破壊を防ぐことができる。

【 0 0 4 2 】

次に、図 2 (a) ~ 図 1 3 (b) を参照して、実施形態の半導体発光装置 1 の製造過程について説明する。図 2 (a) ~ 図 1 3 (b) は、ウェーハ状態における一部の領域を表す模式断面図または下面図である。

【 0 0 4 3 】

図 2 (a) は、基板 1 0 と、その主面 (図 2 (a) における下面) に形成された半導体層 1 5 と、を示す模式断面図である。半導体層 1 5 は、第 1 の半導体層 1 1 および第 2 の半導体層 1 2 を含む積層体である。図 2 (b) は、図 2 (a) に対応する下面図である。

【 0 0 4 4 】

基板 1 0 の主面上に第 1 の半導体層 1 1 が形成され、その上に発光層 1 3 を含む第 2 の半導体層 1 2 を形成する。例えば、窒化ガリウムを含む第 1 の半導体層 1 1 及び第 2 の半導体層 1 2 は、サファイア基板上に M O C V D (metal organic chemical vapor deposition) 法を用いて結晶成長させることができる。基板 1 0 には、シリコン基板を用いても良い。

【 0 0 4 5 】

図 2 (a) に示すように、第 1 の半導体層 1 1 における基板 1 0 に接する面が、半導体層 1 5 の第 1 の面 1 5 a であり、第 2 の半導体層 1 2 の表面が半導体層 1 5 の第 2 の面 1 5 b である。

【 0 0 4 6 】

次に、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 1 5 を貫通して基板 1 0 に達する溝 8 0 を形成する。溝 8 0 は、例えば、図示しないレジストマスクを用いた R I E (Reactive Ion Etching) 法により形成できる。また、溝 8 0 は、ウェーハ状態の基板 1 0 上に、例えば、格子状に形成され、半導体層 1 5 を複数のチップに分離する。

【 0 0 4 7 】

なお、半導体層 1 5 を複数のチップに分離する工程は、後述する第 2 の半導体層 1 2 の選択的除去後、あるいは電極の形成後に行ってもよい。

【 0 0 4 8 】

次に、図 4 (a) 及びその下面図である図 4 (b) に示すように、第 2 の半導体層 1 2 の一部を除去し、第 1 の半導体層 1 1 の一部を露出させる。例えば、第 2 の半導体層 1 2 の一部は、図示しないレジストマスクを用いた R I E 法により選択エッチングできる。

【 0 0 4 9 】

図 4 (a) に示すように、第 1 の半導体層 1 1 が露出された領域は、発光層 1 3 を含まない。また、図 4 (b) に示すように、発光層 1 3 を含む第 2 の半導体層 1 2 の面積は、発光層 1 3 を含まない第 1 の半導体層 1 1 の面積よりも広い。

【 0 0 5 0 】

次に、図 5 (a) 及びその下面図である図 5 (b) に示すように、半導体層 1 5 の第 2 の面に p 側電極 1 6 と n 側電極 1 7 とを形成する。p 側電極 1 6 は、第 2 の半導体層 1 2 の上に形成する。n 側電極 1 7 は、露出した第 1 の半導体層 1 1 の上に形成する。

【 0 0 5 1 】

p 側電極 1 6 及び n 側電極 1 7 は、例えば、スパッタ法、蒸着法等を用いて形成する。p 側電極 1 6 と n 側電極 1 7 とは、どちらを先に形成しても良いし、同じ材料を用いて同時に形成しても良い。

【 0 0 5 2 】

p 側電極 1 6 は、発光層 1 3 の発光に対して反射性を有する、例えば、銀、銀合金、ア

10

20

30

40

50

ルミニウム、アルミニウム合金等を含む。また、p側電極16の硫化、酸化防止のため、金属保護膜(バリアメタル)を含む構成であってもよい。

【0053】

また、発光層13を含む領域に設けられたp側電極16は、発光層13を含まない領域に設けられたn側電極17よりも面積が広い。これにより、広い発光領域が得られる。なお、図5(b)に示すp側電極16及びn側電極17のレイアウトは一例であって、これに限定される訳ではない。

【0054】

さらに、p側電極16とn側電極17との間、および、発光層13の端面(側面)にパッシベーション膜として、例えば、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜をCVD(chemical vapor deposition)法を用いて形成してもよい。また、各電極と半導体層とのオーミックコンタクトをとるための熱処理などは必要に応じて実施する。

【0055】

次に、基板10の主面上の露出している部分すべてを絶縁膜18で覆い、例えば、ウェットエッチングによりパターニングする。これにより、図6(a)に示すように、第1の開口18aおよび第2の開口18bが選択的に形成される。第1の開口18aはp側電極16に連通し、第2の開口18bはn側電極17に連通する。1つのp側電極16に連通する第1の開口18aは複数形成される。

【0056】

絶縁膜18には、例えば、感光性ポリイミド、ベンゾシクロブテン(Benzocyclobutene)などの有機材料を用いることができる。感光性の有機材料を用いる場合、絶縁膜18を直接、露光および現像し、パターニングすることが可能である。

【0057】

絶縁膜18として、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜などの無機膜を使用しても良い。絶縁膜18に無機膜を用いる場合、絶縁膜18上に形成したレジストをパターニングし、レジストマスクを用いた選択エッチングを行う。これにより、第1の開口18aおよび第2の開口18bを形成することができる。

【0058】

次に、図6(b)に示すように、絶縁膜18の表面、第1の開口18aの内面(側壁及び底部)、および第2の開口18bの内面(側壁及び底部)に金属膜19を形成する。金属膜19は、後述するメッキ工程に使用するシードメタルである。

【0059】

金属膜19は、例えばスパッタ法で形成する。金属膜19は、例えば、絶縁膜18の側から順に積層されたチタン(Ti)と銅(Cu)とを含む積層膜である。あるいは、チタンの代わりにアルミニウムを用いても良い。

【0060】

次に、図6(c)に示すように、金属膜19上に選択的にレジスト91を形成する。続いて、金属膜19を電流経路としたCu電解メッキを行う。

【0061】

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、金属膜19上にp側配線層21とn側配線層22とが選択的に形成される。p側配線層21およびn側配線層22は、例えば、メッキにより同時に形成された銅材料からなる。

【0062】

p側配線層21は、第1の開口18aの内部にも形成され、金属膜19を介してp側電極16に電氣的に接続される。n側配線層22は、第2の開口18bの内部にも形成され、金属膜19を介してn側電極17に電氣的に接続される。

【0063】

さらに、図7(b)に示すように、p側配線層21のn側配線層22に対向する辺には、突起21cが設けられる。一方、n側配線層22のp側配線層21に対向する辺にも突起22cが設けられる。突起21cおよび22cは、レジスト91のパターンに含まれ、

10

20

30

40

50

その間隔はフォトリソグラフィにより制御することができる。

【0064】

p側配線層21及びn側配線層22のメッキに使用したレジスト91は、溶剤もしくは酸素プラズマを使って除去する。

【0065】

次に、図8(a)及びその下面図である図8(b)に示すように、金属ピラー形成用のレジスト92を形成する。レジスト92は、前述のレジスト91よりも厚く形成する。なお、前の工程においてレジスト91を除去せずに残し、その上にレジスト92を重ねて形成してもよい。レジスト92には、第1の開口92aと第2の開口92bとを形成する。

【0066】

続いて、レジスト92をマスクとして、金属膜19を電流経路としたCu電解メッキを行う。これにより、図9(a)及びその下面図である図9(b)に示すように、p側金属ピラー23とn側金属ピラー24とを形成する。

【0067】

p側金属ピラー23は、レジスト92に形成した第1の開口92aの内部において、p側配線層21の上に形成する。n側金属ピラー24は、レジスト92に形成した第2の開口92bの内部において、n側配線層22の上に形成する。p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24は、例えば、メッキにより同時に形成される銅材からなる。

【0068】

次に、図10(a)に示すように、レジスト92を、例えば、溶剤もしくは酸素プラズマを用いて除去する。この後、金属ピラー23、n側金属ピラー24、p側配線層21およびn側配線層22をマスクにして、金属膜19の露出している部分をウェットエッチングにより除去する。これにより、図10(b)に示すように、p側配線層21とn側配線層22との間の金属膜19を介した電氣的接続を分断する。

【0069】

次に、図11(a)に示すように、絶縁膜18に対して絶縁膜25を積層する。絶縁膜25は、p側配線層21、n側配線層22、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24を覆う。さらに、絶縁膜25に、例えば、カーボンブラックを含有させ、発光層13の発光に対して遮光性を与えてもよい。

【0070】

次に、図11(b)に示すように、基板10を除去する。基板10がサファイア基板の場合、例えば、レーザーリフトオフ法によって基板10を除去する。また、基板10がシリコン基板の場合、例えば、ウェットエッチングにより第1の半導体層11から除去することができる。半導体層15は、p側金属ピラー23、n側金属ピラー24および絶縁膜25によって補強されているため、基板10がなくなっても、ウェーハ状態を保つことができる。

【0071】

レーザーリフトオフを用いる場合、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を照射する。レーザー光は、基板10を透過し、第1の半導体層11に吸収される波長領域の光である。基板10と第1の半導体層11との界面にレーザー光が到達すると、その界面付近の第1の半導体層11は、レーザー光を吸収して分解する。第1の半導体層11は、例えば、ガリウム(Ga)と窒素ガスとに分解し、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る。そして、レーザー光の照射をウェーハ全体に渡って行うことにより、第1の半導体層11から基板10を分離することができる。

【0072】

次に、基板10を除去した半導体層15の第1の面15aを洗浄する。例えば、希フッ酸等で、第1の面15aに付着したガリウム(Ga)を除去する。続いて、例えば、KOH(水酸化カリウム)水溶液やTMAH(水酸化テトラメチルアンモニウム)等で、第1の面15aをウェットエッチングする。このエッチングでは、結晶面方位に依存したエッ

10

20

30

40

50

チング速度の違いが生じる。これにより、図12(a)に示すように、第1の面15aに凹凸を形成することができる。あるいは、レジストでパターニングした後にエッチングを行って、第1の面15aに凹凸を形成してもよい。そして、第1の面15aに形成された凹凸は、光取り出し効率を向上させる。

【0073】

次に、図12(b)に示すように、第1の面15a上に蛍光体層30を形成する。蛍光体層30は、隣り合う半導体層15間の絶縁膜18上にも形成する。具体的には、蛍光体32が分散された液状の透明樹脂31を、例えば、印刷、ポッティング、モールド、圧縮成形などの方法によって第1の面15a上に供給した後、熱硬化させる。

【0074】

続いて、絶縁膜25の表面(図12(b)における下面)を研削し、図13(a)及びその下面図である図13(b)に示すように、p側外部端子23a及びn側外部端子24aを露出させる。

【0075】

その後、隣り合う半導体層15の間の溝80に沿って、絶縁膜18、蛍光体層30および絶縁膜25を切断し、複数の半導体発光装置1に個片化する。例えば、ダイシングブレードを用いて切断する。あるいは、レーザー照射により切断してもよい。なお、個片化された半導体発光装置1は、ひとつの半導体層15を含むシングルチップ構造でも、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。

【0076】

ダイシング時、基板10はすでに除去されている。さらに、溝80には、半導体層15は存在しないため、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、個片化後の追加工程なしで、半導体層15の端部(側面)が絶縁膜18で覆われて保護された構造が得られる。

【0077】

また、ダイシングする前までの各工程は、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、配線およびパッケージングを行う必要がなく、大幅な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、すでに配線およびパッケージングが済んでいる。これにより、生産性を向上させ、コストを低減することができる。

【0078】

図14(a)および図14(b)は、本実施形態の変形例にかかる半導体発光装置の一部を表す模式断面図である。それぞれ、図1(a)に示すA領域を拡大したものである。

【0079】

図14(a)に示す構造では、p側配線層21およびp側金属ピラー23、n側配線層およびn側金属ピラー24は、絶縁膜25に覆われる。一方、p側配線層21の突起21cと、n側配線層22の突起22cと、の間は絶縁膜25に覆われず、その間にエアギャップ41が生じている。この場合、p側配線部とn側配線部との間にサージ電圧が印加されると、突起21cの先端と、突起22cの先端と、の間が放電し短絡される。すなわち、p側配線部とn側配線部との間で、半導体層15を介さずにサージ電流が流れるため、半導体層15を保護することができる。また、突起21cと、突起22cと、の間の放電は反復可能で有り、その耐圧の変化は少ない。このため、ESDの印加が繰り返されたとしても、半導体層12を安定して保護することができる。

【0080】

突起21cと、突起22cと、の間のエアギャップ41は、例えば、p側配線部とn側配線部との間に充填される樹脂(絶縁膜25)の粘度を調整することにより、形成できる。すなわち、粘度の高い樹脂は、突起21cと突起22cとの間の狭いギャップに入り込むことがない。したがって、突起21cと突起22cとの間隔に応じて樹脂の粘度を調整することにより、エアギャップ41を容易に形成することができる。

【0081】

10

20

30

40

50

図14(b)に示す構造では、突起21cと突起22cとの間にバリスタ層43を配置する。これにより、突起21cと突起22cとの間の抵抗が、p側配線部と、n側配線部と、の間に印加される電圧により変化する。すなわち、p側配線部とn側配線部との間に高電圧が印加された場合、突起21cと突起22cとの間は低抵抗となり、サージ電流を逃がすバイパスとなる。

【0082】

具体的には、絶縁膜18の上に、例えば、BaTiO₃を含むバリスタ層43を選択的に形成し、その上に突起21cおよび突起22cを設ける。また、絶縁膜25としてバリスタ材を分散した樹脂を用いることもできる。

図15(a)~図15(d)は、本実施形態の別の変形例に係る半導体発光装置のp側配線部およびn側配線部を表す平面図である。なお、図15(c)および図15(d)は、図15(b)に示すB領域を拡大したものである。

10

【0083】

図15(a)に示すように、p側配線層21のn側配線層22に向き合う辺に複数の突起21cを設け、n側配線層22のp側配線層21に向き合う辺に複数の突起22cを設けても良い。p側配線層21に設けられた複数の突起21cは、それぞれn側配線層22に設けられた複数の突起22cのいずれかに対向する。そして、p側配線部とn側配線部との間にサージ電圧が印加された場合、相互に対向する複数の突起21cおよび22cのいずれかを介してサージ電流をバイパスする。これにより、半導体層15を安定して保護することができる。

20

【0084】

図15(b)に示す例では、p側配線層21のn側配線層22に向き合う辺に複数の凸部21pが設けられ、n側配線層22のp側配線層21に向き合う辺に複数の凸部22pが設けられている。複数の凸部21pは、それぞれn側配線層22の隣り合う凸部22pの間に延在する。このような、凸部の入れ子構造により、p側配線層21とn側配線層22との間に生じる応力を分散し低減する。

【0085】

さらに、図15(c)に示すように、p側配線層21のn側配線層22に向き合う辺に突起21cが設けられ、n側配線層22のp側配線層21に向き合う辺に突起22cが設けられる。この例では、突起21cは、p側配線層21における凸部21pの間の凹部に形成され、突起22cは、n側配線層22の凸部22pの頂部に形成されている。ここに示す突起21cおよび突起22cの配置は一例であって、凸部21pおよび22pのいずれの場所に形成しても良い。また、複数の突起21cおよび22cを設けても良い。

30

【0086】

また、図15(d)に示すように、n側配線層22に設けられた凸部22pの1つの角22sと、p側配線層21の凹部の角に設けられた突起21sと、が対向するように配置しても良い。

【0087】

図16(a)~図16(d)は、本実施形態の別の変形例に係る半導体発光装置のp側配線部およびn側配線部を模式的に示す平面図である。各図に示した破線は、半導体層15の外縁を示している。

40

【0088】

図16(a)では、p側配線層21およびn側配線層22が、それぞれ同図の横方向に広がり、半導体層15の外縁を越えて延在する。p側配線層21とn側配線層22が対向する辺には、それぞれ突起21cおよび突起22cが設けられる。

【0089】

図16(b)では、p側配線層21およびn側配線層22が半導体層15の外縁を越えて延在する。すなわち、p側配線層21とn側配線層22は、半導体層15を覆うように設けられる。

【0090】

50

図16(c)では、p側配線層21は、半導体層15の上に設けられるが、n側配線層22は、半導体層15の外縁を越えて延在する。さらに、n側配線層22は、p側配線層21の周りを囲むように設けられる。

【0091】

図16(d)では、p側配線層21およびp側配線層22は、半導体層15の上に設けられる。そして、p側配線層21とn側配線層22とを囲む配線層28が、半導体層15の外周に設けられる。

【0092】

このように、p側配線層21およびn側配線層22を半導体層15の外側に延在させ、また、別の配線層を設けることにより半導体層15を覆うことができる。一方、各図に示すように、p側金属ピラー23およびn側金属ピラー24は、半導体層15の上に設けられる。

10

【0093】

これらの例では、それぞれ1組の突起21cおよび22cが設けられているが、p側配線層21とn側配線層22とが対向する各辺において、複数の突起21cおよび22cをそれぞれ形成してもよい。このように、p側配線層21およびn側配線層22の対向する辺に、突起21cおよび22cを設けることにより、サージ電流をバイパスし半導体層15を保護することができる。

【0094】

また、本実施形態のさらなる変形例として、p側金属ピラー23及びn側金属ピラー24を設けずに、p側配線層21及びn側配線層22を実装基板のパッドに対して接合させてもよい。また、p側配線層21とp側金属ピラー23とは別体であることに限らず、p側配線層21とp側金属ピラー23とを同じ工程で一体に形成することによりp側配線層を設けても良い。同様に、n側配線層22とn側金属ピラー24とは別体であることに限らず、n側配線層22とn側金属ピラー24とを同じ工程で形成し、n側配線層を一体に設けても良い。

20

【0095】

(第2実施形態)

図17は、第2実施形態に係る半導体発光装置2を示す模式図である。本実施形態では、p側配線部およびn側配線部にそれぞれ設けられるp側金属ピラー23とn側金属ピラー24とがそれぞれ突起23pおよび24pを含む。p側金属ピラー23に設けられた突起23pは、n側金属ピラー24に向かって設けられ、n側金属ピラー24に設けられた突起24pは、p側金属ピラー23に向かって設けられる。

30

【0096】

本実施形態では、例えば、p側配線層21およびn側配線層22に突起21cおよび22cが設けられず、突起23pの先端と、突起24pの先端と、の間が、p側配線部とn側配線部との間の最小ギャップとなる。そして、突起23pと突起24pとの間の耐圧は、半導体層15に設けられたp側電極16とn側電極17との間の耐圧よりも低い。これにより、p側配線部およびn側配線部に印加されるサージを、突起23pと突起24pの間の電流パスによりバイパスし、半導体層15を保護することができる。

40

【0097】

本実施形態においても、p側金属ピラー23と、n側金属ピラー24と、の間に充填される樹脂(絶縁膜25)の粘度を調整することにより、突起23pと突起24pとの間にエアギャップを形成することができる。また、バリスタ材を含む樹脂を、p側金属ピラー23と、n側金属ピラー24と、の間に充填しても良い。

【0098】

次に、図18(a)~図18(d)を参照して、半導体発光装置2の製造方法を説明する。各図は、ウェーハの部分断面を示す模式図である。

【0099】

図18(a)は、p側配線層21およびn側配線層22が設けられたウェーハの表面に

50

レジスト 9 3 を形成した状態 (図 8 参照) を示している。レジスト 9 3 は、p 側金属ピラー 2 3 が形成される開口 9 3 a と、n 側金属ピラー 2 4 が形成される開口 9 3 b と、を有する。また、レジスト 9 3 は、パターンニング後に熱処理され、その肩部 9 3 s が丸められる。

【 0 1 0 0 】

次に、図 1 8 (b) に示すように、図示しないシード層を介して Cu メッキを行い、p 側金属ピラーの一部 2 3 g と、n 側金属ピラーの一部 2 4 g と、を形成する。そして、p 側金属ピラーの一部 2 3 g、および、n 側金属ピラーの一部 2 4 g は、レジスト 9 3 の肩部 9 3 s に沿って、同図中の横方向に張り出すように形成する。

【 0 1 0 1 】

次に、図 1 8 (c) に示すように、レジスト 9 3 の上に、さらにレジスト 9 4 を形成し、p 側金属ピラー 2 3 の残りの部分 2 3 f、および、n 側金属ピラー 2 4 の残りの部分 2 4 f を形成する。それぞれの残りの部分 2 3 f および 2 4 f は、最初の部分 2 3 g および 2 4 g の張り出し部よりも内側に形成する。

【 0 1 0 2 】

次に、図 1 8 (d) に示すように、レジスト 9 3 およびレジスト 9 4 を除去する。これにより、p 側金属ピラー 2 3 および n 側金属ピラーのそれぞれから、突起 2 3 p と、突起 2 4 p と、が張り出した構造を形成することができる。

【 0 1 0 3 】

上記の過程では、突起 2 3 p および 2 4 p は、それぞれ p 側金属ピラー 2 3 および n 側金属ピラーの周りにフランジ状に形成される。そして、半導体発光装置 2 が、最終的に個片化された状態において、突起 2 3 p と、突起 2 4 p と、が相互に対向する部分において、サージ電流のバイパスが形成される。

【 0 1 0 4 】

上記の実施形態は一例であって、これに限定される訳ではない。例えば、突起用のレジストパターンを形成することも可能であり、その場合は、最終的に p 側金属ピラー 2 3 と、n 側金属ピラー 2 4 と、が向き合う部分にのみ突起 2 3 p および 2 4 p を形成することができる。

【 0 1 0 5 】

(第 3 実施形態)

図 1 9 は、第 3 実施形態に係る半導体発光装置 3 を示す模式図である。図 1 9 (a) は、半導体発光装置 3 の模式断面図であり、図 1 9 (b) は、p 側配線部および n 側配線部を表す平面図である。図 1 9 (b) は、絶縁膜 2 5 を除いた下面を示している。

【 0 1 0 6 】

半導体発光装置 3 は、発光層 1 3 を有する半導体層 1 5 (第 1 半導体層) と、半導体層 1 5 に並設される半導体層 5 1 (第 2 半導体層) を備える。

【 0 1 0 7 】

半導体層 1 5 は、第 1 の面 1 5 a と、その反対側の第 2 の面 1 5 b を有し、第 2 の面側に電極および配線部が設けられる。そして、半導体層 1 5 は、発光層 1 3 から放射される光を第 1 の面 1 5 a から外部に出射する。

【 0 1 0 8 】

半導体層 1 5、および、その第 2 の面に設けられる p 側電極 1 6 (第 1 電極) および n 側電極 (第 2 電極) の構成は、半導体発光装置 1 と同じである。

【 0 1 0 9 】

半導体層 5 1 は、その第 2 の面 5 1 b に電極 5 5 (第 3 電極) と、電極 5 3 (第 4 電極) と、を備える。なお、半導体層 1 5 の第 2 の面 1 5 b と、半導体層 5 1 の第 2 の面 5 1 b は、同じ側に位置する。

【 0 1 1 0 】

半導体層 1 5 を覆う絶縁膜 1 8 (第 1 の絶縁膜) は、半導体層 1 5 に並設された半導体層 5 1 も覆う。そして、絶縁膜 1 8 には、p 側電極 1 6に通じる第 1 の開口 1 8 a と、n

10

20

30

40

50

側電極 17に通じる第2の開口 18 bと、電極 55に通じる第3の開口 18 cと、電極 53に通じる第4の開口 18 dと、を有する。

【0111】

p側配線部(第1配線部)は、p側配線層 21と、p側金属ピラー 23と、金属膜 19と、を含む。そして、p側配線層 21は、絶縁膜 18の上に設けられ、第1の開口 18 aを介してp側電極 16と電氣的に接続される。さらに、図 19(b)に示すように、p側配線層 21は、半導体層 51の上に延在し、第3の開口 18 cを介して電極 55と電氣的に接続される。

【0112】

一方、n側配線部(第2配線部)は、絶縁膜 18の上に設けられ、n側配線層 22と、n側金属ピラー 24と、金属膜 19と、を含む。そして、n側配線層 22は、半導体層 51の上に延在し、第4の開口 18 dを介して電極 53と電氣的に接続される。

10

【0113】

絶縁膜 18の上には、p側配線部とn側配線部とを覆う絶縁膜 25(第2の絶縁膜)が設けられる。

【0114】

一方、半導体層 15の第1の面 15 aおよび半導体層 51の第1の面 51 aには、微小な凹凸を形成する。発光層 13の放射光の主たる取り出し面である第1の面 15 aに凹凸を設けることで、様々な角度で第1の面 15 aに入射する光を全反射させることなく第1の面 15 aの外側に取り出すことが可能となる。

20

【0115】

さらに、第1の面 15 aおよび51 aの上には、蛍光体層 30が設けられる。蛍光体層 30は、例えば、透明樹脂 31と、透明樹脂 31中に分散された蛍光体 32と、を含む。蛍光体 32は、発光層 13の発光(励起光)を吸収し、波長変換光を放射する。そして、半導体発光装置 3は、発光層 13の発光、および、蛍光体 32の波長変換光の混合光を出射する。

【0116】

半導体層 51は、第1の半導体層 11を含み、当初は半導体層 15の一部である。例えば、図 3に示す溝 80を形成する工程において、発光層 13を含まない領域の一部を分離することにより設けられる。そして、第1の半導体層 11にオーミックコンタクトする電極 55、第1の半導体層 11にショットキーコンタクトする電極 53が形成される。

30

【0117】

第1実施形態に示す製造過程において、電極 55は、例えば、チタン(Ti)を含み、n側電極 17と共通の工程で形成することができる。そして、本実施形態では、電極 53を形成する工程が付加される。電極 53には、例えば、アルミニウム(Al)を含む金属膜を用いることができる。

【0118】

図 20は、第3実施形態に係る半導体発光装置 3の配線構造を示す模式図である。同図に示すように、p側電極 16と電極 55とは、p側配線部(p側配線層 21)を介してp側外部端子 23 aに接続される。一方、n側電極 17と電極 53とは、n側配線部(n側配線層 21)を介してn側外部端子 24 aに接続される。

40

【0119】

半導体層 15は、発光ダイオード(Light Emitting Diode: LED)、すなわち、pn型ダイオードであり、半導体層 51は、ショットキーダイオードである。そして、本実施形態では、p側外部端子 23 aおよびn側外部端子 24 aに接続されるそれぞれのダイオードの整流性が逆になるように配線される。すなわち、p側電極 16からn側電極 17に半導体層 15を介して流れる電流の整流性と、電極 53から電極 55に半導体層 51を介して流れる電流の整流性と、が逆方向である。

【0120】

このため、p側外部端子 23 aと、n側外部端子 24 aと、の間にサージ電圧が印加さ

50

れると、半導体層 1 5 および半導体層 5 1 のいずれかに順方向電流が流れる。これにより、過剰な逆方向電流を抑制し、半導体層 1 5 を保護することができる。

【 0 1 2 1 】

表 1 は、半導体層 5 1 に設けられたショットキダイオードの逆方向電流および順方向電流の例であり、それぞれ、半導体発光装置 3 における順方向の漏れ電流および逆方向電流に対応する。これらは、ショットキーダイオードのサイズ（電極 5 3 のサイズ）に依存する。すなわち、電極 5 3 のサイズを好適に選択することにより所望の特性を得ることができる。

【 0 1 2 2 】

【表 1】

| ショットキー サイズ (μm) | LED順方向 漏れ電流 (μA) | LED逆方向 電流 (mA) |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 200 | 0.04 | 0.04 |
| 100 | 0.01 | 0.01 |
| 50 | 0.0025 | 0.0025 |

10

【 0 1 2 3 】

図 2 1 は、第 3 実施形態の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図である。本変形例では、半導体層 5 1 は、第 1 の半導体層 1 1 と、第 2 の半導体層 1 2 と、発光層 1 3 と、を含む。電極 5 3 および電極 5 5 は、第 2 の半導体層 1 2 の上に設けられる。そして、第 2 の半導体層に対し、電極 5 3 はショットキーコンタクトであり、電極 5 5 はオーミックコンタクトである。

20

【 0 1 2 4 】

電極 5 3 は、例えば、Ti およびタングステン (W) を含む。また、電極 5 5 は、例えば、ニッケル (Ni) および金 (Au) を含む。そして、図 1 9 (b) の配線とは異なり、電極 5 3 は、p 側配線層 2 1 を介して外部端子 2 3 a に接続される。一方、電極 5 5 は、n 側配線層 2 2 を介して外部端子 2 4 a に接続される。

【 0 1 2 5 】

図 2 2 は、第 3 実施形態の別の変形例に係る半導体発光装置を示す模式図である。本変形例では、半導体層 5 1 は、第 1 の半導体層 1 1 と、第 2 の半導体層 1 2 と、発光層 1 3 と、を含む pn 接合型のダイオードである。電極 5 3 は、第 2 の半導体層 1 2 の上に設けられ、電極 5 5 は、第 1 の半導体層 1 1 の上に設けられる。

30

【 0 1 2 6 】

電極 5 3 は、例えば、p 側電極 1 6 と同時に形成され、電極 5 5 は、例えば、n 側電極 1 7 と同時に形成することができる。電極 5 5 は、p 側配線層 2 1 を介して外部端子 2 3 a に接続される。一方、電極 5 5 は、n 側配線層 2 2 を介して外部端子 2 4 a に接続される。

【 0 1 2 7 】

このように本実施形態では、半導体層 1 5 の一部でありショットキーダイオードまたは pn 接合ダイオードを含む半導体層 5 1 を半導体層 1 5 に並設する。そして、p 側配線層 2 1 および n 側配線層を介して、LED である半導体層 1 5 と、保護ダイオードである半導体層 5 1 と、を接続する。これにより、チップサイズパッケージに ESD 保護素子を内蔵することが可能となる。

40

【 0 1 2 8 】

(第 4 実施形態)

図 2 3 (a) は、第 4 実施形態に係る半導体発光装置 4 の模式斜視図である。図 2 3 (b) は、図 2 3 (a) における A - A 断面図である。図 2 3 (c) は、図 2 3 (a) における B - B 断面図である。また、図 2 4 は、半導体発光装置 4 を実装基板 2 0 0 上に実装した構成を有する発光モジュールの模式断面図である。

50

【 0 1 2 9 】

図 2 3 (a) 及び図 2 3 (c) に示すように、p 側金属ピラー 2 3 の一部の側面は、半導体層 1 5 の第 1 の面 1 5 a 及び第 2 の面と異なる面方位の第 3 の面 2 5 b において、絶縁膜 2 5 から露出している。その露出面は、外部の実装基板に実装するための p 側外部端子 2 3 b として機能する。

【 0 1 3 0 】

第 3 の面 2 5 b は、半導体層 1 5 の第 1 の面 1 5 a 及び第 2 の面に対して略垂直な面である。絶縁膜 2 5 は、例えば矩形状の 4 つの側面を有し、そのうちのひとつの側面が第 3 の面 2 5 b となっている。

【 0 1 3 1 】

その同じ第 3 の面 2 5 b で、n 側金属ピラー 2 4 の一部の側面が絶縁膜 2 5 から露出している。その露出面は、外部の実装基板に実装するための n 側外部端子 2 4 b として機能する。

【 0 1 3 2 】

また、図 2 3 (a) に示すように、p 側配線層 2 1 の一部の側面 2 1 b も、第 3 の面 2 5 b で絶縁膜 2 5 から露出し、p 側外部端子として機能する。同様に、n 側配線層 2 2 の一部の側面 2 2 b も、第 3 の面 2 5 b で絶縁膜 2 5 から露出し、n 側外部端子として機能する。

【 0 1 3 3 】

p 側金属ピラー 2 3 において、第 3 の面 2 5 b に露出している p 側外部端子 2 3 b 以外の部分は、絶縁膜 2 5 に覆われている。また、n 側金属ピラー 2 4 において、第 3 の面 2 5 b に露出している n 側外部端子 2 4 b 以外の部分は、絶縁膜 2 5 に覆われている。

【 0 1 3 4 】

また、p 側配線層 2 1 において、第 3 の面 2 5 b に露出している側面 2 1 b 以外の部分は、絶縁膜 2 5 に覆われている。さらに、n 側配線層 2 2 において、第 3 の面 2 5 b に露出している側面 2 2 b 以外の部分は、絶縁膜 2 5 に覆われている。

【 0 1 3 5 】

一方、第 1 の面 1 5 a と、蛍光体層 3 0 と、の間にはレンズ 3 6 が設けられる。レンズ 3 6 は、発光層 1 3 の発光を集光し配光を向上させる。また、レンズ 3 6 を設けない構成も可能である。

【 0 1 3 6 】

本実施形態においても、前述した E S D 保護手段を適用することが可能である。例えば、p 側配線層 2 1 および n 側配線層 2 2 の向き合う辺に、第 1 の実施形態に示す突起 2 1 c および 2 2 c を設け、サージ電流のバイパスを設けることができる。また、ショットキーダイオードを内蔵させることも可能である。

【 0 1 3 7 】

図 2 3 に示すように、半導体発光装置 4 は、第 3 の面 2 5 b を実装基板 2 0 0 の実装面 2 0 1 に向けた姿勢で実装される。第 3 の面 2 5 b で露出している p 側外部端子 2 3 b 及び n 側外部端子 2 4 b は、それぞれ、実装面 2 0 1 に形成されたパッド 2 0 2 に対してはんだ 2 0 3 を介して接合される。実装基板 2 0 0 の実装面 2 0 1 には配線パターンも形成されており、パッド 2 0 2 はその配線パターンと接続される。

【 0 1 3 8 】

第 3 の面 2 5 b は、光の主な出射面である第 1 の面 1 5 a に対して略垂直である。したがって、第 3 の面 2 5 b を下方の実装面 2 0 1 側に向けた姿勢で、第 1 の面 1 5 a は実装面 2 0 1 の上方ではなく、横方向を向く。すなわち、半導体発光装置 2 は、実装面 2 0 1 を水平面とした場合に横方向に光が放出される、いわゆるサイドビュータイプの半導体発光装置である。

【 0 1 3 9 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その

10

20

30

40

50

他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0140】

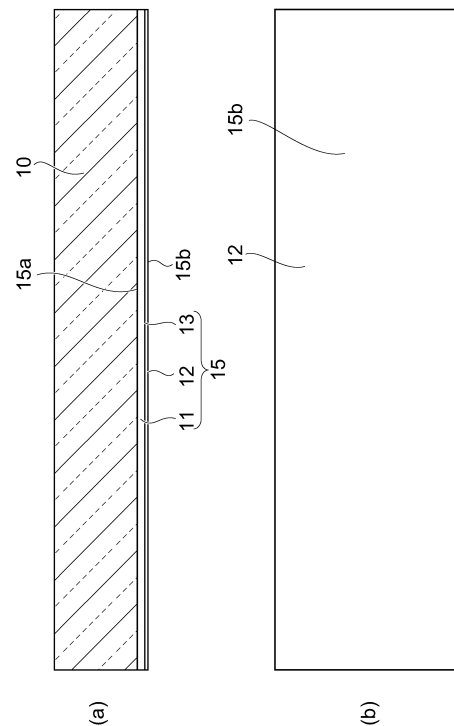
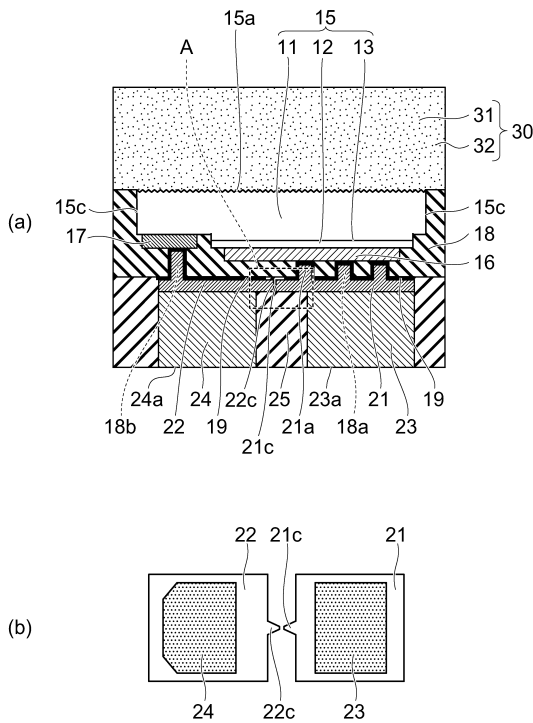
1、2、3、4・・・半導体発光装置、 10・・・基板、 11・・・第1の半導体層、 12・・・第2の半導体層、 13・・・発光層、 15、51・・・半導体層、 15a、51a・・・第1の面、 15b、51b・・・第2の面、 15c・・・側面、 16・・・p側電極、 17・・・n側電極、 18・・・絶縁膜、 18a、18b、18c、18d・・・開口、 19・・・金属膜、 21・・・p側配線層、 22・・・n側配線層、 21a・・・ビア、 21b、22b・・・側面、 21c、21s、22c、23p、24p・・・突起、 21p、22p・・・凸部、 22s・・・角、 23・・・p側金属ピラー、 23a、23b・・・p側外部端子、 24・・・n側金属ピラー、 24a、24b・・・n側外部端子、 25・・・絶縁膜、 25b・・・第3の面、 28・・・配線層、 30・・・蛍光体層、 31・・・透明樹脂、 32・・・蛍光体、 36・・・レンズ、 41・・・エアーギャップ、 43・・・パリスタ層、 53、55・・・電極、 80・・・溝、 91、92、93、94・・・レジスト、 92a、92b、93a、93b・・・開口、 93s・・・肩部、 200・・・実装基板、 201・・・実装面、 202・・・パッド

10

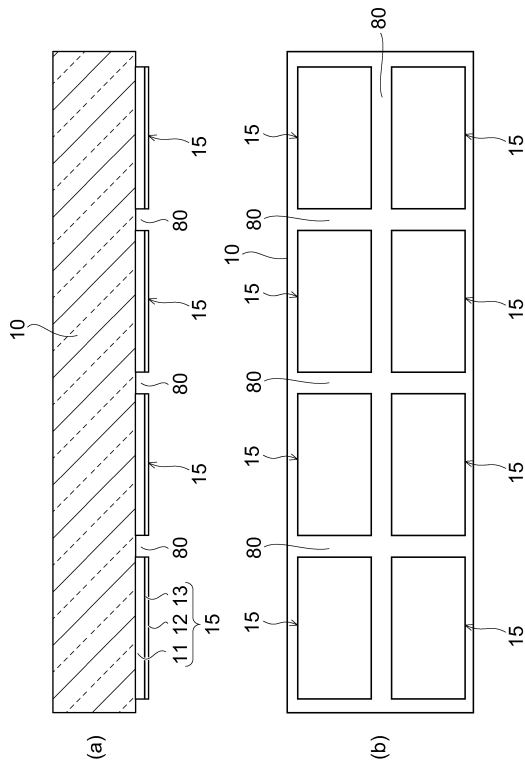
20

【図1】

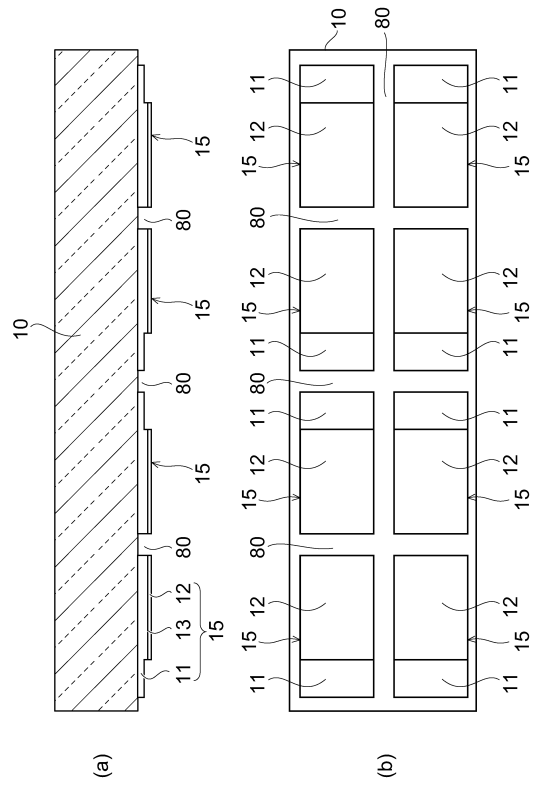
【図2】



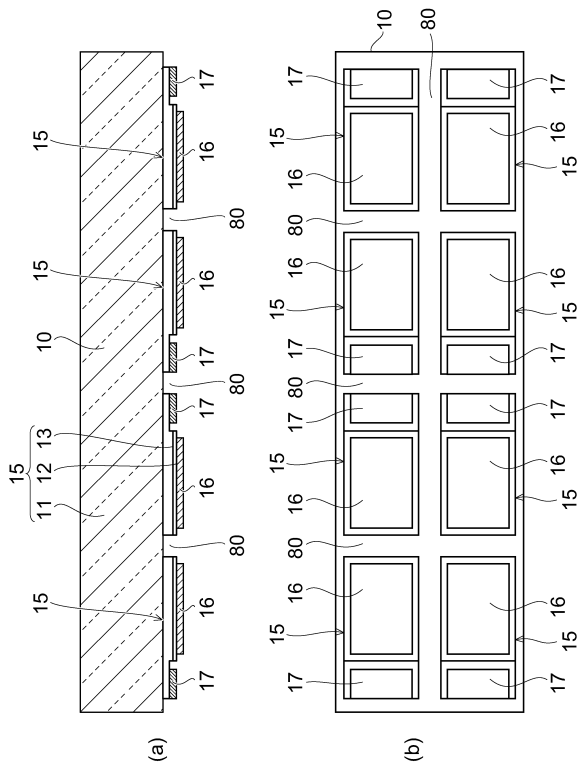
【図3】



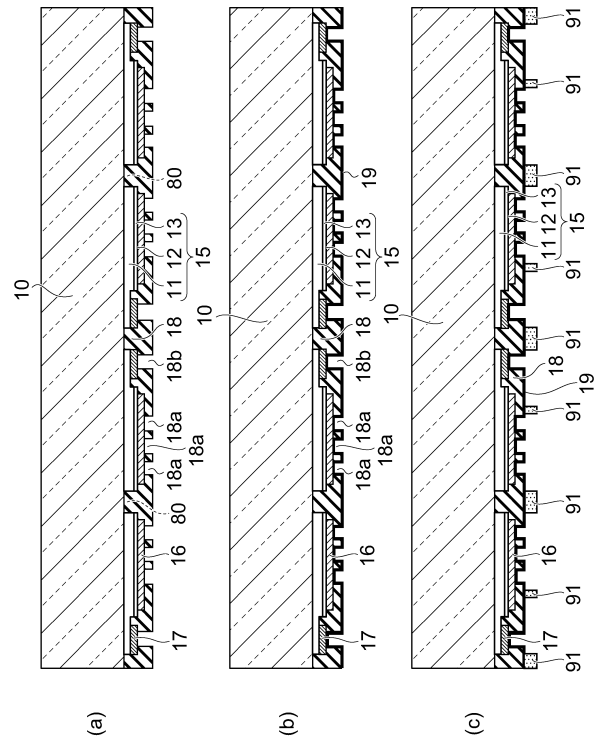
【図4】



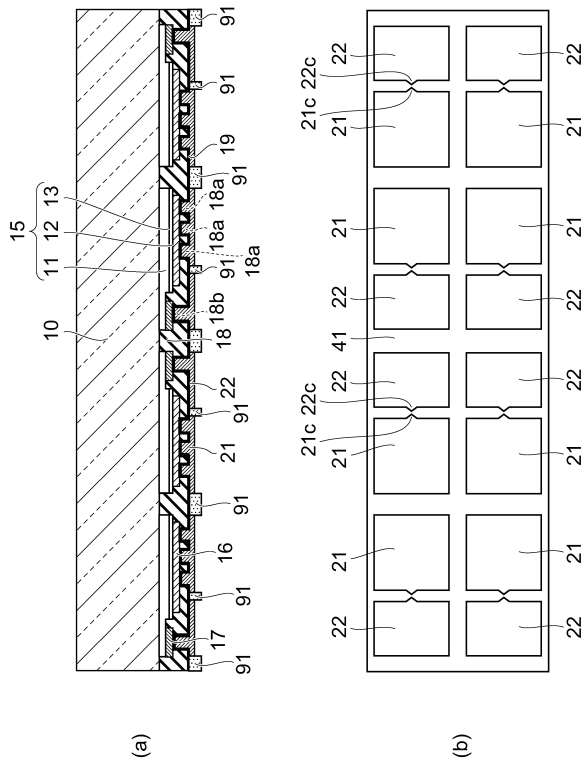
【図5】



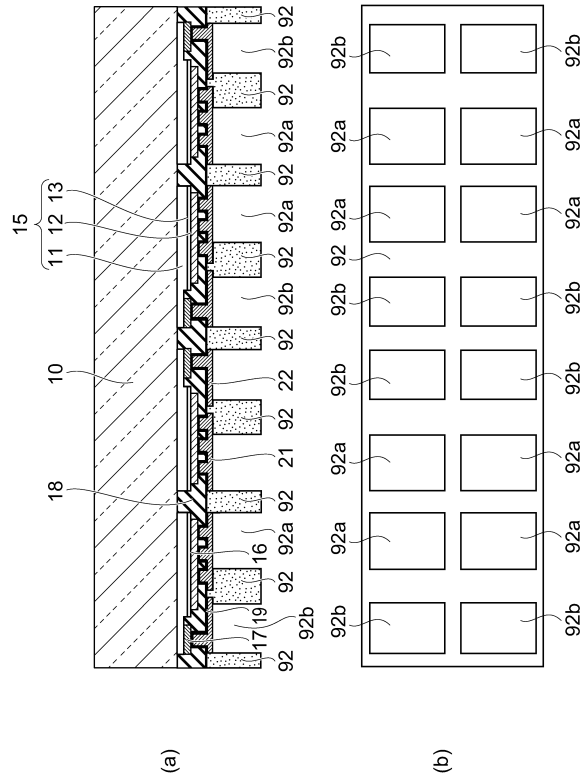
【図6】



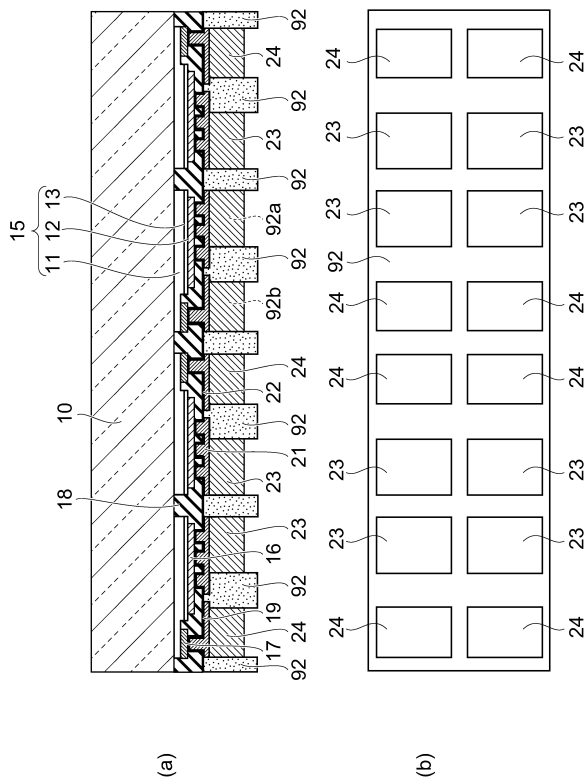
【図 7】



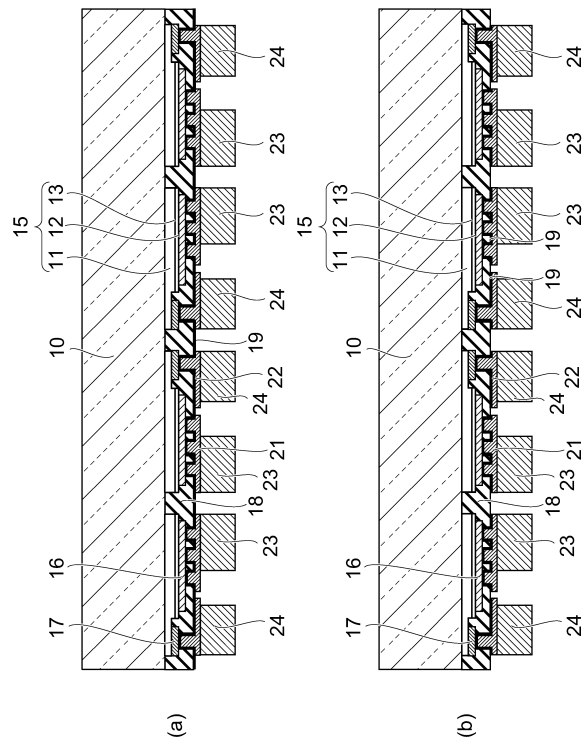
【図 8】



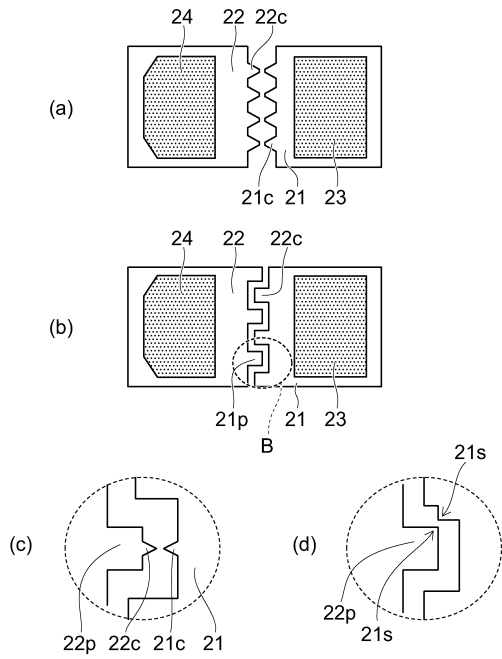
【図 9】



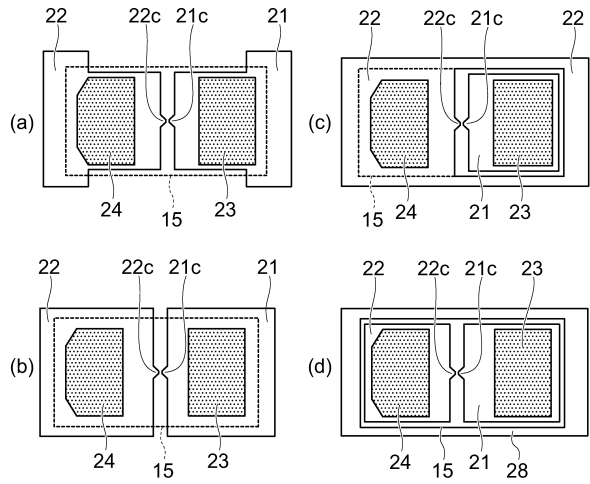
【図 10】



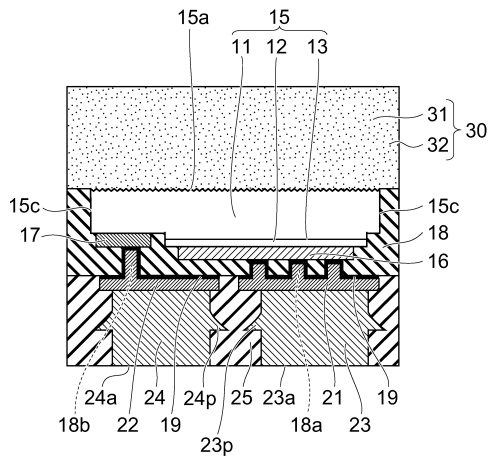
【 図 1 5 】



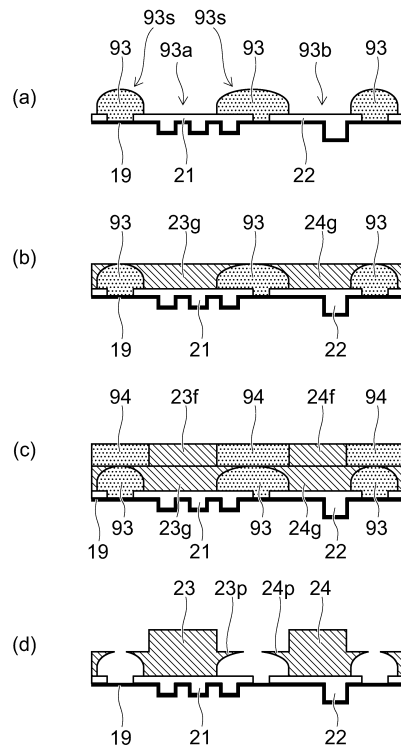
【 図 1 6 】



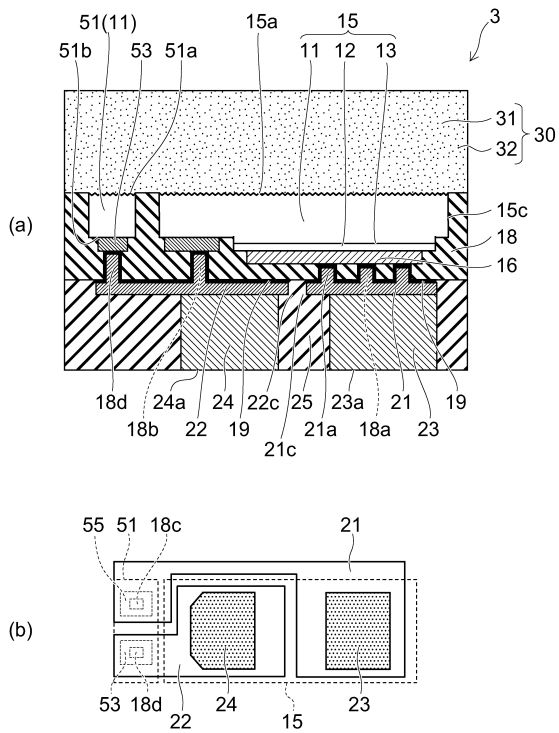
【 図 1 7 】



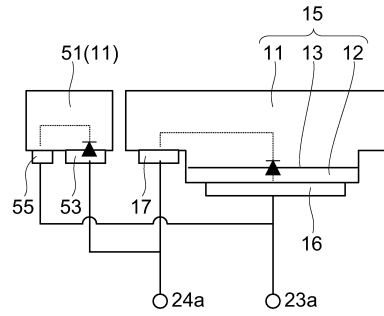
【 図 1 8 】



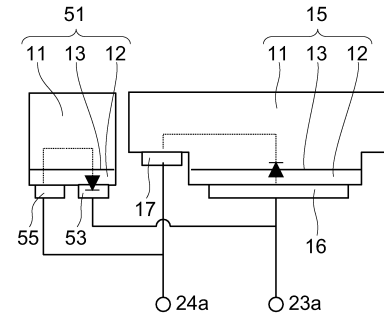
【図19】



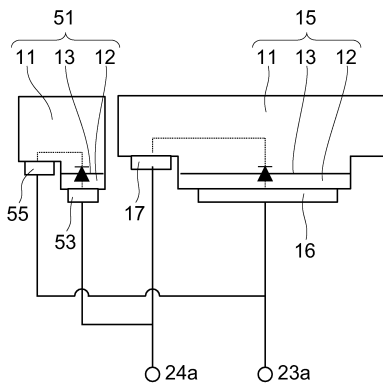
【図20】



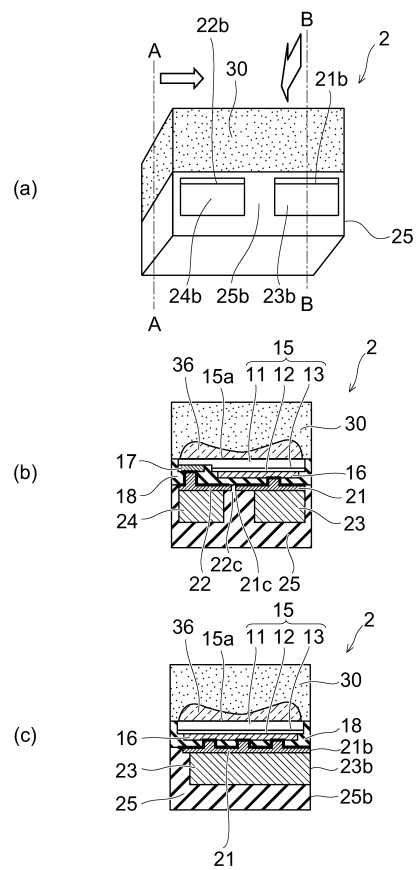
【図21】



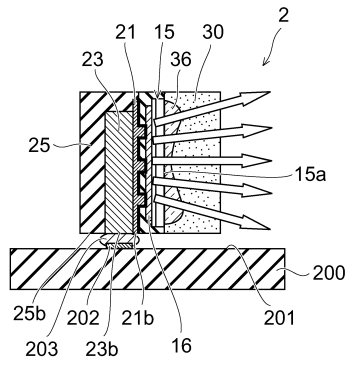
【図22】



【図23】



【 図 2 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 古山 英人
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 島田 美代子
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 秋元 陽介
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

- (56)参考文献 特開2011-187679(JP,A)
特開2011-253924(JP,A)
特開2011-199221(JP,A)
特開2002-359402(JP,A)
特開2011-233650(JP,A)
国際公開第2006/035664(WO,A1)

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