

(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2013-172147

(P2013-172147A)

(43) 公開日 平成25年9月2日(2013.9.2)

(51) Int.Cl.

H01L 33/62

(2010.01)

F 1

H01L 33/00

4 4 O

テーマコード(参考)

5 F 1 4 2

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-283973 (P2012-283973)  
 (22) 出願日 平成24年12月27日 (2012.12.27)  
 (31) 優先権主張番号 101105428  
 (32) 優先日 平成24年2月17日 (2012.2.17)  
 (33) 優先権主張国 台湾(TW)

(71) 出願人 598061302  
 晶元光電股▲ふん▼有限公司  
 台灣新竹科學工業園區新竹市力行五路5號  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介  
 (72) 発明者 ジィ シアン, ワン  
 台灣 シンチュ・300 サイエンス-ペ  
 ースト・インダストリアル・パーク リー  
 シン・5ス・ロード 5

最終頁に続く

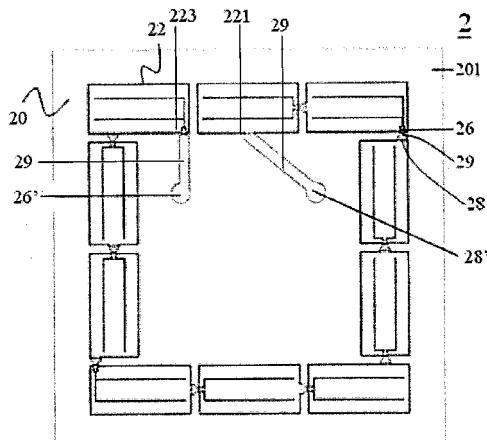
(54) 【発明の名称】発光ダイオード素子

## (57) 【要約】

【課題】二次元アレイの発光ダイオード素子を提供する。

【解決手段】かかる発光ダイオード素子は、第一表面を有する透明基板；複数の発光ユニットであって、各発光ユニットは、複数の側辺及び周長を含み、前記第一表面に配置される、複数の発光ユニット；及び、前記複数の発光ユニットに電気的に接続され、前記第一表面に配置される複数の導電配線構造を含む。前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの側辺と、該任意の一つの発光ユニットと隣接している発光ユニットとの間には複数の垂直距離を有し、該複数の垂直距離が  $50 \mu m$  より大きい時に、該任意の一つの発光ユニットの側辺が、それに最も近い発光ユニットと近接しない。前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの、該任意の一つの発光ユニットと隣接している発光ユニットと近接しない側辺の長さの総和と、該任意の一つの発光ユニットの周長との比が  $50\%$  より大きい。

【選択図】図 2 A



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

二次元アレイの発光ダイオード素子であって、  
第一表面を有する透明基板と、  
複数の発光ユニットであって、各発光ユニットは、複数の側辺及び周長を含み、前記第一表面に配置される、複数の発光ユニットと、  
前記複数の発光ユニットに電気的に接続され、前記第一表面に配置される複数の導電配線構造と、を含み、

前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの側辺と、該任意の一つの発光ユニットと隣接している発光ユニットとの間には複数の垂直距離を有し、該複数の垂直距離が 50  $\mu$  m より大きい時に、該任意の一つの発光ユニットの側辺が、それに最も近い発光ユニットと近接せず、

前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの、該任意の一つの発光ユニットと隣接している発光ユニットと近接しない側辺の長さの総和と、該任意の一つの発光ユニットの周長との比が 50 % より大きい、二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 2】

前記複数の発光ユニットは、エピタキシー成長の方式で前記透明基板の前記第一表面に成長され、又は、透明接着層により前記透明基板の前記第一表面に結合される、請求項 1 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 3】

前記透明接着層は、有機高分子透明接着材、透明導電性金属酸化層、又は、無機絶縁層である、請求項 2 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 4】

前記透明接着層は、P I、B C B、P F C B、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、P E T、又はP C を含む、請求項 3 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 5】

前記透明接着層は、ITO、InO、SnO、FTO、ATO、CTO、AZO、又はGZO を含む、請求項 3 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 6】

前記透明接着層は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、AlN、SiN<sub>x</sub>、又はTiO<sub>2</sub> を含む、請求項 3 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 7】

前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つは、  
前記透明基板の前記第一表面に配置される第一導電型半導体層と、  
前記第一導電型半導体層の上に配置される第二導電型半導体層と、  
前記第一導電型半導体層と前記第二導電型半導体層との間に配置される発光層と、を含む、請求項 1 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 8】

前記複数の導電配線構造のうちの任意の一つは、隣接している 2 つの発光ユニットの間に配置され、該隣接している 2 つの発光ユニットのうちの 1 つの第一導電型半導体層と、もう 1 つの第二導電型半導体層とを電気的に接続する、請求項 7 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 9】

前記複数の発光ユニットの各々と、それに隣接している発光ユニットとの発光層の間隔は、35  $\mu$  m 以上である、請求項 7 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 10】

前記透明基板は、少なくとも 1 つの側辺を含み、上面図から見ると、前記複数の発光ユニットの前記複数の発光層の前記第一表面における投影と、該少なくとも 1 つの側辺との間隔は、20  $\mu$  m 以上である、請求項 7 に記載の二次元アレイの発光ダイオード素子。

## 【請求項 11】

10

20

30

40

50

二次元アレイの発光ダイオード素子であって、  
第一表面を有する透明基板と、

複数の発光ユニットであって、各発光ユニットは、前記透明基板の前記第一表面に配置される第一導電型半導体層と、前記第一導電型半導体層の上に配置される第二導電型半導体層と、前記第一導電型半導体層と前記第二導電型半導体層との間に配置される発光層とを含む、複数の発光ユニットと、

前記複数の発光ユニットに電気的に接続され、前記第一表面に配置される複数の導電配線構造と、を含み、

前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの発光層と、それに隣接している発光ユニットの発光層との間隔は、35 μmより大きい、二次元アレイの発光ダイオード素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次元アレイの発光ダイオード素子に関し、特に、高い光取り出し効率を有する二次元アレイの高圧発光ダイオード素子に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード (light-emitting diode ; LED) は、発光原理及び構造が従来の光源と異なり、消費電力が低く、使用寿命が長く、予熱時間が要らず、レスポンス速度が速いなどの利点があり、さらに、体積が小さく、耐振性が高く、量産が可能であるので、応用ニーズに合わせて極小又はアレイ型の素子を製造しやすく、市場上の応用の幅が広い。例えば、光学表示装置、レーザダイオード、交通標識、データ記憶装置、通信装置、照明装置、及び医療装置などに幅広く応用されている。

20

【0003】

従来の二次元アレイの発光ダイオード1は、図1A及び図1Bに示すように、透明基板10及び複数の発光ダイオードユニット12を含み、複数の発光ダイオードユニット12は、二次元方向に延伸し、透明基板10に密に配列されて形成され、各発光ダイオードユニット12は、p型半導体層121、発光層122、及びn型半導体層123を含む。透明基板10が不導電なものであるので、複数の発光ダイオードユニット12の間にエッチングによりトレンチ14を形成した後に、各発光ダイオードユニット12を互いに絶縁させることができ、また、さらに複数の発光ダイオードユニット12をn型半導体層123まで部分的にエッチングすることにより、n型半導体層123の露出領域及びp型半導体層121に第一電極18及び第二電極16がそれぞれ形成される。また、導電配線構造19により複数の発光ダイオードユニット12の第一電極18及び第二電極16を選択的に接続することにより、複数の発光ダイオードユニット12の間に直列接続又は並列接続を形成させる。そのうち、導電配線構造19の下方は、空気であってもよく、導電配線構造19を形成する前に、予め、発光ダイオードユニット12のエピタキシー層の一部表面及び接近している発光ダイオードユニット12のエピタキシー層間に化学蒸着法(CVD)、物理蒸着法(PVD)、スパッタリング法(sputtering)などの技術により、エピタキシー層の保護及び近接している発光ダイオードユニット12間の電気的な絶縁の役割として、絶縁層13を堆積形成してもよい。絶縁層13の材質は、好ましくは、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、AlN、SiN<sub>x</sub>、TiO<sub>2</sub>などの材料又はそれらの複合又は組み合わせであってもよい。

30

【0004】

しかし、導電配線構造19により、発光ダイオードユニット12間の回路接続を行う時に、発光ダイオードユニット12と、その間のトレンチ14との高低差が大きいので、導電配線構造19を形成する時に、導線の接続不良や断線のような問題が生じやすく、素子の歩留りに影響を与える可能性がある。

40

【0005】

また、上述の発光ダイオード素子1は、さらに、他の素子と組み合わせて発光装置を形

50

成することもできる。図11は、従来の発光装置の構造を示し、図11に示すように、発光装置100は、少なくとも一つの回路101を有するサブマウント(sub-mount)110及び電気接続構造104を含み、サブマウント110は、その上に上述の発光ダイオード1を接着固定するために用いられ、電気接続構造104は、発光素子1の第一電極パッド16、第二電極パッド18、及びサブマウント110上の回路101を電気的に接続するために用いられ、そのうち、上述のサブマウント110は、リードフレーム(lead frame)又は大きなサイズのマウント基板(mounting substrate)であってもよく、これは、発光装置100の回路レイアウトに便利であり、また、放熱効果を向上することができる。上述の電気接続構造104は、ボンディングワイヤ(bonding wire)又は他の接続構造であってもよい。

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明の目的は、二次元アレイの発光ダイオードを提供し、特に、高い光取り出し効率を有する二次元アレイの高圧発光ダイオードを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の一実施例によれば、二次元アレイの発光ダイオード素子が提供される。この二次元アレイの発光ダイオード素子は、第一表面を有する透明基板；複数の発光ユニットであって、各発光ユニットは、複数の側辺及び周長を含み、前記第一表面に配置される、複数の発光ユニット；及び、前記複数の発光ユニットに電気的に接続され、前記第一表面に配置される複数の導電配線構造を含む。前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの側辺と、該任意の一つの発光ユニットと隣接している発光ユニットとの間には複数の垂直距離を有し、該複数の垂直距離が $50\mu m$ より大きい時に、該任意の一つの発光ユニットの側辺が、それに最も近い発光ユニットと近接しない。前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの、該任意の一つの発光ユニットと隣接している発光ユニットと近接しない側辺の長さの総和と、該任意の一つの発光ユニットの周長との比が $50\%$ より大きい。

20

## 【0008】

また、本発明の他の実施例によれば、二次元アレイの発光ダイオード素子が提供される。この二次元アレイの発光ダイオード素子は、第一表面を有する透明基板；複数の発光ユニットであって、各発光ユニットは、前記透明基板の前記第一表面に配置される第一導電型半導体層と、前記第一導電型半導体層の上に配置される第二導電型半導体層と、前記第一導電型半導体層と前記第二導電型半導体層との間に配置される発光層とを含む、複数の発光ユニット；及び、前記複数の発光ユニットに電気的に接続され、前記第一表面に配置される複数の導電配線構造を含む。前記複数の発光ユニットのうちの任意の一つの発光層と、それに隣接している発光ユニットの発光層との間隔は、 $35\mu m$ より大きい。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1A】構造図であって、従来の二次元アレイの発光ダイオード素子の側面から見た構造図である。

40

【図1B】構造図であって、従来の二次元アレイの発光ダイオード素子の側面から見た構造図である。

【図2A】構造図であって、本発明の一実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図2B】構造図であって、本発明の一実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の側面から見た構造図である。

【図3】構造図であって、本発明の一実施例による発光ダイオードユニットの上面から見た構造図である。

【図4A】本発明の一実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面図である。

【図4B】本発明の一実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面図である。

50

【図5】構造図であって、本発明の一実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図6A】本発明の他の実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面図である。

【図6B】本発明の他の実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面図である。

【図7】表であって、異なる二次元アレイの発光ダイオード素子による発光効率と各発光ダイオードユニットの発光エネルギーとの比較表である。

【図8A】構造図であって、本発明の他の実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図8B】構造図であって、本発明の他の実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図8C】構造図であって、本発明の他の実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図9A】構造図であって、単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図9B】構造図であって、単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図9C】構造図であって、単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図9D】構造図であって、単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図10】構造図であって、本発明の他の実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子の上面から見た構造図である。

【図11】従来の発光装置の構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

次に、添付した図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。

【0011】

まず、図2A及び図2Bに示すのは、本発明の第一実施例による二次元アレイの発光ダイオード素子2の上面図及び側面図である。二次元アレイの発光ダイオード2は、透明基板20を有し、透明基板20は、第一表面201及び底面202を有し、そのうち、第一表面201は、底面202と相対する。透明基板20は、単一の材料に限定されず、複数の異なる材料からなる複合型透明基板であってもよい。例えば、透明基板20は、2つの互いに接合している第一透明基板及び第二透明基板(図示せず)を含んでもよい。本実施例では、透明基板20の材質は、サファイアである。しかし、透明基板20の材質は、LiAlO<sub>2</sub>、ZnO、GaP、ガラス、有機高分子板材、AlNを含んでもよいが、これらに限定されない。次に、透明基板20の第一表面201に、二次元方向に延伸して配列される複数の発光ダイオードユニット22のアレイを形成する。本実施例では、その製造方法は次の通りである。

【0012】

まず、従来のエピタキシー成長プロセスにより、成長基板(図示せず)に順にn型半導体層221、発光層222、及びp型半導体層223を形成する。本実施例では、成長基板の材質はGaAsである。もちろん、GaAs基板の他に、成長基板の材質は、Ge、InP、サファイア、炭化ケイ素、シリコン、LiAlO<sub>2</sub>、ZnO、GaN、AlNを含んでもよいが、これらに限定されない。

【0013】

次に、フォトリソグラフィー(photo lithography)技術により、エピタキシー層を選択的に部分的に除去した後に、残りのエピタキシー層は、成長基板に、図2Bに示すような、離れて配列される複数の発光ダイオードユニット22のエピタキシー層の一部の構造

10

20

30

40

50

を形成する。そのうち、さらに、フォトリソグラフィー技術によるエッチングにより形成される各発光ダイオードユニット22のn型半導体層の露出領域を、後続の電極構造の形成プラットフォームとして含んでもよい。

【0014】

素子全体の光取り出し効率を向上するために、基板搬送(substrate transfer)及び基板接合の技術により、発光ダイオードユニット22のエピタキシー層構造を透明基板20に設置する。発光ダイオードユニット22は、加熱又は加圧の方式で、透明基板20に直接接合されてもよく、又は、透明接着層(図示せず)により、透明基板20に接着されてもよい。そのうち、透明接着層は、有機高分子透明接着剤であってもよく、例えば、ポリイミド(PI)、BCB、PFCB、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、PET、PCなどの材料又はそれらの組み合わせであってもよく、又は、透明導電性金属酸化層であってもよく、例えば、ITO、InO、SnO、FTO、ATO、CTO、AZO、GZOなどの材料又はそれらの組み合わせであってもよく、又は、無機絶縁層であってもよく、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiN<sub>x</sub>、SiO<sub>2</sub>、AlN、TiO<sub>2</sub>などの材料又はそれらの組み合わせであってもよい。

10

【0015】

本実施例では、発光ダイオードユニット22は、BCBを透明接着層として、透明基板20に接合される。実際には、発光ダイオードユニット22を透明基板20に設置する方法は、これに限られず、当業者が理解すべきは、異なる構造特性に基づいて、発光ダイオードユニット22がエピタキシー成長の方式で透明基板に直接形成されてもよい。また、基板搬送の回数の異なりに基づいて、p型半導体層が基板に隣接し、且つ、n型半導体層がp型半導層の上に位置し、両者の間に発光層が挟まれる構造を形成してもよい。

20

【0016】

次に、発光ダイオードユニット22のエピタキシー層の一部表面及び隣接している発光ダイオードユニット22のエピタキシー層間に、CVD、PVD、スパッタリング法などの技術により、絶縁層23を堆積形成し、エピタキシー層の保護及び隣接している発光ダイオードユニット22間の電気絶縁とされる。絶縁層23の材質は、好ましくは、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、AlN、SiN<sub>x</sub>、TiO<sub>2</sub>などの材料又はそれらの複合又は組み合わせであってもよい。

30

【0017】

その後、スパッタリング法により、発光ダイオードユニット22のn型半導体層の露出領域表面、p型半導体層表面、及び透明基板の第一表面201に、第一電極28、第二電極26、及び導電配線構造29を形成し、これにより、発光ダイオードユニット22の間の電気的な接続を行う。本実施例を例とする、第一発光ダイオードユニット22のn型半導体層の露出領域に第一電極28を形成し、隣接している発光ダイオードユニット22のp型半導体層223に第二電極26を形成し、及び、この2つの電極の間に導電配線構造29を形成し、また、直列接続の方式で、2つの隣接している発光ダイオードユニット22を電気的に接続する。導電配線構造29、電極26、28の材質は、好ましくは、例えば、金属であってもよく、例えば、Au、Ag、Cu、Cr、Al、Pt、Ni、Ti、Snなど、その合金又はそのスタック(ラミネート)組み合わせであってもよい。第一電極28、第二電極26、及び導電配線構造29を形成する材質は、同じであってもよく異なってもよく、その構造は、ワンステップのプロセス(one step process)又は複数ステップのプロセスにより完成されてもよい。

40

【0018】

その他に、図2Aに示すように、不透光性金属構造が発光ダイオード素子2の光取り出し効率に与える影響を抑制するために、異なる回路設計に基づいて、それぞれ、本実施例中の直列接続の発光ダイオードユニット22のうち、2つの発光ダイオードユニット22のp型半導体層223及びn型半導体層221の表面から2組の導電配線構造29を形成して、エピタキシー層の外の透明基板20の第一表面201に延伸させ、第一電極パッド26及び第二電極パッド28を形成する。2つの電極パッドにより、ワーリング又は

50

溶接（はんだ）などの方式で、外部電源と電気的な接続を形成する。そのうち、電極パッド26、28の製造プロセスは、電極26、28及び導電配線構造29のワンステップの製造プロセスとともに行われてもよく、複数ステップの製造プロセスにより完成されてもよい。また、電極パッド26、28を形成する材質は、それぞれ、電極26、28又は導電配線構造29の材質と同じ又は異なってもよい。

#### 【0019】

図3に示すのは、発光ダイオードユニット22の拡大上面図である。本実施例では、各発光ダイオードユニット22は、長方形であり、順に、4個の、長さがaである側辺22a、長さがbであるy側辺22b、長さがaである側辺22c、長さがbである側辺22dを有する。発光ダイオードユニット22の周長は、その4個の側辺の長さの総和、即ち、 $2a + 2b$ である。

10

#### 【0020】

なお、本発明では、発光ダイオード素子の光取り出し効率を向上するために、発光ダイオードユニット22の配列方式について調整を行った。

#### 【0021】

従来の二次元アレイの発光ダイオード素子では、発光ダイオードユニット22の間の距離が近過ぎると設置されるときに、発光ダイオードユニットが生成した光は、近接している発光ダイオード中の、エネルギー・バンドが近い半導体層（特に、発光層）により再吸収することができるので、素子全体の光取り出し効率に悪影響を与える。

20

#### 【0022】

本発明の実施例では、発光ダイオードユニットの間の再吸収現象を抑制するために、各異なる発光ダイオードユニット22の間の距離を大きくさせる。本実施例を例とすると、発光層の間のエネルギー・バンドが近いので、再吸収現象が特に著しい。よって、発光層間の距離を基準として、10個の発光ダイオードユニットの互いの間の発光層の間隔を調整して全て $35\mu m$ よりも大きくさせる。その他に、異なる発光ダイオードユニット22間は、側辺の隣接する割合ができるだけ小さくなる。図4Aを例とすると、異なる発光ダイオードユニット22の間の側辺の垂直距離xが $50\mu m$ よりも大きい時に、隣接している発光ダイオードユニットの間の再吸収機会が低くなり、よって、両側辺が近接しないと定義してもよい。このような定義は、異なる形状の発光ダイオードユニット22の構造に幅広く適用することができる。例えば、図4Bに示すように、円形の発光ダイオードユニット22は、互いに接近しない方式で、二次元アレイの方式で基板に適切に設置することができ、これにより、互いの間の再吸収の機会を減らし、発光ダイオードの光取り出し効率を向上することができる。

30

#### 【0023】

本実施例を例とすると、各発光ダイオードユニット22の側辺が、他の発光ダイオードユニットの側辺と接近しない値（以下、不接近値という）を推定することができる。不接近値は、単一の発光ダイオードユニットの、他の発光ダイオードユニットと接近しない側辺の長さの総和と、この単一の発光ダイオードユニットの周長との比であると定義される。図5に示すように、10個の発光ダイオードユニット22に番号を付け、発光ダイオードユニット22-1の不接近値を計算する。発光ダイオードユニット22-1が導電配線構造29を介してその下方の発光ダイオードユニット22-2の側辺部分と接続され、側辺22-1cと側辺22-2dとの間の垂直距離が $50\mu m$ より小さく又はそれに等しい時に、両者が互いに接近し、また、接近する側辺の長さがbである。同様に、発光ダイオードユニット22-1の側辺22-1dと、その左側の発光ダイオードユニット22-3の側辺22-3bとの垂直距離が $50\mu m$ より小さい野で、両者も互いに接近し、また、接近する側辺の長さがbである。また、発光ダイオードユニット22-1の周長は、 $2a + 2b$ である。本実施例では、他の発光ダイオードユニットと接近する側辺の長さの総和が $2b$ であるので、接近しない側辺の長さの総和が、 $(2a + 2b) - 2b = 2a$ である。よって、発光ダイオードユニット22-1の不接近値は、 $2a / (2a + 2b)$ である。同様な計算式は、同様に、異なる形状の発光ダイオード22の構造

40

50

に応用され得る。具体的には、例えば、単一の発光ダイオードユニットの側辺を複数の点に分割し、各点において接線を作り、そして、各点について、この点の接線に垂直な方向に沿って、この点と最も近い発光ダイオードユニットの側辺までの垂直距離を計算する。各点とそれに最も近い発光ダイオードユニットとの間の距離を確定した後に、接近しない全ての側辺に対して積分を行って総和を計算し、得られた積分値は、接近しない側辺の長さの総和であり、そして、不接近値<sub>1</sub>は、積分値と周長との比である。

#### 【0024】

図6A及び図6Bを例とすると、さらに、形状が不規則な発光ダイオードユニットの各点と、その他の発光ダイオードユニットとが接近するかどうかを計算することもできる。発光ダイオードユニットの形状が不規則である時に、側辺上の各点から、この側辺に垂直な方向に沿って、各点に最も近い発光ダイオードユニットの側辺までの垂直距離<sub>2</sub>を計算し、また、側辺が弧形である時に、弧形上の各点においてこの弧形に対して接線を作り、そして、各点から、各点の接線に垂直な方向に沿って垂直距離を計算する。図6A及び図6Bには、それぞれ、発光ダイオードユニット32-1及び発光ダイオードユニット42-1を例とし、発光ダイオードユニットの側辺の異なる位置と、それに最も近い発光ダイオードユニット32-2、32-3、42-2、42-3との間の垂直距離<sub>2</sub>の計算方式を示している。

#### 【0025】

実験の結果によれば、二次元アレイの発光ダイオード素子上の発光ダイオードユニットの不接近値<sub>1</sub>が50%より大きい時に、発光ダイオード素子2は、従来の密に配列される二次元アレイの発光ダイオード3に比べ、図7に示すような異なる発光ダイオード素子による素子の発光効率と各発光ダイオードユニットの発光エネルギーとの比較表に示すように、発光効率を5%向上することができる。発光ダイオード素子2中の各発光ダイオードユニットの側辺の長さaの値が560μmであり、側辺の長さbの値が290μmである時に、不接近値<sub>1</sub>が約65%であり、発光ダイオード素子2の発光効率が、従来の密に配列される二次元アレイの発光ダイオードより10%高くなる。

#### 【0026】

本実施例の他に、図8A乃至図8Cは、不接近値<sub>1</sub>が50%よりも大きい発光ダイオードユニットの配列方式で構成される二次元アレイの発光ダイオード素子の実施例を示す。

#### 【0027】

また、素子全体の光取り出し効率を上げるために、ドライエッチング又はウェットエッチングなどの方式で、透明基板の第一表面及び/又は背面に対して表面粗化を行い、光線の散乱及び光取り出し確率を増加させることもできる。また、上面図から見ると、発光ダイオードユニット22が透明基板20に設けられる時に、発光ダイオードユニット22の発光層が第一表面において垂直投影する位置と、透明基板20の任意の側辺との間の最短距離は好ましくは全て20μm以上であり、これにより、光を透明基板20から取り出す機会を増やすことができる。

#### 【0028】

同じ発明の精神の下で、単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子を透明基板に接合し、適切な二次元アレイの配列方式で、直列接続型の高圧発光ダイオード素子中の各発光ユニットの不接近値<sub>1</sub>を大きくする効果を達成することもでき、これにより、高い光取り出し効率を有する二次元アレイの発光ダイオード素子を形成することができる。

#### 【0029】

図9A乃至図9Dは、それぞれ、単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子4、5、6、7を示す。そのうち、各高圧発光ダイオード素子は、それぞれ、エピタキシー成長又は接合の方式で、基板40、50、60、70に形成される四つの発光ダイオードユニット42、52、62、72を含む。上述の構造と同様に、第一発光ダイオードユニット42、52、62、72のn型半導体層の露出領域に第一電極46、56、66、76を形成し、導電配線構造49、59、69、79を形成して他の隣接している発光ダイオードユニット42、52、62、72までに延伸させ、また、第二電極48、58、68、78を形成する。

10

20

30

40

50

8を隣接する発光ダイオードユニット42のp型半導体層に形成し、直列接続の方式で、2つの隣接する発光ダイオードユニット42、52、62、72を電気的に接続する。各単列の直列接続型の発光ダイオード素子4、5、6、7では、行列末端の2つの発光ダイオードユニット42、52、62、72には、さらに、それぞれ、第一電極パッド46、56、66、76及び第二電極パッド48、58、68、78が形成され、外部素子又は電源と電気的な接続を形成するために用いられる。

【0030】

また、図10に示すように、上述の図9A乃至図9Bに示す複数の単列の直列接続型の高圧発光ダイオード素子4、5、6、7を透明接着層で一つの単一の透明基板80に設置し、発光ダイオード素子4、5、6、7の互いの間を、ワイヤリングプロセス又はフォトリソグラフィープロセスにより導電配線構造89を形成する方式で、電気的に接続し、適切な配列の下で、従来の密に配列される二次元アレイの発光ダイオード素子よりも高い不接近値<sup>10</sup>を有する二次元アレイの発光ダイオード素子を形成することができ、これにより、素子全体の光取り出し効率が比較的高いことを達成することもできる。

【0031】

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこの実施形態に限定されず、本発明の趣旨を離脱しない限り、本発明に対するあらゆる変更は本発明の範囲に属する。

【符号の説明】

【0032】

1、2、3、4、5、6、7、8 二次元アレイの発光ダイオード素子

10、20、40、50、60、70、80 透明基板

12、22、42、52、62、72、22-1、22-2、22-3、32-1、3

2-2、32-3、42-1、42-2、42-3 発光ダイオードユニット

13、23 絶縁層

101 回路

104 電気接続構造

110 サブマウント

121、223 p型半導体層

122、222 発光層

123、221 n型半導体層

20

30

14 トレンチ

16、26、48、58、68、78 第二電極

18、28、46、56、66、76 第一電極

19、29、49、59、69、79、89 導電配線構造

210 第一表面

202 底面

22a、22b、22c、22d、22-1c、22-1d、22-3b、22-2d

側辺

16、26、46、56、66、76 第一電極パッド

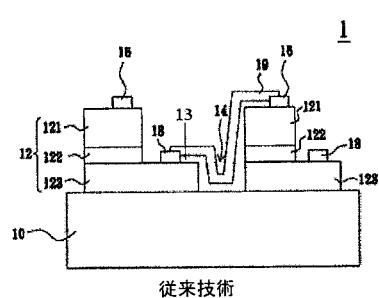
18、28、48、58、68、78 第二電極パッド

40

x 垂直距離

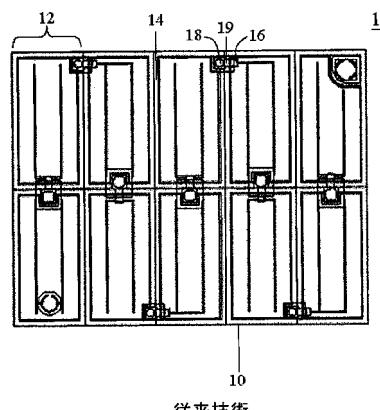
a、b 側辺の長さ

【図 1 A】



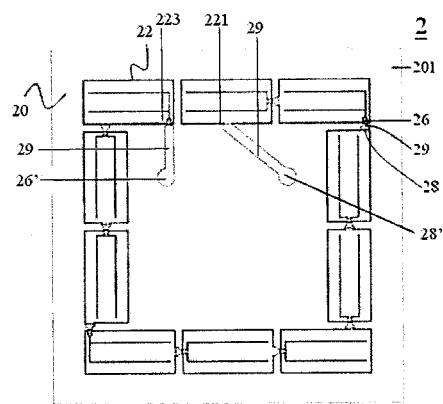
従来技術

【図 1 B】

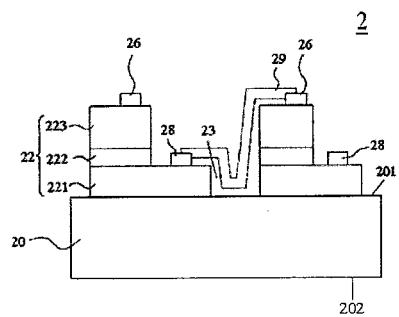


従来技術

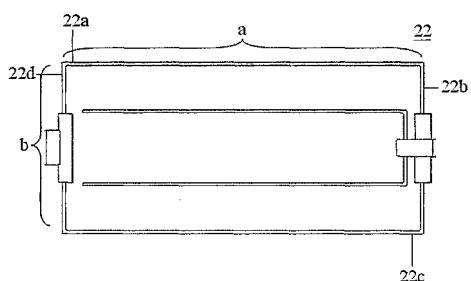
【図 2 A】



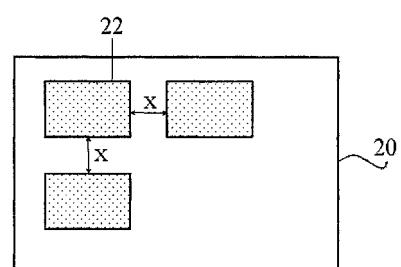
【図 2 B】



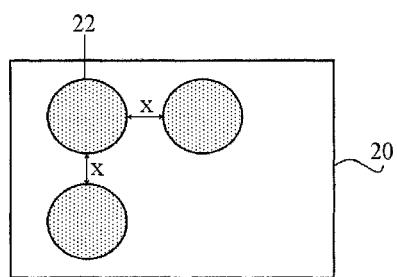
【図 3】



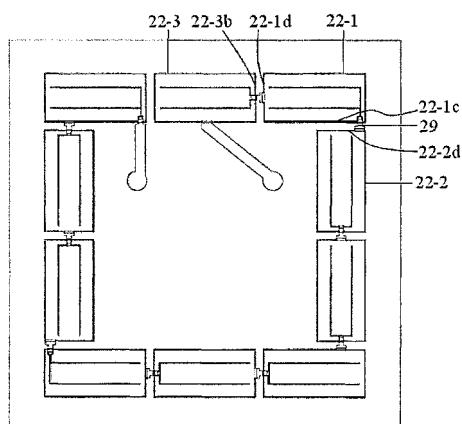
【図 4 A】



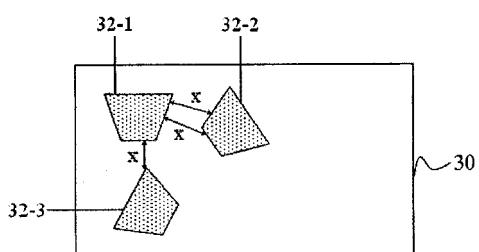
【図 4 B】



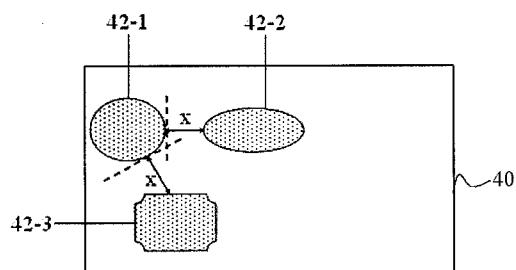
【図 5】



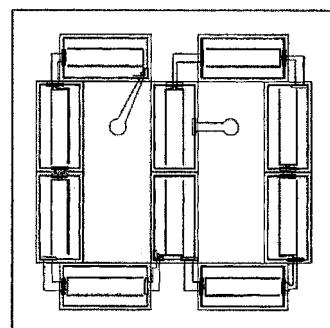
【図 6 A】



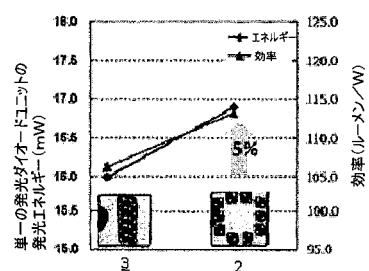
【図 6 B】



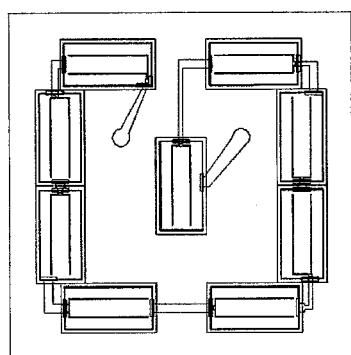
【図 8 A】



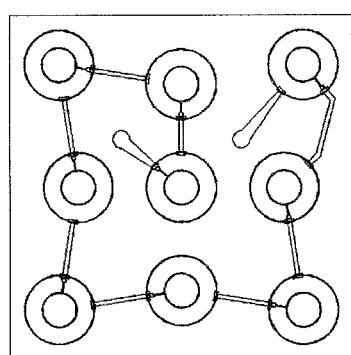
【図 7】



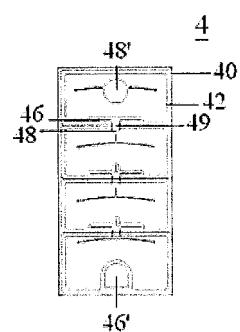
【図 8 B】



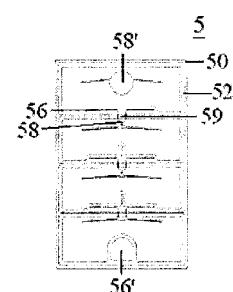
【図 8 C】



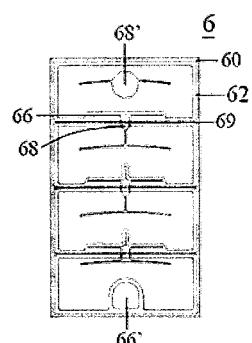
【図 9 A】



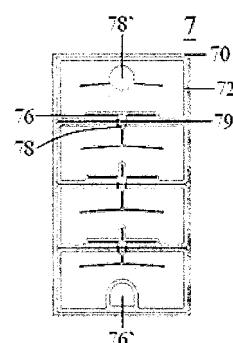
【図 9 B】



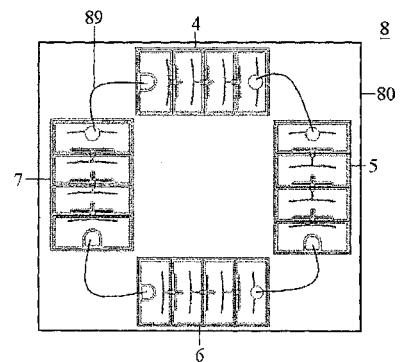
【図 9 C】



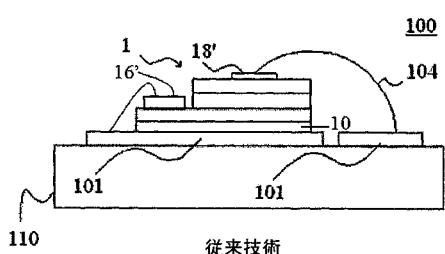
【図 9 D】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 チア - リアン , シュ  
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・  
ロード 5

(72)発明者 イー - ミン , チェン  
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・  
ロード 5

(72)発明者 イー - タン , ライ  
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・  
ロード 5

F ターム(参考) 5F142 AA03 BA32 CA02 CA16 CB01 CB12 CB15 CB23 CD02 CD14  
CD16 CD18 FA30 FA31 FA34 GA01 GA08 GA21