

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4083877号  
(P4083877)

(45) 発行日 平成20年4月30日(2008.4.30)

(24) 登録日 平成20年2月22日(2008.2.22)

(51) Int.Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

F 1

H01L 33/00

C

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平10-183471  
 (22) 出願日 平成10年6月30日(1998.6.30)  
 (65) 公開番号 特開2000-22210(P2000-22210A)  
 (43) 公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)  
 審査請求日 平成16年12月22日(2004.12.22)

(73) 特許権者 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 (74) 代理人 100064746  
 弁理士 深見 久郎  
 (74) 代理人 100085132  
 弁理士 森田 俊雄  
 (74) 代理人 100083703  
 弁理士 仲村 義平  
 (74) 代理人 100096781  
 弁理士 堀井 豊  
 (74) 代理人 100098316  
 弁理士 野田 久登  
 (74) 代理人 100109162  
 弁理士 酒井 將行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体発光素子および半導体発光装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基板上に第1導電型半導体層、第1導電型半導体層上の一一部に形成された第2導電型半導体層、第1導電型半導体層の上に第1電極、第2導電型半導体層上の第2電極、第1電極と電気的に接している第1ボンディングパッド、および第2電極と電気的に接している第2ボンディングパッドを有し、第2電極が発光部を形成している半導体発光素子において、第1ボンディングパッドと第2ボンディングパッドは発光部に対して同じ側に形成されており、第1ボンディングパッドの直下には絶縁膜が形成されており、第1電極と第2ボンディングパッドはチップ外形の異なる辺に沿って設けられていることを特徴とする半導体発光素子。

10

## 【請求項2】

前記第1電極は、前記第2ボンディングパッドと発光部を挟んで対向する側に設けられることを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。

## 【請求項3】

第1電極は第1ボンディングパッドと配線層を介して電気的に接続されており、配線層の直下に絶縁層が形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体発光素子。

## 【請求項4】

前記第2電極と前記第2ボンディングパッドに接して第2電極よりシート抵抗の低いリード線が形成されており、前記リード線は発光部を挟んで前記第1電極と対向する側に形

20

成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】

前記第2電極と前記第2ボンディングパッドに接して第2電極よりシート抵抗の低いリード線が形成されており、前記第1電極と前記リード線は、前記第1ボンディングパッドおよび前記第2ボンディングパッドが形成されているチップ外周の辺に隣接する2辺に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。

【請求項 6】

前記発光部の平面形状が、少なくとも 3 回以上の回転対称の形状であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 7】

10

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の半導体発光素子がケースに固定されてなり、該発光素子における第 1 ボンディングパッドと第 2 ボンディングパッドに各々ワイヤが接続され、かつ、各々のワイヤは、前記発光素子における発光部とは反対側に引き出されて、該ケースに設けられた端子に接続されてなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の半導体発光素子における第 1 ボンディングパッドと第 2 ボンディングパッドが導電樹脂接着剤を用いてケースに設けられた端子に接続されてなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 9】

20

該基板面が前記ケースの主面に対して概略垂直に配置されてなることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体発光素子の構造、特に、絶縁性基板上に形成された半導体発光素子の電極およびボンディングパッドの構造、形状に係わり、また、それを用いて実装した半導体発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

GaN、AlN、InN、またはこれらの混晶に代表される窒化物半導体材料により、可視ないし紫外領域で発光するLED等の半導体発光素子が実現されている。これらの発光素子では、成長基板として、主にサファイア等が用いられるが、これらの基板は絶縁性であるため、成長面側から正電極及び負電極を取り出す必要があり、GaAs等の導電性基板を用いた従前の発光素子とは異なった、種々の構造が提案されている。

【0003】

図11は、特開平7 94782号公報に記載された、このような技術に関わる従来例である。図11(a)は従来例の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の平面図(上面視)であり、図11(b)は図11(a)H-H'線で切断した模式断面図である。図11において、サファイア基板等の絶縁性基板70の上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層71とp型窒化ガリウム化合物半導体層73とが順に積層されており、n型窒化ガリウム系化合物半導体層71上には負電極72が形成され、p型窒化ガリウム化合物半導体層73には正電極用ワイヤボンディングパッド74が形成されている。75はp型窒化ガリウム化合物半導体層73のほぼ全面を覆って形成された電流拡散用の透光性電極であり、76は前記透光性電極75に設けられた正電極用ワイヤボンディングパッド74を取り出すための窓部である。

【0004】

本従来例において、負電極72は、正電極用ワイヤボンディングパッドの機能を兼ねており、同図に示されるように、正電極用ワイヤボンディングパッド74と負電極72は四辺形であるチップ外形の対向する隅部に形成されている。本LED素子は、正電極用ワイヤボンディングパッド74および負電極72に導電性ワイヤが接続され、これらを通じて外

30

40

50

部から電流が供給されることにより発光動作する。

【0005】

【発明の解決しようとする課題】

しかしながら、上述の正電極用ワイヤボンディングパッド74および負電極72は、ワイヤの接続を確実に行うため、相当の厚さ以上の膜厚の金属層を使用する必要があるので、発光を透過することが不可能であり、さらに、ボンディング領域の確保のために、通常80μm角以上の大きさを必要とするため、正負電極を素子の対角位置の隅部に形成する構造の発光素子の発光パターンは中心部でくびれ、両側に略正方形の暗黒部のある複雑な発光パターン形状となる。図12はこのような電極・ボンディングパッドの配置を持つ半導体発光素子(LEDチップ)77をレンズ付き樹脂モールドの半導体装置(LEDランプ)として組み立てた場合の発光パターンを説明する図であり、レンズ付き樹脂モールドLEDランプ78を見る方向、例えば79の方向及び80の方向によって、発光パターンは非対称な形81、82となる。従って、このような指向特性を持つLEDランプを、他のランプと組み合わせて、例えばフルカラーディスプレイパネルを組み立てた場合には、見る角度により、他のLEDとの混合、混色割合が変化し、輝度の不均一、色の不均一と認識されていた。

【0006】

また、図13は、従来例の発光素子を表面実装型のランプに組み立てた半導体発光装置の構成を示す図で(a)は平面図、(b)は(a)の変形図、(c)は(a)の断面図である。本図において、表面実装型の半導体発光装置83のモールドケース91の底面92に、電極端子89、90が形成され、半導体発光素子77のボンディングパッド84、85と電極端子89、90とがワイヤ86、87によりそれぞれ接続されている。従来例の発光素子は、ボンディングパッドがチップの対角位置に有ることから、半導体発光装置83へ半導体発光素子77を取り付ける際に、ボンディングパッド84、85にワイヤボンディングされたワイヤ86、87が出射光を遮らないように半導体発光素子77の発光部の前面を横切らないようにしなくてはならない。そのため、ワイヤがリードフレーム等に接続する電極端子89、90は図13(a)に示すようにが発光素子の両側、あるいは同図(b)のように、2辺の側に形成する必要が有り、半導体発光装置の小型化を阻んでいた。

【0007】

さらに、図14は、従来例の発光素子を複数個用いてアレイ状の表面実装型の半導体発光装置に組み立てた場合の構成を示す図であり、図14(a)は給電用の共通配線95、96に対して、発光素子の辺をアレイに平行に配列した場合の平面図であり、図14(b)は給電用の共通配線に対して、発光素子の辺をアレイに対して45度の角度で、菱形状に配列した場合の平面図である。図14(a)および図14(b)において、84、85は半導体発光素子77のボンディングパッド、86、87はワイヤボンディングのワイヤ、88は半導体発光素子77の発光部、89、90は電極端子、95、96は供給用の共通配線である。図14(a)の場合においては、切片i-i'、j-j'における光強度分布は93、94にそれぞれ示されるように、最高となる位置がズレるため、例えば原稿読み取り光源を使った場合、読み取り精度の低下を来たす原因となっていた。この読み取り精度を維持するためには、図13(b)のような配置とすることが必要であり、発光素子はアレイならび方向に対して45度に傾けて(発光素子の辺を菱形に配列して)配列する必要があり、アレイ状の表面実装型の半導体発光装置光源の外形サイズが大きくなり、また、発光点を密にできないという問題点があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の半導体発光素子は、基板上に第1導電型半導体層、第1導電型半導体層上の第一部に形成された第2導電型半導体層、第1導電型半導体層の上に第1電極、第2導電型半導体層上の第2電極、第1電極と電気的に接している第1ボンディングパッド、第2電極と電気的に接している第2ボンディングパッドを有し、第2電極が発光部を形成し

10

20

30

40

50

ている半導体発光素子において、第1ポンディングパッドと第2ポンディングパッドは発光部に対して同じ側に形成されており、第1ポンディングパッドの直下には絶縁膜が形成されており、第1電極と第2ポンディングパッドはチップ外形の異なる辺に沿って設けられていることを特徴とする。

## 【0009】

請求項2に記載の半導体発光素子は、前記第1電極は、前記第2ポンディングパッドと発光部を挟んで対向する側に設けられることを特徴とする。

## 【0010】

請求項3に記載の半導体発光素子は、第1電極は第1ポンディングパッドと配線層を介して電気的に接続されており、配線層の直下に絶縁層が形成されていることを特徴とする。

10

## 【0011】

請求項4に記載の半導体発光素子は、前記第2電極と前記第2ポンディングパッドに接して第2電極よりシート抵抗の低いリード線が形成されており、前記リード線は発光部を挟んで前記第1電極と対向する側に形成されていることを特徴とする。

## 【0012】

請求項5に記載の半導体発光素子は、前記第2電極と前記第2ポンディングパッドに接して第2電極よりシート抵抗の低いリード線が形成されており、前記第1電極と前記リード線は、前記第1ポンディングパッドおよび前記第2ポンディングパッドが形成されているチップ外周の辺に隣接する2辺に沿って形成されていることを特徴とする。

## 【0013】

請求項6に記載の半導体発光素子は、前記発光部の平面形状が、少なくとも3回以上の回転対称の形状であることを特徴とする。

## 【0014】

請求項7に記載の半導体発光装置は、前記半導体発光素子がケースに固定されてなり、該発光素子における第1ポンディングパッドと第2ポンディングパッドに各々ワイヤが接続され、かつ、各々のワイヤは、前記発光素子における発光部とは反対側に引き出されて、該ケースに設けられた端子に接続されてなることを特徴とする。

請求項8に記載の半導体発光装置は、第1ポンディングパッドと第2ポンディングパッドが導電樹脂接着剤を用いてケースに設けられた端子に接続されてなることを特徴とする。

20

請求項9に記載の半導体発光装置は、該基板面が前記ケースの主面に対して概略垂直に配置されてなることを特徴とする。

30

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

## 実施の形態1

図1は、本発明の第1の実施の形態よりなる発光素子の構成を示す図であり、図1(a)は平面図(上面視)であり、図1(b)および図1(c)は模式断面図である。図1(a)において、10はサファイア基板(約350μm×350μmの正方形)であり、19は発光部(約300μm×170μmの長方形)であり、15は約130μm角略正方形の正電極用ポンディングパッド(以下、正電極パッドと呼ぶ)、18は約80μm角の負電極用ポンディングパッド(以下、負電極パッドと呼ぶ)であり、正負の電極パッドはチップ上で発光部19に対して同じ側に配設されており、正電極パッドおよび負電極パッドの外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部19が配設されている。負電極パッド18は、発光部を挟んで正電極パッドと対向する位置に形成された負電極20(幅約20μm)と、発光部19の横に設けられた配線層21で電気的に接続されており、配線層21および負電極パッド18部分の直下には、絶縁層16が積層されている。図1(a)のA-A'線で切断した略断面図を図1(b)に、B-B'線で切断した略断面図を図1(c)に示す。

40

## 【0016】

図1(b)において、サファイア基板10上に、前記サファイア基板10と略平行の面が

50

一部露出したn型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層(0 X 1、0 Y 1)11が形成され、その上には発光層である $Al_zGa_TIn_{1-z-T}N$ 層(0 Z 1、0 T 1)12、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層(0 U 1、0 V 1)13が積層されている。透光性正電極14は、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層13上を覆って形成されている。配線層21は、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11の一部露出した面上に絶縁層16を介して形成され、その上に負電極パッド18が重ねられて形成されることにより配線層21と負電極パッド18とが電気的に接続されている。

## 【0017】

また、該負電極パッド18と、発光部を挟んで対向する位置に、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11の露出した面上に直接負電極部20が形成されている。また、図1(c)においては、サファイア基板10上に、前記サファイア基板10と略平行の面が一部露出したn型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層(0 X 1、0 Y 1)11が形成され、その上には発光層である $Al_zGa_TIn_{1-z-T}N$ 層(0 Z 1、0 T 1)12、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層(0 U 1、0 V 1)13が積層されている。透光性正電極14は、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層13上を覆って形成されており、その上の所定の領域にのみ直接正電極パッド15が形成されることにより、透光性正電極14と正電極パッド15とが電気的に接続されている。また、正電極と発光部19を挟んで対向する位置に、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11の露出した面の直上に負電極20が形成されている。上記構成により、平面図における発光部19とは、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11、 $Al_zGa_TIn_{1-z-T}N$ 層12、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層13、透光性正電極14の積層構造に対応した領域であることになる。

## 【0018】

次に、本実施の形態における半導体発光素子の製造方法について述べる。

サファイア基板10上に、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層(0 X 1、0 Y 1)11、 $Al_zGa_TIn_{1-z-T}N$ 層(0 Z 1、0 T 1)12、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層(0 U 1、0 V 1)13を順次積層する。その後、フォトリソグラフィー技術とドライエッチング技術を用い、ウェハ表面よりn型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11の途中まで、素子の周辺部および、負電極を形成する部分を除去する。エッチングされなかったメサ上の部分にのみpn界面が残されることとなる。

## 【0019】

次いで、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層13上のほぼ全面に透光性正電極14(膜厚約6nm)を形成する。電極材料としてNiを用いた。その上の所定の領域に正電極パッド15を形成する。正電極パッド15の厚さは、ボンディングが容易なように比較的厚く形成すれば良く、約1μmとした。正電極パッド15の材料は、通常AuもしくはAu系の合金もしくはAlもしくはAl系の合金で形成されるワイヤ材料と接続が容易な金属で形成すれば良く、ここではTi/Au(Tiが下側)を用いた。本実施の形態では、正電極パッド15のサイズを約130μm角とした。

## 【0020】

また、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11上には、絶縁層16を形成した後、負電極20と配線層21とを一体として形成し、その上の所定領域に負電極パッド18を形成する。絶縁層16の材料としてSiO<sub>2</sub>を用いた。負電極20および配線層21は、ボンディングの必要が無い為むやみに大きくすることは不要で、線幅として2~20μm程度が適当であり、本実施の形態では10μmとした。逆に、負電極パッド18はボンディングの為に幅80μm以上の大きさが必要である。本実施の形態では、約80μm角の略正方形とした。絶縁層16は、マスクあわせの際の余裕を設けて配線層21直下の領域では約30μm幅とし、負電極パッド18直下の領域では約100μm×130μmのほぼ長方形とした。また、配線層21直下の領域における絶縁層16の長さは、本実施の形態においては負電極パッド18の存在する発光部の一辺側に位置する配線層21の直下部分も含めて約270μmとした。

## 【0021】

10

20

30

40

50

ここで、正電極パッド15と発光部を挟んで対向する側に設けられた負電極20は、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11に接合することにより該層に電流を注入する役割を果たしており、正電極パッド15と発光部19に対して同じ側に設けられた負電極パッド18、および、これら負電極20と負電極パッド18とを電気的に接続している配線層21は、それらの下に設けられた絶縁層16の存在により、半導体層から絶縁されている。負電極20および配線層21の材料としてはTi/Alを用い、負電極パッド18の材料としてはTi/Mo/Auを用いた。

#### 【0022】

なお、本実施の形態では、負電極20と配線層21を一括して設けたので工程が簡略化されているが、これらを適宜別々の材料で設けてもよいことはいうまでもない。両者を異なる材料で作製する場合は、例えば負電極20はTi/Al、配線層21は例えばAlを用いる。以上の工程は、実際にはウェハー上で多数の半導体素子に対して一括して適用され、その後、四辺形状に各素子(チップ)が切り出されて図1に示す半導体発光素子が完成する。

#### 【0023】

本発明における発光素子は、正電極パッドおよび負電極パッドに素子外部から電力が供給されて発光する。素子における電流の流れを説明すると、まず、正電極パッドから透光性正電極に電流が供給され、さらに、p型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層13、 $Al_zGa_zIn_{1-z}N$ 層12(発光層)、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11を経て負電極20に至り、ここからさらに、配線層21を経て負電極パッドに至る。

#### 【0024】

ここで、発光領域の上面を覆うかたちで、透光性正電極が設けられているので、発光部サイズ(本実施の形態においては約 $300\mu m \times 170\mu m$ の長方形)に比べて極めて小さい膜厚(数 $\mu m$ 以下)でしか無いp型 $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$ 層13から、比較的均一に発光層に電流が供給されやすくなる。さらに、負電極20が正電極パッド15と発光部19を挟んで対向に位置している事により、平面図で視れば、発光部の一方の側(正電極パッド15)からその対向する側(負電極20)に電流が流れるように構成されており、よって、発光部の各部に電流が均一に注入されるようになっている。これにより、略長方形状の発光部が均一に発光することが出来る。

#### 【0025】

本実施の形態の発光素子の変形として、従来例のように、負側のポンディングパッドと負電極とを共通とした発光素子を作製する、すなわち、図1において、絶縁層16、負電極20、配線層21を除き、負電極パッド18直下にn型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11と接する負電極部分を設けた他は、電極形状、電極配置が本実施の形態と全く同じ構造を有する半導体発光素子を作製したところ、発光部19のうち、正電極パッド15および負電極パッド18が位置している側の辺近傍のみに電流が集中して流れてしまうために、この部分が強く発光し他の領域はほとんど発光しなかった。

#### 【0026】

よって、電流集中による部分発熱等の問題により、発光素子の特性が本実施の形態と比較して悪化してしまった。また、このように部分発熱を生じる素子は、駆動電流値もしくは駆動電流パルス幅によって各部の発熱量の偏差も異なるので、発光効率が発熱量により変化することから、結果として、発光パターンが駆動電流値もしくは駆動電流パルス幅によって変化してしまう使いづらいものとなってしまった。

#### 【0027】

また、図1において絶縁層16を省略する、すなわち、n型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11には、図1における負電極パッド18、配線層21、負電極21の3方向から電流が注入される構成とした本実施の発光素子の変形例も試作したところ、先の変形例ほどではないものの、やはり、発光部19のうち、正電極パッド15および負電極パッド18が位置している側の辺近傍のみに電流が集中して流れてしまうためにこの部分が強く発光した。これらのことから、本発明の構成に基づいて、発光部の一方の側(正電極パッド15)か

10

20

30

40

50

ら、その対向する側（負電極 20）にのみ電流が流れるように、絶縁層 16 等を適正に配置しつつ、ボンディングパッドを素子の片側に配置することが重要であることが判明した。

#### 【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 の発光素子をレンズ付き樹脂モールドの発光ダイオードランプに実装した様子であり、垂直軸上方向 22 から紙面右方向 23 および左方向 24（各々発光部の長辺に沿って傾いた方向）においてもほぼ同様の、滑らかな放射特性を得ることが出来た。これは、従来例と異なり、発光部の形状が左右対称であり、また、ボンディングパッドがチップの片側に寄っていることにより、ボンディングワイヤ（図示されない）が左右方向の発光の取り出しを妨げにくいという本発明の発光素子自身の効果による。

10

#### 【 0 0 2 9 】

図 3 は、本実施の形態よりなる発光素子を用いて表面実装型の半導体発光装置に組み立てた場合の構成を示す図であり、図 3 (a) は平面図であり、図 3 (b) は C - C' 線で切断した略断面図である。図において、10 はサファイア基板（約 350 μm の正方形）であり、19 は発光部（約 300 μm × 170 μm の長方形）であり、15 は正電極パッド（約 130 μm 角の正方形）、18 は負電極パッド（約 80 μm 角の正方形）であり、正電極パッド 15 および負電極パッド 18 はサファイア基板上で発光部 19 と同じ側に配設されており、該正電極パッド 15 および該負電極パッド 18 の外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部が配設されている。

#### 【 0 0 3 0 】

該負電極パッド 18 は、発光部 19 を挟んで正電極パッド 15 と対向する位置に形成された負電極 20（幅約 10 μm）と、発光部 19 の横に設けられた配線層 21 で電気的に接続されており、配線層 21 および負電極パッド 18 部分の直下には、絶縁層 16 が積層されている。25 および 26 は表面実装型の半導体発光装置のモールドケース 29 の底面 30 にメッキ等の手法により形成された電極端子であり、金線ワイヤ 27 および 28 によりそれぞれ正電極パッド 15 及び負電極パッド 18 と電気的に結線されている。また 31 は透明なモールド樹脂である。

20

#### 【 0 0 3 1 】

このように、本実施の形態の発光素子を用いれば、モールドケース 29 側の電極端子 25 および電極端子 26 を発光素子の片側に集めることが出来て、発光素子を組み込んだ表面実装型の半導体発光装置の小型化が図れた。具体的には、図 3 に示された表面実装型の半導体発光装置の外形サイズは、縦約 1.2 mm × 横約 1.8 mm × 高さ約 1.2 mm 程度となり、図 13 (a) に示される様に、従来例の発光素子を用いた場合に見積もられる外形サイズ縦約 1.2 mm × 横約 2.0 ~ 2.3 mm × 高さ約 1.2 mm 程度と比較してより小型化することが出来た。

30

#### 【 0 0 3 2 】

図 4 は、本実施の形態よりなる半導体発光素子を複数個用いて、LED アレイに組み立てた場合の構成を示す図である。図 3 のような、1 個の発光素子を用いて表面実装型の半導体発光装置に組み立てた場合と異なり、表面実装型の半導体発光装置のモールドケース 32 の底面にメッキ等の手法により形成されたそれぞれの電極端子 33 および電極端子 34 は共通ライン 35 および共通ライン 36 により電気的に結線されている。27、28 は電極端子 25 および電極端子 26 と正電極パッド 15 および負電極パッド 18 とを結線する金線ワイヤである。この結果、正電極パッド 15、負電極パッド 18 は近接して配設されており、且つ該正負の両電極パッドの外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部 19 を配設することにより、発光素子からの金線ワイヤ 27、28 を同一辺側に引き出すことが出来て、また、従来例の図 14 (a) で問題になった光強度の軸上のズレの問題を、図 14 (b) の斜め配置を使わずとも解決することが出来た。

40

#### 【 0 0 3 3 】

図 5 は、本発明の第 1 の実施の形態よりなる半導体発光素子を、底面に対し垂直に立てて表面実装するタイプの半導体発光装置に組み立てた場合の構成を示す図であり、異方導電

50

性樹脂接着剤を用いてモールドケース等の基体に接続する場合の構成を表している。図5(a)は、上記半導体発光装置のモールドケースの一例を表す要部斜面図であり、図5(b)および図5(c)は、上記モールドケースに、本発明の第1の実施の形態よりなる半導体発光素子を接続した場合の要部模式図であり、図5(b)は要部平面図、図5(c)は(b)のD-D'線で切断した要部断面図を表している。

#### 【0034】

図5(a)において、37は底面に対し半導体発光素子を垂直に立てて実装するタイプのモールドケースの一例である。底面41に対して垂直な壁面42を有しており、また、モールドケース表面には、配線38および配線39が形成され、壁面42にまでこれらは伸びている。壁面42における2本の配線38、配線39の間には、溝40が存在している。斜面43は、半導体発光素子からの出射光を底面41に対し垂直な方向に集める為の反射板の役割を果たす。

10

#### 【0035】

壁面42の高さは、20μm以上350μm以下であり、100μm以上200μm以下が望ましい。ここでは、150μmとした。また、溝40の幅は190μm以下であり、ここでは、100μm程度とした。また、溝40の深さは、異方導電性樹脂接着剤44中に含まれる金属粉等の導電性物質の最大径を例えば5μmとすると、少なくとも5μm以上に設計する必要がある。

#### 【0036】

図5(b)(c)は、(a)に示したモールドケース37に、本発明の第1の実施の形態よりなる半導体発光素子を実装した様子を表している。壁面42上の配線38、配線39および溝40が存在する領域に、例えばハイソール社製の「モーフィットTG-9000R」やその類似品(液状の透光性エポキシ樹脂に数乃至数十wt%の粒径約10μm以下の導電性素粒子を配合した樹脂材料)等の異方性導電樹脂接着剤44を塗布する。次に、壁面42に対してサファイア基板10が平行になるように、かつ、配線38、配線39と正両電極パッド15、負電極パッド18とがそれぞれ接するように、半導体発光素子を搭載する。

20

#### 【0037】

最後に、半導体発光素子の上面から荷重(約2乃至20kg/cm<sup>2</sup>、図中矢印で示した方向から加圧する)をかけながら異方導電性樹脂接着剤44の硬化を行う。硬化条件は、異方導電性樹脂接着剤44の種類により異なるが、本実施例で用いたものでは、150-2分乃至200-30秒である。この結果、荷重を受けて硬化した正電極パッド15、負電極パッド18と壁面42上の配線38、配線39との間では、間に挟まった個々の導電性物質が直接接触するので、導通状態が作り出される。

30

#### 【0038】

これに対し、他の部分の異方導電性樹脂接着剤44は、負荷を受けずに硬化するので導電性物質同士が接触し合う事はほとんど無く、樹脂中に分散しているので絶縁性樹脂接着剤として振る舞う。この場合、上記モールドケース37では、配線38、配線39の間に溝40が形成されているので、正負の両電極パッド間で、導電性物質による導通状態は起こらない。

40

#### 【0039】

図5のように実装した場合、発光部19から取り出される出射光に加え、半導体発光素子のpn接合面に対し平行な方向に出射する光、および、半導体発光素子のサファイア基板10が透明な場合、基板側面側から出射する光をも、底面41に対し垂直な方向に直接取り出せる為、正面輝度が向上するという効果が発生する。通常LED素子においては、チップ外部(通常モールド樹脂)よりも半導体層の屈折率が大きいため、半導体層に沿って発光した光が導波しており、チップ側面から取り出された導波光を直接放射する構成とすることで、効果的に輝度を向上させることが出来るのである。

#### 【0040】

また、図5のようにチップを立てて実装することにより、投影面積が極めて小

50

さい表面実装タイプの発光装置を実現することも可能となる。本構成の表面実装タイプの発光装置においても、本実施の形態の発光素子の上方への放射パターン特性の対称性が良好なことから、立てられた素子に平行な方向の各部では比較的一定な放射パターンが得られる。

【0041】

なお、本実施の形態の発光素子において、配線層21の直下から絶縁層を無くし、配線層21の部分をn型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11と接合する負電極に変更しても、この領域は、発光部19を挟んで正電極パッドと対向する部分であることから、発光部に均一に電流を供給する妨げとならないことは、図1の平面図から明らかであり、このような変更は本発明の範囲に含まれるものである。より詳細には、図1(a)の平面図において、負電極20がn型 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 層11と接している領域中の任意の一点と、正電極パッド15と発光部19との境界線分上の任意の一点とを結ぶ線分が、少なくとも発光部19を横切る構造になるように絶縁層16が配置されておればよい。

【0042】

実施の形態2 図6は、本発明の第2の実施の形態よりなる発光素子の構成を示す平面図である。図において、10はサファイア基板(約 $350\mu m \times 480\mu m$ の長方形)であり、45はほぼ正方形の発光部(約 $300\mu m$ 角)であり、15は約 $130\mu m$ 角正方形の正電極パッド、18は約 $80\mu m$ 角の負電極パッドであり、正電極パッド15および負電極パッド18はサファイア基板10上で発光部45に対して同じ側に配設されており、該正電極パッド15および該負電極パッド18の外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部45が配設されている。透光性正電極14の1辺に沿って、リード線49が正電極パッド15と一体的に形成されており、チップ外形に対して前記リード線49と対向する側に、負電極20(幅約 $10\mu m$ )が設置されている。

【0043】

該負電極パッド18は、該負電極20(幅約 $10\mu m$ )と、発光部45の横に設けられた配線層21で電気的に接続されており、配線層21および負電極パッド18部分の直下には、絶縁層16が積層されている。正電極パッド15および負電極パッド18および発光部45および負電極20の構成は、図1(b)ないし図1(c)に示したものと同様である。本実施の形態における半導体発光素子の製造方法については、実施の形態1と同様であるので詳細を省略する。

【0044】

ここで、リード線は、正電極パッドから延伸した透光性正電極に接続された導電材料であって、透光性正電極と比較してシート抵抗が飛躍的に小さい導電層から構成されており、発光素子の動作時に、リード線先端部付近と正電極パッドとの電位差をなくすことが出来る。本実施の形態において、リード線は総膜厚 $1\mu m$ の金属膜より構成されており、透光性とするために膜厚 $10nm$ 程度以下の金属膜で構成される透光性正電極と比較して、2桁程度シート抵抗の小さい層で構成された。

【0045】

本実施の形態によれば、正電極パッドに接合したリード線49から負電極20までの距離が一様な為、注入電流密度の不均一が発生しやすい材料でも、半導体発光素子を構成する事が可能となった。これにより、実施の形態1の場合と比較して、さらに、均一に発光部を発光させる効果を高めることが出来る。また、本実施の形態においても、電極パッドをチップの片側に配置したので、実施の形態1と同様の効果を得ることが出来、図2ないし5に示されたものと同様の半導体発光装置を得ることが可能になった。

【0046】

実施の形態3 図7は、本発明の第3の実施の形態よりなる発光素子の構成を示す平面図である。図において、10はサファイア基板(約 $350\mu m \times 480\mu m$ の長方形)であり、46はほぼ円形の発光部(直径約 $300\mu m$ )であり、15は約 $130\mu m$ 角正方形の正電極パッド、18は約 $80\mu m$ 角の負電極パッドであり、正電極パッド15および負電極パッド18はサファイア基板10上で発光部46に対して同じ側に配設されてお

10

20

30

40

50

り、該正電極パッド15および該負電極パッド18の外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部46が配設されている。

【0047】

発光部46を挟んで正電極パッド15および負電極パッド18と対向する位置に形成された負電極20(幅約5μm)は、該負電極パッド18と、発光部46の横に設けられた配線層21で電気的に接続されており、配線層21および負電極パッド18部分の直下には、絶縁層16が積層されている。正電極パッド15および負電極パッド18および発光部46および負電極20の構成は、図1(b)ないし図1(c)に示したものと同様である。本実施の形態における半導体発光素子の製造方法については、実施の形態1と同様であるので詳細を省略する。

10

【0048】

本実施の形態における電極構造をとる事により、ほぼ円形の発光部46を得る事ができた。また、本実施の形態においても、実施の形態1と同様の効果により、活性層に注入される電流は均一となる為、発光パターンの不均一を小さくする事ができる。この発光素子により、図2で示したような左右対称な発光パターンを得る事ができた。特に、本発明のほぼ円形の発光部46の形は、無限回の回転対称形状であり、発光素子のリードフレーム等への実装時に、取付角度を選ばないという利点がある。即ち、円形でない発光部の形の発光素子を軸対称形のリードフレームに取り付ける場合には、取付角度によりリードフレームの方向に対する発光の指向パターンが異なっていたが、本実施例では、この問題を完全に回避する事ができる。

20

【0049】

また、本実施の形態では、図7に示した半導体発光素子のチップの角部近傍において、比較的細い線状に形成される負電極20および配線層21が存在しない為、チップの角が欠けても素子特性に影響する事はなく、歩留まり向上に関して有利である。また、本実施の形態においても、電極パッドをチップの片側に配置したので、実施の形態1と同様の効果を得ることが出来、図2ないし5に示されたものと同様の半導体発光装置を得ることが可能になった。

【0050】

実施の形態4 図8は、本発明の第4の実施の形態よりなる発光素子の構成を示す平面図である。図において、10はサファイア基板(約350μm×480μmの長方形)であり、47はほぼ多角形の発光部(外径約300μm)であり、15は約130μm角正方形の正電極パッド、18は約80μm角の負電極パッドであり、正電極パッド15および負電極パッド18はサファイア基板10上で発光部47に対して同じ側に配設されており、該正電極パッド15および該負電極パッド18の外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部47が配設されている。該負電極パッド18は、発光部47を挟んで正電極パッド15と対向する位置に形成された負電極20(幅約5μm)と、発光部39の横に設けられた配線層21で電気的に接続されており、配線層21および負電極パッド18部分の直下には、絶縁層16が積層されている。

30

【0051】

正電極パッド15および負電極パッド18および発光部47および負電極20の構成は、図1(b)ないし図1(c)に示したものと同様である。本実施の形態における半導体発光素子の製造方法については、実施の形態1と同様であるので詳細を省略する。

40

【0052】

本実施の形態における電極構造をとる事により、ほぼ多角形の発光部47を得る事ができた。また、本実施の形態においても、実施の形態1と同様の効果により、活性層に注入される電流は均一となる為、発光パターンの不均一を小さくする事ができる。この発光素子により、図2で示したような左右対称な発光パターンを得る事ができた。特に本発明のほぼ多角形の発光部47の形は、回転対称形状となっており、3回対称より4回対称、4回対称より5回対称へと回転対称数が上がるにつれて、発光部の形状は円形に近づく事になり、リードフレーム等への実装時に、取付角度を選ばないという利点が発生する。

50

## 【0053】

即ち、点対称でない発光パターンの場合には、軸対称形のリードフレームの方向に対する発光の指向パターンが異なっていたが、本実施の形態では、この問題を無視できるほど低減できた。また、本実施の形態では、図8に示した半導体発光素子のチップの角部近傍において、比較的細い線状に形成される負電極20および配線層21が存在しない為、チップの角が欠けても素子特性に影響する事はなく、歩留まり向上に関して有利である。

## 【0054】

また、本実施の形態においても、電極パッドをチップの片側に配置したので、実施の形態1と同様の効果を得ることが出来、図2ないし5に示されたものと同様の半導体発光装置を得ることが可能になった。

10

## 【0055】

なお、本実施の形態における説明図である図8においては、発光部47の形状が正八角形となっているが、本発明はこれに限定されるものではなく、少なくとも3回以上の回転対称形となってあればよい。

## 【0056】

## 実施の形態5

図9は、本発明の第5の実施の形態による発光素子の構成を示す図である。図9(a)において、10はサファイア基板(約 $330\mu\text{m} \times 480\mu\text{m}$ の長方形)であり、19は発光部(約 $300\mu\text{m}$ 角のほぼ正方形)であり、15は正電極パッド、18は負電極パッドであり、正電極パッド15(約 $130\mu\text{m}$ のほぼ正方形)および負電極パッド18(約 $80\mu\text{m}$ のほぼ正方形)は発光部19に対して同じ側に配設され、正電極パッド15および負電極パッド18の外形が形作る長辺部に近接して半導体発光素子の発光部19が配設されている。発光部19上には、透光性正電極14の1辺に沿って、リード線49が正電極パッド15と一体的に形成されており、リード線49と対向する側に、負電極20(幅約 $10\mu\text{m}$ )が設置されている。

20

## 【0057】

さらに、絶縁層16が発光素子ほぼ全面に形成され、負電極20、透光性正電極14等を覆っている。前記絶縁層16には、前記負電極20の一部および正電極パッド15が露出するように窓部が形成されている。さらに該負電極パッド18は、前記絶縁層16上に、負電極20と対向する位置に形成されており、発光部19の上に設けられた配線層48により、負電極20と負電極パッド18が電気的に結線されている。負電極20と配線層48との接続は、前記絶縁層に設けられた窓部でなされている。

30

## 【0058】

また、図9(a)のE-E'線で切断した略断面図を図9(b)に、F-F'線で切断した略断面図を図9(c)に示す。

## 【0059】

図9(b)において、サファイア基板10上に、前記サファイア基板10と略平行の面が一部露出したn型 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ 層(0 X 1、0 Y 1)11が形成され、その上には、発光層である $\text{Al}_z\text{Ga}_t\text{In}_{1-z-t}\text{N}$ 層(0 Z 1、0 T 1)12、p型 $\text{Al}_u\text{Ga}_v\text{In}_{1-u-v}\text{N}$ 層(0 U 1、0 V 1)13が積層されている。透光性正電極14は、p型 $\text{Al}_u\text{Ga}_v\text{In}_{1-u-v}\text{N}$ 層13上を覆って形成されている。負電極20は、n型 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ 層11の一部露出した面に接合して形成され、負電極20と配線層48との接続のための窓部を有する絶縁層16が形成されている。負電極パッド18は、負電極20と対向する位置に、絶縁層16上に形成され、負電極パッド18および負電極20は、絶縁層16に形成された配線層48により、電気的に結線されている。

40

## 【0060】

また、図9(c)においては、サファイア基板10上に、サファイア基板10上面と略平行の面が一部露出したn型 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ 層(0 X 1、0 Y 1)11が形成され、その上には、発光層である $\text{Al}_z\text{Ga}_t\text{In}_{1-z-t}\text{N}$ 層(0 Z 1、0 T

50

1 ) 1 2 、 p 型  $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$  層 ( 0 U 1 、 0 V 1 ) 1 3 が積層されている。透光性正電極 1 4 は、 p 型  $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$  層 1 3 上を覆って形成されており、 p 型  $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$  層 1 3 上の所定の領域に正電極パッド 1 5 が形成されている。

【 0 0 6 1 】

負電極 2 0 は、 n 型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層 1 1 の一部露出した面上に形成されている。さらに、正電極パッド 1 5 が露出するように窓部を設けられた絶縁層 1 6 が、半導体発光素子のほぼ全面に形成されている。上記構成により、平面図における発光部 1 9 とは、 n 型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層 1 1 、  $Al_zGa_TIn_{1-z-T}N$  層 1 2 、 p 型  $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$  層 1 3 、透光性正電極 1 4 の積層構造に対応した領域であることになる。 10

【 0 0 6 2 】

次に、本実施の形態における半導体発光素子の製造方法について述べる。

サファイア基板 1 0 上に、 n 型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層 ( 0 X 1 、 0 Y 1 ) 1 1 、  $Al_zGa_TIn_{1-z-T}N$  層 ( 0 Z 1 、 0 T 1 ) 1 2 、 p 型  $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$  層 ( 0 U 1 、 0 V 1 ) 1 3 を順次積層する。その後、フォトリソグラフィー技術とドライエッチング技術を用い、ウェハ表面より n 型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層 1 1 の途中まで、素子の周辺部および、負電極を形成する部分を除去する。エッチングされなかったメサ上の部分にのみ p n 界面が残され、この大部分が発光部 1 9 に相当することとなる。本実施の形態においては、発光部のサイズを約 3 0 0  $\mu m$  角のほぼ正方形とした。 20

【 0 0 6 3 】

次いで、 p 型  $Al_uGa_vIn_{1-u-v}N$  層 1 3 上のほぼ全面に、透光性正電極 1 4 ( 膜厚 1 0  $nm$  程度 ) を形成する。電極材料として、例えば、 P d / A u を用いた。さらに、その上の所定の領域に、正電極パッド 1 5 を形成する。正電極パッド 1 5 の厚さは、ボンディングが容易なように、約 2  $\mu m$  と厚く形成した。本実施の形態においては、正電極パッド 1 5 の大きさは、約 1 3 0  $\mu m$  角とした。正電極パッド 1 5 の材料としては、 P t S i / A u を用いた。また、 n 型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層 1 1 上の一部露出した面上に、負電極 2 0 を形成する。負電極 2 0 は、ボンディングの必要が無い為、細くてよく、電極幅として 1 0  $\mu m$  程度とした。負電極 2 0 材料としては、 W / A l を用いた。

【 0 0 6 4 】

その後、絶縁層 1 6 をウェハー表面に形成し、フォトリソグラフィー技術とエッチング技術を用いて、負電極 2 0 上の適切な位置および正電極パッド 1 5 上に開口部を儲け、通常の薄膜形成技術と選択エッチング技術により配線層 4 8 を形成する。この場合、絶縁層 1 6 は発光部の保護をも兼ねている。絶縁層の材料としては、 S i O <sub>2</sub> を用い、配線層の材料として、 T i / A l を用いた。 30

【 0 0 6 5 】

絶縁層 1 6 は、他の絶縁材料を用いて構成する事も出来るが、特に本実施の形態においては、絶縁層が発光部表面をカバーしているので、絶縁層材料が発光光の波長に対して透明である必要が有る。その後に、配線層 4 8 と接続するように、負電極パッド 1 8 を形成する。負電極パッド 1 8 は、ボンディングの為に幅 8 0  $\mu m$  以上の大きさが必要である。本実施の形態では、約 8 0  $\mu m$  角の正方形とした。負電極パッド 1 8 の材料としては、 A l を用いた。 40

【 0 0 6 6 】

その後、図 9 には示されないが、必要に応じて、配線層 4 8 を絶縁膜で覆ってもよい。以上の工程は、実際には、ウェハー上で多数の半導体素子に対して一括して適用され、その後、四辺形状に、各素子 ( チップ ) が切り出されて図 9 に示す半導体発光素子が完成する。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態における電極構造では、配線層 4 8 を発光部 1 9 の上部に設けた為、同じサイズの発光部 1 9 を有する実施の形態 2 に比べ、半導体発光素子の短辺のサイズを小さくする事ができた。具体的には、実施の形態 2 では、半導体発光素子のサイズを約 3 5 0  $\mu$  50

$m \times 480 \mu m$ としたが、本実施の形態においては、図1における配線層21の幅約10 $\mu m$ 分と、フォトリソグラフィー時の位置あわせに必要とされるマージン分だけ低減できる為、約330 $\mu m \times 480 \mu m$ サイズの半導体発光素子を構成する事ができた。

#### 【0068】

さらに、本実施の形態では、発光部19の形状をほぼ正方形とした。また、本実施の形態においても、実施の形態1と同様の効果により、活性層に注入される電流は均一となる為、発光パターンの不均一を小さくする事ができる。この電極配置により、図2で示したような左右対称な発光パターンを実現できた。また、本実施の形態においても、電極パッドをチップの片側に配置したので、実施の形態1と同様の効果を得ることが出来、図2ないし5に示されたものと同様の半導体発光装置を得ることが可能になった。

10

#### 【0069】

なお、本実施の形態において、発光部の形状としてほぼ正方形を選んだが、本発明はこれに限定されるものではなく、ほぼ長方形、ほぼ円形、ほぼ多角形でもよい。その際に発生する効果は実施の形態1ないし実施の形態4に示した効果と同様である。

#### 【0070】

##### 実施の形態6

図10は、本発明の第6の実施の形態による発光素子の構成を示す図である。図10(a)において、10はサファイア基板(約350 $\mu m \times 450 \mu m$ の長方形)であり、19は発光部(約300 $\mu m$ 角のほぼ正方形)であり、15は正電極パッド(約130 $\mu m$ 角の正方形)、18は負電極パッド(約80 $\mu m$ 角の正方形)であり、正電極パッド15および負電極パッド18はサファイア基板10上で発光部19に対して同じ側に配設し、該正電極パッド15および該負電極パッド18の外形が形作る長辺部に近接して該半導体発光素子の発光部19が配設されている。

20

#### 【0071】

発光部19上には、リード線49が正電極パッド15と一体的に形成されており、前記リード線49及び負電極20は、前記正電極パッド15及び負電極パッド18が形成されているチップ外周の辺に近接するチップ外周の2辺に沿って形成されている。該負電極20は、n型Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>IN<sub>1-x-y</sub>N層11上の所定の領域に形成された絶縁膜16上まで延伸しており、その上に負電極パッド18が形成されている。図10(a)のG-G'線で切断した略断面図を図10(b)に示す。

30

#### 【0072】

図10(b)において、サファイア基板10上に、前記サファイア基板10と略平行の面が一部露出したn型Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>IN<sub>1-x-y</sub>N層(0 X 1、0 Y 1)11が形成され、その上には、発光層であるAl<sub>z</sub>Ga<sub>T</sub>IN<sub>1-z-T</sub>N層(0 Z 1、0 T 1)12、p型Al<sub>u</sub>Ga<sub>v</sub>IN<sub>1-u-v</sub>N層(0 U 1、0 V 1)13が積層されている。透光性正電極14は、p型Al<sub>u</sub>Ga<sub>v</sub>IN<sub>1-u-v</sub>N層13上のほぼ全面に形成され、その上の所定の領域に正電極パッド15と電気的に接続されたリード線49が形成されている。負電極20は、n型Al<sub>X</sub>Ga<sub>Y</sub>IN<sub>1-X-Y</sub>N層11の一部露出した面上に形成されている。図10(a)で示した発光部19は、n型Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>IN<sub>1-x-y</sub>N層11、Al<sub>z</sub>Ga<sub>T</sub>IN<sub>1-z-T</sub>N層12、p型Al<sub>u</sub>Ga<sub>v</sub>IN<sub>1-u-v</sub>N層13、透光性正電極14より構成されている。

40

#### 【0073】

次に、本実施の形態における半導体発光素子の製造方法について述べる。

サファイア基板10上に、n型Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>IN<sub>1-x-y</sub>N層(0 X 1、0 Y 1)11、Al<sub>z</sub>Ga<sub>T</sub>IN<sub>1-z-T</sub>N層(0 Z 1、0 T 1)12、p型Al<sub>u</sub>Ga<sub>v</sub>IN<sub>1-u-v</sub>N層(0 U 1、0 V 1)13を順次積層する。その後、フォトリソグラフィー技術とドライエッチング技術を用い、ウェハ表面よりn型Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>IN<sub>1-x-y</sub>N層11の途中まで、素子の周辺部および、負電極を形成する部分を除去する。エッチングされなかったメサ上の部分にのみp-n界面が残され、この大部分が発光部19に相当することとなる。本実施の形態においては、発光部のサイズを約300 $\mu m$ 角のほぼ正方形とした。

50

## 【0074】

次いで、p型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層13上のほぼ全面に、透光性正電極14（膜厚12nm程度）を形成する。電極材料として、例えば、Ni/Ptを用いた。その後に、正電極パッド15およびリード線49を一体的に形成する。正電極パッド15の厚さは、ボンディングが容易なように、例えば1μmと厚く形成する。正電極パッド15の大きさは、本実施の形態においては、約130μm角とした。また、リード線49は、ボンディングの必要が無い為、幅2~10μm程度が適当である。正電極パッド15およびリード線49の材料は、Cr/Auを用いた。

## 【0075】

また、n型  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  層11上には、絶縁膜16を形成した後、負電極20を形成し、その上の所定の領域に負電極パッド18を形成する。負電極20は、ボンディングの必要が無い為、電極幅として2~20μm程度が適当である。本実施の形態では幅約10μmとした。逆に、負電極パッド18は、ボンディングの為に幅80μm以上の大ささが必要である。本実施の形態では、約80μm角の正方形とした。絶縁層の材料として、 $SiO_2$ を用い、負電極20の材料として、Ti/Alを用い、負電極パッド18の材料として、Alを用いた。

## 【0076】

以上の工程は、実際には、ウェハー上で多数の半導体素子に対して一括して適用され、その後、四辺形状に、各素子（チップ）が切り出されて図9に示す半導体発光素子が完成する。

10

20

## 【0077】

本実施の形態における電極構造では、負電極20が正電極パッド及び負電極パッドが形成されているチップ外周の辺に近接するチップ外周の辺に沿って、負電極パッド18から延伸して設けられている為、図6(a)で示した実施の形態2で配線層21を構成していた領域に、負電極20を形成して半導体発光素子を構成した構造になっており、同じサイズの発光部19を有する実施の形態2に比べ、正負の両電極パッド半導体発光素子の長辺のサイズを小さくする事ができた。

## 【0078】

具体的には、実施の形態2では、半導体発光素子のサイズを約350μm×480μmとしたが、本実施の形態においては、図6(a)における負電極20の幅約10~20μm分と、フォトリソグラフィー時の位置あわせに必要とされるマージン分だけ低減できる為、約350μm×450μmサイズの半導体発光素子を構成する事ができた。

30

## 【0079】

また、本実施の形態における電極構造では、正電極パットに接合したリード線49から負電極20までの距離が一様な為、注入電流密度の不均一が発生しやすい材料でも、半導体発光素子を構成する事が可能となった。この電極構造により、図2で示したような左右対称な発光パターンを実現できた。さらに、本実施の形態においても、電極パッドをチップの片側に配置したので、実施の形態1と同様の効果を得ることが出来、図2ないし5に示されたものと同様の半導体発光装置を得ることが可能になった。

## 【0080】

40

上述の、各実施の形態において、発光部の形状としてそれぞれ特定のものに基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、それぞれ、略正方形、略長方形、略多角形、略円形、略半円形、略橢円形のように、少なくとも3回以上の回転対称な形状にしてもよい。また、絶縁層16として、特定の材料について説明したが、適宜、 $SiN$ 、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $SiON$ 、 $MgF$ 等の酸化物・窒化物・弗化物絶縁体や、ポリイミド等の有機物絶縁体など、他の絶縁材料を用いて構成することも出来る。

## 【0081】

## 【発明の効果】

本発明の半導体発光装置によれば、外部より半導体発光素子に電流を流す為の2本のリードワイヤーを一方向に引き出すことが可能となり、半導体発光素子の小型化を図ることが

50

出来た。また、発光部の形状が単純な形状となったことで、半導体製造装置に組み立てた場合、左右対称な発光パターン（放射特性）を得ることが出来る。さらに、本発明によれば、上記構成によって、ボンディング工程を複雑化したり、素子サイズを無用に増大させること無く、第2電極下のp-n界面に均一に電流を供給でき、これにより、上面より正負両電極を取るタイプの発光素子の輝度向上、発光効率向上などに貢献する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の発光素子の構成を示す図で、(a)は平面図、(b)はA-A'断面図、(c)はB-B'断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1の発光素子をレンズ付き樹脂モールドしたLEDランプを示す模式図である。

【図3】本発明の実施の形態1の発光素子を用いて組み立てた表面実装形の半導体発光装置を示す図で、(a)は平面図、(b)はC-C'断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1の発光素子を複数個用いて組み立てたLEDアレイを示す図である。

【図5】本発明の実施の形態1の発光素子を用いて組み立てた表面実装形の半導体発光装置を示す図で、(a)はモールドケースの一例を示す斜視図であり、(b)は発光素子を実装した場合の上から見た図、(c)はD-D'断面図である。

【図6】本発明の実施の形態2の発光素子の構成を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態3の発光素子の構成を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態4の発光素子の構成を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態5の発光素子の構成を示す図で、(a)は平面図、(b)はE-E'断面図、(c)はF-F'断面図である。

【図10】本発明の実施の形態6の発光素子の構成を示す図で、(a)は平面図、(b)はG-G'断面図である。

【図11】従来例の半導体発光素子の構成を示す図で、(a)は平面図、(b)はH-H'断面図である。

【図12】従来例の発光素子をレンズ付き樹脂モールドしたLEDランプを示す模式図である。

【図13】従来例の発光素子を用いて組み立てた表面実装形の半導体発光装置を示す図で、(a)は平面図、(b)は(a)の変形例、(c)は(a)の断面図である。

【図14】従来例の発光素子を複数個用いて組み立てたLEDアレイを示す図で(a)は一例、(b)は変形例である。

【符号の説明】

10 サファイア基板

11 n型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(0 X 1, 0 Y 1)

12 Al<sub>z</sub>Ga<sub>1-z</sub>T<sub>T</sub>N層(0 Z 1, 0 T 1)

13 p型Al<sub>u</sub>Ga<sub>1-u</sub>V<sub>V</sub>N層(0 U 1, 0 V 1)

14 透光性正電極

15 正電極用ボンディングパッド(正電極パッド)

16 絶縁層

18 負電極用ボンディングパッド(負電極パッド)

19 発光部

20 負電極

21 配線層

22 垂直軸方向

23 右方向の発光パターン

24 左方向の発光パターン

25、26 電極端子

27、28 金線ワイヤ

29 モールドケース

10

20

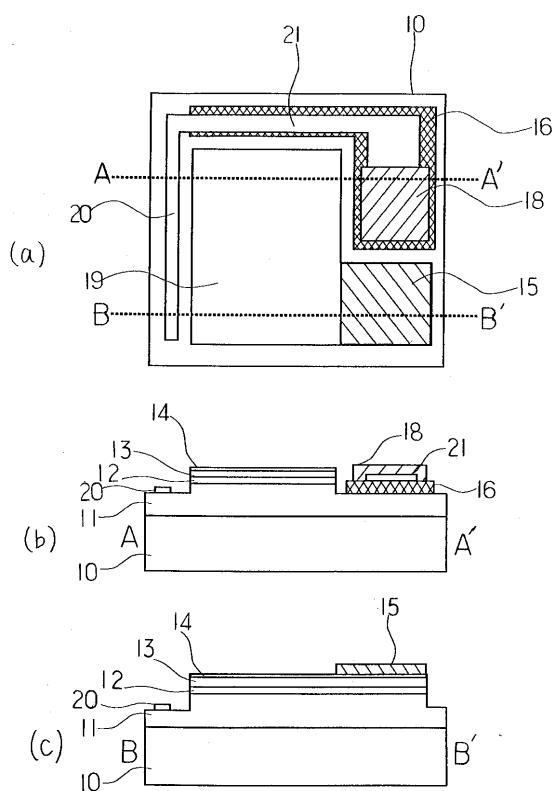
30

40

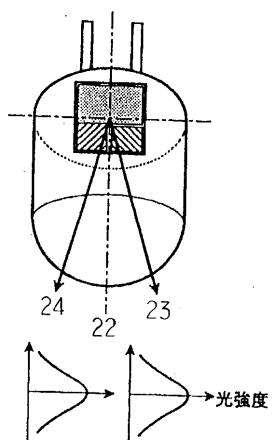
50

3 0 モールドケース 2 9 の底面  
 3 1 透明モールド樹脂  
 3 2 表面実装型の半導体発光装置のモールドケース  
 3 3、3 4 電極端子  
 3 5、3 6 共通ライン  
 3 7 モールドケース  
 3 8、3 9 配線  
 4 0 溝  
 4 1 底面  
 4 2 壁面  
 4 3 斜面  
 4 4 異方導電性樹脂接着剤  
 4 5 発光部  
 4 6 発光部  
 4 7 発光部  
 4 8 配線層  
 4 9 リード線 10

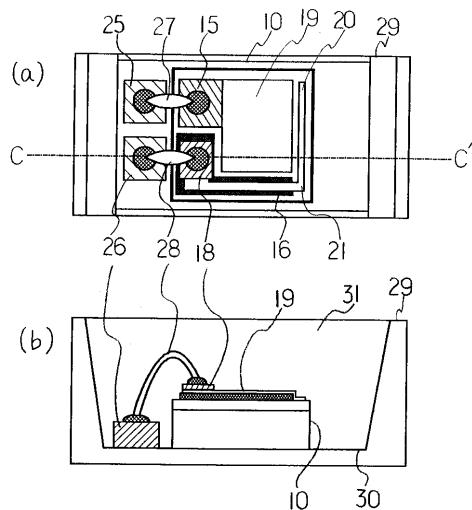
【図 1】



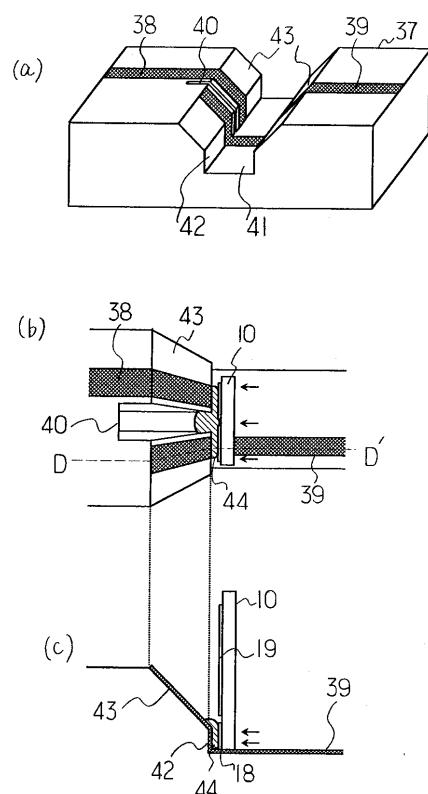
【図 2】



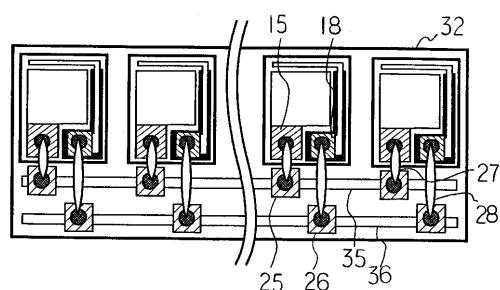
【図3】



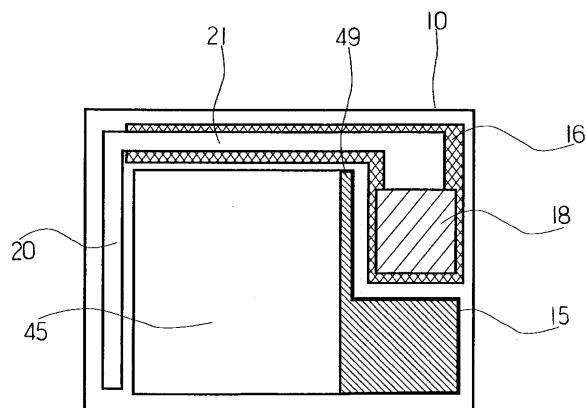
【図5】



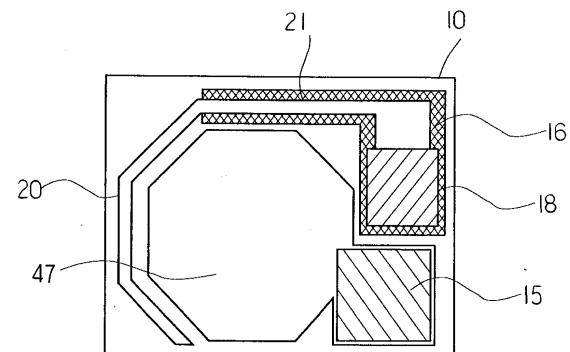
【図4】



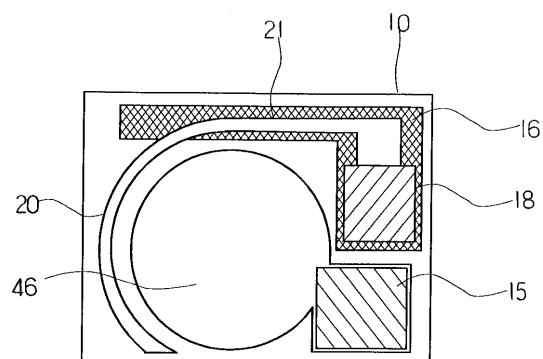
【図6】



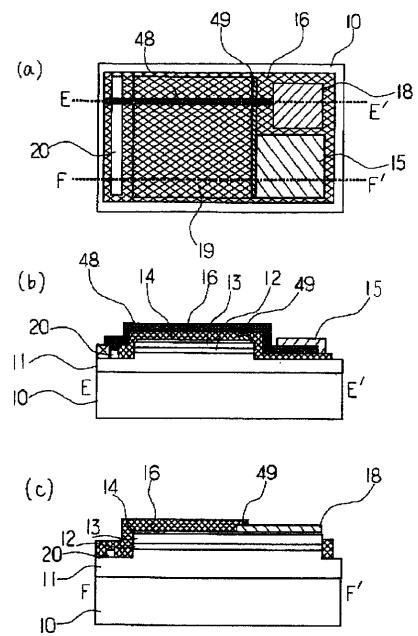
【図8】



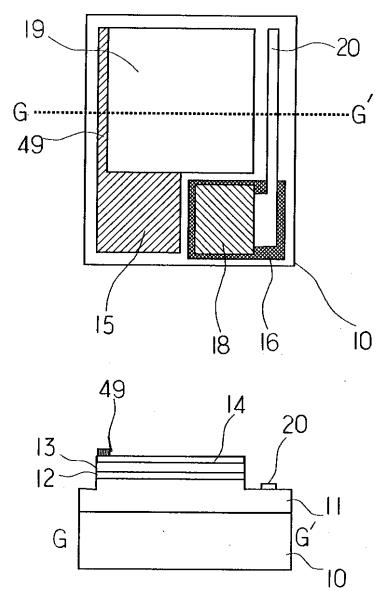
【図7】



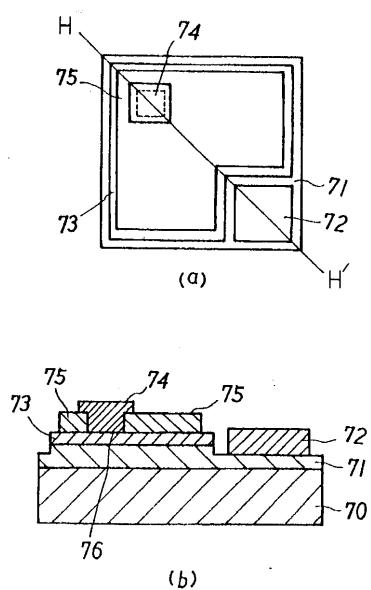
【図 9】



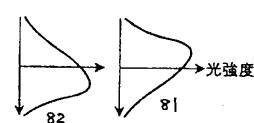
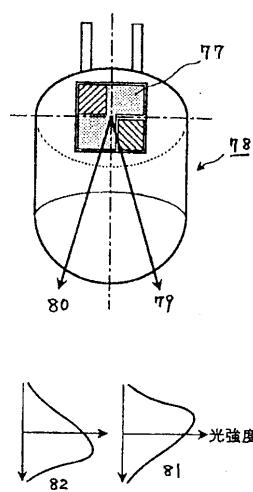
【図 10】



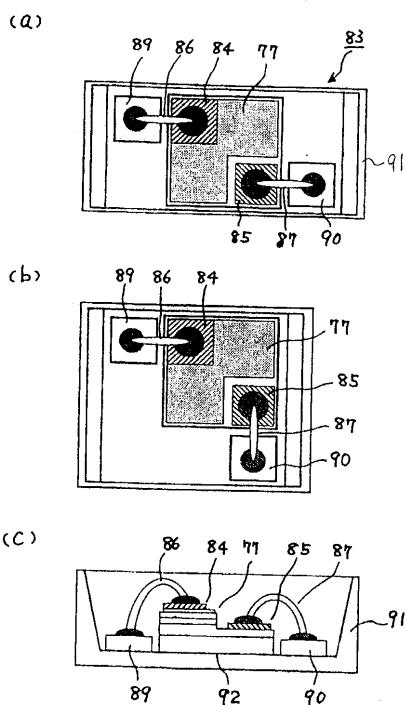
【図 11】



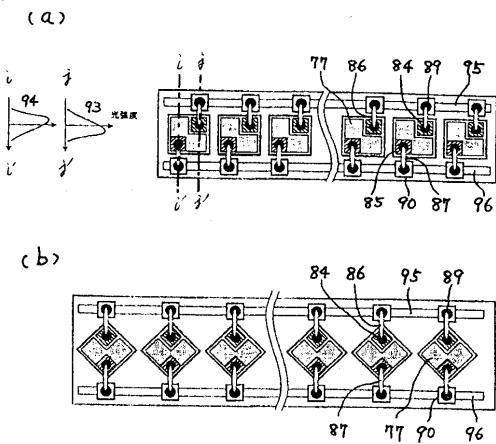
【図 12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100103296  
弁理士 小池 隆彌  
(72)発明者 山崎 幸生  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
(72)発明者 伊藤 茂穎  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
(72)発明者 森本 泰司  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

審査官 小林 謙仁

(56)参考文献 特開平07-288340 (JP, A)  
特開平10-163531 (JP, A)  
特開平10-135519 (JP, A)  
特開平07-058400 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00  
H01S 5/00-5/50