

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4069936号
(P4069936)

(45) 発行日 平成20年4月2日(2008.4.2)

(24) 登録日 平成20年1月25日(2008.1.25)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 33/00 (2006.01)	H O 1 L 33/00 E
C O 9 K 11/59 (2006.01)	H O 1 L 33/00 N
C O 9 K 11/65 (2006.01)	C O 9 K 11/59 C P N
C O 9 K 11/66 (2006.01)	C O 9 K 11/65 C P P
C O 9 K 11/67 (2006.01)	C O 9 K 11/66 C Q H

請求項の数 11 (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-201917 (P2005-201917)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成17年7月11日(2005.7.11)		日亜化学工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-149138 (P2003-149138) の分割		徳島県阿南市上中町岡491番地100
原出願日	平成15年5月27日(2003.5.27)	(72) 発明者	楠瀬 健
(65) 公開番号	特開2005-328080 (P2005-328080A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成17年11月24日(2005.11.24)	(72) 発明者	三賀 大輔
審査請求日	平成18年5月9日(2006.5.9)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(31) 優先権主張番号	特願2002-152322 (P2002-152322)		日亜化学工業株式会社内
(32) 優先日	平成14年5月27日(2002.5.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	檀本 英吾
		(56) 参考文献	特開2001-345480(JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体発光素子、発光素子、素子積層体、並びにそれらを用いた発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に、n型層、活性層及びp型層が積層されてなり、
n側の電極をライン状に形成するために上記n型層表面が露出された互いに平行なn電極形成領域を有する積層体と、
そのn電極形成領域にそれぞれ設けられたnライン電極と、
上記p型層のほぼ全面に設けられたp電極と、
上記p電極上に設けられたライン状の電流拡散導体と、
上記ライン状の電流拡散導体の一端に設けられたpパッド部と、
上記各nライン電極の一端にそれぞれ設けられたnパッド部と、を有すると共に、
上記nライン電極と上記ライン状の電流拡散導体とが互いに等距離になるように交互に配置され、上記p、nパッド部が互いに反対側となる上記各nライン電極、ライン状電流拡散導体の端部に各々設けられ、
上記pパッド部間において、互いに電極接続可能なように上記積層体の一部の積層体接続部を有して、該pパッド部間が互いに分離されている窒化物半導体発光素子。

【請求項2】

前記nパッド部が、上記nライン電極より広い請求項1記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の発光素子を、積層基体の実装した素子積層体において、前記発光素子が該電極形成面側を、積層基体との接合面側として、該発光素子のn、p電極に対応

して設けられた積層基体側電極にそれぞれ接合されて電氣的に接続される素子積層体。

【請求項 4】

前記素子積層体が、前記発光素子を複数有し、前記積層基体側電極若しくは配線で互いに電氣的に接続されている請求項 3 記載の素子積層体。

【請求項 5】

前記発光素子が、該発光素子の光を一部吸収して異なる波長の光を発光する光変換部材を含有する被覆膜で少なくとも一部が覆われている請求項 3 又は 4 記載の素子積層体。

【請求項 6】

前記発光素子の互いに分離された p , n 電極が、該電極に対応する上記積層基体側の 1 つの電極に接合されて、互いに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の素子積層体。

10

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 記載の発光素子を用いた発光装置であって、発光装置には、発光素子から光の一部を、それとは異なる波長の光に変換する光変換部材を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

前記光変換部材が、Al を含み、かつ Y、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu 及び Sm から選択された少なくとも一つの元素と、Ga 及び In から選択された一つの元素とを含むアルミニウム・ガーネット系蛍光体であって、さらに希土類元素から選択された少なくとも一つの元素を含有するアルミニウム・ガーネット系蛍光体を有することを特徴とする請求項 7 記載の発光装置。

20

【請求項 9】

前記光変換部材が、 $(\text{Re}_{1-x}\text{R}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、但し、Re は、Y、Gd、La、Lu、Tb、Sm からなる群より選択される少なくとも一種の元素であり、R は Ce 又は Ce と Pr である) であらわされる蛍光体を有することを特徴とする請求項 7 記載の発光装置。

【請求項 10】

前記光変換部材が、N を含み、かつ Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及び Zn から選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及び Hf から選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体を有する請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

30

【請求項 11】

前記窒化物系蛍光体が、一般式 $\text{L}_x\text{Si}_y\text{N}_{(2/3x+4/3y)}:\text{Eu}$ 若しくは $\text{L}_x\text{Si}_y\text{O}_z\text{N}_{(2/3x+4/3y-2/3z)}:\text{Eu}$ (L は、Sr 若しくは Ca、又は、Sr 及び Ca、のいずれか。) で表されることを特徴とする請求項 10 に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、比較的大面積の窒化物半導体発光素子、発光素子、素子積層体、並びにそれらを用いた発光装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、短い波長の光を発光することができる窒化物半導体発光素子が幅広く使用されるようになって来ている。この窒化物半導体発光素子は、絶縁基板であるサファイア基板の上に n 型及び p 型の窒化物半導体層が積層され、p 型の窒化物半導体層の一部を除去して n 型窒化物半導体層を露出させた上に n 電極を形成し、残りの p 型の窒化物半導体層のほぼ全面に p 電極が形成されることにより構成されている。このように、基板の同一面側に、n 及び p 電極が形成された窒化物半導体発光素子において、半導体側から光を出射させるように構成するためには、p 型窒化物半導体層のほぼ全面に透明な p オーミック電極を

50

形成し、その上にパッド電極とそのパッド電極から延長された延長電極が形成され、その延長電極により比較的抵抗が大きいpオーミック電極全体に電流を拡散させるようにしている。

【0003】

【特許文献1】特開2000-164930

【特許文献2】特開2001-345480

【特許文献3】特願2001-124556（特開2002-319705）

【特許文献4】特開平10-178214

【特許文献5】特開2001-230448

【特許文献6】特開2002-151739

【特許文献7】特開2002-335014

【特許文献8】特願2002-169622（特開2004-14973）

【特許文献9】特開2004-047988

【特許文献10】特開2002-026384

【特許文献11】特開2001-085749

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の電極構造では、大面積の窒化物半導体発光素子を構成した場合に、発光面全体に渡って均一な発光を確保することが困難であるという問題点があった。

【0005】

そこで、本発明は発光面全体に渡って均一な発光が得られる窒化物半導体発光素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以上の目的を達成するために、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、基板上に、n型層、活性層及びp型層が積層されてなる積層体を備え、その積層体はn側の電極をライン状に形成するために上記n型層表面が露出された互いに平行なn電極形成領域を有し、そのn電極形成領域にそれぞれnライン電極が形成され、上記p型層のほぼ全面に透光性電極が形成された窒化物半導体発光素子において、上記nライン電極は、互いに分離されて等間隔に配置されかつ各nライン電極の一端にはそれぞれnパッド電極が形成され、上記透光性電極上には、上記nライン電極と交互に配置されかつ隣接するnライン電極から等距離になるようにライン状の電流拡散導体が形成され、その電流拡散導体の一端にそれぞれpパッド電極が形成されたことを特徴とする。

【0007】

以上のように構成された本発明に係る窒化物半導体発光素子において、上記nライン電極と上記電流拡散導体とは等間隔に形成され、かつ上記nライン電極と上記電流拡散導体の一端にそれぞれ個別にパッド電極が形成されているので、発光領域全体にほぼ均一に電流を注入することができ、発光面全体に互って均一な発光が得られる。

ここで、本発明において、透光性電極は、後述の実施の形態で示すような金属を薄く形成してそれ自身が光を通す電極に限られるものではなく、例えば、網目状に形成してその開口部から光を出射できるようにした形態の透光性電極であってもよい。

また、nライン電極については後述の実施の形態においては、nオーミック電極とnパッド電極とを別に構成した例について示しているが、本発明では、nオーミック電極とnパッド電極とを一体で構成してもよい。

【0008】

本発明に係る窒化物半導体発光素子において、上記n電極形成領域のうちの1つは矩形の発光素子の1つの辺である第1の辺に沿って形成し、他のn電極形成領域は上記p型層と活性層をライン状に除去して形成したスリットにより構成することができる。

このようにすると、活性層全体を発光領域として機能させることができ、効率的な発光

10

20

30

40

50

が可能となる。

【 0 0 0 9 】

また、上記 n 電極形成領域のうちの 1 つを第 1 の辺に沿って形成した本発明に係る窒化物半導体発光素子においては、上記 n ライン電極と上記電流拡散導体とは同じ数で構成され、上記電流拡散導体のうち 1 つは上記第 1 の辺に対向する第 2 の辺に沿って形成されていることが好ましい。

このようにすると、活性層全体を発光領域として機能させることができ、効率的な発光が可能となる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係る窒化物半導体発光素子においては、上記 n パッド電極は、上記第 1 の辺に直交する第 3 の辺に沿って設けられ、上記 p パッド電極は上記第 3 の辺に対向する第 4 の辺に沿って設けられていることが好ましく、これにより、より効果的に活性層全体を発光させることができる。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明に係る窒化物半導体発光素子においては、上記 n ライン電極の他端と上記 p パッド電極との間の距離、及び上記電流拡散導体の他端と上記 n パッド電極との間の距離とがそれぞれ、上記 n ライン電極と上記電流拡散導体の間隔に実質的に等しくなるように設定されていることが好ましい。

このようにすると、上記 n ライン電極の他端と上記 p パッド電極との間及び上記電流拡散導体の他端と上記 n パッド電極との間においても他の部分とほぼ等しい輝度が得られる。

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明に係る発光素子 1 0 0 は、発光層 1 2 を挟んで第 1 導電型層 1 1、第 2 導電型層 1 3 が設けられた素子積層構造 1 0 1 に、同一面側を電極形成面として、に第 1 導電型層、第 2 導電型層にそれぞれ第 1 電極 1、第 2 電極 2 が設けられ、該電極形成面内において、第 1 導電型層 1 1 が露出されて電極 1 が設けられた電極形成領域 2 3 と、発光層を挟んで第 1 導電型層、第 2 導電型層が設けられ領域であって、該第 2 導電型層 2 6 が露出されて電極が形成された発光構造部 2 1 と、を有し、前記第 1 導電型層には複数の第 1 電極が設けられ、該第 1 電極は、パッド部形成領域 3 2 内で互いに分離された第 1 電極のパッド部 1 b と、各パッド部 1 b から、該パッド部形成領域 3 2 から分離され前記発光構造部 2 1 を含む発光領域 3 1 にまで延伸して形成される延伸電極部 1 a とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

このように、電極形成面内において、第 1 電極形成部 2 2 と、第 2 電極 2 が設けられて発光する発光構造部 2 1 とが設けられ、第 1 電極 1 が、パッド部形成領域 3 2 内に互いに分離されたパッド部 1 b のみが形成されて、その領域から延伸電極 1 a がそれぞれ形成される領域として、発光構造部 2 1 を有する発光領域 3 1 内に延伸して形成される延伸電極部 1 a が設けられる構造とすることで、均一発光を阻害するパッド部 1 b 間の延伸電極が排除されて、発光構造部 2 1 の面積を増やせ、さらに第 1 電極 1 間、特に延伸電極部 1 a 間の発光構造部 2 1 の発光が均一なものとなる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明に係る発光素子 1 0 0 は、前記パッド部形成領域 (3 2) において、各パッド部 1 b 間に、前記発光構造部 2 3 (3 1) が設けられていると、従来第 1 電極形成部であった領域を発光領域、発光構造部とでき、発光構造部 2 3 (3 7) を増加させ、且つ、その領域においても均一な発光が実現される。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明に係る発光素子 1 0 0 は、前記延伸電極部 1 a 間の発光構造部 3 6 (2 1)、若しくは延伸電極部 1 a に分離されて併設された発光構造部 3 6 が、延伸電極部 1 a の発光領域内端部近傍の発光構造部 3 7、3 8 に連続して形成されていることを特徴とすることにより、延伸電極部 1 a (2 2) で分離された両側の発光領域 3 6 とその端部近

10

20

30

40

50

傍で、で分離された領域 3 6 を連結させる発光構造部の領域 3 8 も含めて、延伸電極 1 a の周囲の発光構造部 2 1 として、均一な発光が実現される。従って、延伸電極 1 a の形成部 2 2 により発光構造部 2 1 を分離させずに、一部領域（延伸電極形成領域 3 3）で分離させ、他の領域 3 8 で連結させること、すなわち、両方の領域（連結発光領域 3 8 と電極形成領域 3 3）を、発光構造部 2 1 に有することが好ましい。さらに好ましくは、発光領域 3 1 が、延伸電極部 1 a に併設される全ての発光領域 3 6 が、パッド部 1 b , 3 b 間の発光領域 3 7 , 3 8 で連結されて、1 つの発光構造部 2 1 に連続して設けられることが好ましい。本発明では、第 1 電極パッド部形成領域 3 2 と、第 3 電極パッド部 3 4 とが少なくとも面内で分離されていることが好ましく、第 1 電極延伸電極部 1 a が、パッド部形成領域 3 2 から互いに同じ形成領域 3 3 に設けられることが好ましく、第 1 , 3 電極の延伸電極形成領域 3 3 , 3 5 が重なることが好ましい。

10

【0016】

また、前記各第 1 電極は互いに分離されて、前記延伸電極部 1 a がライン状であって、その一方端部に前記パッド部 1 b が設けられていると、パッド部形成領域 3 2 と延伸電極形成領域 3 3 若しくは発光領域 3 1 とを、素子積層構造 1 0 1 の電極形成面内、チップ面内において、好適に配置され、発光領域 3 1（2 1）を大きくでき、また、前述、後述のように、パッド形成部 3 2 をチップ（1 0 1）端部に配置して、延伸電極形成領域 3 3、発光領域 3 1 をその端部の形成領域 3 2 以外に設けて、発光領域 3 1 を大きくでき好ましい。そのとき、後述するように、延伸電極 1 a、それに併設された発光領域 3 6 を、パッド部形成領域 3 2 に対しほぼ垂直に形成することが好ましい。

20

【0017】

さらに、前記発光領域 3 1 内の発光構造部 2 1 に設けられた第 2 電極 2 が、該第 2 電極上に設けられた第 3 電極 3 を有し、前記第 1 電極 1 の延伸電極部 1 a 間に該第 3 電極 3 が設けられて、各第 3 電極 3 は互いに分離されて複数形成されていることで、上記第 1 電極 1 と同様に、第 3 電極 3 のパッド部 3 b 間、若しくはそれを広げるための延伸部を排除して、それにより発光構造部 2 1 を覆う第 3 電極 3 の面積を減らし、第 1 電極 1 の延伸部 1 a を延長させて、さらに発光均一、高出力発光が広い範囲の発光構造部 2 1 で得られる。

【0018】

また、本発明に係る別の発光素子は、発光層 1 2 を挟んで第 1 導電型層 1 1、第 2 導電型層 1 3 が設けられた素子構造 1 0 1 に、同一面側を電極形成面として、に第 1 導電型層 1 1、第 2 導電型層 1 3 にそれぞれ第 1 電極 1、第 2 電極 2 が設けられ、該電極形成面内において、第 1 導電型層 1 1 が露出されて電極 1 が設けられた電極形成領域 2 2 と、発光層を挟んで第 1 導電型層、第 2 導電型層が設けられ領域であって、該第 2 導電型層が露出されて電極が形成された発光構造部と、を有し、

30

前記第 1 導電型層には複数の第 1 電極が設けられ、該第 1 電極は、直線状のパッド部形成領域に互いに分離された第 1 電極のパッド部と、各パッド部から、該パッド部形成領域から分離された前記発光構造部を含む発光領域にまで直線状に延伸して形成される延伸電極部とを有し、該直線状延伸電極部が互いにほぼ併行であることを特徴とする。

【0019】

また、本発明に係る別の発光素子では、前記第 1 電極の延伸電極部間に、該延伸電極部にほぼ平行に延伸して設けられ、前記第 2 電極上に設けられた第 3 電極を有することを特徴とするものであってもよい。

40

さらに、本発明に係る別の発光素子では、前記第 3 電極が、パッド部と該パッド部を端部として、前記第 1 電極のパッド部形成領域に延伸して、前記第 1 電極の延伸電極部にほぼ平行な第 3 電極の延伸電極部が設けられていることを特徴とするものであってもよい。

【0020】

本発明に係る素子積層体は、前記発光素子 1 0 0 を、積層基体 1 0 4 に実装した素子積層体 1 0 3 において、前記発光素子の該電極形成面側を、積層基体との接合面側として、該発光素子の第 1 , 2 電極 1 , 2 に対応して設けられた積層基体側電極 1 1 2 にそれぞれ

50

接合されて電氣的に接続されると共に、前記互いに分離された複数の第1電極パッド部1aが、前記積層基体104側の1つの電極114に接合されて電氣的に接続されていることを特徴とし、これにより、発光素子100側で分離されて形成された第1電極1を、積層基体104実装により、互いに電氣的に接続させ、発光素子側では発光に適した電極構造として、それを補う電極構造を積層基体104側に設けることで、好適な素子積層体103とできる。

【0021】

前記素子積層体103において、前記発光素子の第2電極2、若しくは第2電極2上の第3電極3が、互いに分離されて、該分離された第2導電型層13の複数の電極2,3が、積層基体104側の1つの電極114に接合されて、互いに電氣的に接続されていることを特徴とする。上記第1電極1と同様に、発光素子100側で最適な電極構造とし、それを補って、互いに分離された電極2,3を接続するように基体104側電極114を配置でき、発光素子100の機能を最大限に発揮できる。また、図11(b)、図17(a), (e)に示すように、第3電極3が、分離されて配列された複数の電極である場合に、基体104側の電極114で電氣的に接続させて、実質的に延伸電極3aと同様な機能を付与できる。

【0022】

本発明に係る発光素子は、前記発光素子100を用いた発光装置200であって、発光装置200には、発光素子から光の一部を、それとは異なる波長の光に変換する光変換部材106を有することを特徴とする。これにより、発光素子100の光を変換した発光装置とでき、発光素子の発光と変換光との混色光などにより、白色系、電球色などの発光装置とできる。

【0023】

また、本発明に係る発光素子では、前記光変換部材106が、Alを含み、かつY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含むアルミニウム・ガーネット系蛍光体であって、さらに希土類元素から選択された少なくとも一つの元素を含有するアルミニウム・ガーネット系蛍光体を有することを特徴とする発光装置であることにより、発光素子100を高出力で高発熱での使用においても、温度特性に優れ、耐久性にも優れた発光装置とできる。

【0024】

また、本発明に係る発光素子は、前記光変換部材106が、 $(Re_{1-x}R_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、但し、Reは、Y、Gd、La、Lu、Tb、Smからなる群より選択される少なくとも一種の元素であり、RはCe又はCeとPrである)であらわされる蛍光体を有することを特徴とする発光装置200であると、上記と同様に、高出力の発光素子において、温度特性、耐久性に優れた素子とでき、特に、発光層がInGaNである場合に、温度特性において、黒体放射に沿った変化となり、白色系発光において有利となる。

【0025】

また、本発明に係る発光素子は、前記光変換部材106が、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体を有する発光装置200であると、上記蛍光体と同様に、高出力の発光素子において、優れた温度特性、耐久性に優れた発光素子とでき、特に、酸化窒化珪素化合物であると、特に優れた蛍光体とできる。また、上記アルミニウム・ガーネット系蛍光体と組み合わせることで、両者の温度特性が相互に作用して、混合色の温度変化が小さい発光装置とできる。

【0026】

また、本発明に係る発光素子は、前記窒化物系蛍光体が、一般式 $L_xSi_yN_{(2/3x+4/3y)}$: Eu若しくは $L_xSi_yO_zN_{(2/3x+4/3y-2/3z)}$: E

10

20

30

40

50

u (L は、S r 若しくは C a、又は、S r 及び C a、のいずれか。) で表されること発光装置であると、特に上記効果において好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

以上、詳細に説明したように、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、上記 n ライン電極と上記電流拡散導体とは等間隔に形成され、かつ上記 n ライン電極と上記電流拡散導体の一端にそれぞれ個別にパッド電極が形成されているので、発光領域全体にほぼ均一に電流を注入することができ、発光面全体に亘って均一な発光が得られる。

従って、本発明によれば、発光面全体に渡って均一な発光が得られる窒化物半導体発光素子を提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 8 】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施の形態の窒化物半導体発光素子について説明する。

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明に係る実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子の平面図であり、本発明の特有の電極構造を示している。また、図 2 は図 1 の X - X ' 線についての断面図である。

本発明に係る実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子は、サファイア基板 1 0 上にそれぞれ窒化物半導体からなる n 型層 1 1、活性層 1 2 及び p 型層 1 3 がその順に積層されてなり、n 側電極は、互いに分離された複数の n ライン電極 1 により構成され、p 側電極は透光性の p オーミック電極 2 とその p オーミック電極 2 の上に形成された複数の電流拡散導体 3 により構成されている。

20

【 0 0 2 9 】

詳細に説明すると、本実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子では、n 型層 1 1、活性層 1 2 及び p 型層 1 3 からなる積層体において、p 型層 1 3 及び活性層 1 2 の一部がライン状に除去されることにより複数のスリット S n が形成されて、n 型層がライン状に露出され、そのスリット S n により露出された n 型層上にそれぞれ n ライン電極 1 が形成される。また、スリットに平行な 1 つの辺 (発光素子の 1 つの辺 : 以下第 1 の辺という。) に沿って、所定の幅に n 型層が露出され、そこにも 1 つの n ライン電極 1 が形成される。

以下、第 1 の辺に沿って、所定の幅に n 型層が露出された n ライン電極が形成される n 型層表面を第 1 領域といい、この第 1 領域に形成された n ライン電極を第 1 n ライン電極という。また、本明細書において、第 1 の辺に対向する辺は、第 2 の辺という。

30

【 0 0 3 0 】

ここで、本実施の形態 1 において、第 1 領域と複数のスリット S n は互いに平行でかつ第 1 領域とスリット S n との間隔及び隣接するスリット S n 間の間隔は互いに等しくなるように形成される。

また、実施の形態 1 において、各 n ライン電極 1 はライン状オーミック電極 1 a とそのライン状オーミック電極 1 a の一端に設けられた n パッド電極 1 b とによって構成される。実施の形態 1 において、各ライン状オーミック電極の一端に設けられた n パッド電極 1 b は、第 1 の辺に直角の 1 つの辺 (第 3 の辺) に沿って形成される。

40

また、実施の形態 1 において、ライン状オーミック電極 1 a は、その一端部が n パッド電極 1 b を形成するために広く形成され、その上に n パッド電極 1 b が形成される。

【 0 0 3 1 】

本実施の形態 1 において、p 側電極は、p 型層のほぼ全面に形成された透光性を有する p オーミック電極 2 と、その p オーミック電極 2 の上に形成された複数の電流拡散導体 3 とによって構成される。この電流拡散導体 3 はライン状オーミック電極 1 a と平行に形成された複数の拡散ライン電極 3 a とその拡散ライン電極 3 a の一端に設けられた p パッド電極 3 b とによって構成される。実施の形態 1 において、拡散ライン電極 3 a と隣接する n ライン電極 1 との間隔は、互いに等しくなるように形成され、複数の拡散ライン電極 3 a のうちの 1 つは第 2 の辺に沿って形成され、他の拡散ライン電極 3 a は n ライン電極 1

50

の間に形成される。すなわち、実施の形態 1 では、対向する 2 つの辺のうちの一方の辺（第 1 の辺）に沿って n ライン電極を形成した場合、その一方の辺に対向する他方の辺に沿って電流拡散導体 3 を形成するように構成している。また、各拡散ライン電極 3 a の一端に設けられた p パッド電極 3 b はいずれも、n パッド電極が形成されている第 3 の辺に対向する第 4 の辺に沿って形成される。

【0032】

上述した電極構成を有する実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子は、以下のような理由により、発光領域全体に電流が注入されるようにして発光効率を向上させるとともに、比較的大面積（例えば、 $1000\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$ ）の窒化物半導体発光素子においても、発光面全体に互って均一な発光が可能になるようにしている。

10

【0033】

第 1 に、本実施の形態 1 では、各 n ライン電極 1 の一端にそれぞれ n パッド電極 1 b を形成し、各拡散ライン電極 3 a の一端にそれぞれ p パッド電極 3 b を形成するようにしている。これにより、発光領域全体に電流がほぼ均一に注入されるようにできる。

すなわち、後述の比較例で示すように、異なる n ライン電極間において、一端に形成された n パッド電極からライン状オーミック電極の他端までの距離に明らかな差があると、発光領域に注入される電流に不均一が生じる。また、p 側の電極についても同様に、異なる拡散電極間において、一端に形成された p パッド電極と拡散ライン電極の他端までの距離に明らかな差があると、発光領域に注入される電流に不均一が生じる。

【0034】

20

しかしながら、本実施の形態 1 では、異なる n ライン電極 1 間において、n パッド電極 1 b からライン状オーミック電極 1 a の他端までの距離を実質的に等しくでき、異なる拡散電極 3 間において、p パッド電極 3 b と拡散ライン電極 3 a の他端までの距離を実質的に等しくでき、発光領域全体に電流が均一に注入されるようにできる。

ここで、上述の距離が実質的に等しいとは、完全に一致していることを意味しているのではなく、距離の違いにより電流の不均一が生じない程度のものは実質的に等しい範囲に含まれるものとする。

【0035】

第 2 に、本実施の形態 1 では、隣接する n ライン電極 1 と p 側の拡散電極 3 の間隔が等しくなるようにして、発光領域全体に電流が均一に注入されるようにしている。

30

【0036】

以上の主要な 2 つの特徴により、本実施の形態 1 では、発光面全体に互って均一な発光が可能になるようにしているが、図 1 及び図 2 に示す電極構成では、さらに以下のような工夫がなされ、より均一に発光するように構成している。

すなわち、本実施の形態 1 において、ライン状オーミック電極 1 a 及び拡散ライン電極 3 a は、途中に、角部及び曲線部が形成されないように直線的に形成して、角部及び曲線部における電界の集中や電界の不均一を防止し、それに伴う電流の不均一を防止している。

【0037】

本実施の形態 1 では、また、拡散ライン電極 3 a の他端（p パッド電極が形成された一端の反対側に位置する端）と、n パッド電極 1 b（n パッド電極 1 b が形成された n ライン電極 1 の一端部）との距離を、拡散ライン電極 3 a と n ライン電極 1 の間隔にほぼ等しく設定している。

40

さらに、n ライン電極 1 の他端（n パッド電極が形成された一端の反対側に位置する端）と、p パッド電極 3 b（p パッド電極 3 b が形成された拡散ライン電極 3 a の一端部）との距離を、拡散ライン電極 3 a と n ライン電極 1 の間隔にほぼ等しく設定している。

これにより、どの部分においても電流拡散導体 3 と n ライン電極との間の距離を実質的に等しくできるので、発光領域全体にほぼ均一に電流を注入でき、均一な発光が可能となる。

【0038】

50

以下、図 3 に示した比較例と対比しながら本発明に係る電極構造により得られる効果に関して説明する。

図 3 に示す比較例の窒化物半導体発光素子では、実施の形態 1 と同様、n 型層、活性層及び p 型層からなる積層体において、p 型層及び活性層の一部がライン状に除去されることにより複数（4 本）のスリットが形成されて、そのスリットにより露出された n 型層上にそれぞれライン状オーミック電極が形成されているが、以下の点で実施の形態 1 とは異なる。

【0039】

すなわち、比較例の窒化物半導体発光素子において、n 側のオーミック電極は積層体に設けられたスリット内に形成された 4 本のライン状オーミック電極 5 a 1, 5 a 2, 5 a 3, 5 a 4 とそのライン状オーミック電極を接続し、かつ 1 つの辺（第 3 の辺）に沿って形成された接続用オーミック電極 5 c からなる。

10

また、比較例の窒化物半導体発光素子において、n パッド電極 5 b は、各ライン状オーミック電極に対してそれぞれ設けるのではなく、ライン状オーミック電極 5 a 1, 5 a 4（4 つのライン状オーミック電極のうち最も外側に位置する 2 つの電極）の根元に設けられ、ライン状オーミック電極 5 a 2, 5 a 3（4 つのライン状オーミック電極のうち内側に位置する 2 つの電極）には、接続用オーミック電極 5 c を介して電流が供給される。このように比較例では、ライン状オーミック電極 5 a 1 ~ 5 a 4、接続用オーミック電極 5 c 及び n パッド電極 5 b によって n ライン電極 5 が構成される。

【0040】

20

本比較例においても、p 側電極は、p 型層のほぼ全面に形成された透光性を有する p オーミック電極 2 と、その p オーミック電極 2 の上に形成された複数の電流拡散導体 6 とによって構成されるが、電流拡散導体 6 の構成が実施の形態 1 とは異なる。

すなわち、比較例の電流拡散導体 6 は、複数の拡散ライン電極 6 a 1 ~ 6 a 5 が第 4 の辺に沿って形成された接続電極 6 c によって接続され、拡散ライン電極 6 a 2, 6 a 4 の根元に p パッド電極 6 b が設けられることにより構成される。

【0041】

以上のように、比較例の窒化物半導体発光素子は、以下の点で実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子とは異なる。

第 1 の相違点

30

複数のライン状オーミック電極 5 a 1 ~ 5 a 4 を互いに接続用オーミック電極 5 c により接続し、各ライン状オーミック電極にそれぞれ対応させて個別に n パッド電極を設けるようにはしていない。

これにより、ライン状オーミック電極 5 a 2, 5 a 3 には接続用オーミック電極 5 c を介して電流が供給される。

第 2 の相違点

複数の拡散ライン電極 6 a 1 ~ 6 a 5 を互いに接続電極 6 c によって接続し、各拡散ライン電極にそれぞれ対応させて個別に p パッド電極 6 b を設けるようにはしていない。

これにより、複数の拡散ライン電極 6 a 1, 6 a 3, 6 a 5 には接続電極 6 c を介して電流が供給される。

40

【0042】

< 実施の形態 1 と比較例との発光強度に関する比較 >

図 4 は実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子の X - X' 線上における発光強度を示し、図 5 は比較例の窒化物半導体発光素子の X - X' 線上における発光強度を示している。

図 4 に示すように、実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子では、ライン状オーミック電極 1 a と拡散ライン電極 3 の間は、いずれの間も相対強度がほぼ 0.9 程度であり、位置による変化は少ない。

【0043】

これに対して、比較例の窒化物半導体発光素子については図 5 に示すように、拡散ライン電極 6 a 3 とライン状オーミック電極 5 a 2, 5 a 3 の間に位置する発光領域では相対

50

強度が低くなっている。

また、比較例の窒化物半導体発光素子において、拡散ライン電極 6 a 1 とライン状オーミック電極 5 a 1 の間に位置する発光領域、及び拡散ライン電極 6 a 5 とライン状オーミック電極 5 a 4 の間に位置する発光領域でも相対強度が低くなっている。

このように、実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子では発光領域全体に亘って均一に発光されているのに対して、比較例の窒化物半導体発光素子では不均一な発光となっていることがわかる。

【 0 0 4 4 】

図 6 は、発光面全体における、発光強度分布を示すグラフであり、相対強度に対する面積占有率で示している。図 6 から明かなように、実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子では、特定の相対強度（約 0 . 8 5 ）において面積占有率のピークを有し、そのピークの高さは約 1 0 % である。

10

これに対して、比較例の窒化物半導体発光素子では、実施の形態 1 ほど顕著なピークを有しておらず、最も占有率の高いところで約 6 パーセントである。

また、実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子では、特定の相対強度が 0 . 6 以下の部分における占有率が比較例に比べて低くなっている。

以上のように、実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子は比較例の発光素子より発光強度の発光面内における均一性が高いことが、図 6 に示した発光強度分布にも示されている。

【 0 0 4 5 】

以下、本実施の形態 1 において、n 型層 1 1、活性層 1 2 及び p 型層 1 3 の具体的な層の構成例を示す。

20

尚、以下に示す層の構成は、図 4 ~ 図 6 の測定に用いた実施の形態 1 及び比較例の層の構成を示すものである。

本例では、まず、基板 1 0 上にアンドープ Al Ga N をバッファ層として 1 0 0 の厚さに成長させる。

そして、アンドープ Al Ga N からなるバッファ層の上に、n 型層 1 1 を構成する、アンドープ Ga N 層（1 5 0 0 0 ）、Si ドープ Ga N（4 1 0 0 0 ）、アンドープ Ga N 層（3 0 0 0 ）、Si ドープ Ga N（3 0 0 ）、アンドープ Ga N 層（5 0 0 ）、アンドープ Ga N（4 0 ） / In Ga N（2 0 ）1 0 ペアからなる層を順に成長させる。

30

次に、n 型層 1 1 の上に、活性層 1 2 を構成する、アンドープ Ga N 層（2 5 0 ）及びアンドープ In Ga N（3 0 ） / Ga N（2 6 5 ）6 ペアからなる層を成長させる。

続いて、活性層 1 2 の上に、p 型層 1 3 を構成する、Mg ドープ（ドーピング量： $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）Al Ga N（4 0 ） / In Ga N（2 5 ）5 ペアからなる層、アンドープ Al Ga N 層（2 8 0 0 ）、Mg ドープ（ドーピング量： $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ ）Ga N（1 2 0 0 ）を成長させる。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 2 .

図 7 は、本発明に係る実施の形態 2 の窒化物半導体発光素子の平面図であり、実施の形態 1 とは n ライン電極 1 と電流拡散導体 3 の本数が異なる他は実施の形態 1 と同様に構成される。また、図 8 は実施の形態 2 の窒化物半導体発光素子の矢印の方向の発光強度を示している。

40

【 0 0 4 7 】

詳細に説明すると、本実施の形態 2 の窒化物半導体発光素子では、n 型層 1 1、活性層 1 2 及び p 型層 1 3 からなる積層体において、n 型層がライン状に露出させるスリット S n が 1 本形成され、そこに 1 つの n ライン電極 1 が形成される。また、スリットに平行な 1 つの辺（発光素子の 1 つの辺：以下第 1 の辺という。）に沿って、所定の幅に n 型層が露出され（第 1 領域）、そこにも 1 つの n ライン電極（第 1 n ライン電極）1 が形成される。

50

【 0 0 4 8 】

本実施の形態 2 において、p 側電極は、p 型層のほぼ全面に形成された透光性を有する p オーム電極 2 上に形成された 2 本の電流拡散導体 3 が形成される。この電流拡散導体 3 のうちの一本は 2 つの n ライン電極 1 の間に形成され、他の一本は、第 2 の辺（第 1 の辺に対向する辺）に沿って形成される。

また、実施の形態 2 において、電極間の間隔及び n 及び p パッド電極の配置関係は実施の形態 1 と同様である。

すなわち、実施の形態 2 において、電流拡散電極 3 と隣接する n ライン電極 1 との間隔は、互いに等しくなるように形成される。

また、拡散ライン電極 3 a の他端と n パッド電極 1 b との距離を、拡散ライン電極 3 a と n ライン電極 1 の間隔にほぼ等しく設定し、n ライン電極 1 の他端と p パッド電極 3 b との距離を、拡散ライン電極 3 a と n ライン電極 1 の間隔にほぼ等しく設定している。

以上のように構成された実施の形態 2 の窒化物半導体発光素子では、実施の形態 1 と同様、どの部分においても電流拡散導体 3 と n ライン電極との間の距離を実質的に等しくできるので、発光領域全体にほぼ均一に電流を注入でき、均一な発光が可能となる（図 8）。

尚、図 4 及び図 5 の発光強度の測定に用いた実施の形態 1 及び比較例の窒化物半導体発光素子では、n 型層 1 1 を 6 μm の厚さに形成したが、図 8 の発光強度の測定に用いた実施の形態 2 の窒化物半導体発光素子では、n 型層 1 1 を 1 5 μm の厚さに形成した。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 3 ~ 7

以下、本発明の他の実施形態と、その実施形態の各構成について説明するが、本発明は上記実施形態 1 , 2 も含めて各実施形態及びその構成について組み合わせて適用することもできる。また、図 9 ~ 1 8 を用いて説明するが、各図面の符号は共通しており、また一部誇張して描画されているものもある。

【 0 0 5 0 】

（発光素子構造体 1 0 0）

本発明の発光素子は、素子構造体 1 0 0 として、図 9 ~ 1 8 に示すように、素子構造体は、基板 1 0 上に、第 1 導電型層 1 1、発光層（活性層）1 2、第 2 導電型層 1 3 が順に積層された積層構造 1 0 1 を有するものであり、このとき、電極形成面内において、発光構造部 2 1 は、図に示すように積層方向に第 1 , 2 導電型層が発光層を挟む構造の他、第 1 , 2 導電型層が横方向に接合されていてもよく、またこれらを組み合わせたものでもよい。また、発光素子構造として、MIS 構造、p - n 接合構造、ホモ接合構造、ヘテロ接合構造（ダブルヘテロ構造）、PIN 構造などを用いることができ、またユニポーラ素子にも適用できるが、好ましくは、第 1 , 2 導電型層が互いに異なる導電型層となる p - n 接合構造などの n 型、p 型層で活性層を挟む構造を用いることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

素子構造体 1 0 0 を構成する積層構造の半導体材料は、InAlGaP 系材料、InP 系材料、AlGaAs 系材料、これらの混晶材料でもよく、GaN 系窒化物半導体材料でもよい。GaN 系窒化物半導体材料として具体的には、GaN、AlN、もしくは InN、又はこれらの混晶である III - V 族窒化物半導体（ $\text{In}_{1-x}\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{N}_{1-y}$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ）で表され、またこれに加えて、III 族元素として一部若しくは全部に B を用いたり、V 族元素として N の一部を P、As、Sb で置換したりした混晶でもよい。以下、窒化物半導体を用いて説明するが、他の材料系にも適用される。

発光層としては、InGaN 系材料を用いることができ、ワイドバンドギャップの発光層により、緑色、青色の可視光域から紫色、それより短波長の紫外域に発光するものが得られる。

【 0 0 5 2 】

各実施形態では、第 1 , 2 導電型層 1 1 , 1 2 を、n 型層、p 型層としているが、この逆でも良い。また、半導体積層構造 1 0 1 の成長方法として具体的には MOVPE（有機

10

20

30

40

50

金属気相成長法)、H V P E (ハライド気相成長法)、M B E (分子線エピタキシー法)、M O C V D (有機金属化学気相成長法)があり、好ましくはM O C V D, M B Eである。

【0053】

本発明の半導体積層構造101の成長方法に用いる基板、特にエピタキシャル成長用の基板10としては、窒化物半導体と異なる材料の異種基板として、例えば、C面、R面、及びA面のいずれかを主面とするサファイア、スピネル($MgAl_2O_4$)のような絶縁性基板、SiC(6H、4H、3Cを含む)、ZnS、ZnO、GaAs、Si、及び窒化物半導体と格子整合する酸化物基板等、窒化物半導体を成長させることが可能で従来から知られており、窒化物半導体と異なる基板材料を用いることができ、好ましくはサファイア、スピネルであり、また異種基板以外として、GaN、AlNなどの窒化物半導体基板なども用いることができる。他の半導体材料においては従来知られた同じ材料系の基板、若しくはSiなどの異種基板を用いることができる。

10

【0054】

(半導体積層構造101)

発光素子100を形成する半導体積層構造101としては、例えば図16, 18に示すように、上記基板10上に下地層14などを介して成長され、このとき、下地層14を素子構造101として動作部に含めても良いが、通常素子構造の成長用のみ形成されて素子として機能しない非動作部として設けられる。下地層は、特に異種基板を用いた場合、結晶核形成、核成長層として、低温成長バッファ層を用い、好適な条件は $Al_{1-x}Ga_xN$ ($0 < x < 1$)を低温(200~900)で成長させるものであり、続いて高温で層成長させて、膜厚50~0.1 μm 程度(単結晶、高温成長層)で形成する。また、ELO(Epitaxial Lateral Overgrowth)として知られるように、基板上、若しくは下地層上に、島状部(凸部、マスク開口部)などの成長部を他の領域に比べて優先的、若しくは選択的に成長させて、各選択成長部が横方向に成長して接合、会合することで層を形成するような成長層を下地層14若しくは、素子積層構造101に用いることもでき、これにより結晶性、特に結晶欠陥を低減させた素子構造とできる。

20

【0055】

窒化物半導体に用いるドーパントとして、n型不純物としては、Si、Ge、Sn、S、O、Ti、Zr等のIV族、若しくはVI族元素を用いることができ、好ましくはSi、Ge、Snを、さらに最も好ましくはSiを用いる。また、p型不純物としては、特に限定されないが、Be、Zn、Mn、Cr、Mg、Caなどが挙げられ、好ましくはMgが用いられる。これら、アクセプター、ドナーの各ドーパントを添加することにより、各導電型の窒化物半導体層を形成し、後述する各導電型層を構成する。また、窒化物半導体は不純物をドーブしない無添加層であってもn型層として用いることができ、さらにAlGaAsなどの他の材料系にはそれに適したドーパント用いる。本発明における第1導電型層、第2導電型層には、部分的にアンドープの層、半絶縁性の層が積層されていても良く、電流阻止層のよう逆導電型の埋込層に、各導電型層内に部分的に寄生な素子部分を形成していても良い。

30

【0056】

(第1導電型層11)

上記実施形態の素子構造で示すように、第1導電型層11として、各導電型のドーパントを含有させ、電極形成面内及び活性層へのキャリアの供給、拡散を実現するような層構造を形成すると良く、特に電極形成部22から発光構造部21にキャリアを面内に拡散して供給する層(コンタクト層)には、他の領域より高濃度にドーブされることが好ましい。また、このような電荷供給・面内拡散層(コンタクト層及びその近傍層)の他に、上記実施形態で示すように、積層方向において発光層へ電荷を移動・供給させる介在層、若しくは第2導電型のキャリアを発光層に閉じこめるクラッド層などを、コンタクト層とは別に設けることが好ましい。このような発光層12と面内拡散層(領域)のコンタクト層との間に設ける層として、窒化物半導体素子の場合には、面内拡散層(領域)より低濃度ド

40

50

ーパント量若しくはアンドープの低不純物濃度層（アンドープ層）、及び／又は多層膜層を設けることが好ましい。これは、低不純物層でもって、高不純物層（面内拡散層）による結晶性悪化を回復させてその上に成長させるクラッド層、発光層の結晶性を良好にし、駆動時にあっては高濃度層に隣接して低濃度層が設けられることで面内拡散を促進させ、また、耐圧性も向上させることができる。多層膜層は、少なくとも２種の層を交互に積層させたような周期構造で形成すること、具体的には、 $In_xGa_{1-x}N / In_yGa_{1-y}N$ ($0 < x < y < 1$) で構成することで、発光層、特に In を含む窒化物半導体層、好ましくはそれを井戸層として複数用いた場合において、その結晶性を向上させることができる。このような多層膜としては、組成が異なる層による周期構造の他、組成傾斜構造、また、これらの構造において不純物濃度を変調させた構造、膜厚を変動させた構造なども採用でき、好ましくは、 20 nm 以下の膜厚の層を積層した構造、さらに好ましくは 10 nm 以下の膜厚の層を積層した構造で形成することが、上記結晶性に有利となる。

【００５７】

（発光層（活性層）１２）

本発明の素子構造１０１としては、第１，２導電型層との間に、発光層を設けて、発光層で発光させる素子構造とすることが好ましく、特に窒化物半導体においては In を含む窒化物半導体を発光層に用いたものが、紫外域から可視光（赤色光）の領域において好適な発光効率が得られ好ましく、特に $InGaN$ 層を用いること、特に In の混晶比を変化させて所望の発光波長を得ることが好ましい。このほかの窒化物半導体材料として、 GaN ， $AlGaIn$ などの $InGaIn$ よりも高バンドギャップの材料を用いて、紫外域において使用する発光素子としても良い。

【００５８】

さらに好ましい発光層としては、量子井戸構造の活性層を用いることであり、井戸層が１つの単一量子井戸構造、さらに好ましくは、複数の井戸層が障壁層を介して積層した構造の多重量子井戸構造を採用することが好ましい。井戸層については上記発光層と同様に、好ましくは $InGaIn$ 層を用いることであり、障壁層として、井戸層よりバンドギャップエネルギーが大きくなるような層として、例えば $InGaIn$ 、 GaN 、 $AlGaIn$ を設けることが好ましい。このとき、井戸層、障壁層の膜厚としては、 30 nm 以下、好ましくは 20 nm 以下、さらに井戸層において好ましくは 10 nm 以下とすることで、量子効率に優れた発光層が得られる。また、井戸層、障壁層に、各導電型層のドーパントがドーピングされていても良く、障壁層は、井戸層間に一層以上設けても良い。

【００５９】

（第２導電型層１３）

第２導電型層１３としては、キャリアを発光層に閉じこめるクラッド層、電極が形成されるコンタクト層を、設けることが好ましく、この時両層を別々に設けてコンタクト層をクラッド層よりも発光層より遠くに設け、高濃度にドーパントをドーピングすることが好ましい。窒化物半導体においては、クラッド層として好ましくは Al を含む窒化物半導体、さらに好ましくは $AlGaIn$ 層を用いることが好ましく、さらに発光層に近接して、好ましくは接して形成されることで発光層の効率を高めることができ好ましい。さらに、コンタクト層とクラッド層との間にそれらの層より低不純物濃度の層を介在させることで、耐圧性に優れた素子とでき、またコンタクト層を高濃度にドーピングしても結晶性を改善できるため好ましい。コンタクト層は、図１０，１２，１６，１８に示すように、電極形成面内で発光部として設けられるため、その面内でキャリアを拡散させる層としても機能しうが、本発明では、電極２を設けて、該電極内及び電極３により面内での電流拡散として機能させることで、窒化物半導体における低い移動度の p 型キャリアの拡散を補助し、また、コンタクト層の膜厚を他の層（クラッド層、介在低濃度層）よりも小さくして、且つ他の層よりも高濃度に不純物ドーピングすることで、高キャリア濃度の層を形成して、電極から良好な電荷注入を実現でき好ましい。

【００６０】

(発光素子面内構造)

本発明において、発光素子構造 101 の電極形成面内の構造としては、図 10, 12, 16 に示すように、発光層 12 とそれを挟む第 1, 2 導電型層 11, 13 が形成された発光構造部と、第 1 導電型層側電極形成部 22 とを、面内で一部が重なる構造よりも分離して設けることが好ましく、このとき電極形成部 22 は、図 1、7 のスリット S_n として機能する。

【 0061 】

電極形成部 22 としては、電極形成可能なように、第 1 導電型層 11 の露出部 23 に設けられ、該露出部は、図 2, 10 (b)、12 に示すように、第 1 導電型層 11、発光層 12、第 2 導電型層 13 を順に積層した積層構造 101 において、第 2 導電型層 13、発光層 12 の面内の一部、若しくはそれに加えて第 1 導電型層 11 の深さ方向の一部を除去して、露出させた露出部 23 を電極形成部 22 とする他、図 16 (b) に示すように、分離溝 23 a を形成して、その溝 23 a を介して発光構造部 21 に離間させて、露出部 23 から第 2 導電型層露出部 26 に跨って電極 1 を形成して、電極形成部 22 を面内に設ける構造とすることもでき、また図 16 (a) に示すように、形成した第 1 導電型層 11 a の面内一部を、除去若しくはマスクして、面内一部に発光構造部 21 として、発光層 12、第 2 導電型層 13、若しくはそれに加えて第 1 導電型層の一部 11 c の積層成長させた構造を面内の一部 (発光構造部) に形成する構造とすることもできる。このとき、電極 1 のボンディング位置である電極形成部 22、スリット S_n は、積層方向において、電極 3 と同等とすることも、それよりも高い位置とすることもできる。また、このとき、電極形成部 22 は、発光構造部 21 とは面内で分離されて形成されるので、電極形成部 22 の領域は非発光領域となり、発光構造部 21 と電極形成部 22 とに面内で重なって、下部に設けられた第 1 導電型層の一部領域 11 b などにより、電極 1 から発光構造部 21 にキャリアが面内拡散され供給される。

【 0062 】

(面内電極構造)

本発明において、電極構造の基本的な構成は、電極形成面内において、第 1 導電型層 11 の露出部 23 に電極 1 として、電極パッド部 1 b と、そこから延伸した電極延伸部 1 a と、を有し、電極 1 は、露出部 23 の一部領域に電極形成領域 22 に設けられ、主に電極延伸部 1 a により発光構造部 21 が一部分離されて、第 2 導電型層 12 には、電極 2 がその露出部 26 に設けられ、発光構造部 21 内に形成される。

【 0063 】

ここで、図 19 は、従来技術と本発明の発光素子とを対比して説明する平面模式図であり、図 19 (a) の従来技術では、第 1 電極 5 が、第 1 導電型層の電極形成部 22 に設けられ、パッド部 5 b と、発光領域 31、及び発光構造部 21 を一部分離して延伸する延伸電極部 5 a と、各延伸電極部 5 a を発光領域 31 面内で間隔を広げるための電極部 5 c が互いに連結されて形成されており、他方、第 2 導電型層の電極 2 とその上に設けられる電極 6 は、パッド部 6 b と、そこから発光領域 31 内に延伸する電極延伸部 6 a と、各延伸電極部 6 a 間の間隔を広げる電極部 6 c が互いに連結されて形成されている。各電極 5, 6 の各電極部はほぼ等間隔となるように配置され、発光領域 31 (発光構造部 21) 内で互いに対向してほぼ並行で交互に配置される延伸電極部 5 a、6 a は、発光領域 31 を囲むように延伸する電極部 5 c、6 c を介してパッド部 5 b、6 b に接続されている。従来の構造として他の例は、図 19 (b) に示すように、各パッド部 5 b、6 b を、実線の丸及び四角として示されるように、図 19 (a) における電極部 5 a と 5 c との間、6 a と 6 c との間の角部、に設けて、各パッド部 5 b、6 b 間に電極部 5 c、6 c が配置された構造となる。本発明の発光素子では、図 19 (c) に示すように、第 1 電極 1 のパッド部 1 b 間の電極が点線で示されるように除去され、パッド部 1 b から発光領域 31 (発光構造部 21) 内に延伸する延伸電極部 1 a で構成される。従って、第 1 導電型層 11 の露出部 22 に第 1 電極 1 のパッド部形成領域 32 にそれぞれ分離されたパッド部 1 b を有し、そのパッド部から、パッド部形成領域 32 に分離された発光領域 31 内にまで延伸する延

伸電極部 1 a をそれぞれ備えている。また、第 2 導電型層 1 3 には、電極 2 と、その上の電極 3、各パッド部 3 b 間の電極部を除去して、各パッド部 3 b から発光領域 3 1 に延伸する延伸電極部 3 a が設けられ、さらに各延伸電極部 1 b、3 b は、互いに対向してほぼ平行に配置され、好ましくは等間隔に配置されている。

【0064】

図 19 (d) では、さらに好ましい形態を示すものであり、第 1 電極 1 のパッド部形成領域 3 2 から分離された発光領域 3 1 には、延伸電極形成領域 3 3 が設けられて、パッド部 1 b から延伸して電極部 1 a が形成される領域であり、第 3 電極の延伸電極形成領域 3 5 に少なくとも一部が重なって形成される。また、第 3 電極のパッド部形成領域 3 4 が、延伸電極形成領域 3 3、3 5 を第 1 電極パッド部形成領域 3 2 とで挟むように設けられている。このように各パッド部形成領域が発光領域 3 1、延伸電極形成領域 3 3、3 5、延伸電極部 1 a、3 a を挟むように、好ましくはそれぞれが素子構造部の側面に沿って形成されることで、素子構造全体に広げて、発光領域 3 1 を配置でき、また電極延伸部間の発光領域 3 6 を広くとることができ、発光出力を向上できる。また延伸電極部 1 a、3 a 間の発光領域 3 6 は、図に示すように、パッド部 3 b 間の発光領域 3 8 に連結してそれぞれの領域 3 6 が連続して形成されることで、延伸電極部 1 a 端部からの電流拡散で好適に発光させることができ好ましい。さらに、図 19 (e) では、図 19 (d) において点線部に示すように、各延伸電極部 1 a、3 a をさらに延伸させることで、発光面積を大きくし、出力が向上できる。具体的には、発光構造部 2 1 を第 1 電極パッド部形成領域 3 2 内にまで設けて、パッド部 1 b 間に設けることであり、第 1 電極 1 の延伸部 1 a と電極形成領域 2 3 を延伸させて、第 3 電極パッド部 3 b 形成領域 3 4 まで延伸させて、パッド部 3 b 間に延伸させて設けることである。

【0065】

上記実施形態において、n 電極 1、p 電極 2 はそれぞれ第 1 電極 1、第 2 電極 2 に該当し、n 型層 1 1、p 型層 1 3 はそれぞれ第 1 導電型層 1 1、第 2 導電型層 1 2 に該当して、適用される。

(第 1 電極 1)

本発明の発光素子において、基本的な構成は、第 1 電極 1 のパッド部 1 b が離間されて複数形成されるパッド部形成領域 3 2 から、発光領域 3 1 内に延伸させた延伸電極部 1 a がそれぞれ設けられた構造となる。第 1 電極 1 のパッド部 1 b の形成領域 3 2 は、図 19、9 などに示すように直線状に形成されて、直線状に配列されたパッド部 1 b とすることが好ましいが、このほか形成領域 3 2 として、一部屈曲、湾曲したり、連続直線のように多段的に折れ曲がる形状であったり、素子構造 101 面内で広げるように延伸させたような形状でも良い。また、複数のパッド部形成領域 3 2 が設けられても良いが、好ましくは 1 つの発光領域 3 1 に対して 1 つとすること、更に好ましくは発光領域 3 1 (発光構造部 2 1)、形成領域 3 2 をそれぞれ 1 つとすることで、発光領域 3 1 とパッド部形成領域 3 2 とを面内で配置しやすく、また、発光領域 3 2 内で延伸電極部 1 a により好適な均一発光が実現され好ましい。

【0066】

また、第 1 電極 1 は、第 1 導電型層 1 1 の露出部 2 3 の少なくとも一部に電極形成領域 2 2 として形成され、発光構造部 2 1 と分離されて設けられ、オーミック接触用として第 2 導電型層 1 1 内に電流注入する。第 1 導電型層 1 1 の露出部 2 3 は、図 9、10 に示すように、発光領域 3 1 (構造部 2 1) を囲むように素子構造部 101 の端部に設けられていても良く、基板 10 を素子端部で露出させて、図 10 (b)、(c) に示すように、第 1 導電型層 1 1 の側面 2 4 を傾斜させて、光反射部として機能させることができ、この場合、発光構造部 2 1 の側面よりも、側面 2 4 における電極形成面、基板面の法線方向に対する角度を、大きくすることで、第 1 導電型層 1 1 内を横方向に伝搬する光を効率的に取り出すことができ好ましい。また、露出部 2 3 は、素子動作部 2 7 内において、発光構造部 2 1 に対して、第 1 電極 1 から露出させて設けることで、光取り出し溝として機能させることもでき、またそのような電極 1 から露出された領域において凸部、例えば、電流注

入されない非発光構造部として凸部を設けると、反射機能、光取り出し端部に寄与する。

【0067】

第1電極1の延伸部1aは、上述したように発光構造部21、発光領域31内に、パッド部形成領域32から延伸して形成され、発光構造部21に電流拡散、注入する機能を有する。延伸電極1aは、パッド部1bとの関係において、パッド部1b間の長さよりも長く延伸させて形成することで、延伸電極部1a形成領域33を大きくでき、尚かつ発光領域31の発光を均一なものとして、形成できるため、好ましい。上記第1導電型層11内の面内拡散層、第2導電型層12内及び第2(3)電極の面内拡散、具体的にはシート抵抗を適宜調整することで、第1電極、第2, 3電極間隔を調整して、所望の拡散状態の発光素子とできる。

10

【0068】

図9、19に観るように、発光構造部21外部の延伸電極部1aは、内部の延伸電極部1aより長く形成することが好ましく、これにより、外部を囲む第1電極1の延伸電極部1aにおいて、電流を広げることができる。

第1電極1は、パッド部1b、延伸電極部1aとも同じ電極構造としても良く、別々に、例えば、オーミック接触用の電極として電極1の形状で形成して、パッド部1bにのみパッド電極を形成する構造として、形成しても良い。また、図9、10におけるパッド部1b、3bは、図示していないが、基板上の素子構造表面を覆う絶縁膜の開口部を示すものであり、上記実施形態に示すように、パッド部1b、延伸部1aを同一構造として形成している。

20

【0069】

また、パッド部1bは、延伸電極部1aの端部に形成されると、上記形成領域32、22と発光領域31との配置を好適なものとして好ましい。さらに好ましくはパッド部1bから一方向に延伸して形成されることで、発光領域32において、好適な電流拡散、発光が実現され好ましい。

【0070】

(第2, 3電極)

第2電極は、上述したように、発光構造部21内の第2導電型層13の露出部26のほぼ全面に形成されることで、発光構造部21において面内に電流拡散させる拡散層として機能させることができる。第2導電型層13内に電流拡散層を設ける場合には、面内に拡散させる第2電極2が不要となり、第2, 3電極を1つの電極とすることができる。窒化物半導体においてはp型層における面内拡散が不十分となる場合が多いため、外部と接続させる第3電極3と、第3電極3を面内に拡散するようにそれよりも広い電極形成面を有する第2電極2を設けることが良い。

30

【0071】

第2電極2は、上述したように透光性電極として設けることが好ましく、図11~14に示すように、基板10側を光り取り出し面とする場合には、透光性電極の上に反射膜を設けたり、透光性電極層の上に反射性電極層を設けた電極構造としたり、反射性電極とすることができる。光取り出し面を基板10側、第2導電型層13とする場合のいずれでも、好ましくは第2電極2を透光性電極とすること、若しくは透光性電極層を有することが好ましい。

40

【0072】

電極材料としては、ニッケル(Ni)、白金(Pt)パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、オスミウム(Os)、イリジウム(Ir)、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、タングステン(W)、ランタン(La)、銅(Cu)、銀(Ag)、イットリウム(Y)よりなる群から選択された少なくとも一種を含む金属、合金、積層構造、さらには、それらの化合物、例えば、導電性の酸化物、窒化物などがあり、導電性の金属酸化物(酸化物半導体)も、錫をドーピングした厚さ50 ~ 10 μmの酸化イ

50

ンジウム (Indium Tin Oxide; ITO)、ZnO、 In_2O_3 、または SnO_2 が挙げられ、透光性に有利なことから好適に用いられる。金属層の場合には、透光性が確保される薄膜で形成することができる。電極の形状としては、特に限定されないが、透光性の層を面状に形成した電極層であっても良く、図9に示すように、矩形状の開口部2bを有する格子状、ストライプ状など開口部を有する電極形状としても良い。

【0073】

第3電極3は、上述したように、第1電極と同様に、パッド部3b、延伸電極部3aとして形成することができ、その時、第1電極1、特に延伸電極部1aとの間、若しくはそれを挟むように形成し、好ましくは両電極1, 3がほぼ平行に、さらに好ましくは等間隔で形成されることで、好適な発光領域37が形成されて発光領域32、発光構造部21において均一な発光が得られる。

10

【0074】

さらにまた、図11(b)、図17(a)に示すように、パッド部3bを複数設ける形態でも良く、好ましくは、延伸電極部3aとして機能するように、配列方向3xでもって配列されることが好ましい。このとき、図に示すような1列状に配置されるほか、ジグザグ状、2列など、第1電極1の延伸電極部1a間で、延伸電極部3aに近似されるような配列であれば良い。分離された第3電極3として形成される場合には、素子100側で、さらにそれらを電氣的に接続する配線を備えても良いが、好適には、図11(b)とその断面図12(d)に示すように、積層基体104側の電極114で互いに電極を接続することで、構造を簡略化でき、発光素子100の機能を高めることができ好ましい。

20

【0075】

ここで、図17は第2, 3電極の実施形態を説明するものであり、上述したとおり、パッド部3bを列状3xに配列して延伸電極部3aとしてもよく(図17a)、電極開口部2aと、電極形成部2bとで電極2を形成しても良く(図17b)、図17(d)に示すように、電極2を一部開口2bさせて、開口部2bと電極2上に跨って第3電極3を形成することもでき、酸化物などの化合物電極の場合には、第3電極の接着性を向上させることができる。また、このような開口部2bを充填する第3電極3の形態としては、図17(e)に示すように、第2導電型層13に凹部15を設けて開口させて、電極開口部2bと共に、第3電極3を開口部2bと電極2上に跨って形成することもできる。

【0076】

30

また、第2電極2は、発光構造部21に設けられるため、光取り出し、反射が有効となるように、透光性、反射性を好適に機能するには、透光性の大きい電極とするか、透過性(開口部2b)の電極とすることがいずれの光取り出し方向においても有用であり、このとき、図17(a)に示すように電極形成部26の光取り出し面を凹凸部15とする方法、図17(c)、(e)に示すように、電極2開口部2bに対応して、第2導電型層13にも凹部15aを設けて、凸部上面15c(電極材料界面)と凹部底面15a(保護膜、絶縁膜材料界面)とで、異なる材料間の界面が形成されて、好適な光取り出し、反射に寄与し、また、側面15bの傾斜角を大きくすることにより、側面での反射が強まり、光取り出し効率が向上する。このような凹凸部15は、素子構造101の端面、側面のいずれに形成しても良く、例えば図10に示すように基板10に凹凸加工15を施して、素子構造101を積層させることで、基板10と素子構造の半導体との間で凹凸界面を形成させることもできる。このような凹凸面15を形成することが、本発明の発光素子において、光取り出しが向上し、出力が向上し、好ましい。

40

【0077】

ここで、第1電極1と第3電極、若しくは、第1電極と、第2電極及び第3電極とを同一構造、材料の電極として、同時に形成することもできる。具体的には、露出部23側から順に、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、

50

Mo、白金族)を設ける構造、例えばW/Pt/Au、Ti/Rh(第2層a)/Pt(第2層b)/Au、が用いられる。特に、反射性、バリア性に優れるRhを第2層に用いると、光取り出し効率が向上して好ましい。また、第2導電型層13のオーミック用の第2電極2としては、露出部26側から順に、Ni/Au、Co/Auの他、ITOなどの導電性酸化物、白金族元素の金属、Rh/Ir、Pt/Pdなどが好適に用いられる。

【0078】

実施形態3.

本発明における実施形態3としては、図9に示すように、電極形成面の平面図(a)と、その点線囲み部分を一部拡大して、電極2の構造を説明する平面図(b)である。実施形態3では、実施形態2において、電極2を開口部2bと形成部2aとで構成された透光性電極とし、また、図9(b)に示すように、開口部2bは、発光構造部21全体に均一に形成されるものではなく、第3電極3の形成領域は形成部2a2を設けて、露出部26を被覆している構造として、オーミック性、密着性を高めた構造としている。また、実施形態2と異なり、延伸電極部1a、3aが、発光構造部21、領域31内部より外部の方を長く形成して、外部は、その領域31(21)側面の一辺とほぼ同一な長さで辺に沿って形成されて、第1電極1の延伸部1aが、パッド部3b形成領域34に、第3電極3延伸部3aがパッド部1b形成領域32、にそれぞれ重なるように形成され、他方内部延伸部1a、3aは、それぞれ各パッド部形成領域32、34間の延伸電極形成領域33、35内に端部を有して形成されている。

【0079】

実施形態4.

実施形態4では、図10に示すように、実施形態2とは、電極1、3の構造及び発光構造部21の形状が実施形態3と同様であり、電極2が実施形態2と同様であり、さらに実施形態2、3と異なり、基板10と素子構造部101の第1導電型層11との界面に凹凸加工部15が設けられ、さらに発光構造部21外部の第2導電型層11に、側面24が傾斜面として設けられて基板10が露出された露出部25がさらにその外部に設けられた構造となっている。これにより、凹凸部15により基板界面で光が乱反射されて取り出し効率が向上し、さらに傾斜側面24により、第1導電型層11内を主に横方向に伝搬する光を反射させて、基板側からの光取り出しに寄与して、出力が向上する。

【0080】

実施形態5.

実施形態5では、図11の発光素子100の電極形成面で積層基体104に接合した素子積層体103を基板10側からの平面図と、図11における各断面図を示す図12、13に示すように、発光素子100を素子積層体として、素子側で分離された第1電極1(パッド部1b)を、基体104側電極112で互いに接続し、分離された第3電極3(パッド部3b)も同様に基体104側で互いに電氣的に接続されて、実装、接合されている。基体104側電極112は、発光素子100側電極1、3(2)に対応して、互いに絶縁膜111などで絶縁分離されて設けられ、外部接続用の電極113が設けられている。基体104に素子部115を設けても良く、ここでは、図13(a)(図11のX-X'断面図)の等価回路(b)に示すように、電流保護素子(素子構造部115)として、p型層(第1導電型層)115a、n型層(第2導電型層)115bを設けている。ここでは、素子部115を基体104に1つだけ設けているが、2つ以上設けて外部(素子100、実装基体201)の電極、基体104側配線などで接続される形態などでも良く、また、保護素子は、基体104上、発光装置200内(載置部222)に実装して、発光素子にワイヤー接続、配線接続されても良い。

発光素子100側電極1、3(2)と、基体104の電極112とは接合層114を介して接合しているが、素子100側電極の一部と、若しくは基体104側電極112の一部と、を接合層の一部としても良く、パッド部1b、3bに代えて接合層を形成しても良い。

【0081】

また、基体 104 は、素子構造 115 を有しない通常のサブマウントでも良い。基体 104 と外部とは、接続用の電極 113 でワイヤー接続されても良く、基体 104 の素子構造部の電極、若しくは内部、外部を導通する電極層を、実装面側に形成して、電極 113、接合層 114 として設けても良い。

【0082】

(支持基板 17)

本発明の発光素子構造 100 において、素子積層構造 101 の形成時に用いた成長用基板 1 を除去すること形態としても良く、具体的には、図 16 (b)、図 18 (b) に示すように、基板 1、若しくは基板 1 と積層構造 101 との間に設けられた介在層 14 の一部若しくは全部、又はそれらに加えて、第 1 導電型層 11 の一部を除去領域 16 として、除去することも可能であり、すなわち、素子正規層構造部 101 以外で不要な領域を除去することが可能である。具体的には、図 16 (b) に示すように、サブマウントなどの素子積層基体への接着・実装、図 18 (b) に示すように、支持基板 17 に貼り合わせた状態で、研磨・研削除去、基板 1 上の一部積層部を、化学的な方法(エッチャント)による潮解、融解、レーザ照射(レーザアブレーション)による分解で、除去部 17 と素子積層構造部 101 とを分離させる方法、機械的な研磨・外力を加えて面内、素子構造内において基板 1 と素子積層構造部 101 との間での応力、歪による層破壊などによる剥離などの方法、及びそれらの方法の組合せにより除去することができる。

【0083】

好ましくは、支持基板 17 に、接合層 18 などを介して貼り合わせることに由る転写でもって、基板 1 などの除去部 17 として除去することが好ましい。このとき、支持基板 17 の材料としては、その目的により種々の材料を用いることができ、素子の放熱性を高めるためには、放熱用の基板として、AlN、BN、SiC、GaAs、Si、C(ダイヤモンド)が好適に用いられる。その他の材料としては、Si、SiC、GaAs、GaP、InP、ZnSe、ZnS、ZnO 等の半導体から成る半導体基板、又は、金属単体基板、又は相互に非固溶あるいは固溶限界の小さい 2 種以上の金属の複合体から成る金属基板を用いることができ、金属材料として具体的には Ag、Cu、Au、Pt 等の高導電性金属から選択された 1 種以上の金属と、W、Mo、Cr、Ni 等の高硬度の金属から選択された 1 種以上の金属と、から成るものを用いることができる。さらに、金属基板としては、Cu-W あるいは Cu-Mo の複合体を用いることが好ましい。基板による発光素子の光の吸収・損失、素子構造 101 との接着性(素子構造 101 と基板 17 若しくは実装部材料 203 との間の熱膨張係数差など)を考慮して、支持基板 17 の材料、及び接着方法が選択され、基板 17 側から光を取り出す場合には、透光性材料を選択し、また銀ペーストなどの透光性の接着層 18 若しくは接着層を介さない接着方法により、光損失が少なくなるような構造とし、また、除去部 16 側を光り取り出し方向とする場合には、接着層 18 若しくは基板 17、又は積層構造 101 の一部に、Al、Ag などの反射膜を設けるなどして、外部取り出し効率を高めると良い。また、図 18 (b) に示すように、半導体層積層順序が転写により逆転する場合に本発明は、図中矢印にて示すように第 1、2 導電型層 11、13 を逆転させて本発明における素子構造とすることはいうまでもない。

【0084】

(接合層 18、接合層 114、接着部材 204)

支持基板 17 と素子構造 101 との接着、素子構造 101 (100) と積層基体 103 との接着、発光素子 100、支持基板 17、積層基体 103 と発光装置 200 の実装基体 201 (収納部 202) との接着、接合において、接合層 18、(114)、接着部材 204 を用いることができる。その材料、構造としては、Ag ペースト、カーボンペースト、ITO ペーストのような混合、複合組成物(有機物)、半田材料の他、発光素子 100 からの放熱性を考慮して、耐熱性に優れた材料、構造として、Au、Sn、Pd、In 等の金属若しくはその積層体並びに合金などが、本発明の大面積、大電流駆動で高発熱性の素子に効果的である。第 1 及び第 2 の共晶形成層の組合せは、Au-Sn、Sn-Pd、又は In-Pd が好ましい。さらに好ましくは、第 1 の共晶形成層に Sn を、そして第 2 の

共晶形成層にAuを用いる組合せである。そのほかに、金属バンプ、Au-Au接合などの金属接合なども用いることができる。

【0085】

またこのような接合層は、下地側（基板1、素子構造101表面、支持基板17、実装基体201、積層基体101）に、密着性の良い層のメタライジング層などを介したり、上記発光素子の光反射のために反射層などを介したりして、共晶膜、共晶多層膜、合金膜などの接着膜（接合層）を形成したり、その表面側に酸化防止の表面保護膜を設けても良く、また、接着側の実装側にもメタライジング層（密着性の層）、表面保護層、接着膜（接合層）を形成して、両者が接着・接合されても良い。

【0086】

具体例としては、図15に示すように、発光素子100の基板（サファイア）10と実装部202の底面に接合層204としては、基板側から順に、Al（0.2μm、反射層）/W（0.2μm）/Pt（0.2μm）と、その上にAu（0.3μm）/Sn（0.2μm）を7対と再表面のAu（10nm）層を形成して、実装部202側にもAu層を形成して、加熱して圧着して接着層204により発光素子100を接着する。図18において、素子構造101を支持基板17に貼り合わせる接合層18の具体例として、第2導電型層（p型層）のp側電極の上に、Ni-Pt-Au-Sn-Auの多層膜を、膜厚0.2μm-0.3μm-0.3μm-3.0μm-0.1μm 膜厚が200μmで、Cu30%とW70%の複合体から成る金属基板17を用い、その金属基板の表面に、Tiから成る密着層、Ptから成るバリア層、そしてAuから成る第2の共晶形成層を、この順で、膜厚0.2μm-0.3μm-1.2μmに形成して、加熱して圧着する。

【0087】

（素子積層体103）

本発明において、上記発光素子を発光装置200に実装する場合に、図11～14に示すように、ヒートシンク、サブマウントなどの積層基体104に、発光素子100を実装して、素子の実装積層体として、素子積層体103を形成しても良い。このとき、発光素子100を積層実装する基体104の材料としては、上記支持基板と同様であり、その目的、例えば、放熱性、光取り出し構造、を考慮して選択される。また、このような素子積層体103は、発光素子100との接合面に対向する面側を実装側として、発光装置200の実装部202に接合される。

【0088】

本発明の積層基体104には、発光素子100の電極形成面側に対向して接合する場合には、発光素子100側の電極1～3に対応して、基体104側に電極構造112a, bが設けられ、発光素子100の電極形成面と対向する面側（基板10）に対向して基体104に接合する場合には、基体104側電極は不要であり、接合用の接着層などが設けられるが、発光素子100とワイヤー接続用の電極を設けても良い。基体104側電極112は、図に示すように、発光素子10との接合面側にのみ設けられていても良く、接合面に対向する実装面側にまで回り込む実装側電極、実装面側に設けられた基体素子104の電極114、基体104に貫通孔、ビアホールを設けて発光素子100の接合面側から実装面側に連通、連結若しくは電氣的に接合させた実装面側電極が設けられても良い。

【0089】

また、図では1つの発光素子101を1つの積層基体104に実装しているが、発光素子101を複数集積して1つの積層基体104に、基体104側配線電極により並列、直列、両者混合で接続させ、実装した積層体103としても良く、1つの発光素子101に対し複数の積層基体104を、例えば異なる機能の素子を基体としても良く、またこれらの組合せでも良く、さらに、発光素子101、積層基体（素子）103を縦方向に、いずれかを複数積層した素子積層体103を形成しても良い。

【0090】

発光素子100は、図14に示すように、被覆膜105で覆われていても良く、その組成物としては、SiO₂、Al₂O₃、MSiO₃（なお、Mとしては、Zn、Ca、Mg、

10

20

30

40

50

Ba、Sr、Zr、Y、Sn、Pb、などが挙げられる。)などの透光性無機部材であり、蛍光体(光変換部材106)を含有させたものも好適に用いられる。これらの透光性無機部材により蛍光体同士が結着され、さらに蛍光体は層状にLED100や支持体104上に堆積され結着される。このほかに被覆層としては、素子構造100を被覆する絶縁保護膜の他、反射膜(Al、Agなど)を設けても良く、DBRなどを形成しても良い。

【0091】

(光変換部材106, 層231)

光変換部材106、若しくは発光装置200内の光変換層231は、発光素子100の光を一部吸収して、異なる波長の光を発光するものであり、蛍光体を含有したものをいうことができる。このような光変換部材106、光変換層231は、上記のように発光素子100一部若しくは全体、又はそれに加えて積層基体104の一部に被覆して、被覆膜105として形成されてもよい。蛍光体のバインダーとしては、少なくともSi、Al、Ga、Ti、Ge、P、B、Zr、Y、Sn、Pb、あるいはアルカリ土類金属の群から選択される1種以上の元素を含む酸化物及び水酸化物は、少なくともSi、Al、Ga、Ti、Ge、P、B、Zr、Y、Sn、Pb、あるいはアルカリ土類金属の群から選択される1種以上の元素を含む有機金属化合物(好ましくはさらに酸素を含む)により生成される。ここで、有機金属化合物には、アルキル基、アリール基を含む化合物等が含まれる。このような有機金属化合物として、例えば金属アルコキシド、金属ジケトナート、金属ジケトナート錯体、カルボン酸金属塩等が挙げられる。

【0092】

また、図15に示すように、発光装置200の封止部材230の一部として設けられても良く、図に示すように発光素子100に離間して、封止部材230a上、若しくは230bとの間に設けられた層231として形成されても良く、封止部材230内に分散して光変換部材を含有して、封止部材230を光変換層231としても良く、装置基体220、実装基体201、凹部収納部202内に沈降層として設けられても良い。

【0093】

本発明の光変換部材に用いられる蛍光体は、発光素子から放出された可視光や紫外光を他の発光波長に変換するためのものであり、素子構造101の半導体発光層から発光された光で励起されて発光する蛍光体などで、蛍光体として紫外光、可視光により励起されて所定の色の光を発生する蛍光体も用いることができる。

【0094】

具体的な蛍光体としては、銅で付活された硫化カドミ亜鉛やセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体(以下、「YAG系蛍光体」と呼ぶ。)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 $(\text{Re}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、但し、Reは、Y、Gd、La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。)などが好ましい。この蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが470nm付近などにさせることができる。また、発光ピークも530nm付近にあり720nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。本発明において、蛍光体は、2種類以上の蛍光体を混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(\text{Re}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。半導体発光素子の発光波長には、バラツキが生ずるものがあるため2種類以上の蛍光体を混合調整させて所望の白色系の混色光などを得ることができる。具体的には、発光素子の発光波長に合わせて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。蛍光体は、発光装置の表面上において一層からなる被覆層105、光変換部層221、部材106中に二種類以上存在してもよいし、二層からなるコーティング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。このようにすると、異なる蛍光体からの光の混色による白色光が得られる。この場合、各蛍光物質から発光される光をより良く混色しかつ色ムラを減少させるために、各蛍光体の平均粒径及び形状は

類似していることが好ましい。YAG系蛍光体に代表されるアルミニウム・ガーネット系蛍光体と、赤色系の光を発光可能な蛍光体、特に窒化物系蛍光体とを組み合わせたものを使用することもできる。これらのYAG系蛍光体および窒化物系蛍光体は、混合して被覆層中に含有させてもよいし、複数の層から構成される被覆層中に別々に含有させてもよい。以下、それぞれの蛍光体について詳細に説明していく。

【0095】

本実施の形態に用いられるアルミニウム・ガーネット系蛍光体とは、Alを含み、かつY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体であり、LEDチップ101から発光された可視光や紫外線で励起されて発光する蛍光体である。例えば、上述したYAG系蛍光体の他、 $Tb_{2.95}Ce_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Tb_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.94}Ce_{0.05}Pr_{0.01}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Pr_{0.05}Al_5O_{12}$ 等が挙げられる。これらのうち、特に本実施の形態において、Yを含み、かつCeあるいはPrで付活され組成の異なる2種類以上のイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体利用される。

【0096】

発光層に窒化物系化合物半導体を用いた発光素子から発光した青色系の光と、青色光を吸収させるためポディーカラーが黄色である蛍光体から発光する緑色系及び赤色系の光と、或いは、黄色系の光であってより緑色系及びより赤色系の光を混色表示させると所望の白色系発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるために蛍光体の粉体やバルクをエポキシ樹脂、アクリル樹脂或いはシリコン樹脂などの各種樹脂や酸化珪素、酸化アルミニウムなどの透光性無機物中に含有させることもできる。このように蛍光体が含有されたものは、LEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。蛍光体と透光性無機物との比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0097】

また、2種類以上の蛍光体をそれぞれ発光素子からの入射光に対して順に配置させることによって効率よく発光可能な発光装置とすることができる。即ち、反射部材を有する発光素子上には、長波長側に吸収波長があり長波長に発光可能な蛍光体が含有された色変換部材と、それよりも長波長側に吸収波長がありより長波長に発光可能な色変換部材とを積層などさせることで反射光を有効利用することができる。また、発光ピーク波長 λ_p も510nm付近にあり700nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である赤色系が発光可能なYAG系蛍光体でも、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420nmから470nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 λ_p が600nm付近にあり750nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

【0098】

ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで発光スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び/又はLaで置換することで、発光スペクトルが長波長側へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を利用して白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0099】

(窒化物系蛍光体)

本発明で利用される蛍光体は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びH

10

20

30

40

50

f から選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体も用いることができる。また、本実施の形態に用いられる窒化物系蛍光体としては、LEDチップ101から発光された可視光、紫外線、及びYAG系蛍光体からの発光を吸収することによって励起され発光する蛍光体をいう。

【0100】

例えば、Ca - Ge - N : Eu, Z系、Sr - Ge - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Ge - N : Eu, Z系、Ca - Ge - O - N : Eu, Z系、Sr - Ge - O - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Ge - O - N : Eu, Z系、Ba - Si - N : Eu, Z系、Sr - Ba - Si - N : Eu, Z系、Ba - Si - O - N : Eu, Z系、Sr - Ba - Si - O - N : Eu, Z系、Ca - Si - C - N : Eu, Z系、Sr - Si - C - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Si - C - N : Eu, Z系、Ca - Si - C - O - N : Eu, Z系、Sr - Si - C - O - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Si - C - O - N : Eu, Z系、Mg - Si - N : Eu, Z系、Mg - Ca - Sr - Si - N : Eu, Z系、Sr - Mg - Si - N : Eu, Z系、Mg - Si - O - N : Eu, Z系、Mg - Ca - Sr - Si - O - N : Eu, Z系、Sr - Mg - Si - O - N : Eu, Z系、Ca - Zn - Si - C - N : Eu, Z系、Sr - Zn - Si - C - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Zn - Si - C - N : Eu, Z系、Ca - Zn - Si - C - O - N : Eu, Z系、Sr - Zn - Si - C - O - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Zn - Si - C - O - N : Eu, Z系、Mg - Zn - Si - N : Eu, Z系、Mg - Ca - Zn - Sr - Si - N : Eu, Z系、Sr - Zn - Mg - Si - N : Eu, Z系、Mg - Zn - Si - O - N : Eu, Z系、Mg - Ca - Zn - Sr - Si - O - N : Eu, Z系、Sr - Mg - Zn - Si - O - N : Eu, Z系、Ca - Zn - Si - Sn - C - N : Eu, Z系、Sr - Zn - Si - Sn - C - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Zn - Si - Sn - C - N : Eu, Z系、Ca - Zn - Si - Sn - C - O - N : Eu, Z系、Sr - Zn - Si - Sn - C - O - N : Eu, Z系、Sr - Ca - Zn - Si - Sn - C - O - N : Eu, Z系、Mg - Zn - Si - Sn - N : Eu, Z系、Mg - Ca - Zn - Sr - Si - Sn - N : Eu, Z系、Sr - Zn - Mg - Si - Sn - N : Eu, Z系、Mg - Zn - Si - Sn - O - N : Eu, Z系、Mg - Ca - Zn - Sr - Si - Sn - O - N : Eu, Z系、Sr - Mg - Zn - Si - Sn - O - N : Eu, Z系など種々の組合せの蛍光体を製造することができる。

【0101】

希土類元素であるZは、Y、La、Ce、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Luのうち少なくとも1種以上が含有されていることが好ましいが、Sc、Sm、Tm、Ybが含有されていてもよい。これらの希土類元素は、単体の他、酸化物、イミド、アミド等の状態で原料中に混合する。希土類元素は、主に安定な3価の電子配置を有するが、Yb、Sm等は2価、Ce、Pr、Tb等は4価の電子配置を有する。酸化物の希土類元素を用いた場合、酸素の関与が蛍光体の発光特性に影響を及ぼす。つまり酸素を含有することにより発光輝度の低下を生じる場合もある。その反面、残光を短くするなどの利点もある。但し、Mnを用いた場合は、MnとOとのフラックス効果により粒径を大きくし、発光輝度の向上を図ることができる。

【0102】

本発明に係る蛍光体は、Mnが添加された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系シリコンナイトライドである。この蛍光体の基本構成元素は、一般式 $L_x Si_y N_{(2/3x + 4/3y)} : Eu$ 若しくは $L_x Si_y O_z N_{(2/3x + 4/3y - 2/3z)} : Eu$ (Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれか。) で表される。一般式中、X及びYは、X = 2、Y = 5又は、X = 1、Y = 7であることが好ましいが、任意のものも使用できる。

【0103】

具体的には、基本構成元素は、Mnが添加された $(Sr_x Ca_{1-x})_2 Si_5 N_8 : Eu$ 、 $Sr_2 Si_5 N_8 : Eu$ 、 $Ca_2 Si_5 N_8 : Eu$ 、 $Sr_x Ca_{1-x} Si_7 N_1$

$0 : \text{Eu}$ 、 $\text{SrSi}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 $\text{CaSi}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ で表される蛍光体を使用することが好ましいが、この蛍光体の組成中には、 Mg 、 Sr 、 Ca 、 Ba 、 Zn 、 B 、 Al 、 Cu 、 Mn 、 Cr 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。但し、本発明は、この実施の形態及び実施例に限定されない。

【0104】

L は、 Sr 、 Ca 、 Sr と Ca のいずれかである。 Sr と Ca は、所望により配合比を変えることができる。

蛍光体の組成に Si を用いることにより安価で結晶性の良好な蛍光体を提供することができる。発光中心に希土類元素であるユウロピウム Eu を用いる。ユウロピウムは、主に2価と3価のエネルギー準位を持つ。

【0105】

具体的な組成としては、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Mg}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Zn}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{SrSi}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{BaSi}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{MgSi}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{ZnSi}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{Sr}_2\text{Ge}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{Ba}_2\text{Ge}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Mg}_2\text{Ge}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Zn}_2\text{Ge}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{SrGe}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{BaGe}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{MgGe}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{ZnGe}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{Sr}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Ba}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{Mg}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Zn}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ 、 Ce 、 $\text{Sr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 La 、 $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 La 、 $\text{Mg}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Nd 、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Nd 、 $\text{Sr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Tb 、 $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Tb 、 $\text{Mg}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Sr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10} : \text{Eu}$ 、 Pr 、 $\text{Mg}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10} : \text{Eu}$ 、 Y 、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10} : \text{Eu}$ 、 Y 、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Pr}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Pr}$ 、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Tb}$ 、 $\text{BaGe}_7\text{N}_{10} : \text{Ce}$ などが製造できるがこれに限定されない。

【0106】

窒化物系蛍光体は、 LED チップ100によって発光された青色光の一部を吸収して黄から赤色領域の光を発光する。窒化物系蛍光体を YAG 系蛍光体と共に上記の構成を有する発光装置200に使用して、 LED チップ100により発光された青色光と、窒化物系蛍光体による黄色から赤色光とが混色により暖色系の白色系の混色光を発光する発光装置を提供する。窒化物系蛍光体の他に加える蛍光体には、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質が含有されていることが好ましい。前記イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質を含有することにより、所望の色度に調節することができるからである。セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質は、 LED チップ101により発光された青色光の一部を吸収して黄色領域の光を発光する。

【0107】

ここで、 LED チップ100により発光された青色光と、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の黄色光とが混色により青白い白色に発光する。従って、このイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と赤色発光する蛍光体とを、透光性を有するコーティング部材105中に一緒に混合し、 LED チップ100により発光された青色光とを組み合わせることにより白色系の混色光を発光する発光装置を提供することができる。特に好ましいのは、色度が色度図における黒体放射の軌跡上に位置する白色の発光装置である。但し、所望の色温度の発光装置を提供するため、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の蛍光体量と、赤色発光の蛍光体量を適宜変更することもできる。この白色系の混色光を発光する発光装置は、特殊演色評価数 R_9 の改善を図っている。従来の青色発光素子とセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質との組合せのみの白色

10

20

30

40

50

系発光装置は、色温度 $T_{cp} = 4600\text{ K}$ 付近において特殊演色評価数 R_9 がほぼ 0 に近く、赤み成分が不足していた。そのため特殊演色評価数 R_9 を高めることが解決課題となっていたが、本発明において赤色発光の蛍光体をイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と共に用いることにより、色温度 $T_{cp} = 4600\text{ K}$ 付近において特殊演色評価数 R_9 を 40 付近まで高めることができる。

【0108】

(発光装置 200)

図 14 は、本発明において、発光素子 100 及びその積層体 103 を実装基体 201 に実装した発光装置 200 であり、本発明の実施形態 6 に係る。発光装置 200 は、装置基体 220 により、リード部 210 が固定され、リード部の一方をマウント・リード 210 として、実装基体 201 として機能し、その収納部 (凹部) 202 内に発光素子 100 (積層体 104) が接合層 114 (接着層 204) を介して実装され、凹部側面を反射部 203 とし、且つ、基体 201 は、放熱部 205 として機能させて外部放熱器に接続しても良い。また、装置基体 220 には、光取り出し部 223 に開口して、テラス部 222 が基体 201 外部に設けられ、保護素子などの他の素子を実装しても良く、凹部 202、基体 220 開口部には、透光性の封止部材 230 で封止され、また凹部 202 外部にも反射部 203 が設けられている。また、リード電極 210 は、基体 220 内部の内部リード 211 と、それを基体 220 外部に延在させた外部リード 212 により、外部と接続される。発光素子 100 (積層体 103) は、各リード 210 に、ワイヤー 250 接続、電気的接合 204 により電気的に接続される。

【0109】

実施形態 7 として、図 15 に示すように、リード 210 と絶縁分離された実装基体 210 に発光素子 100 を接着部材 204 により実装した発光装置 200 であり、発光素子 100 の収納基体 201 には反射部 203 を備え、放熱部 205 として外部放熱体に接続しても良く、発光素子 100 は各内部リード 211 にワイヤー 250 接続され、リード 210 は外部に延在して外部に電気的に接続される。このように、実装基体 201 とリード 210 とを分離することで、熱設計に優れた発光装置とできる。また、発光装置には、光透過性の封止部材 230 で凹部 202、基体 220 の反射部 221、テラス部 222 を封止して、形成され、該封止部材 230 に光学的に光学レンズ部を接続して、若しくは光学レンズの形状に封止部材 230 を成形して、所望の光学系 (レンズ) を設けることで、所望の指向性の発光を得ることができる。

【0110】

パッケージ 220 の凹部内表面 221、222 は、エンボス加工させて接着面積を増やしたり、プラズマ処理してモールド部材 230 との密着性を向上させたりすることもできる。また、パッケージ 220 の凹部は、図に示すようにその側面が開口方向に向かって広くなる形状 (テーパ形状) を有していることが好ましい。このようにすると、発光素子から出光した光は凹部の側面 221 に反射してパッケージ正面に向かうため、光取り出し効率が向上するなどの効果がある。パッケージ 220 は、外部電極 212 と一体的に形成させてもよく、パッケージ 220 が複数に分かれ、はめ込みなどにより組み合わせて構成させてもよい。このようなパッケージ 220 は、インサート成形などにより比較的簡単に形成することができる。

【0111】

パッケージ材料としてポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、液晶ポリマー (LCP)、ABS 樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、PBT 樹脂等の樹脂やセラミック、金属などを用いることができる。紫外線を含む光を発光する LED チップを用いた発光装置を高出力で使用する場合、樹脂が紫外線によって劣化し、樹脂の黄変などによる発光効率低下や、機械的強度の低下による発光装置の寿命の低下などが生じることが考えられる。そこで、パッケージ材料として金属を使用することは、紫外線を含む光を発光する LED チップを高出力で使用した場合でも樹脂のようにパッケージが劣化することがないためより好ましい。

【 0 1 1 2 】

また、パッケージ 2 2 0 を暗色系に着色させる着色剤としては種々の染料や顔料が好適に用いられる。具体的には、 Cr_2O_3 、 MnO_2 、 Fe_2O_3 やカーボンブラックなどが好適に挙げられる。

LEDチップ 1 0 0 とパッケージ 2 2 0 との接着は熱硬化性樹脂などによって行うこともできる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。外部電極 2 1 2 としては、銅やリン青銅板表面に銀、パラジウム或いは金などの金属メッキや半田メッキなどを施したものが好適に用いられる。ガラスエポキシ樹脂やセラミックなどの装置基体 2 2 0 上などに設けられた外部電極 2 1 2 としては、銅箔やタングステン層を形成させることができる。

10

【 0 1 1 3 】

導電性ワイヤー 2 5 0 の直径は、好ましくは、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $70\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤー 2 5 0 として具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤー 2 5 0 は、各 LEDチップ 1 0 0 の電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、ワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【 0 1 1 4 】

モールド部材 2 3 0 は、発光装置の使用用途に応じて LEDチップ 1 0 0、導電性ワイヤー 2 5 0、蛍光体が含有されたコーティング層 2 2 1、1 0 5 などを外部から保護するため、あるいは光取り出し効率を向上させるために設けることができる。モールド部材 2 3 0 は、各種樹脂や硝子（ガラス）などを用いて形成させることができる。モールド部材 2 3 0 の具体的な材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、モールド部材に拡散剤を含有させることによって LEDチップ 1 0 0 からの指向性を緩和させ視野角を増やすこともできる。このような、モールド部材 2 3 0 は、コーティング層の結着剤、バインダーと同じ材料を用いても良いし異なる材料としても良い。

20

【 0 1 1 5 】

なお、金属パッケージを使用して、窒素ガスなどと共に LEDチップ 1 0 0 を気密封止する場合は、モールド部材 2 3 0 は本発明に必須の構成部材ではない。また、紫外線を発光する LEDチップを使用して発光装置を形成する場合であっても、フッ素樹脂等のように紫外線に強い樹脂をモールド部材として使用することができる。

30

【 0 1 1 6 】

また、他の発光装置 2 0 0 として、金属製の基体 2 2 0 に実装部 2 0 1（凹部 2 0 2）を設けて発光素子 1 0 0（積層体 1 0 3）を実装して、基体 2 2 0 に絶縁分離したリード 2 1 0 を設けて、窓部を備えたキャップとなる基体（金属製）で気密封止したもの、COBのように、金属製などの基板上的凹部収納部 2 0 2 に直接発光素子 1 0 0 を実装したものなどがある。

【 0 1 1 7 】

発光素子 1 0 0（積層体 1 0 3）の実装形態として、1つの収納部 2 0 2（実装基体 2 0 1）に複数の素子 1 0 0（1 0 3）を集積実装したもの、発光素子 1 0 0（1 0 3）を実装した基体 2 0 1 を複数設けて（基体 2 0 1 に複数の収納部 2 0 2 設けて）1つの装置基体 2 2 0 で成形したもの、などを挙げることができ、所望の特性に応じて設計することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 8 】

【図 1】本発明に係る実施の形態 1 の窒化物半導体素子の平面図である。

【図 2】図 1 の X - X' 線についての断面図である。

【図 3】比較例の窒化物半導体素子の平面図である。

【図 4】実施の形態 1 の窒化物半導体発光素子の X - X' 線上における発光強度を示すグラフである。

50

【図 5】比較例の窒化物半導体発光素子の X - X' 線上における発光強度を示すグラフである。

【図 6】実施の形態 1 及び比較例の窒化物半導体発光素子の発光面における発光強度分布を示すグラフである。

【図 7】本発明に係る実施の形態 2 の窒化物半導体素子の平面図である。

【図 8】実施の形態 2 の窒化物半導体発光素子の X - X' 線上における発光強度を示すグラフである。

【図 9】本発明に係る実施の形態 3 の発光素子の電極形成面における電極平面構造と、その電極 2 の部分拡大図 (b) を示す平面図である。

【図 10】本発明に係る実施の形態 4 の発光素子の電極形成面における電極平面構造を示す平面図と、その A - A 線断面図 (b) と、その部分拡大断面図 (c) である。 10

【図 11】本発明の実施の形態 5 の発光素子を、積層基体を実装した積層体を示す平面図である。

【図 12】図 11 の C - C' 線断面図 (a)、B - B' 線断面図 (b)、A - A' 線断面図 (c)、D - D' 線断面図 (d) である。

【図 13】図 11 の X - X' 線断面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 6 の発光装置を説明する模式断面図である。

【図 15】本発明の実施の形態 7 の発光装置を説明する模式断面図である。

【図 16】本発明に係る発光素子 (a) 及び素子積層体 (b) を説明する模式断面図である。 20

【図 17】本発明に係る電極 2, 3 の実施形態を説明する模式的斜視図である。

【図 18】本発明に係る素子積層構造の実施形態を説明する模式断面図である。

【図 19】従来技術の素子構造 (a) と、本発明に係る素子構造 (c) を比較して説明する電極形成面における模式平面図。

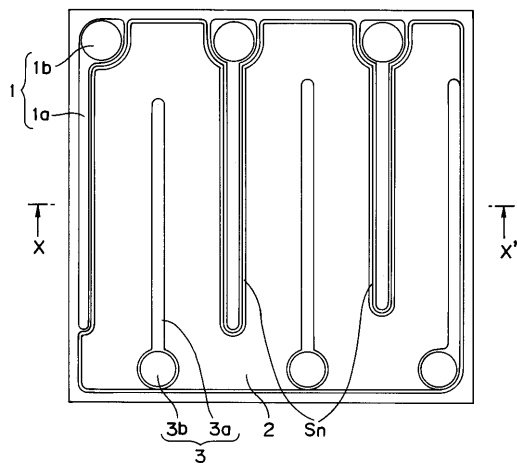
【符号の説明】

【0119】

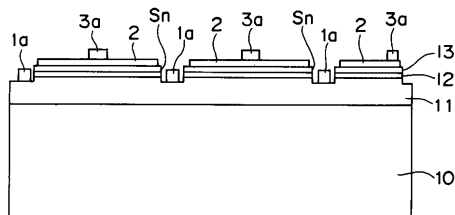
- 1 第 1 導電型層側第 1 電極 (n ライン電極)、
- 1 a 第 1 電極延伸電極部 (ライン状オーミック電極、オーミック用電極)、 1 b
- 第 1 電極電極パッド部 (n パッド電極)、
- 2 第 2 導電型層側電極 (p オーミック電極)、 30
- 3 電流拡散導体、 3 a 拡散ライン電極、
- 3 b 電極台座部 (p パッド電極)、 3 c 第 2 導電型層接触電極部、
- 3 x 電極配列方向、S n スリット、10 (サファイア) 基板、
- 11 第 1 導電型層 (n 型層)、12 発光層 (活性層)、
- 13 第 2 導電型層 (p 型層)、
- 15 凹凸加工部 (凹部底面 15 a, 凹部側面 15 b, 凸部上面 15 c)、
- 16 除去部、17 支持基板、18 接合層、19 支持基板側電極、21
- 発光構造部、22 第 1 導電型層側電極形成部、
- 23 第 1 導電型層側電極露出部 (分離溝 23 a)、
- 24 第 1 導電型層側側面、25 基板露出部、 40
- 26 第 2 導電型層露出部、27 素子動作部、31 面内発光領域、
- 32 第 1 電極パッド部形成領域、33 第 1 電極延伸電極形成領域、
- 34 第 3 電極パッド部形成領域、35 第 3 電極延伸電極形成領域、
- 36 発光領域 (延伸電極 [間、併設部]、
- 37 発光領域 (パッド部 [第 1 電極] 形成領域)、
- 38 発光領域 (電極間連結部、第 3 電極パッド部間)、
- 100 発光素子構造体 (素子チップ)、101 素子積層構造、
- 103 素子積層体、104 積層基体 (保護素子・サブマウント)、
- 105 被覆膜、106 光変換部材、111 絶縁膜、
- 112 電極 (発光素子接合用)、113 電極 (外部接続用)、 50

1 1 4 接合層、1 1 5 素子構造部（第 1 導電型部 1 1 5 a、第 2 導電型部 1 1 5 b）、2 0 0 発光装置、2 0 1 実装基体（収納基体）、
 2 0 2 収納部（凹部）、2 0 3 反射部、2 0 4 接着部材、
 2 0 5 放熱部、2 1 0 リード電極、2 1 1 内部リード、
 2 1 2 外部リード、2 2 0 装置基体、2 2 1 反射部、
 2 2 2 実装外部テラス部（素子載置部）、2 2 3 光取出し部、
 2 3 0 封止部材、2 2 1 光変換部材（層）（部材 1 0 6）、
 2 4 0 光学レンズ部、2 5 0 接続ワイヤー。

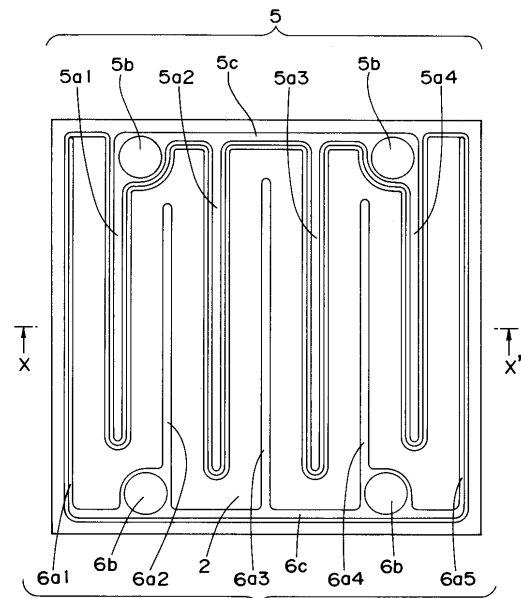
【図 1】



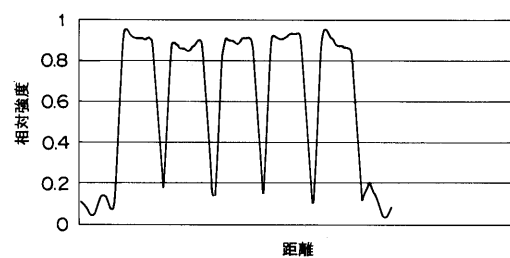
【図 2】



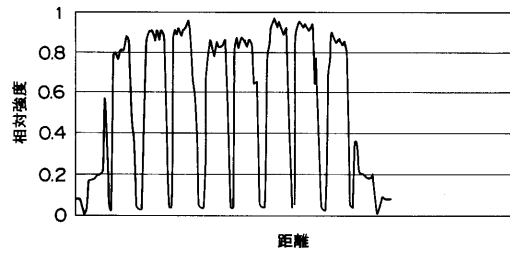
【図 3】



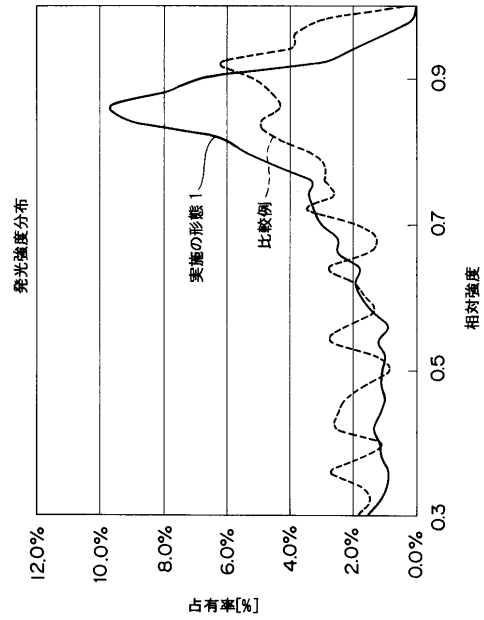
【図 4】



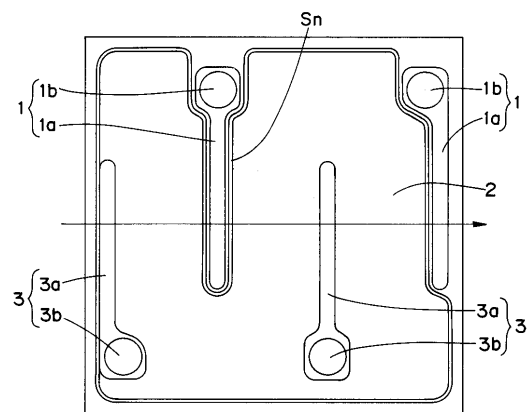
【図 5】



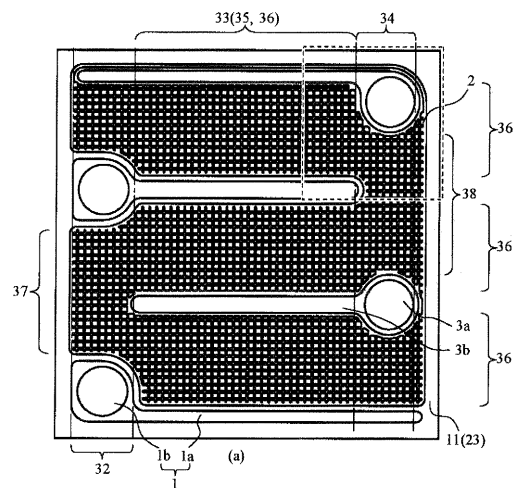
【図 6】



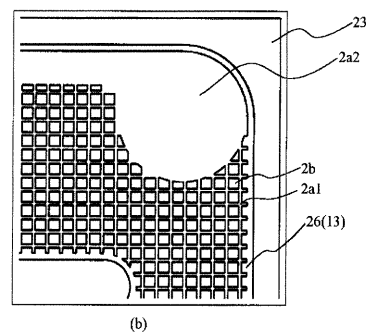
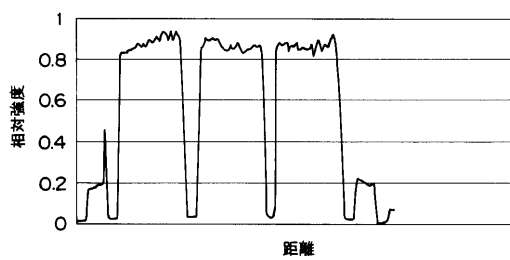
【図 7】



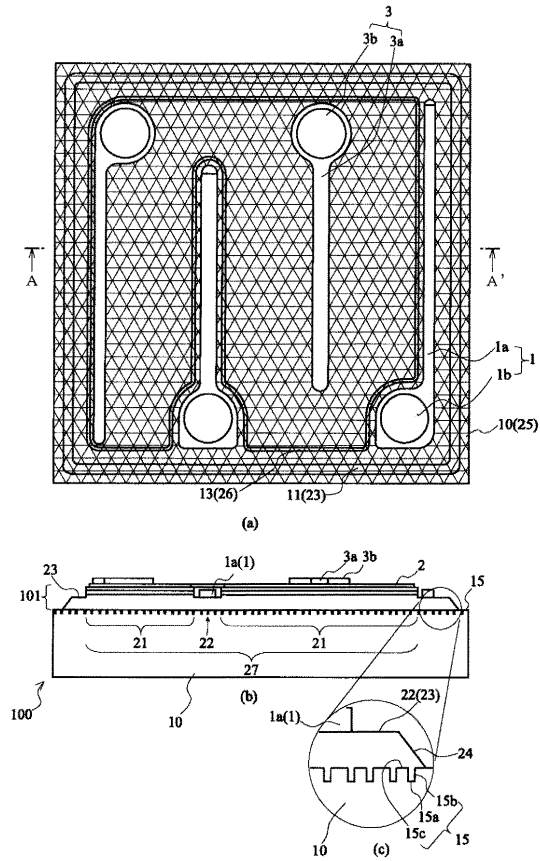
【図 9】



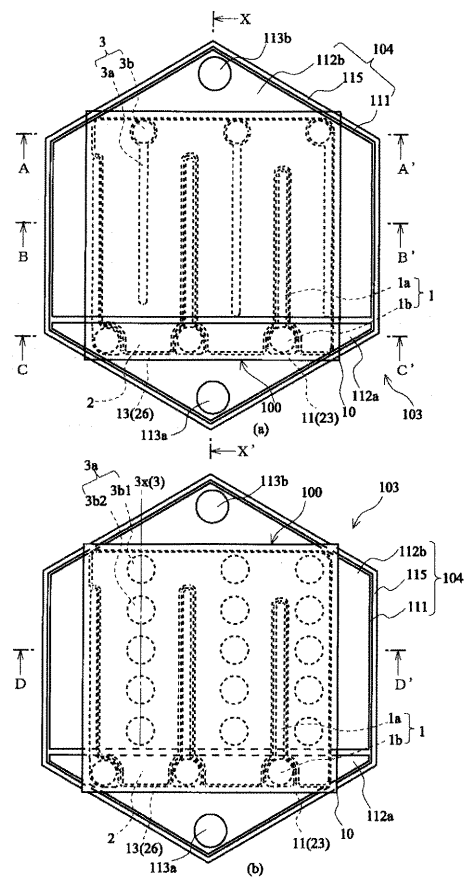
【図 8】



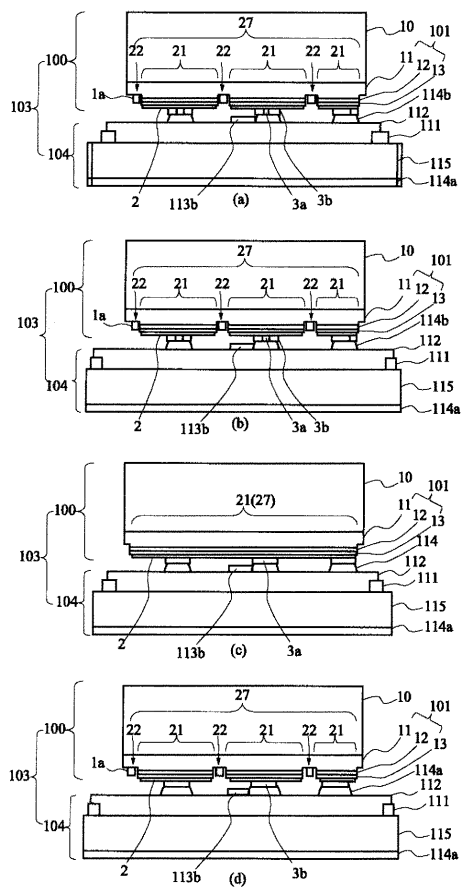
【図 10】



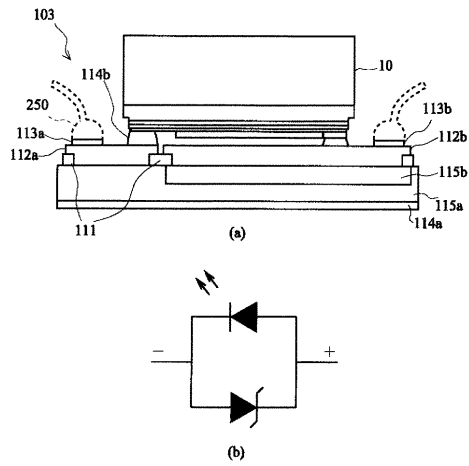
【図 11】



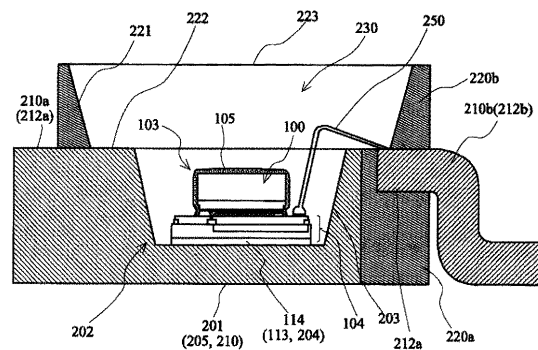
【図 12】



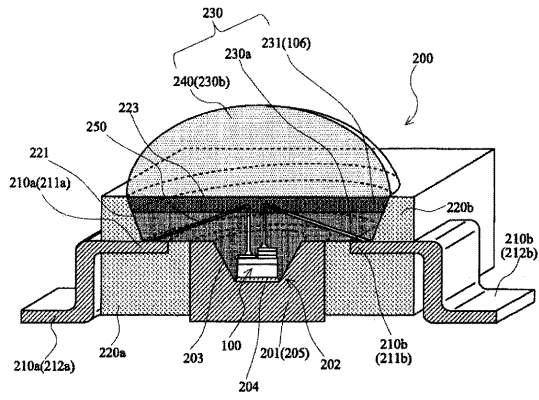
【図 13】



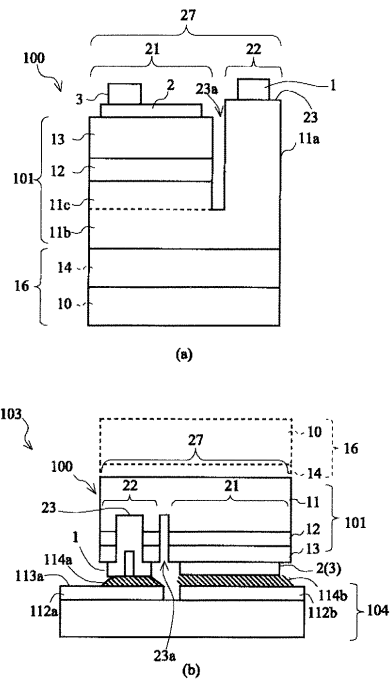
【図 14】



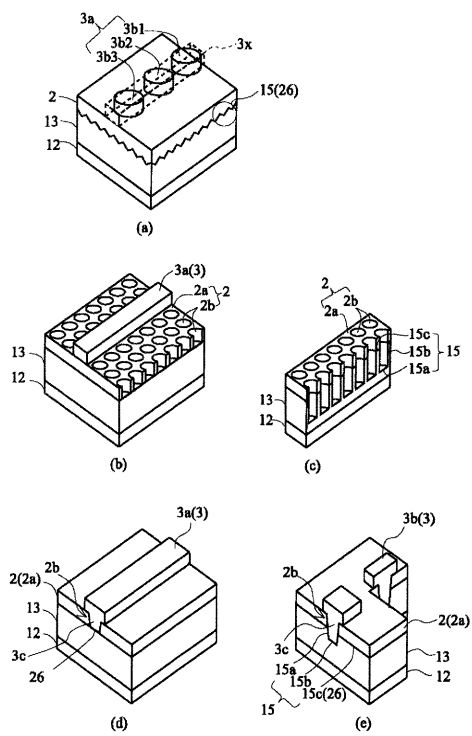
【図 15】



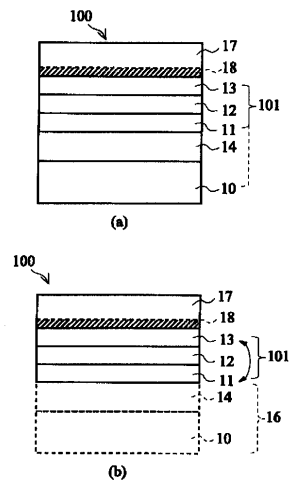
【図 16】



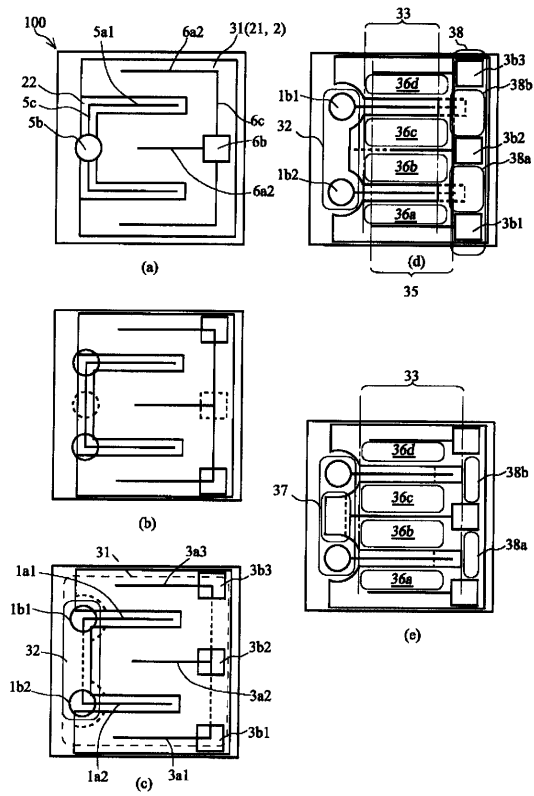
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

C 0 9 K 11/80 (2006.01)**H 0 1 L 21/28 (2006.01)**

F I

C 0 9 K 11/67

C 0 9 K 11/80 C P M

H 0 1 L 21/28 3 0 1 B

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 3 3 / 0 0