

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2004-48067  
(P2004-48067A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 33/00

F I  
H O 1 L 33/00

C

テーマコード (参考)  
5 F O 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-353149 (P2003-353149)	(71) 出願人	000001889
(22) 出願日	平成15年10月14日 (2003.10.14)		三洋電機株式会社
(62) 分割の表示	特願平9-331083の分割		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
原出願日	平成9年11月14日 (1997.11.14)	(74) 代理人	100111383
			弁理士 芝野 正雅
		(72) 発明者	竹内 邦生
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		Fターム(参考)	5F041 AA05 AA14 AA23 BB04 CA12
			CA40 CA65 CA74 CA82 CA88
			CA92 CA93 CA98 CB25

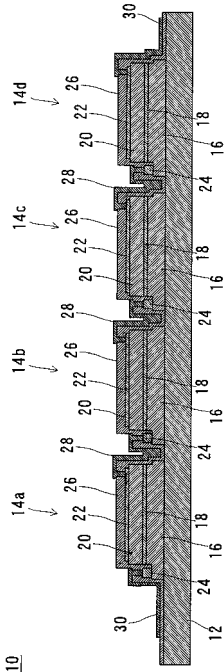
(54) 【発明の名称】 発光部品およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】単一の部品として形成されかつ大きな発光強度を有する面光源として適する発光部品を得る。

【解決手段】絶縁性基板12上に、各Ga N系発光ダイオード14a～14dに対応して、n型Ga N層16、発光層18およびp型Ga Nコンタクト層20を、この順序で形成する。p型Ga Nコンタクト層20上にはp型側電極である透光性電極22を面状に形成し、n型Ga N層16上の一端縁近傍かつ幅方向に延びてn型側電極24を形成する。また、絶縁性基板12上の各部材を保護膜26で覆うとともに、隣接するGa N系発光ダイオード間の透光性電極22およびn型側電極24の上面の一部が露出するように保護膜26を開口する。さらに、該開口内の透光性電極22およびn型側電極24上に内部配線28を形成することにより、隣接するGa N系発光ダイオード14a～14d間をそれぞれ直列接続した発光部品10を得る。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板および前記基板上にそれぞれ形成されかつ接続される複数の 3 族窒化物半導体発光素子を備えた発光部品であって、

前記各 3 族窒化物半導体発光素子は、前記基板上に形成される第 1 導電型の半導体層、前記第 1 導電型の半導体層上に形成される第 1 導電型側電極、前記第 1 導電性の半導体層上に形成される第 2 導電型の半導体層、および前記第 2 導電型の半導体層上に形成される第 2 導電型側電極を含み、

相互に隣接する前記 3 族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の前記第 1 導電型側電極と他方の発光素子の前記第 2 導電型側電極とは、前記第 1 導電型側電極上および前記第 2 導電型側電極上に形成された内部配線によって接続される、発光部品。 10

## 【請求項 2】

前記第 1 導電型側電極上および前記第 2 導電型側電極上には、保護膜が形成され、

前記内部配線は、前記保護膜の開口を介して前記第 1 導電型側電極および前記第 2 導電型側電極と接続される、請求項 1 に記載の発光部品。

## 【請求項 3】

基板および前記基板上にそれぞれ形成されかつ接続される複数の 3 族窒化物半導体発光素子を備えた発光部品の製造方法であって、

前記基板上に形成される第 1 導電型の半導体層、前記第 1 導電型の半導体層上に形成される第 1 導電型側電極、前記第 1 導電性の半導体層上に形成される第 2 導電型の半導体層、および前記第 2 導電型の半導体層上に形成される第 2 導電型側電極を含む前記各 3 族窒化物半導体発光素子を形成する工程と、 20

前記第 1 導電型側電極上および前記第 2 導電型側電極上に内部配線を形成することにより、相互に隣接する前記 3 族窒化物半導体発光素子を接続する工程とを備える、発光部品の製造方法。

## 【請求項 4】

前記 3 族窒化物半導体発光素子を接続する工程は、

前記各 3 族窒化物半導体発光素子の上面全体を覆うとともに、相互に隣接する前記 3 族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の前記第 1 導電型側電極および他方の発光素子の前記第 2 導電型側電極の上面の一部が露出する開口を有する保護膜を形成する工程と、 30

前記保護膜の上面、および、前記開口内の前記第 1 導電型側電極と前記第 2 導電型側電極との上面に前記内部配線を形成する工程をさらに含む、請求項 3 に記載の発光部品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は発光部品およびその製造方法に関し、特にたとえば 3 族窒化物半導体発光素子を用いる発光部品およびその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 9 に示すように、従来の GaN 系発光素子 1 としては、1 つの絶縁性基板 2 上に、1 つの透光性電極 3、およびアノード電極 4 とカソード電極 5 とからなる一対のボンディング用のパッド電極が形成された、すなわち 1 つのチップに対して 1 ヶ所の発光部を有する、発光ダイオードが広く用いられてきた。 40

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

従来の GaN 系発光素子 1 は発光部を 1 ヶ所しか有さないもので、それ単独では面光源としては適さなかった。

## 【0004】

また、GaN系発光素子1では1つの絶縁性基板2上に1つの素子しか形成されないため、大面積の面光源を得ようとする、複数のGaN系発光素子1を基体上に配列して互いに接続する必要があるため相互に隣接するGaN系発光素子1の間隔に限界があり、大きな発光強度を有する面光源を得られないという問題点があった。

【0005】

それゆえにこの発明の主たる目的は、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度を有する面光源として適する、発光部品を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の発光部品は、基板、および基板上にそれぞれ形成されかつ接続される複数の3族窒化物半導体発光素子を備える。 10

【0007】

本発明の発光部品は、複数の3族窒化物半導体発光素子は直列に接続されるものである。

【0008】

本発明の発光部品は、各3族窒化物半導体発光素子は、基板上に形成される第1導電型の半導体層、第1導電型の半導体層上の一端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される第1導電型側電極、第1導電性の半導体層上に形成される第2導電型の半導体層、および第2導電型の半導体層上に面状に形成される第2導電型側電極を含み、各3族窒化物半導体発光素子は直線状に配列され、かつ相互に隣接する3族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の第1導電型側電極と他方の発光素子の第2導電型側電極とは幅を有する内部配線によって接続されるものである。 20

【0009】

本発明の発光部品は、第1導電型の半導体層の抵抗を $R_1$ 、第2導電型側電極の抵抗を $R_2$ とすると、 $R_1 = R_2$ に設定されるものである。

【0010】

本発明の発光部品は、第2導電型側電極は透光性電極を含むものである。

【0011】

本発明の発光部品は、3族窒化物半導体発光素子の数は駆動電圧に応じて決定されるものである。 30

【0012】

本発明の発光部品は、3族窒化物半導体発光素子はGaN系発光素子を含むものである。

【発明の効果】

【0013】

この発明によれば、1つの基板上に発光部を複数形成でき、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度が得られ面光源として適する発光部品が得られる。

【0014】

本発明の発光部品では、一般のIC製造プロセスを用いて1枚の基板上に複数の3族窒化物半導体発光素子が形成されかつ接続されるので、相互に隣接する3族窒化物半導体発光素子の間隔を従来よりも狭くできる。したがって、単一の部品として形成されかつ発光強度が大きい面光源が得られる。 40

【0015】

本発明の発光部品では、複数の3族窒化物半導体発光素子が直列に接続されると、各3族窒化物半導体発光素子からの発光量が等しくされる。

【0016】

本発明の発光部品では、各3族窒化物半導体発光素子は直線状に配列され、かつ相互に隣接する3族窒化物半導体発光素子の一方の発光素子の第1導電型側電極と他方の発光素子の第2導電型側電極とが幅を有する内部配線によって接続されると、個々の3族窒化物半導体発光素子における発光強度分布はより均一化される。また、本発明の発光部品では 50

、（第1導電型の半導体層の抵抗 $R_1$ ）（第2導電型側電極の抵抗 $R_2$ ）に設定されると、個々の3族窒化物半導体発光素子における発光強度分布は略均一化される。

【0017】

また、本発明の発光部品では、3族窒化物半導体発光素子の数が、発光部品が用いられる装置の駆動電圧に適合するように設定されると、さまざまな駆動電圧に適用可能な発光部品が得られる。なお、本発明の発光部品では、第2導電型側電極は透光性電極によって形成され、また、本発明の発光部品では、3族窒化物半導体発光素子としてはたとえばGaN系発光素子が用いられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0019】

図1および図2を参照して、この発明の実施の形態の発光部品10は、たとえばサファイア基板等などの絶縁性基板12を含み、絶縁性基板12上に4個のGaN（少なくともGa、Nを含む半導体）系発光ダイオード14a~14dが形成されるものである。

【0020】

すなわち、絶縁性基板12上には、各GaN系発光ダイオード14a~14dに対応して、層厚 $3.0\mu\text{m}$ の電極設置層となるn型GaN層（Siドープ）16、層厚 $0.1\mu\text{m}$ の発光層18、および層厚 $0.5\mu\text{m}$ のp型GaNコンタクト層（Mgドープ）20が、この順序で形成される。

【0021】

また、各p型GaNコンタクト層20上にはp型側電極である透光性電極22が面状に形成され、各n型GaN層16上の一端縁近傍かつ幅方向にはn型側電極24が形成される。図1からよくわかるように、透光性電極22とn型側電極24とは平行に形成される。

【0022】

そして、絶縁性基板12上の各部材は保護膜26によって覆われ、隣接するGaN系発光ダイオード間の透光性電極22とn型側電極24とは所定の幅 $W_1$ を有する内部配線28によって直列接続される。このとき、内部配線28の一端は透光性電極22上の一端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される。したがって、1つのGaN系発光ダイオードに關していえば、内部配線28と透光性電極22との接続箇所は、n型側電極24の形成箇所とは反対側の端縁近傍となる。なお、図1からわかるように、内部配線28の幅 $W_1$ の寸法は、たとえば、透光性電極22の幅 $W_2$ よりやや小さくかつn型側電極24の長さ $L$ よりやや大きくなるように設定される。

【0023】

さらに、両端の透光性電極22およびn型側電極24には、それぞれ外部の部品と接続するためのパッド電極30が接続される。パッド電極30も内部電極28と同様に形成される。

【0024】

このように、内部配線28を介して透光性電極22とn型側電極24とを接続することによって、4個のGaN系発光ダイオード14a~14dを直列接続した発光部品10が得られる。発光部品10の等価回路が図3に示される。

【0025】

このような発光部品10の製造方法の一例を、図4を参照して説明する。

【0026】

まず、図4(a)に示すように、絶縁性基板12上に、n型GaN層16、発光層18およびp型GaNコンタクト層20をMOCVD（有機金属化学気相成長法）によってこの順序でエピタキシャル成長させ、膜厚 $3.0\mu\text{m}$ 、 $N_D = 1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のn型GaN層16、膜厚 $0.1\mu\text{m}$ の発光層18、および膜厚 $0.5\mu\text{m}$ 、 $N_A = 1.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のp型GaNコンタクト層20が形成される。

10

20

30

40

50

## 【0027】

ついで、図4(b)に示すように、Niマスクによるフォトリソグラフィーおよび塩素ガスを0.5Paの圧力で供給するドライエッチング法によって、絶縁性基板12上のp型GaNコンタクト層20、発光層18およびn型GaN層16がエッチング除去され、メサ21が形成される。このときのエッチングの深さは0.8μmである。

## 【0028】

さらに、図4(c)に示すように、Niマスクによるフォトリソグラフィーおよび塩素ガスを0.5Paの圧力で供給するドライエッチング法によって、絶縁性基板12上のn型GaN層16がエッチング除去され、絶縁性基板12が露出するように凹部32が形成される。これによって、エッチングの深さは3.6μmとなり、GaN系発光ダイオード14a~14dを構成する層がそれぞれ分離される。

## 【0029】

つづいて、図4(d)に示すように、 $2 \times 10^{-6}$  torrの圧力による電子ビーム蒸着によって、p型GaNコンタクト層20上面全体に、膜厚2nmのNi膜および膜厚4nmのAu膜がこの順序で成膜され、フォトリソグラフィーによって面状の透光性電極22が形成される。また、 $2 \times 10^{-6}$  torrの圧力による電子ビーム蒸着によって、n型GaN層16上に、膜厚30nmのTi膜および膜厚500nmのAl膜がこの順序で成膜され、フォトリソグラフィーによってn型GaN層16上の一端縁近傍かつ幅方向に延びたn型側電極24が形成される。n型側電極24はGaN系発光ダイオードのカソード電極に相当する。

## 【0030】

その後、図4(e)に示すように、図4(d)で形成されたチップの上面全体に膜厚300nmのSiO<sub>2</sub>からなる保護膜26が電子ビーム蒸着によって形成される。

## 【0031】

その後、透光性電極22およびn型側電極24のそれぞれの上面の一部が露出するように、フォトリソグラフィーによって保護膜26がエッチング除去されて開口される。このとき、1つのGaN系発光ダイオードに関していえば、透光性電極22上の開口はn型側電極24の形成箇所とは反対側の端縁近傍かつ幅方向に延びて形成される。また、n型側電極24の開口も幅方向に延びて形成される。

## 【0032】

そして、図4(f)に示すように、 $2 \times 10^{-6}$  torrの圧力による電子ビーム蒸着によって、保護膜26の上面全体に膜厚100nmのNi膜および膜厚700nmのAu膜がこの順序で成膜され、フォトリソグラフィーによって内部配線28が形成される。したがって、1つのGaN系発光ダイオードに関していえば、透光性電極22に接続される内部配線28およびn型側電極24に接続される内部配線28は、GaN系発光ダイオードの両端からそれぞれ反対方向に引き出されることになる。なお、図4(f)には図示しないが、パッド電極30も同様にして同時に形成される。内部配線28およびパッド電極30のうち、透光性電極22と接続される一端部が、GaN系発光ダイオードのアノード電極に相当する。

## 【0033】

このようにして、4個のGaN系発光ダイオード14a~14dが直列接続された発光部品10が形成される。

## 【0034】

発光強度10によれば、一般のIC製造プロセスを用いて1枚の絶縁性基板12上に複数のGaN系発光ダイオード14a~14dが形成されかつ接続されるので、相互に隣接するGaN系発光ダイオードの間隔を従来よりも狭くできる。したがって、単一の部品として形成されかつ発光強度が大きい面光源として適する発光部品10が得られる。

## 【0035】

また、発光部品10によれば、図5(a)にも示すように、絶縁性基板12上にGaN系発光ダイオード14a~14dを直線状に形成することができるので、図5(b)から

10

20

30

40

50

わかるように、大面積の発光が得られる。

【0036】

また、同一の絶縁性基板12上にGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14dを形成できるので、Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14d間の絶縁分離、集積化が容易になる。

【0037】

各Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14dの発光強度分布は図6に示すようになる。透光性電極22の抵抗を $R_t$ 、n型Ga<sub>0.4</sub>N層16の抵抗を $R_n$ とし、 $R_p$ は、p型Ga<sub>0.4</sub>Nコンタクト層20の抵抗、透光性電極22とp型Ga<sub>0.4</sub>Nコンタクト層20との接触抵抗およびp-n接合電圧相当抵抗分を示し、各抵抗は面内において一定と考えるとする。

【0038】

各Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14dは直線状に配列され、かつ相互に隣接するGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードの一方の発光ダイオードのn型側電極24と他方の発光ダイオードの透光性電極22とが幅W1を有する内部配線28によって接続されているので、透光性電極22の単位面積当たりの抵抗が小さい場合( $R_t < R_n$ )には、図6(a)に示すように、透光性電極22全面からn型Ga<sub>0.4</sub>N層16に電流が流れ、発光層18を通過する電流は発光層18内の位置に拘わらず均一になる。したがって、図6(b)および(c)に示すように、透光性電極22からの発光は発光箇所拘わらず略均一になり、かつより大きな発光強度が得られる。

【0039】

因みに、透光性電極22の単位面積当たりの抵抗が大きい場合( $R_t > R_n$ )には、図6(d)に示すように、発光層18を通過する電流は内部配線28すなわちアノード電極近傍に集中する。この場合、図6(e)に示すX-X断面における発光強度は不均一になるが、各Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14dは直線状に配列され、かつ相互に隣接するGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードの一方の発光ダイオードのn型側電極24と他方の発光ダイオードの透光性電極22とが幅W1を有する内部配線28によって接続されているので、図6(f)に示すY-Y断面における発光強度は略均一になる。したがって、上述した透光性電極22の単位面積当たりの抵抗が小さい場合より発光強度は不均一かつ小さくなるが、少なくとも図9に示す従来技術より発光強度は均一化されかつ大きくなる。

【0040】

さらに、図7(a)~(c)に示すように、絶縁性基板12a上にGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14dを形成しコ字状に直列接続してもよく、この場合にも、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度が得られ面光源として適する発光部品が得られる。

【0041】

すなわち、図5および図7からわかるように、絶縁性基板上に複数個のGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードを形成し直列接続することによって、単一の部品として形成されかつ大きな発光強度が得られ面光源に応用できる発光部品が得られる。

【0042】

なお、Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードを駆動するには、3V以上必要であり、5V電源を用いて回路動作を行うことが多い。1つのGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードあたり4V(たとえば20mAの電流を流す場合)程度必要とすると、駆動電圧が24Vの場合には6つのGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードが直列接続された発光部品を用いればよい。このように、駆動電圧に応じた直列素子数のGa<sub>0.4</sub>N系発光ダイオードを用いることによって、大面積の発光が可能となり、かつ駆動電圧の制限も少なくなり、多方面にわたる応用が期待できる。

【0043】

また、図8に示すように、Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14nとともに抵抗(図8(a))やFET(図8(b))などの電流制御素子が同一絶縁性基板上に形成されてもよく、この場合、Ga<sub>0.4</sub>N系発光ダイオード14a~14nと電流制御素子とを同一の絶縁性基板上にモノリシックに形成できる。

【0044】

このように外付け素子が不要になるため、小型かつ軽量の発光部品10が得られ、また

10

20

30

40

50

、GaN系発光ダイオード14a～14dだけではなく電流制御素子をもワイドギャップバンド材料によって形成できるので、発熱に対して強い発光部品10が得られ、集積化が容易となる。さらに、絶縁性基板の一方主面にのみ素子を構成するので、この場合にも一般的なIC製造プロセスを適用できる。また、GaN系発光ダイオードの数を調整するだけではなく電流制御素子を付加することにより、駆動電圧の制限がさらに少なくなる。さらに、GaN系発光ダイオード14a～14nに抵抗を付加することによって、組立時や使用時におけるサージ電流を抑制することができる。

#### 【0045】

図1の実施の形態では、4個のGaN系発光ダイオード14a～14dを直列接続する場合について述べたが、GaN系発光ダイオードの数はこれに限定されないことはいうまでもない。 10

#### 【0046】

また、上述の実施の形態では、発光素子として発光ダイオードを例に説明したが、これに限定されず、レーザであってもよい。

#### 【0047】

さらに、発光部品10の3族窒化物半導体発光素子としては、たとえばAlN、InN、BNまたはInGaNなどを含む3族窒化物半導体からなる発光素子であれば、任意の3族窒化物半導体発光素子を用いることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図1】この発明の一実施形態の主要部を示す平面図である。

【図2】図1の実施形態を示す断面図である。

【図3】図1の実施形態を示す等価回路図である。

【図4】図1の実施形態の製造プロセスを示す工程図である。

【図5】(a)は図1の実施形態におけるGaN系発光ダイオードの配置状態を模式的に示す平面図であり、(b)はその発光状態を模式的に示す側面図である。

【図6】GaN系発光ダイオードの電流の流れおよび発光強度分布の概略を示す図解図であり、(a)～(c)は透光性電極の抵抗が小さい場合、(d)～(f)は透光性電極の抵抗が大きい場合をそれぞれ示す。

【図7】(a)はこの発明の他の実施の形態を示す等価回路図であり、(b)はその実施の形態におけるGaN系発光ダイオードの配置状態を模式的に示す平面図であり、(c)はその発光状態を模式的に示す側面図である。 30

【図8】この発明のその他の実施の形態を示す等価回路図であり、(a)はGaN系発光ダイオードに抵抗を付加したもの、(b)はGaN系発光ダイオードにFETを付加したものをそれぞれ示す。

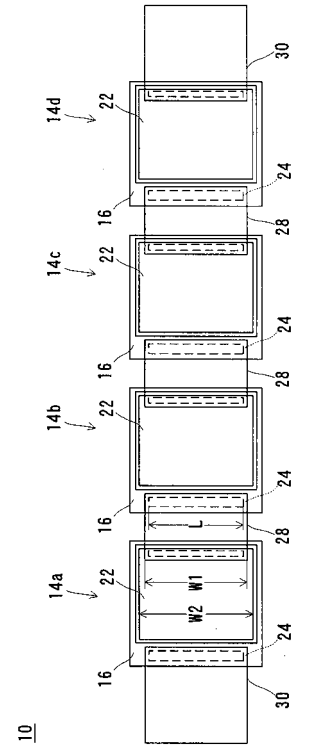
【図9】(a)は従来技術を示す平面図であり、(b)はその端面図である。

#### 【符号の説明】

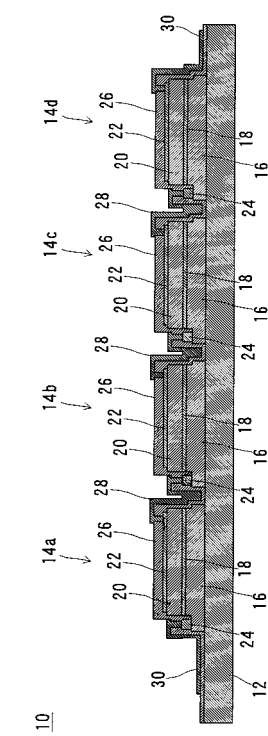
#### 【0049】

- 10 発光部品
- 12、12a 絶縁性基板
- 14a～14d、14n GaN系発光ダイオード
- 16 n型GaNバッファ層
- 18 発光層
- 20 p型GaNコンタクト層
- 22 透光性電極
- 24 n型側電極
- 26 保護膜
- 28 内部配線
- 30 パッド電極
- W1 内部配線の幅

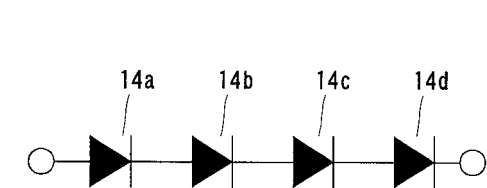
【図 1】



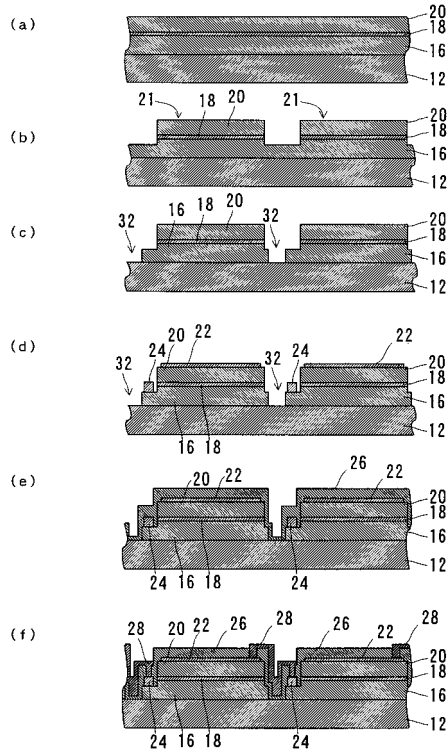
【図 2】



【図 3】

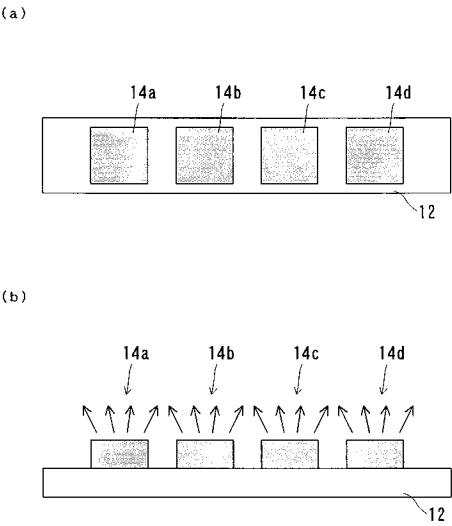


【図 4】

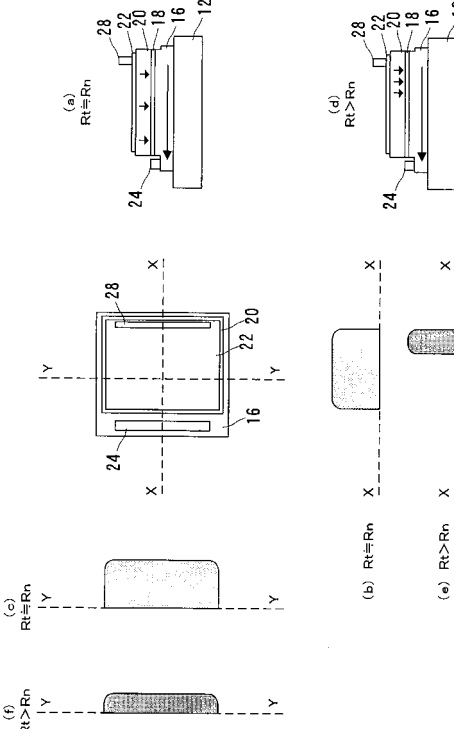




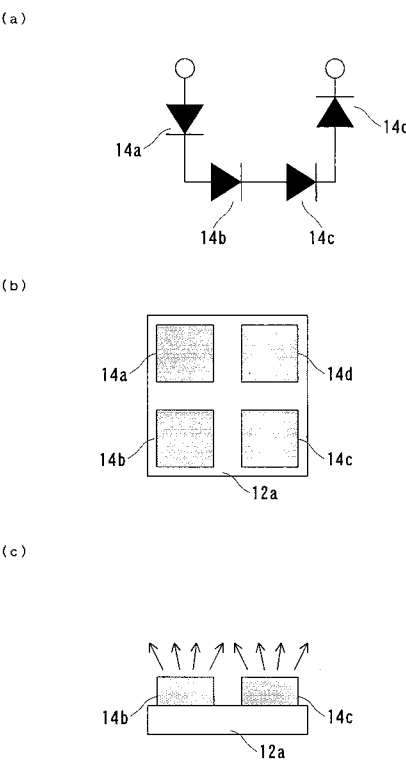
【 図 5 】



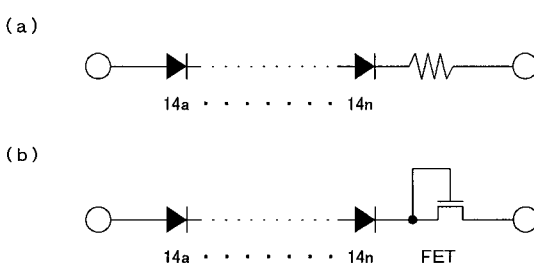
【 図 6 】



【 図 7 】

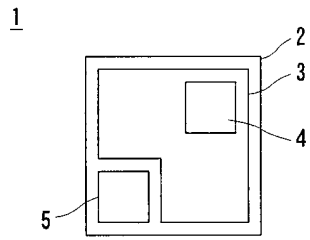


【 図 8 】



【 図 9 】

(a)



(b)

