

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333226号
(P5333226)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(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 8 (全 24 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-534290 (P2009-534290) (86) (22) 出願日 平成20年9月17日(2008.9.17) (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/066710 (87) 国際公開番号 W02009/041318 (87) 国際公開日 平成21年4月2日(2009.4.2) 審査請求日 平成23年9月2日(2011.9.2) (31) 優先権主張番号 特願2007-249865 (P2007-249865) (32) 優先日 平成19年9月26日(2007.9.26) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000226057 日亜化学工業株式会社 徳島県阿南市上中町岡491番地100 (74) 代理人 100104949 弁理士 豊栖 康司 (74) 代理人 100074354 弁理士 豊栖 康弘 (72) 発明者 松村 拓明 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内 審査官 高椋 健司</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子及びそれを用いた発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光層を挟んで積層された第1導電型層及び第2導電型層を備える半導体構造と、
 前記第1導電型層及び第2導電型層にそれぞれ電氣的に接続され、互いに対向するよう
 に設けられた第1電極及び第2電極と、
 を有する発光素子であって、

光取り出し側からの平面視において、前記第1導電型層上の電極形成面の形状は矩形状
 であり、

前記第1電極は、互いに対向し、且つ前記電極形成面の端縁に対して平行に配置された
 一对の電極延伸部を備えており、

前記電極延伸部で挟まれた第1領域は、前記電極延伸部の延伸方向に開口されており、
 前記一对の電極延伸部は、直線状であり、一部に重なって外部電極と接続可能な外部接
 続領域を有しており、

前記外部接続領域は、前記電極形成面の四辺に平行な2方向を基準にして、互いに斜向
 かいに形成され、

前記一对の電極延伸部の対向方向において、該電極延伸部間の1/2の距離が、該電極
 延伸部から前記電極形成面の端縁までの距離よりも短いことを特徴とする発光素子。

【請求項2】

発光層を挟んで積層された第1導電型層及び第2導電型層を備える半導体構造と、
 前記第1導電型層及び第2導電型層にそれぞれ電氣的に接続され、互いに対向するよう

に設けられた第 1 電極及び第 2 電極と、
を有する発光素子であって、

光取り出し側からの平面視において、前記第 1 導電型層上の電極形成面の形状は矩形状であり、

前記第 1 電極は、互いに対向し、且つ前記電極形成面の端縁に対して平行に配置された一対の電極延伸部を備えており、

前記電極形成面は、該電極形成面の中央域にあって前記電極延伸部によって挟まれた第 1 領域と、該第 1 領域の外周縁と電極形成面の端縁との間に位置する第 2 領域とを備えており、

前記第 1 領域は、前記電極延伸部の延伸方向に開口されており、

前記一対の電極延伸部は、直線状であり、一部に重なって外部電極と接続可能な外部接続領域を有しており、

前記外部接続領域は、前記電極形成面の四辺に平行な 2 方向を基準にして、互いに斜向かいに形成され、

前記一対の電極延伸部の対向方向において、前記第 1 領域の中心から前記電極形成面の端縁までの幅中心が、前記第 2 領域に位置することを特徴とする発光素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の発光素子において、

前記一対の電極延伸部の対向方向において、前記電極延伸部から前記電極形成面の端縁までの距離は、前記一対の電極延伸部間の $1/2$ の距離に対して、 1.2 倍以上 1.5 倍以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一に記載の発光素子であって、

光取り出し側からの平面視において、前記電極延伸部が、前記電極形成面の中心を基準にして点対称に配置されていることを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一に記載の発光素子において、

光取り出し側からの平面視において、前記第 1 電極及び前記第 2 電極は相互にオフセットに配置されており、前記第 1 電極の電極延伸部から電極形成面の端縁との間に位置する第 2 領域に、前記第 2 電極が形成されていることを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一に記載の発光素子において、

第 1 領域の外側に位置する第 2 領域が、前記電極延伸部の延伸方向における両端領域に配置された第 2 左右領域と、前記電極延伸部の対向方向における両端領域に配置された第 2 上下領域と、をそれぞれ有しており、

前記各第 2 左右領域の幅は、前記各第 2 上下領域の幅の 0.2 以上 0.8 以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項 7】

第 1 電極パターンと第 2 電極パターンを有する基台と、

前記基台上に載置され、前記第 1 電極パターン及び第 2 電極パターンと各々電氣的に接続された、一または複数の発光素子と、
を有する発光装置であって、

前記発光素子は、請求項 1 乃至 6 のいずれか一に記載の発光素子であり、かつ素子被覆部材により被覆されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の発光装置であって、

前記素子被覆部材に、前記発光素子からの出射光の少なくとも一部を吸収して波長変換を行う波長変換部材及び / 又は前記発光素子からの出射光を反射する光拡散部材が含まれていることを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子の構造に係り、特に半導体を挟んで対向配置される電極を備えた素子構造に関する。

【背景技術】

【0002】

発光層を挟んでp型半導体層及びn型半導体層を積層した発光素子において、両半導体層へと供給する電流を半導体平面の全面へと拡散させるために、外部電極との接続部より延伸した電極延伸部を、電極形成面の周縁部に沿って形成する技術が開示されている（例えば特許文献1）。

10

【0003】

一例として図14の平面図に示す発光素子100では、p型半導体層と接続されたp型電極パッド部102が、素子の中央域に配置される。また、n型半導体層と接続されたn型電極パッド部101が、矩形状の電極形成面における隅部に形成されており、このn型電極パッド部101より延伸された電極延伸部101aは、電極形成面の周囲の四辺全てを完全に包囲してなる包囲電極101bを形成している。この包囲電極101bにより、電流がn型半導体層内を側方に移動しなければならない平均距離が低減し、その結果、デバイスの直列抵抗を小さくできるため電流密度の均一性が向上する。

【0004】

また近年では、さらなる高出力化の要望に応じて、n電極側の電極構造の面積化に伴い、包囲電極を素子の外周縁の極めて近くに、つまり包囲電極から素子の外周までを余地無く配置することで、包囲電極領域の増大化を図っている。加えて、この電極延伸部による包囲領域内を、電極延伸部でもって、さらに複数の小領域に区画することで、区画領域内の電流の広がりを均一なものとし、発光均一性の向上をねらった構造も開発されている。

20

【0005】

例えば、図15の平面図に示す発光素子200では、電極パッド部201が、矩形状の電極形成面の隅部に形成されている。さらに、この電極パッド部201から延伸された電極延伸部201aが、電極形成面の周縁の四辺をラウンドして包囲電極201bを形成する。加えて電極パッド部201の隅部を構成する互いに直交した2辺より均等に分岐された複数の電極延伸部201aが、それぞれ垂直に折曲することで、包囲電極201b内を複数の区画領域203に区画している。図15の例では、複数の区画領域は、略相似なL字状であって、各領域は電極パッド部201より離間するにしたがって拡大してなるものの、各々の区画領域における幅は略等間隔である。この構造により、電極形成面の部位における局所電流密度の較差を低減し、すなわち電流拡散が促進されて電極形成面内の電流密度が一層均一になると期待される。

30

【特許文献1】特開2000-164930号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、本発明者は、電極延伸部の折曲領域では電流が集中し、その結果、部位による電流の偏在を招くことを新たに見出した。電流の偏在は、素子内の過度な発熱及び蓄熱の要因となる上、素子へのキャリア注入効率が低下するため、量子効率の悪化を促す。さらに、包囲電極の線長及び領域における遮光により、却って従来の外縁部包囲電極構造では出力が低下することを見出した。

40

【0007】

また、高出力を目的とした投入電力の増加による大電流駆動においては、上記の問題を一層誘発する。加えて不十分な放熱では、素子内の雰囲気温度の上昇により、外部接続領域における合金組成の変化を引き起こし、その結果、抵抗の増加、発光強度及び素子自体の劣化等をも誘発してしまう虞があった。

50

【0008】

本発明は、従来のこのような問題点を解消するためになされたものである。本発明の主な目的は、局所電流密度を均一にしつつ、放熱性に優れた構造であり、ひいては大電流域にあっても高効率の発光でありながら長寿命・高信頼性の発光素子及びそれを用いた発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、本発明の第1の発光素子は、発光層を挟んで積層された第1導電型層及び第2導電型層を備える半導体構造と、第1導電型層及び第2導電型層にそれぞれ電氣的に接続され、互いに対向するように設けられた第1電極及び第2電極と、
を有する発光素子であって、光取り出し側からの平面視において、第1導電型層上の電極形成面の形状は矩形状であり、第1電極は、互いに対向し、且つ電極形成面の端縁に対して平行に配置された一対の電極延伸部を備えており、電極延伸部で挟まれた第1領域は、電極延伸部の延伸方向に開口されており、一対の電極延伸部は、直線状であり、一部に重なって外部電極と接続可能な外部接続領域を有しており、外部接続領域は、電極形成面の四辺に平行な2方向を基準にして、互いに斜向かいに形成され、一対の電極延伸部の対向方向において、該電極延伸部間の1/2の距離が、電極延伸部から電極形成面15の端縁までの距離よりも短いことを特徴とする。

10

【0010】

また、本発明の第2の発光素子は、発光層を挟んで積層された第1導電型層及び第2導電型層を備える半導体構造と、第1導電型層及び第2導電型層にそれぞれ電氣的に接続され、互いに対向するように設けられた第1電極及び第2電極と、
を有する発光素子であって、光取り出し側からの平面視において、第1導電型層上の電極形成面の形状は矩形状であり、第1電極は、互いに対向し、且つ電極形成面の端縁に対して平行に配置された一対の電極延伸部を備えており、電極形成面は、この電極形成面の中央域において電極延伸部によって挟まれた第1領域と、第1領域の外周縁と電極形成面の端縁との間に位置する第2領域とを備えており、第1領域は、電極延伸部の延伸方向に開口されており、一対の電極延伸部は、直線状であり、一部に重なって外部電極と接続可能な外部接続領域を有しており、外部接続領域は、電極形成面の四辺に平行な2方向を基準にして、互いに斜向かいに形成され、一対の電極延伸部の対向方向において、第1領域の中心から電極形成面の端縁までの幅中心が、第2領域に位置することを特徴とする。

20

30

【0011】

また、本発明の第3の発光素子は、一対の電極延伸部の対向方向において、電極延伸部から電極形成面の端縁までの距離が、一対の電極延伸部間の1/2の距離に対して、1.2倍以上1.5倍以下であることを特徴とする。

【0012】

また、本発明の第4の発光素子は、光取り出し側からの平面視において、電極延伸部が、電極形成面の中心を基準にして点対称に配置されていることを特徴とする。

【0016】

また、本発明の第5の発光素子は、光取り出し側からの平面視において、第1電極及び第2電極は相互にオフセットに配置されており、第1電極の電極延伸部から電極形成面の端縁との間に位置する第2領域に、第2電極が形成されていることを特徴とする。

40

【0017】

また、本発明の第6の発光素子は、第1領域を包囲する第2領域は、電極延伸部の延伸方向における両端領域に配置された第2左右領域と、電極延伸部の対向方向における両端領域に配置された第2上下領域と、をそれぞれ有しており、各第2左右領域の幅は、各第2上下領域の幅の0.2以上0.8以下であることを特徴とする。

【0018】

また、本発明の第7の発光装置は、第1電極パターンと第2電極パターンを有する基台と、基台上に載置され、第1電極パターン及び第2電極パターンと各々電氣的に接続され

50

た、一または複数の発光素子と、を有する発光装置であって、発光素子は、上記発光素子であり、かつ素子被覆部材により被覆されていることを特徴とする。

【0019】

また、本発明の第8の発光装置は、素子被覆部材に、発光素子からの出射光の少なくとも一部を吸収して波長変換を行う波長変換部材及び/又は発光素子からの出射光を反射する光拡散部材が含有されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明の発光素子によれば、第1電極における電極形成面において、離間した一对の電極延伸部を中央寄りに配置することで、相対的に、電極延伸部の外側領域を幅広とできる。この電極延伸部の外側領域に、素子内における電極付近の発熱、また一对の電極延伸部における挟帯域での発熱が伝播されて放熱される。すなわち、幅広な放熱領域とできるため、素子内の蓄熱が低減され、放熱性に優れた発光素子とできる。

10

【0021】

また、本発明の発光装置によれば、放熱性に優れ、大電流駆動下においても信頼性の高い発光装置とできる。さらに素子被覆部材内に波長変換部材或いは光拡散部材を混合させることで、光を反射または散乱する効果に加え、光源からの出射光の波長を変換可能であるため、所定の色域において高い出力を有する発光装置を得られる。また、所定のピーク波長を有する光源を選択的に搭載すれば、所望の発光色を高効率に出射できる発光装置となり、実現可能な出射光の波長域が増大する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するための、発光素子及びそれを用いた発光装置を例示するものであって、本発明は、発光素子及びそれを用いた発光装置を以下のものに特定しない。さらに、本明細書は、特許請求の範囲を理解しやすいように、実施例に示される部材に対応する番号を、「特許請求の範囲」、及び「課題を解決するための手段の欄」に示される部材に付記している。ただ、特許請求の範囲に示される部材を、実施例の部材に特定するものでは決してない。特に実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

30

【0023】

なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。また、本明細書において、層上などでいう「上」とは、必ずしも上面に接触して形成される場合に限られず、離間して上方に形成される場合も含んでおり、層と層の間に介在層が存在する場合も包含する意味で使用する。

40

【0024】

(実施の形態)

図1に示す平面図は、本発明の実施の形態に係る発光素子1の一例である。また図1のII-II'線における断面図を図2に、図1のIII-III'線における断面図を図3にそれぞれ示す。

【0025】

図2または図3に示す発光素子1は、支持台3と、この支持台3の上方に位置する半導体構造10と、半導体構造10を上下に狭む電極20より主に構成される。また、支持台3は、支持基板4及び接着層5が、この順に積層されて固定される。一方、半導体構造10は、発光層13と、この発光層13を挟んで積層された第1導電型層11であるn型半

50

導体層と、第2導電層12であるp型半導体層とを有する。図の例では、p型半導体層12、発光層13、n型半導体層11が、この順に積層して半導体構造10を構成しており、半導体構造10の上方側に位置するn型半導体層11側が、発光層13からの出射光の主発光面側、すなわち光取り出し側となる。

【0026】

(電極)

また、電極20はn型半導体層11及びp型半導体層12のそれぞれに電力を供給する第1電極21及び第2電極22を有する。具体的に、n型半導体層11には、第1電極21であるn型電極が形成され、電力供給可能となる。同様に、p型半導体層12の主面の一部に第2電極22が形成される。

10

【0027】

図1は光取り出し側からの平面視における発光素子1の平面図であって、主にn型半導体層11上のn型電極21における形成パターンが図示されている。図1に示すように、n型電極21は、正方形の電極形成面15の略中央域に形成された、一对の線状の電極延伸部30より構成されており、電極形成面15の端縁形状に沿って周縁をラウンドした包囲電極構造を有していない。ただ、電極形成面15の形状は、正方形に限定されず、正多角形、平行四辺形等の矩形、多角形、円形等とできる他、n型半導体層11の露出領域の形状に依存して調節される。

【0028】

また、図1に図示される電極延伸部30は、電極形成面15の中央域であって、中心Cを基準にして、略点对称に配置されており、互いに離間されている。さらに、光取り出し側からの平面視において、電極延伸部30の形状は枝分かれしていない線状であって、細長い一続き状に形成されている。また、対向する一对の電極延伸部30が互いに交差することはなく、図1の例では、線状の電極延伸部30が略平行に延伸され、離間距離は実質的に等間隔である。このように、外部からの電力供給領域を対称に配置することで、電極形成面15の全面への電流拡散を高効率に実現できる。また電極延伸部30が互いに離間し、かつ交差や分岐を備えない直線構造を採用することで、電流の集中を抑止し、電流密度の均一性の向上が図れる。

20

【0029】

また、電極形成面15は、第1領域と第2領域とに分割された発光領域29を有する。具体的に、図1において破線の補助線で示すように、対向する一对の電極延伸部30によって挟まれた領域を第1領域31とし、さらに、この第1領域31の四方周辺領域であって、すなわち第1領域31の外周縁と、電極形成面15の四辺を構成する端縁との間に位置する領域を第2領域32とする。言い換えると、電極延伸部30の形成位置が、第1領域31と第2領域32との境界を固定することとなり、ひいては双方の領域の配分量が決まる。以下に電極延伸部30の好適な形成領域について説明する。

30

【0030】

電極延伸部30は、一对の電極延伸部30の対向方向において、電極形成面15の中心Cから端縁までの中点Mが第2領域に位置するように配置される。換言すると、電極延伸部30の対向方向において、第1領域31の中心から、電極形成面15の端縁までの幅中心が、第2領域32に位置する。この時、発光素子1のn型電極21は、電極延伸部30の対向方向において、電極延伸部30間の距離L1の1/2の距離L1が、電極延伸部30から電極形成面15の端縁までの距離L2よりも小さくなる。これにより、後述の電流注入と拡散、放熱機能を高めることができる。さらに、これを幅中心の線で線対称に形成した素子では、第1領域31の幅H1は、第1領域の上下にわたる第2領域の幅の合計H2よりも小さく、すなわち電極延伸部30は中央寄りに配置されている。さらに具体的に、電極延伸部30の対向方向において、電極延伸部30から電極形成面15の端縁までの距離L2が、一对の電極延伸部30間の1/2の距離L1に対して、1.2倍以上1.5倍以下であることが好ましい。この範囲であれば、一对の電極延伸部の近接による第1領域の過度な温度上昇を防止しつつ、素子の放熱性を向上できる。その結果、大電流域下にお

40

50

いても高効率の発光で、長寿命・高信頼性の素子が得られる。

【0031】

加えて、図1の発光素子1では、第2領域32が第1領域の四方を包囲してなる。この第2領域32は、図1の左右方向において、両端領域に配置された第2左右領域33と、電極延伸部30の対向方向（図1の上下方向）における両端領域に配置された第2上下領域34と、をそれぞれ有する。第2左右領域33の幅L3は、電極延伸部30の延伸方向における、電極延伸部30の端縁23から電極形成面15の端縁と実質的に一致するため、換言すると、第2左右領域33の幅L3は、電極延伸部30の延伸程度に依存する。電極延伸部30は、各第2左右領域の幅L3が、各第2上下領域の幅L4の0.2以上0.8以下となるよう、配置されることが好ましい。この範囲であれば、n型電極21の交差部を有さずして、電極形成面15内における電極延伸部30の配置割合を大きくできるからである。これにより電流の局部集中を回避して電流の面内拡散を促進しつつ、発光領域の低減を抑制、若しくは発光領域を増加させることができ、高出力を得られる。

10

【0032】

さらに、上記の範囲を満たす電極配置であれば、電極形成面15からの平面視において、第1領域31内での発熱を、その四方に位置する第2領域へと2次元的に伝達でき、高効率な放熱作用が得られる。加えて、電極延伸部30の端縁23が、第1領域31と第2左右領域33の境界に位置し、電極形成面15の端縁から離間された構造とできる。すなわち、対向する一対の電極延伸部30間に存在する第1領域31が、電極延伸部30の延伸方向において開口されている。このように電極の一部が離間されること、好ましくは交差、屈曲部を有さないこと、さらに好ましくは互いに離間されることで、その接続部、交差・屈曲部の各部における電流、発熱の集中を抑えて、第1、2領域の電流注入、放熱機能を好適に高めることができる。

20

【0033】

上記の構造により、電極延伸部30の過度な接近による第1領域31内の過度な温度上昇及び蓄熱を抑止できると同時に、電極延伸部30近傍及び第1領域31内の発熱を、隣接する幅広な放熱領域、すなわち第2領域32や、或いは電極延伸部30の開口部近傍でもって効率良く放熱できる。この結果、大電流駆動下においても高い信頼性を有する発光素子とできる。

【0034】

また、電極延伸部30の延伸程度は上記の範囲に限定されず、図4に示すように、電極延伸部30'を半導体構造10の一辺、すなわち電極形成面15の一辺に相当する長さでもって設けてもよい。このように電極が端縁に到達するまで延伸した電極配置により、発光素子60において、一対の電極延伸部30'によって挟まれる第1領域31を、長手方向における端縁が、電極形成面15の端縁と略同一としている。すなわち、長手方向における第1領域31の幅は、電極形成面15の一辺に実質的に相当する。この結果、交差部を有さずして、電極形成面15に対する電極延伸部30'の配置割合を一層増大させることができるため、電流の偏在を抑制しつつ電流注入でき、発光効率が高まる。

30

【0035】

また、第1領域31内での発熱は、電極延伸部30'の延伸方向との略直交方向において、第1領域31を挟む第2領域32に伝達され、この幅広な放熱領域を有する第2領域でもって放熱されるため、素子全体の蓄熱を抑止できる。さらに、第1領域31は、図1の発光素子1と同様、電極延伸部30'の延伸方向において開口部を有しており、これにより一層の放熱効果が高まる。尚、図4における発光素子60は、図1における発光素子1と比較して、電極延伸部の構造のみが相違しており、他の構造は実質的に同じであるため、同一符号を付して詳細説明を省略する。

40

【0036】

このように、上記幅中心の構造において、それを一部に有する構造、好ましくはそれを展開した構造、例えば上記図4の例では中心Cを通る面積二等分線の両側にそれを有する構造、とすることができる。その他に、中心Cで回転させて展開する構造、例えば図11

50

に示すような4回回転対称の構造、とすることもできる。このように、上記幅中心の構造を一部に展開することで、本発明の機能を具備でき、その構造が素子全体に占める割合を大きくすることで、その機能を高めることができる。該幅中心の構造は、具体的に1/4以上、更には1/3超、好適には1/2超であると良い。また、図1の例では図4同様に展開しているが、電極延伸方向において上記幅中心の構造を共に有していないが、それに近い構造の図1の例の方が機能的に有利に働く。このように、上記一部の幅中心の構造において、残部の領域における構造が上記幅中心の構造に近い方が好ましい。ここで、矩形の素子を例として説明しているが、略六角形などの略多角形、略円形、略楕円形など種々の形状においても同様に適用することができる。

【0037】

(オフセット配置)

また、半導体構造10の積層方向、及び積層方向との直交方向において、n型電極21及びp型電極22はオフセットに配置されている。オフセット配置は、具体的に各電極の対向面が該対向面側の電極から各々露出されることである。これに限らず、平面視において、第1、2電極が互いに一部が重なっても良いが、互いに隣接、更には分離されることが本発明において好ましい。これにより、電流拡散を促進でき、内部量子効率を向上させることができる。また、電極形成面での電流均一性が高まると共に、光ムラの低減された出射光とできる。具体的には、図2及び図3に示すように、発光層13を挟んで形成されたn型電極21及びp型電極22が、光取り出し側からの平面視において、重畳領域を有しないように、互いに一致しない中心軸をもって配置される。すなわち、p型電極22は図1で示す第2領域32下に形成され、隣接するp型電極22との離間領域には保護膜7が積層して絶縁される。

【0038】

さらに、電極延伸部30は、その一部に外部と接続可能な外部接続領域16である電極パッド部をそれぞれ有しており、言い換えると、電極延伸部30は、電極パッド部16より延伸されて配置される。図1の場合では、ライン状の電極延伸部30の一方の端部寄りに、電極パッド部16が設けられている。さらに、一对の電極パッド部16は、電極形成面15を構成する長手方向及び/又は短手方向に対して、オフセットに配置され、図1の電極パッド部16では、電極形成面15の中心Cを基準にして略点对称の位置に形成される。すなわち、電極形成面15の矩形を構成する四辺に平行な2方向を基準にして、互いに斜向かいに形成されている。

【0039】

また、電極パッド部16は、ボンディングワイヤ等の導電部材と連結され、この導電部材を介して外部電源から電流が素子へと供給される。したがって、必然的に電極パッド部16を中心とするその近傍は、電流密度が大きい。一方で、電極パッド部16を含む電極延伸部30の形成領域自体は発光領域29を覆うため、電極延伸部30の直上では光採取量が低減する。すなわち、電極パッド部16をオフセットに配置することで、電流集中領域及び光遮断領域が、電極形成面15内に偏在してしまうことを抑止できるため、総合的に電流密度の均一性が向上された、かつ指向性の高い出射光を放出できる発光素子となる。また、図1の例では、各々の電極延伸部30に一の電極パッド部16を設けているが、一の電極延伸部30上或いは電極形成面15上に複数設ける形態でも良く、例えば、電極延伸部と同様に機能するように、電極形成面15上において直線状に配置できる他、ジグザグ状等二次元的に配列しても良い。

【0040】

また、発光層13を有する半導体構造10は、当該分野で公知の方法及び構造を有して作製されるいかなる半導体構造であってもよい。図5～図9は半導体構造10を含む発光素子1の概略断面図であり、その製造方法の一例を説明する説明図である。以下に、図5～図9を用いて、実施の形態に係る発光素子1の一例である窒化物半導体素子の製造方法及び、各部材の詳細な説明を記す。

【0041】

10

20

30

40

50

(半導体構造)

まず、図5に示すように、成長基板6上に第2導電型層12、発光層13、第1導電型層11を有する半導体構造10を形成する。成長基板6は、半導体構造10である窒化物半導体をエピタキシャル成長させることができる基板であればよく、成長基板の大きさや厚さ等は特に限定されない。この成長基板としては、C面、R面、及びA面のいずれかを主面とするサファイアやスピネル(MgAl₂O₄)のような絶縁性基板、また炭化珪素(6H、4H、3C)、シリコン、ZnS、ZnO、Si、GaAsが挙げられる。また、GaNやAlN等の窒化物半導体基板を用いることもできる。

【0042】

本発明の半導体構造は、上記に限らず、pn接合、p-i-n構造、MIS構造など種々の発光構造を用いることができる。また、以下では半導体構造及び半導体層として、窒化物半導体について説明するが、本発明はこれに限らず、GaAs系、InP系、例えばInGaAs、GaP半導体、などの他の材料、波長の発光素子にも適用できる。

【0043】

成長基板6上に、半導体構造として、n型窒化物半導体層11、発光層13、p型窒化物半導体層12を順に積層する。この時、成長基板6の材料によっては、半導体構造との間に、低温成長バッファ層、例えば1~3nmのAl_xGa_{1-x}N(0<x<1)、その他、高温成長の層、例えば0.5~4μmのAl_xGa_{1-x}N(0<x<1)などの下地層を介していても良い。n型、p型の窒化物半導体層は、例えばAl_xGa_yIn_{1-x-y}N(0<x<1、0<y<1、x+y<1)の組成式で表されるものを用いることができ、そのほかIII、IV族元素の一部をそれぞれ、B置換、P、As、Sbなどで置換しても良い。例えば、n型層11には、GaNのコンタクト層、InGa_n/GaNの多層膜構造、p型層12には、GaNのコンタクト層、AlGa_n、InGa_n、GaNの単層、多層膜構造を用いて構成することができる。このように種々の組成、ドーパント量の単層、多層構造を1つ、複数有して、各機能(コンタクト、クラッド)の層を設けることができる。各導電型の半導体層は、適宜ドーパントを用いて所望の導電型の層とし、例えばp型、n型の窒化物半導体では、それぞれMg、Siなどを用いる。各導電型層の一部に、絶縁性、半絶縁性の領域、層、又は逆導電型の領域、層を有していても良い。

【0044】

また、本発明に用いる発光層13、すなわち活性層は、例えば、Al_aIn_bGa_{1-a-b}N(0<a<1、0<b<1、a+b<1)からなる井戸層と、Al_cIn_dGa_{1-c-d}N(0<c<1、0<d<1、c+d<1)からなる障壁層とを含む量子井戸構造を有する。活性層に用いられる窒化物半導体は、ノンドープ、n型不純物ドープ、p型不純物ドープのいずれでもよいが、好ましくは、ノンドープもしくは、又はn型不純物ドープの窒化物半導体を用いることにより発光素子を高出力化することができる。井戸層にAlを含ませることで、GaNのバンドギャップエネルギーである波長365nmより短い波長を得ることができる。活性層から放出する光の波長は、発光素子の目的、用途等に応じて360nm~650nm付近、好ましくは380nm~560nmの波長とする。

【0045】

井戸層の組成はInGa_nが、可視光・近紫外域に好適に用いられ、その時の障壁層の組成は、Ga_n、InGa_nが良い。井戸層の膜厚は、好ましくは1nm以上30nm以下であり、1つの井戸層の単一量子井戸、障壁層などを介した複数の井戸層の多重量子井戸構造とできる。

【0046】

(第2電極)

次に、図5に示すように、第2導電型層12の表面にRh、Ag、Ni、Au、Ti、Al、Pt等からなる第2電極22をパターン形成する。第2電極22は、光反射側であるため、反射構造を有すること、具体的には反射率の高い、反射層を有すること、特に第2導電型層接触側に有することが好ましい。その他に、光透過する薄膜の密着層を介して、例えば密着層/反射層の順に積層した多層構造とすることもできる。具体的な第2電極

10

20

30

40

50

22としては、半導体構造10側からAg/Ni/Ti/Ptとできる。また、第2電極22は、上面から見て、第1電極21が形成される領域を除く窒化物半導体層のほぼ全領域に形成されると、電流注入の発光領域を大きくでき好ましい。また平面視において、第1及び第2の電極が、活性層13を挟んで重なる領域を有すれば、電極へと吸収され光損失を招くため、ずらすのがよい。

【0047】

(保護膜)

窒化物半導体素子の周辺部等を保護するために、保護膜7を設けても良い。第2導電型半導体層12上に設ける場合は、その第2電極22から露出した領域に形成され、図の例では互いに隣接若しくは離間して設けられる。これに限らず、第2電極22の一部を覆うように設けることもできる。この保護膜7を絶縁膜として、第2導電型半導体層の表面上に選択的に設けられた第2電極から半導体層に導通されている。絶縁性の保護膜として、具体的な材料としては、SiO₂、Nb₂O₅、Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂等の酸化膜や、AlN、SiN等の窒化膜の、単層膜または多層膜を用いることができる。さらに、保護膜7にAl、Ag、Rh等の高反射率の金属膜を被覆してもよい。さらにSiO₂/Ti/Ptのように、第2電極の多層構造の一部を絶縁膜の接着層5a側に設けてもよい。

【0048】

(半導体層側接着層)

次に、第2電極22上に、貼り合わせ時に合金化させるための半導体層側接着層5aを形成する。半導体層側接着層5aは、Au、Sn、Pd、Inからなる群から選ばれる少なくとも1つを含有する合金から形成される。半導体層側接着層5aは密着層、バリア層、共晶層からなる3層構造が好ましい。密着層は、Ni、Ti、RhO、W、Moからなる群から選ばれる少なくとも1つを含有する。バリア層は、Pt、Ti、Pd、TiN、W、Mo、WN、Auからなる群から選ばれる少なくとも1つを含有する。共晶層は、Au、Sn、Pd、Inからなる群より選ばれる少なくとも1つを含有する。また、半導体層側密着層41aの膜厚は5μm以下とする。例えば、Ti/Pt/Au/Sn/Auを用いることができ、また保護膜に第2電極の多層構造の一部を設ける場合は、密着層を省略し、Pt/Au/Sn/Auとすることもできる。

【0049】

(支持基板)

他方、支持基板4を用意する。支持基板4は、主に、Si基板の他、GaAsの半導体基板、Cu、Ge、Niの金属材料、Cu-Wの複合材料等の導電性基板が挙げられる。加えて、Cu-Mo、AlSiC、AlN、SiC、Cu-ダイヤモンド等の金属とセラミックの複合体等も利用できる。例えば、Cu-W、Cu-Moの一般式をCu_xW_{100-x}(0<x<30)、Cu_xMo_{100-x}(0<x<50)のようにそれぞれ示すことができる。またSiを用いる利点は安価でチップ化がしやすい点である。支持基板4の好ましい膜厚としては50~500μmである。支持基板4の膜厚をこの範囲に設定することで放熱性が良くなる。一方で、支持基板に導電性基板を使用すれば、基板側からの電力供給が可能になる他、高い静電耐圧及び放熱性に優れた素子とできる。また、通常は、Si、Cu(Cu-W)等の不透光性の材料で、それと半導体層との間、例えば電極、若しくは半導体層内に反射構造を設ける構造として、放熱性、発光特性に優れ好ましい。また、メッキにより、窒化物半導体層上にメッキ部材を形成して、支持基板、支持基板との間の接着部を形成することもできる。また、支持基板を設けない素子でも良く、発光装置の載置部、基台上に直接実装されても良く、メッキによる金属部材などを半導体層上に設ける形態でも良い。

【0050】

また、光取り出し側に対向する半導体層の反射側、例えば支持基板4の上面或いは下面や、上述した窒化物半導体層の表面(ここでは第2導電型層12の表面)に、分布型ブラッグ反射膜(distributed Bragg reflector: DBR)など、屈折率の異なる材料が周期的に交互に積層された多層薄膜を形成することもできる。多層薄膜は例えば誘電体多層膜、G

10

20

30

40

50

a N / A l G a N の半導体から構成されて、半導体層内、その表面、例えば保護膜、などに、単独若しくは反射用の電極と共に形成されて、反射構造を設けることができる。

【 0 0 5 1 】

(貼り合わせ工程)

そして、図 6 に示すように、半導体層側接着層 5 a の表面と支持基板側接着層 5 b の表面を対向させ、支持基板 4 を加熱圧接により窒化物半導体層側の第 2 電極 2 2 上に貼り合わせる。この加熱圧接は、プレスをしながら 1 5 0 以上の熱を加えて行われる。これにより図 7 に示すように、接着層 5 (5 a と 5 b) を介して半導体層側と支持基板側が接合される。

【 0 0 5 2 】

この支持基板 4 の表面に対しても支持基板側接着層 5 b を形成することが好ましい。また、支持基板側接着層 5 b には密着層、バリア層、共晶層からなる 3 層構造を用いることが好ましい。支持基板側接着層 5 b は、例えば T i - P t - A u 、 T i - P t - S n 、 T i - P t - P d 又は T i - P t - A u S n 、 W - P t - S n 、 R h O - P t - S n 、 R h O - P t - A u 、 R h O - P t - (A u 、 S n) 等の金属膜から形成される。

【 0 0 5 3 】

貼り合わせにおいて共晶させるには支持基板側と窒化物半導体側との接着面にそれぞれ密着層、バリア層、共晶層とを備えていることが好ましく、それが設けられる材料 (基板、半導体) に応じて、適宜接着層、その各層の材料を形成する。貼り合わせ後には第 2 の電極 / T i P t A u S n P t T i / 支持基板、その他に第 2 の電極 / R h O - P t - A u S n P t T i / 支持基板、第 2 の電極 / T i P t P d S n P t T i / 支持基板や、第 2 の電極 / T i P t A u S n P t R h O / 支持基板や、第 2 の電極 / T i P t A u - A u S n P t T i S i ₂ / 支持基板や、 T i / P t / A u S n / P d S n / P t / T i S i ₂ / 支持基板や、 P t / A u S n / P d S n / P t / T i S i ₂ / 支持基板 (保護膜が S i O ₂ / T i / P t の場合) となる。このように、貼り合わせの表面金属は支持基板側と窒化物半導体素子側が異なると、低温で共晶が可能で、共晶後の融点が高くなるため好ましい。

【 0 0 5 4 】

(成長基板除去工程)

その後、図 7 に示すように、成長基板を除去して (破線部) 、半導体構造 1 0 を露出させる。成長基板 6 は、成長基板側からエキシマレーザを照射して剥離・除去する (Laser Lift Off : LLO) か、又は研削によって取り除かれる。成長基板 6 を除去後、露出した窒化物半導体の表面を C M P (ケミカル・メカニカル・ポリッシュ) 処理することで所望の膜である第 1 導電型層 1 1 を露出させる。このとき、発光素子の光に対し吸収率の高い下地層、例えば高温成長した G a N 層を除去、あるいは膜厚を低減することによって、例えば紫外領域の発光波長を持つ L E D においても吸収の影響を低減することができる。この処理によりダメージ層の除去や窒化物半導体層の厚みを調整、表面の面粗さの調整ができる。

【 0 0 5 5 】

(窒化物半導体層の分割)

さらに、図 8 に示すように、チップ状に半導体構造 1 0 を分割する。具体的には、窒化物半導体素子をチップ化するため、R I E 等で外周エッチングを行い、外周の窒化物半導体層を除去して分離し、保護膜 7 を露出させる。

【 0 0 5 6 】

また、光の取り出し効率を向上させるために、半導体層表面など光取り出し表面に凹凸構造を有していても良い。例えば、第 1 導電型の窒化物半導体層の露出面をウェットエッチング、R I E 等で凹凸構造を形成してもよい。また、半導体層を覆う透光性部材、例えば第 1 導電型層表面の保護膜 (図示せず) などに設けられても良く、それらの材料間に及ぶ凹凸構造でも良く、その界面に凹凸構造を設けても良い。また、第 2 電極側など光反射面に凹凸構造を設けても良い。ここでは、第 1 電極から露出した領域の半導体層表面に K

10

20

30

40

50

OHでウェットエッチングして、粗面化した凹凸構造を設ける。

【0057】

(第1電極)

次いで、第1導電型層11の露出面である電極形成面15に、上記に記した配置構成を満足するよう第1電極21が形成される。すなわち、第1電極21は、電極形成面15からの平面視において、活性層13を挟んで位置する第2電極22の形成領域と重畳領域を持たないようにずれて配置される。この構造により、半導体構造10の積層方向において、その中心軸を異とする双方の電極21、22間を、キャリアが立体的に移動するため、面内拡散が促進される結果、内部量子効率を高められる。

【0058】

第1電極は、具体的には、積層順に、Ti-Au、Ti-Alなどのように、第1導電型層とのオーミック用と密着用としてのTi層(第1層)とパッド用のパッド層(第2層)として金、Al、白金族の構成、また、オーミック用の第1層(例えば、W、Mo、Tiが第1導電型層とのオーミック接触に好ましい)と、パッド用の第2層との間にバリア層として、高融点金属層(W、Mo、白金族)を設ける構造、例えばW-Pt-Au、Ti-Rh-Pt-Au、が用いられる。n型窒化物半導体の反射性電極として、Al、その合金を用いること、透光性電極としてITOなどの導電性酸化物をもちいることもできる。実施の形態において、第1電極21にn型電極を構成する場合、積層順にTi-Al-Ni-Au、W-Al-W-Pt-Au、Al-Pt-Au、Ti-Pt-Au等が用いられる。また、第1電極は膜厚を0.1~1.5μmとする。

【0059】

(チップ分割)

続いて、支持基板4及び接着層5からなる支持台3において、窒化物半導体素子1の境界領域におけるダイシング位置Dでもってダイシングすることにより、図1乃至図3に示すチップ化された窒化物半導体素子1を得られる。

【0060】

(透光性導電層)

また、各電極との半導体層間に電流拡散を促す拡散層を備えることもできる。拡散層としては、各電極よりも幅広、大面積で設けられて拡散機能を有し、透光性であることで光の出射(第2電極側)、反射(第1電極側)の機能を低下させないものが良く、例えば透光性導電層が採用できる。導電層は、露出した半導体層のほぼ全面に形成されることにより、電流を半導体層全体に均一に広げることができる。透光性導電層は、具体的には、ITO、ZnO、In₂O₃、SnO₂等、Zn、In、Snの酸化物を含む透光性導電層を形成することが望ましく、好ましくはITOを使用する。あるいはNi等のその他の金属を薄膜、酸化物、窒化物、それらの化合物、複合材料としたものでもよい。

【0061】

(配線構造)

上記の構造を有する図1乃至図4に示す窒化物半導体素子1において、接着層5を導電性とし、かつ支持基板4をSiC等の導電性の基板とすれば、第2電極22の一方の主面を第2導電型の窒化物半導体層12に接触させ、第2電極22の他方の主面側から外部接続できる。すなわち、第2電極22の一方の主面(図3における上面)は半導体と接触させるための面であり、第2電極22の他方の主面(下面)は外部接続用の面として機能できる。そして、貼り合わせる支持基板4を第2電極22に電氣的に接続し、半導体積層構造側の面に対向する裏面側(図3における窒化物半導体素子1の底面側)を、第2電極22の外部接続領域とできる。例えば支持基板4の裏面に設けた電極を介して、外部回路との接続が可能となる。また、支持基板4を絶縁性材料とした場合では、半導体積層構造側に形成された支持基板4の電極と、その反対側の裏面に形成された電極とを、支持基板4の立体配線や、配線用ビアホール等の配線電極によって接続するようにしても、支持基板4の裏面側からの電極取り出しが可能となる。いずれにしても、露出されたワイヤを用いずに、第2電極22と外部電極とを電氣的に接続できる。さらに、支持基板4に、別個の

10

20

30

40

50

放熱部材を連結することで、一層の放熱効果を得ることもできる。

【0062】

他方で、半導体層表面側の電極である、第1電極21は、外部電極接続用の露出領域に、半田等を介して導電性ワイヤと接続される。これにより外部電極との電氣的な接続が可能となる。その他に、半導体層上に配線構造を有する形態、例えば、半導体層上から外部の支持基板上まで配線層が設けられる構造でも良く、その場合上述した支持基板の外部接続、配線構造などにより、外部と接続される。この様なワイヤ接続を用いない発光素子、装置であると、延伸部より幅広いパッド部が不要となり、電流集中傾向を抑えることができ、後述の蛍光体層、それを含む封止部材を好適に形成できる。例えば、図4の例のように、電極が半導体層端部に到達する構造では、その外部に延出する支持基板上に、電極を延在させることができる。

10

【0063】

また、図1乃至図3に示す窒化物半導体素子1において、支持基板4は電気伝導性の良い材料を使用しており、これにより発光層の上下を電極でもって立体的に挟み込む縦型電極構造とできるため、電流をp型半導体層(第2導電型の窒化物半導体層12)の全面へと拡散でき、電流の面内広がりが均一となる。すなわち電気抵抗を低減でき、キャリア注入効率が向上する。さらに、支持基板4は、放熱基板としての機能も果たすことができ、発熱による素子特性の悪化を抑止できる。

【0064】

(発光装置)

20

また、図9の発光装置2の概略断面図は、図1乃至3に示す窒化物半導体素子1をパッケージ8に実装した例を示す。パッケージ8は、それぞれが一对の電極パターンと対応しているリード14a、14bを備えた基台14を有する。基台14上に載置された窒化物半導体素子1は、支持基板4の実装面側に形成されている外部接続用の第2電極22と、基台14の一方のリード14aとが導電性接着部材等を介して電氣的に接続されている。また、窒化物半導体素子1の第1導電型層11側に装着された第1電極21は、その外部接続領域16(図1参照)において他方のリード14bと導電性ワイヤ18により電氣的に接続されている。また、図では凹部の底面に発光素子が載置されるが、このような載置部の形状に限らず、平坦な形状、凸部の上面など、種々の形態の載置部とすることができる。

30

【0065】

(レンズ)

また、パッケージ8は、側面を有する略凹形状のカップ19が形成されており、上方に幅広い開口部24を有する。さらに、パッケージ8の開口部24の上部は、球面レンズ、非球面レンズ、シリンダカルレンズ、楕円レンズ等のレンズ17により閉塞されている。さらに、レンズ17における光取り出し側の面状は、平坦の他、レンズ状、凹凸を有するマイクロレンズ状などの加工を施してもよい。用途に応じて光源からの出射された光を拡散又は集光するレンズを設けることができ、それは無機ガラス、樹脂等により形成することができる。

【0066】

40

また、開口部24内は、窒化物半導体素子1を被覆する素子被覆部材26により充填されてなる。素子被覆部材26としては気体の他、透光性のあるシリコン樹脂組成物、変性シリコン樹脂組成物等を使用することが好ましい。また、エポキシ樹脂組成物、変性エポキシ樹脂組成物、アクリル樹脂組成物等の透光性を有する絶縁樹脂組成物を用いることができる。さらに、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、フッ素樹脂およびこれらの樹脂の少なくとも一種以上含むハイブリッド樹脂等、耐候性に優れた樹脂も利用できる。また、有機物に限られず、ガラス、シリカゲル等の耐光性に優れた無機物を用いることもできる。また、気密封止には、不活性ガス、窒素、酸素、アルゴン、ヘリウム、もしくは、これらを合わせたもの、または乾燥空気などを用いることができる。特に光源として窒化ガリウム系の半導体素子を用いる場合には、乾燥空気もしくは少なくとも酸素を

50

含むガスを用いることで、半導体素子の劣化が防止される。

【0067】

(搭載素子、保護素子)

また、本発明の発光装置においては、窒化物半導体素子を1つのみ載置されてもよいが、2つ以上の発光素子が載置されていてもよいし、発光素子の他に、例えばツェナーダイオード、コンデンサ等の保護素子と組み合わせられていてもよい。また、保護素子は、発光素子内の一部に形成することもできる。これらの保護素子は、当該分野で公知のもの全てを利用することができる。

【0068】

(波長変換部材)

また、素子被覆部材26内に、発光層13からの出射光によって励起され蛍光を発する蛍光物質等の波長変換部材9を混入することができる。これにより、光源の光を異なる波長の光に変換し、光源と波長変換部材9で波長変換された光との混色光を外部に取り出すことが可能となる。つまり、光源からの光の一部が蛍光体を励起することで、主光源の波長とは異なった波長を持つ光が得られる。この波長変換部材9としては蛍光体が好適に利用できる。なぜなら蛍光体は光散乱性及び光り反射性の機能をも備えているため、波長変換機能に加えて光散乱部としての役割を果たし、上述した光の拡散効果を得ることができるからである。蛍光体は、素子被覆部材26中にほぼ均一の割合で混合することも、部分的に偏在するように配合することもできる。

【0069】

例えば、発光層13から所定の距離だけ離間させることにより、半導体層内で発生した熱が蛍光物質に伝達し難くして蛍光物質の劣化を抑制できる。一方、波長変換部材9を半導体層側に近傍させ、ほぼ均一な波長変換層を形成させれば、発光層からの出射光による波長変換量を一定とでき、一次光と変換光との混合比が安定された発光色を得られる。

【0070】

また、蛍光体は、一層からなる素子被覆部材26中に一種類或いは二種類以上在中してもよいし、複層からなる発光層中にそれぞれ一種類あるいは二種類以上存在してもよい。これにより所望の波長を出射可能な発光装置を実現できる。

【0071】

代表的な蛍光体としては、銅で付括された硫化カドミ亜鉛やセリウムで付括されたYAG系蛍光体及びLAG系蛍光体が挙げられる。特に、高輝度且つ長時間の使用時においては $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、但し、Reは、Y、Gd、La、Luからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。)等が好ましい。実施の形態2の波長変換部材としては、YAGまたはLAG蛍光体を使用し、例えば白色を得ることができる。また、蛍光体としては、ガラスや樹脂に蛍光体を混合した蛍光体ガラスや蛍光体含有樹脂、蛍光体若しくはそれを含む結晶体(板)を用いてもよい。

【0072】

また、黄～赤色発光を有する窒化物蛍光体等を用いて赤味成分を増し、平均演色評価数Raの高い照明や電球色LED等を実現することもできる。具体的には、発光素子の発光波長に合わせてCIEの色度図上の色度点の異なる蛍光体の量を調整し含有させることでその蛍光体間と発光素子で結ばれる色度図上の任意の点を発光させることができる。その他に、近紫外～可視光を黄色～赤色域に変換する窒化物蛍光体、酸窒化物蛍光体、珪酸塩蛍光体、 $L_2SiO_4:Eu$ (Lはアルカリ土類金属)、特に $(Sr_xMa_{1-x})_2SiO_4:Eu$ (MaはCa、Baなどのアルカリ土類金属)などが挙げられる。窒化物系蛍光体、オキシナイトライド(酸窒化物)蛍光体としては、Sr-Ca-Si-N:Eu、Ca-Si-N:Eu、Sr-Si-N:Eu、Sr-Ca-Si-O-N:Eu、Ca-Si-O-N:Eu、Sr-Si-O-N:Euなどがあり、アルカリ土類窒化ケイ素蛍光体としては、一般式 $LSi_2O_2N_2:Eu$ 、一般式 $L_xSi_yN_{(2/3x+4/3y)}:Eu$ 若しくは $L_xSi_yO_zN_{(2/3x+4/3y-2/3z)}:Eu$ (Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれか)

10

20

30

40

50

で表される。

【0073】

(添加部材)

また、素子被覆部材26は、波長変換部材9の他、粘度増量剤、顔料、蛍光物質等、使用用途に応じて適切な部材を添加することができ、これによって良好な指向特性を有する発光素子が得られる。同様に外来光や発光素子からの不要な波長をカットするフィルター効果を持たせたフィルター材として各種着色剤を添加させることもできる。ここで本明細書において拡散剤とは、例えば中心粒径が1nm以上5 μ m未満のものは、発光素子及び蛍光物質からの光を良好に乱反射させ、大きな粒径の蛍光物質の色ムラを抑制したり、発光スペクトルの半値幅を狭めたり、できる。一方、1nm以上1 μ m未満の拡散剤は、光度を低下させることなく樹脂粘度を高めることができる。

10

【0074】

(フィラー)

さらに、素子被覆部材26中に蛍光物質の他にフィラーを含有させてもよい。具体的な材料としては、拡散剤と同様のものが使用でき、拡散剤は中心粒径が異なり、本明細書においてはフィラーの中心粒径は5 μ m以上100 μ m以下とすることが好ましい。このような粒径のフィラーを素子被覆部材26中に含有させると、光散乱作用により発光装置の色度バラツキが改善される他、素子被覆部材26の耐熱衝撃性を高めることができる。これにより、高温下での使用においても、発光素子と異部材界面におけるクラック及び剥離の発生を防止できる。さらには樹脂の流動性を長時間一定に調整することが可能となる。

20

【実施例1】

【0075】

以下に、実施例1における電極の構成例を示す。ただし、上述した構造と同様の構成要素については同符号を付して、その詳細な説明を省略している。図10は、発光素子101の光取り出し側からの平面図であって、主にn型電極41が図示される。図10に示す発光素子101は、1mm(1mm \times 1mmの電極形成面)の略正形状のダイスであって、その周縁形状は、一方向(図10における左右方向)に延伸された第1の辺35と、これに直交する第2の辺36と、この2辺35、36にそれぞれ対向して平行に位置する2辺35'、36'とで構成される。

【0076】

30

また、n型電極41は、n型半導体層11の露出部の電極形成面15内に形成される一対の電極パッド部16と、この電極パッド部16よりそれぞれ直線状に延伸した電極延伸部40と、を有する。また、図10に示すように、電極の形成領域である電極形成面15は、発光素子101の矩形の周縁から略一定の離間距離をもって内側に形成されており、実施例1では発光素子101の外周より30 μ mだけ離間した、すなわち中心方向へと縮小した領域を有する。

【0077】

さらに、一対の電極延伸部40は、略平行であって互いに離間されて対向する。図10では、各々の電極延伸部40は、その延伸方向を第1の辺35と平行に位置しており、電極形成面15の中心Cを基準に点対称に配置されてなる。

40

【0078】

また、電極形成面15は、一対の電極延伸部40でもって挟まれた第1領域31と、この第1領域31を除く領域、すなわち第1領域31の四方に位置する第2領域32から構成される。実施例1では、第2の辺36との平行方向において、第1領域31の幅、すなわち電極延伸部40間の離間距離(L1)を400 μ mとし、さらに各第2領域32の幅、すなわち電極延伸部30から電極形成面15の端縁までの離間距離(L2)を、260 μ mとし、第1の辺35との平行方向において、第2領域の幅(L3)、すなわち電極延伸部40の端縁23と電極形成面15の端縁までの離間距離を165 μ mとしている。

【0079】

実施例1の電極構造であれば、電極延伸部40が一及び複数段的に折曲された屈曲部、

50

分岐部、交差部を有しておらず、直線状に形成された一对の電極延伸部40は互いに離間されている。この結果、n型電極41は電極延伸部40でもって閉塞された領域を形成しておらず、すなわち開口部を有するため、電極近傍及び第1領域31内の発熱を高効率に放熱できる。さらに、電極延伸部40の長手方向における長さ(L5)を、双方の電極延伸部40の離間距離(L1)よりも大きくすることで、交差部を有さずして電極形成面15内における延伸電極部40の形成領域を大きくできるため、電流集中領域を排除しつつ発光領域29の発光を均一にできる。尚、延伸電極部40の離間距離(L1)は、形成される層における面内拡散の度合い、すなわちシート抵抗等を考慮して適宜調節でき、これにより所望の電流拡散状体を実現した発光素子とできる。以下、実施例1における発光素子を、種々の形態による発光装置に搭載して得られる各特性を記す。

10

【0080】

(砲弾型I)

実施例1の発光素子を、各極性用の2本のリードの内、一方のマウント用リードに搭載し、そのリードを樹脂で封止して、砲弾形状の樹脂レンズ一体封止型の発光装置を作製する。その青色発光の装置により得られる各特性を以下に示す。

駆動電流 I_f : 350 (mA) で、 V_f : 3.8 (V)、光出力 : 548.7 (mW)、
 λ_d : 445.4 (nm)、 λ_p : 438.7 (nm)、外部量子効率 : 55.5 (%)、
 電力効率 : 41.3 (%) である。

【0081】

(砲弾型II)

上記発光装置であって、さらに上記マウントリードの素子載置のカップ内にYAG蛍光体含有の樹脂でプリコートして得られる白色発光の発光装置の各特性は以下の通りである。駆動電流 I_f : 350 (mA) で、 V_f : 3.8 (V)、色温度 T_{cp} : 5751 (K)、色度 (x : 0.327、 y : 0.333)、発光効率 : 79.5 (lm/W) である。

20

【0082】

(一体封止型)

実施例1の発光素子を、2本一組の各極性用のリード(計4本)の内、一方の組のマウント用リードのカップ内に搭載し、樹脂レンズ一体で封止して得られる青色発光の発光装置の特性は以下の通りである。

駆動電流 I_f : 350 (mA)、 V_f : 3.7 (V)、発光出力 : 603.6 (mW)、
 λ_d : 445.3 (nm)、 λ_p : 438 (nm)、外部量子効率 : 60.9 (%)、電力効率 : 46.6 (%)

30

【実施例2】

【0083】

また、実施例1の発光素子と同様の構造を有する発光素子であって、電極の形状、配置を相似関係で縮小させる。その800 μ mの発光素子においても、実施例1と同様に好適な発光出力、放熱効果が得られる。

【0084】

(比較例1)

比較例1における発光素子301の平面図を図11に示す。図の発光素子301は、600 μ mサイズの略正方形のダイスであり、実施例1の発光素子101と比較して、ダイスのサイズ及び電極の形成パターンのみが相違しており、その他の構造は実質的に同一である。したがって、上記と同様の構成要素については同符号を付して、その詳細な説明を省略する。

40

【0085】

図11の発光素子301では、第1電極であるn型電極51が、電極形成面15の中心Cを中心にして、電極形成面15と相似関係に縮小された、すなわち略正方形にラウンドされた電極延伸部50を有する。換言すると、電極延伸部50の隅部は略直角に屈曲した折曲部を有する。また、該正方形の一の隅部には外部接続領域16である電極パッド

50

部が備えられる。図11に示すように、電極延伸部50は、電極形成面15の中心Cから端縁までの中点Mを通過して、且つ中点Mよりも外側領域に構成されており、すなわち電極延伸部50は、電極形成面15の端縁側寄りに配置されている。

【0086】

さらに、発光素子301は、実施例1と同様、電極延伸部50により挟まれた領域である第1領域31と、この第1領域の外縁から電極形成面15の端縁までの第2領域32と、を有する。比較例1の発光素子では、第1領域31が電極延伸部50でもって包囲された閉塞領域であり、開口部を備えない。

【0087】

(比較例2)

また、電極の他の形成パターンを有する発光素子を、比較例2として図12に示す。図12の発光素子401は、実施例1同様1mmの略正方形形状ダイスであり、比較例1と同様、包囲電極構造を備える。尚、上記と同様の構成要素については同符号を付して、詳細な説明を省略する。

【0088】

図12の発光素子401では、正方形形状の電極形成面15において、対向する一对の隅部に外部接続領域16である電極パッド部を有する。該電極パッド部16より延伸された電極延伸部60は、電極形成面15の四方の周縁をラウンドして矩形形状に包囲電極を形成してなる。さらに電極延伸部60は、該矩形形状の各対辺の中心を互いに連結するよう延伸され、すなわち矩形形状を略4等分に区画してなる。つまり、比較例2の第1電極61であるn型電極は、折曲部・交差部を有しており、この点において、図15に示す従来の発光素子の電極構造と類似する。

【0089】

また、実施例1、比較例1、2の発光素子1、301、401に係る相対発光強度分布図を、図13の(a)(b)(c)にそれぞれ示す。尚、グレースケールで表示された各発光分布図において、発光素子における電極形成面15内の、表示が高濃度であるほど発光強度が高く、ひいては温度の上昇域であることを示す。図13(a)、(b)、(c)のいずれの発光素子1、301、401においても、電極パッド部16近傍では、高い発光強度領域となることがわかる。

【0090】

実施例1の発光素子1では、図13(a)に示すように、電極パッド部16を中心にして、これより延伸された直線状の電極延伸部30近傍でも発光強度の高い領域を有している。これに伴い、該領域では他の領域より温度が上昇するが、上記の通り放熱効果が顕著であるため、n型電極構造の配置されていない領域、すなわち第1領域31及び第2領域では、抑制される。また、具体的な熱抵抗は $6.52 \sim 7.67 / W$ (Cu-Wからなる支持基板の厚みを100、200、300、400 μm として、セラミック製基材の発光装置に載置して測定)のものが得られる。

【0091】

一方、比較例1における発光素子301は、図13(b)に示すように、電極延伸部50による包囲電極構造のため、第1領域31内の発光集中があり、その部分で蓄熱が多くなる。具体的に、電極パッド部16の近傍で、局所的な電流の集中が見られ、この傾向が顕著となる。このように、第1電極の矩形形状の内部だけでなく、パッド部16の外側においても内部と同様な傾向となる。

【0092】

同様に比較例2の発光素子401においても図13(c)に示すように、各区画間で電流拡散の不均衡があることがわかる。特に、図の破線領域に示すように、電極延伸部60の交差部においては、電極パッド部16から比較的遠隔な領域であっても、電流の集中が起こる。すなわち、小区画に分割された矩形形状の四隅(折曲部)での電流の偏在、電流の不均在が顕著となる。

【0093】

10

20

30

40

50

上記結果より、実施例 1 における発光素子 1 が放熱性に優れており、大電流下にあっても高い耐性を有することがわかる。比較例 1 では、上記の通り、素子幅、面積に比して、十分に広い、大きな第 1 領域であっても、その内部、及び外部で発光集中が起こり、素子特性が低下する。すなわち、電極構造において、電極延伸部の折曲・交差領域を持たず、かつ素子内の電流拡散を高効率に実現可能な配置とすることで、電流の局部集中を抑止でき、放熱性を高める共に、電極内の電流密度の偏在を極限できる。つまり、電流均一性、発光均一性を実現しつつ、光出力の維持若しくは向上された発光素子とできる。

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明の発光素子及びそれを用いた発光装置は、照明用光源、LEDディスプレイ、バックライト光源、信号機、照明式スイッチ、各種センサ及び各種インジケータ等に好適に利用できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図 1】実施の形態に係る発光素子の平面図である。

【図 2】図 1 の I I - I I ' 線における概略断面図である。

【図 3】図 1 の I I I - I I I ' 線における概略断面図である。

【図 4】実施の形態に係る別の発光素子の平面図である。

【図 5】実施の形態に係る発光素子の製造方法を示す説明図である。

【図 6】実施の形態に係る発光素子の製造方法を示す説明図である。

20

【図 7】実施の形態に係る発光素子の製造方法を示す説明図である。

【図 8】実施の形態に係る発光素子の製造方法を示す説明図である。

【図 9】実施の形態に係る発光装置の概略断面図である。

【図 10】実施例 1 に係る発光素子の平面図である。

【図 11】比較例 1 に係る発光素子の平面図である。

【図 12】比較例 2 に係る発光素子の平面図である。

【図 13】発光素子の相対発光強度を示す分布図であり、(a) は実施例 1、(b) は比較例 1、(c) は比較例 2 の発光素子にそれぞれ係る。

【図 14】従来形態に係る発光素子の平面図である。

【図 15】従来別の形態に係る発光素子の平面図である。

30

【符号の説明】

【0096】

1、60、101、301、401...発光素子(窒化物半導体素子)

2...発光装置

3...支持台

4...支持基板

5...接着層

5a...半導体層側接着層

5b...支持基板側接着層

6...成長基板

40

7...保護膜

8...パッケージ

9...波長変換部材

10...半導体構造

11...第1導電型層(n型半導体層)

12...第2導電型層(p型半導体層)

13...発光層(活性層)

14...基台

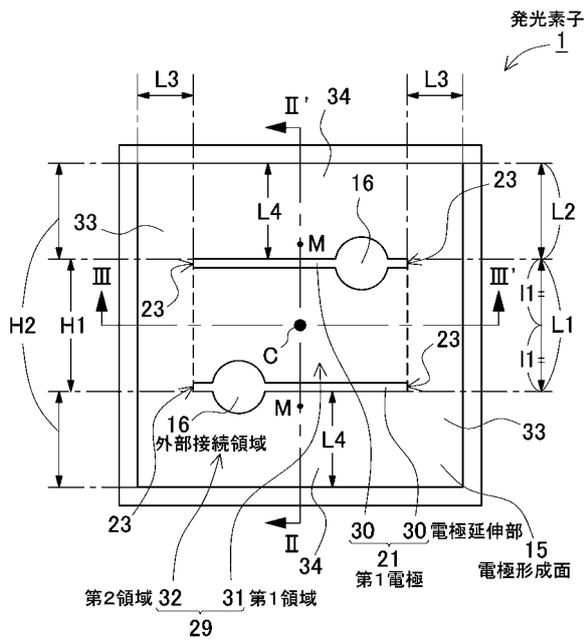
14a、14b...リード

15...電極形成面

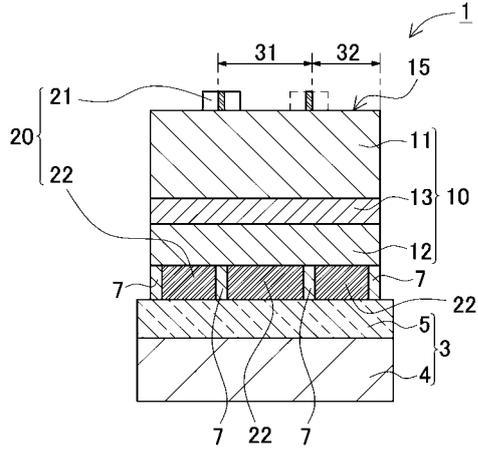
50

1 6 ... 外部接続領域 (電極パッド部)	
1 7 ... レンズ	
1 8 ... 導電性ワイヤ	
1 9 ... カップ	
2 0 ... 電極	
2 1、4 1、5 1、6 1 ... 第 1 電極 (n 型電極)	
2 2 ... 第 2 電極 (p 型電極)	
2 3 ... 電極延伸部の端縁	
2 4 ... 開口部	
2 6 ... 素子被覆部材	10
2 9 ... 発光領域	
3 0、3 0'、4 0、5 0、6 0 ... 電極延伸部	
3 1 ... 第 1 領域	
3 2 ... 第 2 領域	
3 3 ... 第 2 左右領域	
3 4 ... 第 2 上下領域	
3 5 ... 第 1 の辺	
3 6 ... 第 2 の辺	
3 5' ... 第 1 の辺に平行な辺	
3 6' ... 第 2 の辺に平行な辺	20
1 0 0、2 0 0 ... 発光素子	
1 0 1 ... n 型電極パッド部	
1 0 1 a ... 電極延伸部	
1 0 1 b ... 包囲電極	
1 0 2 ... p 型電極パッド部	
2 0 1 ... 電極パッド部	
2 0 1 a ... 電極延伸部	
2 0 1 b ... 包囲電極	
2 0 3 ... 区画領域	
C ... 電極形成面の中心	30
D ... ダイシング位置	
H 1 ... 第 1 領域の幅	
H 2 ... 第 2 領域の幅の合計	
L 1 ... 一对の電極延伸部間の距離	
l 1 ... 一对の電極延伸部間の 1 / 2 の距離	
L 2 ... 電極延伸部から半導体構造の端縁までの距離	
L 3 ... 第 2 左右領域の幅	
L 4 ... 第 2 上下領域の幅	
L 5 ... 電極延伸部の長手方向における長さ	
M ... 電極形成面の中心から端縁までの中点	40

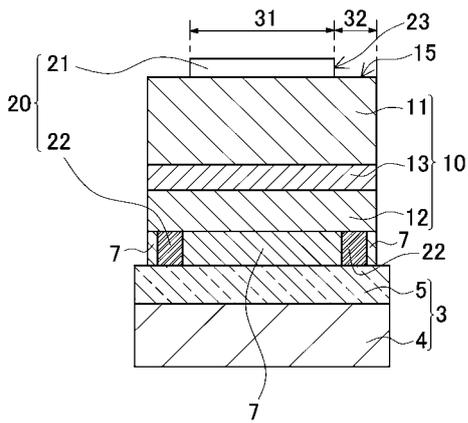
【図1】



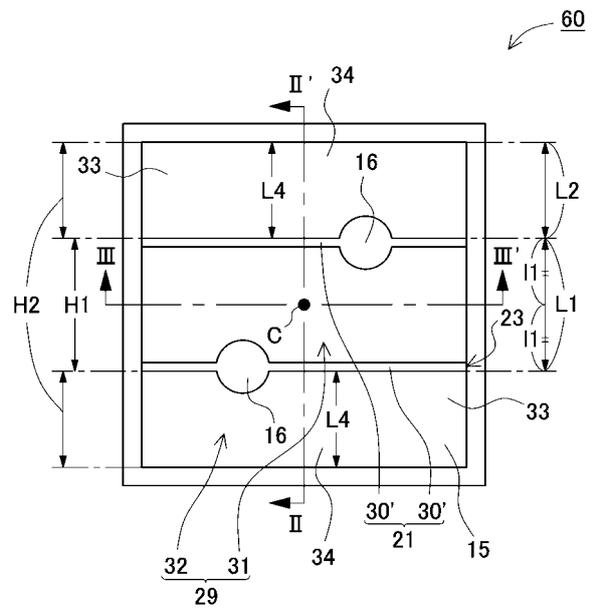
【図2】



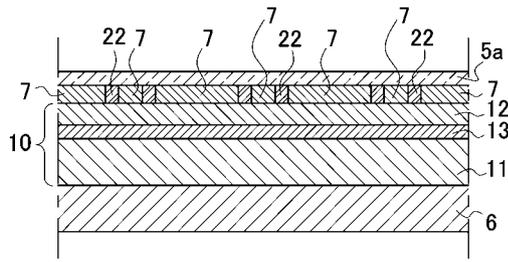
【図3】



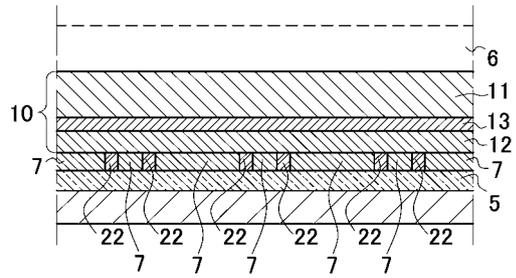
【図4】



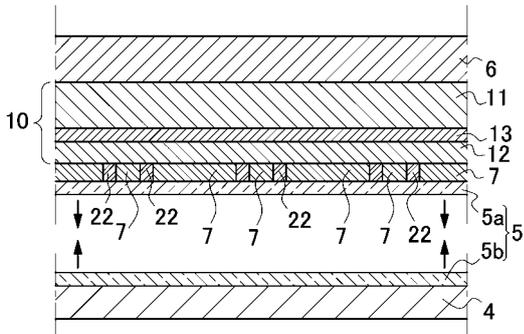
【図5】



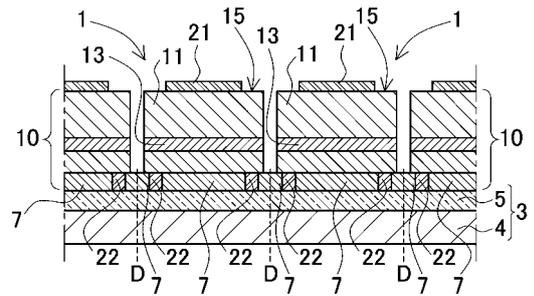
【図7】



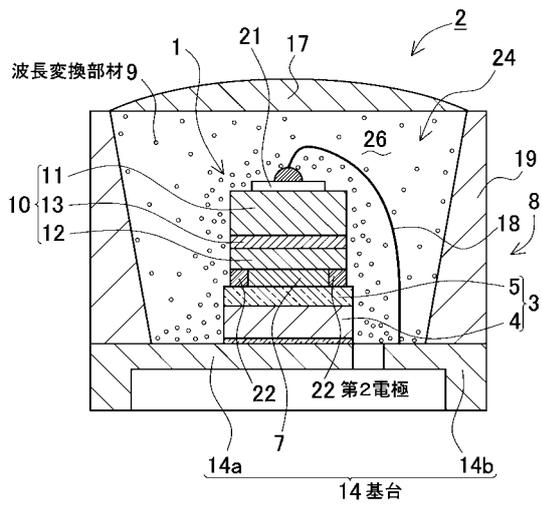
【図6】



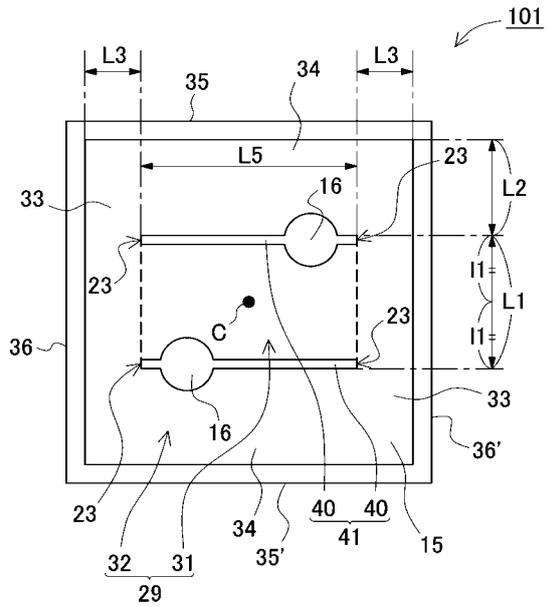
【図8】



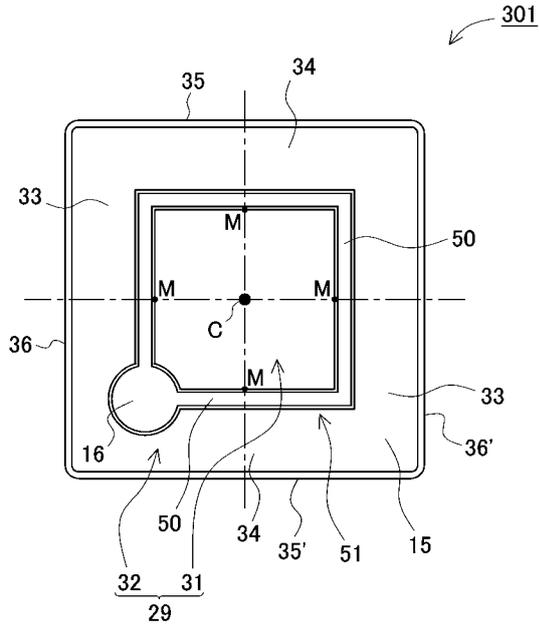
【図9】



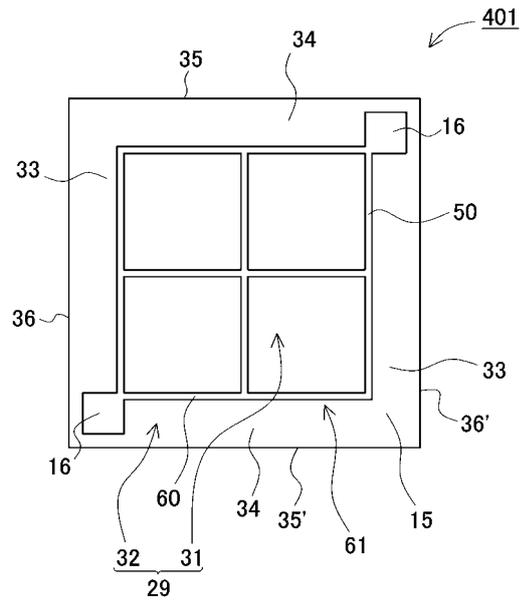
【図10】



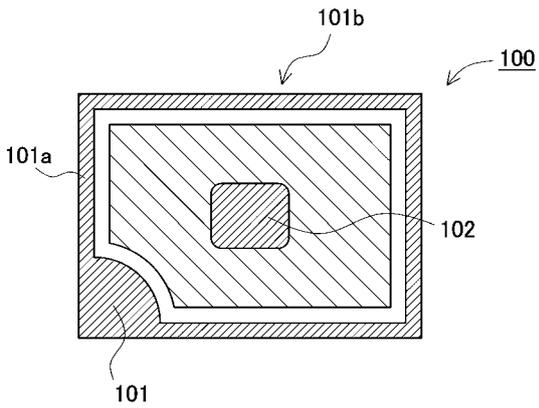
【図 1 1】



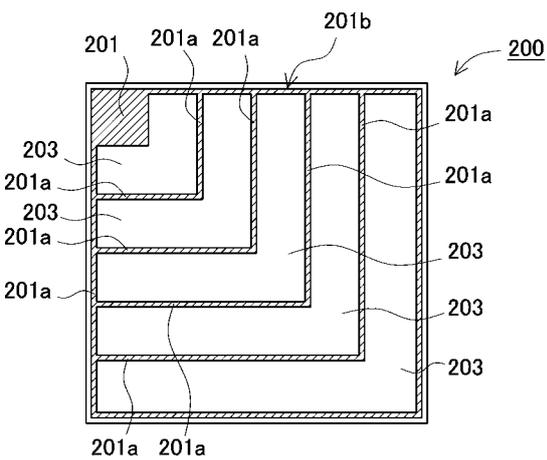
【図 1 2】



【図 1 4】

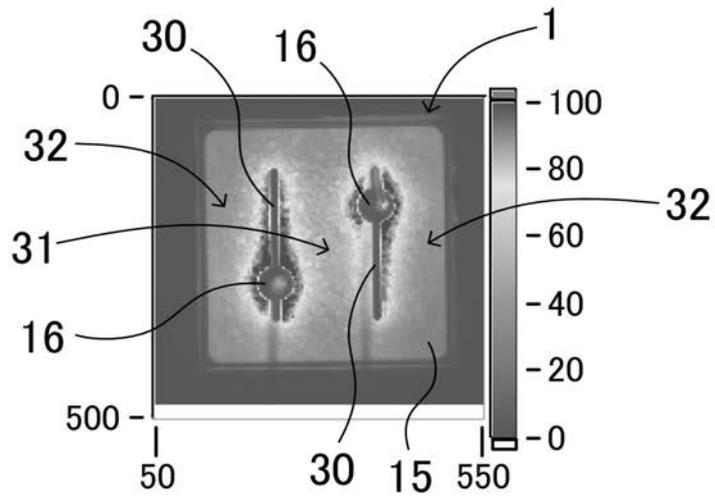


【図 1 5】

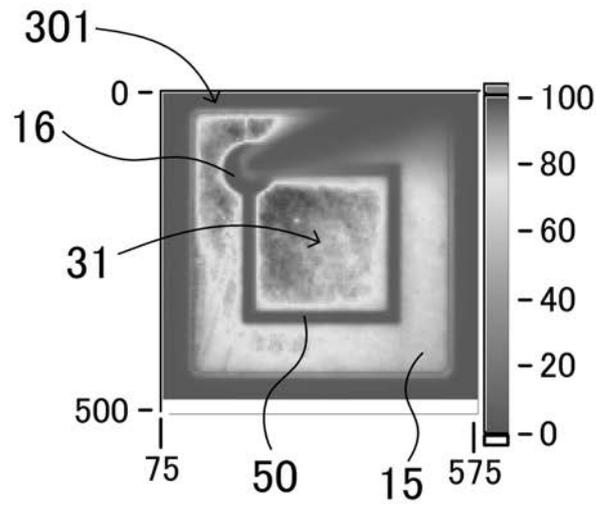


【 図 13 】

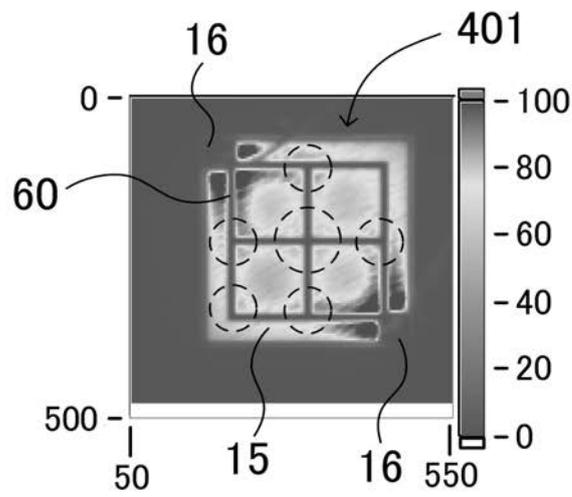
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-134549(JP,A)
特開2005-123526(JP,A)
特開2007-189239(JP,A)

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