

(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2012-28749
(P2012-28749A)

(43) 公開日 平成24年2月9日 (2012. 2. 9)

(51) Int.Cl.
H O 1 L 33/38 (2010.01)

F I
H O 1 L 33/00 2 1 0

テーマコード (参考)
5 F 0 4 1
5 F 1 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 40 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-134171 (P2011-134171)	(71) 出願人	506029004 ソウル オプト デバイス カンパニー リミテッド 大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 ギョンギード アンサンシーダンウォングウォン シードン 7 2 7 - 5 ブロック 1 - 3 6
(22) 出願日	平成23年6月16日 (2011. 6. 16)	(74) 代理人	110000408 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
(31) 優先権主張番号	10-2010-0070840	(72) 発明者	金 鐘 奎 大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 7 2 7 - 5 1 B - 3 6
(32) 優先日	平成22年7月22日 (2010. 7. 22)	(72) 発明者	イ ソ ラ 大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 7 2 7 - 5 1 B - 3 6
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		
(31) 優先権主張番号	10-2010-0106172		
(32) 優先日	平成22年10月28日 (2010. 10. 28)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

最終頁に続く

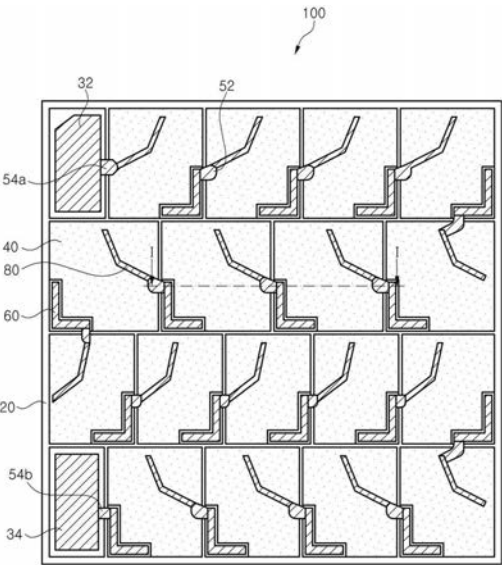
(54) 【発明の名称】 発光ダイオード

(57) 【要約】

【課題】単一基板上に複数の発光セルを含み、交流駆動に適した発光ダイオードを開示する。

【解決手段】この発光ダイオードは、基板と、前記基板上に形成され、枠に1つの側部及び反対側の側部を有する複数の発光セルと、前記1つの側部に形成された第1の電極パッドと、前記第1の電極パッドと対向し、前記反対側の側部の枠と共に前記反対側の側部の周辺領域を包囲する線形の第2の電極パッドと、二つの発光セル間で前記第1の電極パッドと前記第2の電極パッドを接続する配線とを含む。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板と、

前記基板上に形成され、その枠に 1 つの側部及び反対側の側部を有する複数の発光セルと、

前記 1 つの側部に形成された第 1 の電極パッドと、

前記第 1 の電極パッドと対向し、前記反対側の側部の枠とともに前記反対側の側部の周辺領域を包囲する線形の第 2 の電極パッドと、

二つの発光セル間で前記第 1 の電極パッドと前記第 2 の電極パッドとを接続する配線と、を含む発光ダイオード。

10

【請求項 2】

前記第 2 の電極パッドの各端部は前記反対側の側部の枠に近接していることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 3】

前記配線は、ステップカバー工程で前記第 1 の電極パッド及び前記第 2 の電極パッドと一体に形成されることを特徴とする請求項 2 に記載の発光ダイオード。

【請求項 4】

前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部の輪郭に沿って接続された二つ以上の直線部又は一つ以上の曲線部を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 5】

前記発光セルは四角形状で、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部の二つの辺と平行で、前記 1 つの側部の頂点付近で接し合う二つの直線部を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

20

【請求項 6】

前記第 2 の電極パッドは、前記反対側の側部の二つの辺に近接した各端部から前記第 1 の電極パッドに近づく方向においてつながり、中間で互いに接し合う二つの直線部を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の発光ダイオード。

【請求項 7】

前記第 2 の電極パッドの各直線部がなす角度は、前記第 1 の電極パッドの各直線部がなす角度と同一であるか、それより大きいことを特徴とする請求項 6 に記載の発光ダイオード。

30

【請求項 8】

前記第 2 の電極パッドは、両端部が前記反対側の側部の二つの辺に近接している一つの直線部からなることを特徴とする請求項 5 に記載の発光ダイオード。

【請求項 9】

前記第 1 の電極パッドの各直線部のうち一つの直線部が、隣接する発光セルに共通に属しており、残りの直線部は、前記隣接する発光セルの直線部と一直線になるように接続されたことを特徴とする請求項 5 に記載の発光ダイオード。

【請求項 10】

前記発光セルは円形状又は楕円形状で、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部に沿って弧状に形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

40

【請求項 11】

前記第 2 の電極パッドは、前記第 1 の電極パッドと平行な弧状を有することを特徴とする請求項 10 に記載の発光ダイオード。

【請求項 12】

前記発光セルは多角形状で、前記第 1 の電極パッドと前記第 2 の電極パッドは平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 13】

前記基板上には第 1 のボンディングパッド及び第 2 のボンディングパッドが形成され、前記複数の発光セルは、第 1 の電極パッドの一端部が前記第 1 のボンディングパッドと配線

50

によって接続された発光セルと、前記第 2 の電極パッドの一端部が前記第 2 のボンディングパッドと配線によって接続された発光セルとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 1 4】

前記各発光セルを覆うように形成されたマイクロレンズをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 1 5】

前記マイクロレンズを覆うように形成された絶縁保護膜をさらに含むことを特徴とする請求項 1 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 1 6】

前記発光セルは、前記第 2 の電極パッドの下側の任意の位置に電流分散のための電流遮断部を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 1 7】

前記電流遮断部は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 、 TiO_2 から選択された少なくとも一つの材料を含むことを特徴とする請求項 1 6 に記載の発光ダイオード。

【請求項 1 8】

前記電流遮断部は、低屈折率層と高屈折率層とが連続的に繰り返して積層された構造を有し、前記低屈折率層としては SiO_2 又は Al_2O_3 が用いられ、前記高屈折率層としては Si_3N_4 又は TiO_2 が用いられることを特徴とする請求項 1 7 に記載の発光ダイオード。

【請求項 1 9】

1 つの側部及び反対側の側部を枠に有する発光セルと、
前記 1 つの側部に形成された第 1 の電極パッドと、
前記第 1 の電極パッドと対向し、前記反対側の側部の枠と共に前記反対側の側部の周辺領域を包囲する線形の第 2 の電極パッドと
を含むことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 2 0】

前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部の輪郭に沿って接続された二つ以上の直線部又は一つ以上の曲線部を含むことを特徴とする請求項 1 9 に記載の発光ダイオード。

【請求項 2 1】

前記発光セルは四角形で、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部の二つの辺と平行で、前記 1 つの側部の頂点付近で接し合う二つの直線部を含むことを特徴とする請求項 1 9 に記載の発光ダイオード。

【請求項 2 2】

前記第 2 の電極パッドは、前記反対側の側部の二つの辺に近接した各端部から前記第 1 の電極パッドに近づく方向においてつながり、中間で互いに接し合う二つの直線部を含むことを特徴とする請求項 2 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 2 3】

前記第 2 の電極パッドの各直線部がなす角度は、前記第 1 の電極パッドの各直線部がなす角度と同一であるか、それより大きいことを特徴とする請求項 2 2 に記載の発光ダイオード。

【請求項 2 4】

前記第 2 の電極パッドは、両端部が前記反対側の側部の二つの辺に近接している一つの直線部からなることを特徴とする請求項 2 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 2 5】

前記発光セルは円形状又は楕円形状で、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部に沿って弧状に形成されたことを特徴とする請求項 1 9 に記載の発光ダイオード。

【請求項 2 6】

前記第 2 の電極パッドは前記第 1 の電極パッドと平行な弧状を有することを特徴とする請求項 2 5 に記載の発光ダイオード。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

基板と、

前記基板上に互いに離隔して位置し、下部半導体層、前記下部半導体層の一部領域に形成された活性層、上部半導体層及び透明電極層を含む複数の発光セルと、

隣接した各発光セルの下部半導体層と上部半導体層とを電氣的に接続する配線層と、

前記配線層による前記発光セル内の短絡を防止するように前記配線層と前記発光セルとの間に形成される絶縁層と、

前記基板及び前記発光セルを覆うように形成されたマイクロレンズと

を含むことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 28】

前記マイクロレンズを覆うように形成された絶縁保護膜をさらに含むことを特徴とする請求項 27 に記載の発光ダイオード。

【請求項 29】

前記マイクロレンズは、前記透明電極層と前記絶縁保護膜との中間屈折率を有する物質で形成されることを特徴とする請求項 28 に記載の発光ダイオード。

【請求項 30】

前記マイクロレンズはポリマーで形成されることを特徴とする請求項 27 に記載の発光ダイオード。

【請求項 31】

前記上部半導体層は窒化ガリウム系半導体層で形成され、前記透明電極層はITO層で形成され、前記マイクロレンズはポリマーで形成され、前記絶縁保護膜はSiO₂で形成されたことを特徴とする請求項 27 に記載の発光ダイオード。

【請求項 32】

前記マイクロレンズは、前記透明電極層の上部からその垂直断面が上方に行くほど幅が狭くなる形状を有することを特徴とする請求項 27 に記載の発光ダイオード。

【請求項 33】

前記複数の発光セルは、それぞれ1つの側部と反対側の側部とを枠に有し、前記1つの側部には前記配線層の一部として第1の電極パッドが形成され、前記第1の電極パッドと対向する配線層の一部である線形の第2の電極パッドは、前記反対側の側部の枠と共に前記反対側の側部の周辺領域を包囲するように形成されたことを特徴とする請求項 27 に記載の発光ダイオード。

【請求項 34】

前記発光セルは、前記配線層の下側の所定の位置に電流遮断部を含むことを特徴とする請求項 27 に記載の発光ダイオード。

【請求項 35】

基板と、

前記基板上に互いに離隔して位置し、下部半導体層、前記下部半導体層の一部領域に形成された活性層、上部半導体層及び透明電極層を含む複数の発光セルと、

隣接した各発光セルの下部半導体層と上部半導体層を電氣的に接続する配線層と、

前記配線層による前記発光セル内の短絡を防止するように前記配線層と前記発光セルとの間に形成される絶縁層と、を含み、

前記発光セルは、前記配線層の下側に電流遮断部を含むことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 36】

前記配線層は、下部半導体層の上部に形成される第1の電極パッドと、前記透明電極層又は前記前記上部半導体層の上部に位置する第2の電極パッドと、を一体に含み、前記電流遮断部は、前記第2の電極パッドの下側に領域的に形成されたことを特徴とする請求項 35 に記載の発光ダイオード。

【請求項 37】

前記複数の発光セルは、それぞれ1つの側部と反対側の側部を枠に有し、前記1つの側部

10

20

30

40

50

には前記配線層の一部として第1の電極パッドが形成され、前記第1の電極パッドと対向する配線層の一部である線形の第2の電極パッドは、前記反対側の側部の枠と共に前記反対側の側部の周辺領域を包囲するように形成されたことを特徴とする請求項36に記載の発光ダイオード。

【請求項38】

前記電流遮断部は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 又は TiO_2 から選択された少なくとも一つの材料を含むことを特徴とする請求項35に記載の発光ダイオード。

【請求項39】

前記電流遮断部は分布ブラッグ反射器であることを特徴とする請求項38に記載の発光ダイオード。

10

【請求項40】

前記電流遮断部は分布ブラッグ反射器であって、前記分布ブラッグ反射器は、低屈折率層と高屈折率層とが連続的に繰り返して積層された構造を有し、
前記低屈折率層としては SiO_2 又は Al_2O_3 が用いられ、
前記高屈折率層としては Si_3N_4 又は TiO_2 が用いられることを特徴とする請求項35に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化合物半導体を含む発光ダイオードに関し、特に、交流駆動に適した発光ダイオードに関する。

20

【背景技術】

【0002】

発光ダイオードは、化合物半導体、特に、III族窒化物系列の化合物半導体で製造された発光素子であって、ディスプレイ装置とバックライト装置に広く用いられており、最近では、白熱電球や蛍光管に取って代わる一般照明の光源としてもその利用領域が広がっている。

【0003】

一般的な発光ダイオードは、交流電源下で電流の方向に沿ってオン/オフを繰り返す。したがって、このような発光ダイオードを交流電源に直接接続して使用する場合、発光ダイオードが連続的に光を放出することができず、逆方向電流によって容易に破損してしまうという問題がある。このような発光ダイオードの問題を解決するための技術として、高電圧交流電源に直接接続して使用可能な発光ダイオードが特許文献1に「複数の発光素子を有する発光装置 (LIGHT EMITTING DEVICE HAVING LIGHT EMITTING ELEMENTS)」という名称で酒井ら (SAKAI et al.) によって開示されている。

30

【0004】

図1は、従来の交流発光ダイオードを説明するための図である。図1を参照すると、交流発光ダイオード1は、絶縁性の基板、特に、サファイア基板2上にIII族窒化物系列の各化合物半導体層を形成して製造した四角形の各発光セル4を含む。また、基板2上にはボンディングパッド3a、3bが形成されている。各発光セル4は、それぞれn型半導体層、p型半導体層及びそれらの間に介在した活性層を含み、上部にはITO層のような透明電極層が形成される。また、複数の発光セル4は、前記のような各化合物半導体層の積層体から多数個に分けられて形成される。

40

【0005】

従来の発光ダイオード1は、発光セル4上にn型電極パッド6及びp型電極パッド8を含む。発光セル4の一部領域が上部から一定の深さで除去されることによって、発光セル4の中間に位置する層の一部が露出するが、この露出した層は、通常n型半導体層であり、この露出したn型半導体層の一部領域にn型電極パッド6が形成される。p型電極パッド8は、発光セル4の最上層に位置するp側領域に形成される。n型電極パッド6とp型

50

電極パッド 8 は、直線状又はバー状に形成されており、発光セル 4 の対向する両側縁部に位置した状態で互いに対向して位置する。各ボンディングパッド 3 a、3 b とそれらの間に位置する各発光セル 4 は、各配線 5 によって直列に接続される。これら各配線 5 により、隣接する各発光セル 4 の p 型電極パッド 8 と n 型電極パッド 6 が接続されている。図面には区分して示したが、配線 5、p 型電極パッド 8 及び n 型電極パッド 6 は、ステップカバー工程によって共に形成される配線層の各部分であってもよい。

【 0 0 0 6 】

このような従来の発光ダイオードにおいては、該当の発光セル内で n 型電極パッド 6 と p 型電極パッド 8 との間の距離が離れている場合、電流が p 型電極パッド 8 の周辺のみ集中し、p 型電極パッド 8 の周辺のみが強く発光する。また、p 型電極パッド 8 を n 型電極パッド 6 近くに位置させる場合は、p 型電極パッド 8 と n 型電極パッド 6 との間の領域の明るさは増加するが、p 型電極パッド 8 と発光セルの枠との間の明るさが大きく減少する。これは、発光ダイオードの発光の均一性を大きく阻害し、発光ダイオードの面積化における大きな阻害要因となっている。

10

【 0 0 0 7 】

また、従来の他のタイプの発光ダイオードとして、n 型電極パッドと p 型電極パッドをいずれも長方形状又は円形状に形成し、これら各電極パッドを発光セルの両コーナーで対角線に対向して配置したものがあがるが、このタイプの発光ダイオードにおいても、p 型電極パッド 8 の周辺のみが明るいので、発光の均一性が良好でなかった。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 2 0 0 4 / 0 2 3 5 6 8 号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

したがって、本発明の目的は、互いに反対の極性を有する発光セルの各電極パッド間での電流分散特性を向上させ、発光の均一性を良好にした発光ダイオードを提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明の一実施形態に係る発光ダイオードは、基板と、前記基板上に形成され、その枠に 1 つの側部及びその反対側の側部を有する複数の発光セルと、前記 1 つの側部に形成された第 1 の電極パッドと、前記第 1 の電極パッドと対向し、前記反対側の側部の枠とともに前記反対側の側部の周辺の領域を包囲する線形の第 2 の電極パッドと、二つの発光セル間で前記第 1 の電極パッドと前記第 2 の電極パッドとを接続する配線とを含む。このとき、前記第 2 の電極パッドの各端部は、前記反対側の側部の枠に近接していることが望ましい。

(弊所コメント：電極パッドの端部は、枠と接触してはいないため、「隣接」ではなく、「近接」といたしました。他の明細書の箇所、請求項においても同様の修正をいたしました。)

40

【 0 0 1 1 】

本発明の一実施形態において、前記配線は、ステップカバー工程によって前記第 1 の電極パッド及び前記第 2 の電極パッドと一体に形成されることが望ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明の一実施形態において、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部の輪郭に沿って接続された二つ以上の直線部又は一つ以上の曲線部を含んでもよい。

【 0 0 1 3 】

本発明の一実施形態において、前記発光セルは四角形状で、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部の二つの辺と平行で、前記 1 つの側部の頂点付近で接し合う二つの直線部

50

を含んでもよい。前記第 2 の電極パッドは、前記反対側の側部の二つの辺に近接した各端部から前記第 1 の電極パッドに近くなる方向につながり、中間で互いに接し合う二つの直線部を含んでもよい。また、前記第 2 の電極パッドの各直線部がなす角度は、前記第 1 の電極パッドの各直線部がなす角度と同一であるか、それより大きくてもよい。変形例として、前記第 2 の電極パッドは、両端部が前記反対側の側部の二つの辺に近接している一つの直線部からなってもよい。

【0014】

本発明の一実施形態において、前記第 1 の電極パッドの各直線部のうち一つの直線部が、隣接する発光セルに共通に属しており、残りの直線部は、前記隣接する発光セルの直線部と一直線になるように接続されてもよい。

10

【0015】

本発明の一実施形態において、前記発光セルは円形状又は楕円形状で、前記第 1 の電極パッドは、前記 1 つの側部に沿って弧状に形成されてもよい。また、前記第 2 の電極パッドは、前記第 1 の電極パッドと平行な弧状を有してもよい。

【0016】

本発明の一実施形態において、前記発光セルは多角形状で、前記第 1 の電極パッドと前記第 2 の電極パッドは平行であってもよい。

【0017】

本発明の一実施形態において、前記基板上には第 1 のボンディングパッドと第 2 のボンディングパッドとが形成され、前記複数の発光セルは、第 1 の電極パッドの一端部が前記第 1 のボンディングパッドと配線によって接続された発光セルと、前記第 2 の電極パッドの一端部が前記第 2 のボンディングパッドと配線によって接続された発光セルとを含んでもよい。

20

【0018】

本発明の一実施形態において、前記発光ダイオードは、前記各発光セルを覆うように形成されたマイクロレンズをさらに含んでもよい。また、前記発光ダイオードは、前記マイクロレンズを覆うように形成された絶縁保護膜をさらに含んでもよい。

【0019】

本発明の一実施形態において、前記発光セルは、前記第 2 の電極パッドの下側の任意の位置に電流分散のための電流遮断部を含んでもよい。前記電流遮断部は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 、 TiO_2 から選択された少なくとも一つの材料を含んでもよく、さらに、前記電流遮断部は、低屈折率層と高屈折率層が連続的に繰り返して積層された構造を有し、前記低屈折率層としては SiO_2 又は Al_2O_3 が用いられ、前記高屈折率層としては Si_3N_4 又は TiO_2 が用いられてもよい。

30

【0020】

本発明の他の実施形態に係る発光ダイオードは、1 つの側部及び反対側の側部を枠に有する発光セルと、前記 1 つの側部に形成された第 1 の電極パッドと、前記第 1 の電極パッドと対向し、前記反対側の側部の枠と共に前記反対側の側部の周辺の領域を包囲する線形の第 2 の電極パッドとを含む。

【0021】

本発明の他の実施形態に係る発光ダイオードは、基板と、前記基板上に互いに離隔して位置し、下部半導体層、前記下部半導体層の一部領域に形成された活性層、上部半導体層及び透明電極層を含む複数の発光セルと、隣接した各発光セルの下部半導体層と上部半導体層とを電氣的に接続する配線層と、前記配線層による前記発光セル内の短絡を防止するように前記配線層と前記発光セルとの間に形成される絶縁層と、前記基板及び前記発光セルを覆うように形成されたマイクロレンズとを含む。

40

【0022】

本発明の他の実施形態において、前記発光ダイオードは、前記マイクロレンズを覆うように形成された絶縁保護膜をさらに含むことができ、前記マイクロレンズは、前記透明電極層と前記絶縁保護膜の中間屈折率を有する物質で形成される。より望ましくは、前記上

50

部半導体層は窒化ガリウム系半導体層で形成され、前記透明電極層はITO層で形成され、前記マイクロレンズはポリマーで形成され、前記絶縁保護膜はSiO₂で形成される。

【0023】

本発明の他の実施形態において、前記マイクロレンズは、前記透明電極層の上部でその垂直断面が上方に行くほど幅が狭くなる形状を有してもよい。

【0024】

本発明の他の実施形態において、前記発光セルは、前記配線層の下側の所定の位置に電流遮断部を含んでもよい。

【0025】

本発明のさらに他の実施形態に係る発光ダイオードは、基板と、前記基板上に互いに隔離して位置し、下部半導体層、前記下部半導体層の一部領域に形成された活性層、上部半導体層及び透明電極層を含む複数の発光セルと、隣接した各発光セルの下部半導体層と上部半導体層を電氣的に接続する配線層と、前記配線層による前記発光セル内の短絡を防止するように前記配線層と前記発光セルとの間に形成される絶縁層とを含み、前記発光セルは、前記配線層の下側に電流遮断部を含む。

【0026】

本発明のさらに他の実施形態において、前記配線層は、下部半導体層の上部に形成される第1の電極パッドと、前記透明電極層又は前記上部半導体層の上部に位置する第2の電極パッドとを一体に含み、前記電流遮断部は、前記第2の電極パッドの下側に領域的に形成されてもよい。

【0027】

本明細書において、「発光セル」という用語は、発光が行われる領域を含む化合物半導体層積層物の最小単位を意味する。

【発明の効果】

【0028】

本発明に係る発光ダイオードによって、発光セルの第1の電極パッドと第2の電極パッドとの間での電流分散特性が改善され、これにより発光の均一性及び電力効率を大きく向上することができる。特に、単一基板上に複数の発光セルを含む発光ダイオード、さらに、交流電源に接続されて用いられる発光ダイオードの場合、各発光セル全体が均一な光を発し、電力効率が大きく向上する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】複数の発光セルを含む従来の発光ダイオードを説明するための平面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る発光ダイオードを説明するための平面図である。

【図3】図2に示した発光ダイオードの発光セルを拡大して示した平面図である。

【図4】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図5】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図6】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図7】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図8】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図9】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図10】本発明の多様な実施形態に係る各発光セルを説明するための図である。

【図11a】本発明に係る発光ダイオードと比較例に係る発光ダイオードの発光の均一性のテストの結果を示す写真図である。

【図11b】本発明に係る発光ダイオードと比較例に係る発光ダイオードの発光の均一性のテストの結果を示す写真図である。

【図12】本発明の一実施形態に係る発光ダイオードを示した図2のI-I線断面図である。

【図13】図12に示した発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

【図14】図12に示した発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 5】図 1 2 に示した発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 6】図 1 2 に示した発光ダイオードの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 7】マイクロレンズの多様な形状を説明するための平面図である。

【図 1 8】マイクロレンズの形状を説明するための写真である。

【図 1 9】マイクロレンズの形状を説明するための写真である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、添付の各図面を参照して本発明の各実施形態を詳細に説明する。以下で説明する各実施形態は、当業者に本発明の思想を十分に伝達するための例として提供するものである。したがって、本発明は、以下で説明する各実施形態に限定されるものではなく、他の形態で実現されることも可能である。そして、各図面における構成要素の幅、長さ、厚さなどは、説明の便宜上誇張して表現する場合がある。同様の符号は、同様の構成要素を示す。

10

【0031】

図 2 は、本発明の一実施形態に係る発光ダイオードを説明するための平面図である。

【0032】

図 2 を参照すると、前記発光ダイオード 100 は、基板 20 及び複数個の発光セル 40 を含む。また、前記発光セル 40 上に、第 1 の電極パッド 60 (以下、「n 型電極パッド」という。)及び第 2 の電極パッド 80 (以下、「p 型電極パッド」という。)を含む。また、前記発光ダイオード 100 は、基板 20 上に形成された第 1 のボンディングパッド 32 及び第 2 のボンディングパッド 34 を含む。

20

【0033】

前記複数の発光セル 40 は、単一基板 20 上に形成され、各配線 52 を介して互いに直列に接続されることによってアレイを形成する。アレイの形成のために、各配線 52 は、各発光セル 40 の n 型電極パッド 60 と当該発光セル 40 に隣接する発光セル 40 の p 型電極パッド 80 との間を接続する。前記第 1 のボンディングパッド 32 は、配線 54 a によってアレイの一端に位置する発光セル 40 の p 型電極パッド 80 に直列に接続され、前記第 2 のボンディングパッド 34 は、配線 54 b によってアレイの他端に位置する発光セル 40 の n 型電極パッド 60 に直列に接続される。

【0034】

30

本実施形態において、前記配線 52、前記 n 型電極パッド 60 及び p 型電極パッド 80 は、それぞれステップカバー工程によって形成された配線層の一部である。すなわち、前記配線 52、前記 n 型電極パッド 60 及び p 型電極パッド 80 は、同時に形成され、一つの配線層に属しており、それぞれの位置と機能によって、配線、n 型電極パッド及び p 型電極パッドに区分される。

【0035】

各発光セル 40 の各アレイは、ボンディングパッド 32、34 間で逆並列に接続され、交流電源下で駆動されてもよい。

【0036】

変形例として、前記各配線 52 を、ステップカバー工程によって形成してもよい。すなわち、基板 20 及び各発光セル 40 を覆うように絶縁層を形成し、絶縁層の一部を開口することによって電極パッド 60、80 を露出させ、絶縁層上に導電材料層を線状に形成することによって、隣接する各発光セルの各電極パッド間をそれぞれ接続する。

40

【0037】

これにより、導電材料層は、実際には、各発光セル間を電氣的に接続する各配線 52 の役割をするようになる。

【0038】

基板 20 として、各発光セル 40 をそれぞれ電氣的に絶縁できる絶縁性基板が用いられてもよい。各発光セル 40 を構成する各窒化物半導体層を成長させるための成長基板として、サファイア基板を用いてもよい。前記各発光セル 40 は、互いに同一の面積でも、異

50

なる面積でもよい。前記各発光セル 40 は、それぞれ前記基板 20 上に n 型半導体層、活性層及び p 型半導体層を順次含む。前記 p 型半導体層上に ITO 層のような透明電極層が形成されてもよい。このとき、活性層を基準とすると、n 型半導体層が上部に形成され、p 型半導体層が下部に形成される。

【0039】

図 3 は、図 1 に示した発光ダイオードの発光セル 40 の拡大平面図である。図 3 を参照すると、前記発光セル 40 は、略正方形の枠を有し、前記発光セル 40 の枠の角部の 1 つには n 型電極パッド 60 が形成される。前記 n 型電極パッド 60 は、前記発光セル 40 の 1 つの側部の二つの辺、すなわち、四角形の隣接する二つの辺 S1、S2 にそれぞれ平行な二つの直線部 62、64 を含み、前記二つの直線部 62、64 は、前記 1 つの側部の頂点 V1 付近で垂直に接し合う。このとき、前記発光セル 40 の 1 つの側部は、p 型半導体層及び活性層が除去されることによって n 型半導体層が露出した領域と実質的に同一であり、前記 1 つの側部の領域は略 L 字形状を有する。また、p 型電極パッド 80 は、中央部分が前記発光セル 40 の反対側の側部と遠く離れた状態で両端部が発光セル 40 の枠に近接するように形成される。このような p 型電極パッド 80 は、反対側の側部の枠、すなわち、発光セルの二つの辺 S3、S4 と共に、前記反対側の側部の周辺領域 A を包囲する。前記 p 型電極パッド 80 は、前記二つの辺 S3、S4 にそれぞれ近接した端部から前記 n 型電極パッド 60 に近づく方向へと向けて延伸し、中央で互いに接し合い、つながる 2 個の直線部 82、84 を含む。このような形状により、前記 p 型電極パッド 80 と前記 n 型電極パッド 60 との間の距離を十分に近づかせるとともに、前記 p 型電極パッド 80 の後側の領域、すなわち、反対側の側部の周辺領域 A の面積は大きく増加しない。これは、前記 p 型電極パッド 80 の周辺に電流が集中することによって生じる発光セル 40 の発光不均一を防止するのに大きく寄与する。また、両コーナーの頂点 V1、V2 をつなぐ仮想の対角線（2 点鎖線で表示する。）によって前記周辺領域 A が二つの領域に分けられるが、これら二つの領域がいずれも前記 p 型電極パッド 80 の両端部に近いので、光の明るさ低下が多く発生しない。前記 p 型電極パッド 80 の二つの直線部 82、84 がなす角度は、前記 n 型電極パッド 60 の二つの直線部 62、64 がなす角度である略 90° より大きいことが望ましい。

【0040】

発光セル 40 及び各電極パッド 60、80 の平面形状、そして、発光セル 40 上での電極パッド 60、80 の配置は、本発明の技術的思想の範囲内で多様な形態に変形することができ、図 4～図 11 は、本発明の多様な形態に係る発光セル 40 及び各電極パッド 60、80 の形状及び配置を示している。

【0041】

図 4 は、略正方形（又は、長方形）の発光セル 40 上に n 型電極パッド 60 と p 型電極パッド 80 が上述した図 3 の実施形態と同様に配置されており、p 型電極パッド 80 の二つの直線部 82、84 がなす角度と、n 型電極パッド 60 の二つの直線部 62、64 がなす角度とが同一であることを示している。

【0042】

図 5 は、上述した各実施形態とは異なって、p 型電極パッド 80 が一つの直線部からなることを示している。前記 p 型電極パッド 80 は、反対側の側部、すなわち、n 型電極パッド 60 が存在する側部の反対側の側部の二つの辺 S3、S4 に隣接している両端部を含む。前記 p 型電極パッド 80 は、一つの直線部からなっているにもかかわらず、前記反対側の側部の枠の両辺 S3、S4 と共に前記反対側の側部の周辺領域 A を包囲する。また、前記 p 型電極パッド 80 の両端部は、反対側の側部の枠に位置する二つの辺 S3、S4 に近接しており、その中央部分は n 型電極パッド 60 に近いので、上述した各実施形態と同様に、発光セル 40 の光を広く分散させ、発光の均一性を向上させることができる。

【0043】

図 6 は、図 5 の実施形態を改良した実施形態であって、p 型電極パッド 80 の直線部の両端部を折ることによって、両端部を反対側の側部の両辺 S3、S4 により近づかせた延

長部 85a、85b をさらに形成したことを示している。

【0044】

図7は、発光セル40が平行四辺形状に形成された実施形態を示している。なお、本発明において、「四角形」という用語は、長方形、正方形はもちろん、平行四辺形、台形その他角部が4つである全ての幾何学的形態を含む。

【0045】

図8は、二つの隣接する一つの発光セル40及び他の発光セル40に一つのn型電極パッド60が共通的に属している実施形態を示している。図8を参照すると、一つの発光セル40に属したn型電極パッド60の直線部のうち一つの直線部64が、隣接する他の発光セル40に共通的に属しており、残りの直線部62は、前記隣接する他の発光セル40の他の直線部と一直線になるように接続されている。

10

【0046】

図9は、発光セル40が円形状である実施形態を示している。円形状の発光セル40の1つの側部は円形状の発光セル40の円弧付近と定義し、反対側の側部は前記1つの側部の反対側に位置する円弧付近と定義する。n型電極パッド60は、前記1つの側部に沿って(円)弧状に形成されており、第2の電極パッド80は、前記n型電極パッド60と平行になるように前記発光セル40の上面に形成され、その反対側の側部の周辺を円弧状の枠と共に包囲する。第2の電極パッド80の両端部は、発光セル40の枠、すなわち、円周近くに位置しており、第2の電極パッド80の中央部は、n型電極パッド60に近づく方向に向かっている。前記発光セル40は、楕円形又は曲線を含む他の幾何学的形状を有することができる。

20

【0047】

図10は、発光セル40が8角形状を有する実施形態を示している。本実施形態の発光セルは、四角形から2点鎖線で表示された部分が除去され、8角形に形成されたものである。2点鎖線で表示された各部分は四角形の各角部に該当する。したがって、n型電極パッド60は、発光セル40の1つの側部に配置されたものと見なすことができる。前記n型電極パッド60は、1つの側部に対応する形状、すなわち、中央に位置する一つの長い直線部の両端に2個の短い直線部が接続された形状を有しており、前記第2の電極パッド80は、前記n型電極パッド60と同一の形状で前記n型電極パッド60と平行に配置されている。前記第2の電極パッド80は、反対側の側部の周辺領域Aを反対側の側部の枠と共に包囲している。前記第2の電極パッド80の両端部は、中央部に比べて発光セル40の枠により近接している。

30

【0048】

図11aと図11bは、本発明の一実施例に係る発光ダイオードと従来の発光ダイオード(比較例)の発光の均一性に関するテスト結果を示す各写真図であって、下記の[表1]は、本発明の実施例と比較例の電気的特性をテストして比較したものである。本発明の実施例と比較例とにおいて、発光セルを構成する各半導体層の材料と各発光セルの大きさは互いに同一であり、発光セルの構造及び各電極パッドの配置のみが異なる。発光セルの上部には120nm厚さのITO層を採用した。

【0049】

図11aに示した本発明の一実施例に係る発光ダイオードは、発光セル全体の明るさが均一である一方、図11bに示した比較例の発光ダイオードは、p型電極パッドに近い部分とp型電極パッドから離れた部分との間で明るさ差が大きく表れることが分かる。なお、図11aと図11bにおいて相対的に暗く表示される領域も、実際の発光ダイオードにおいては図において表示されるより明るく発光されることに留意する。

40

【0050】

下記の[表1]を参照すると、比較例に比べて、本発明の一実施例に係る発光ダイオードの電力効率(WPE、電力変換効率)がより良好であることがわかる。本発明の一実施例に係る発光ダイオードの場合、比較例に比べて、平均順方向電圧がより低く、出力がより大きく、電力効率が大きく向上したことが分かる。

50

【 0 0 5 1 】

【 表 1 】

区分	順方向電圧		パワー		波長		電力効率 WPE(%)
	平均[V]	標準偏差	平均[mW]	標準偏差	平均[nm]	標準偏差	
比較例	56.92	2.70	362.87	19.19	454.25	0.89	31.88
実施例	56.58	1.23	382.00	12.08	453.71	1.54	33.76

【 0 0 5 2 】

図 1 2 は、本発明の一実施形態に係る発光ダイオードの断面構造を説明するための図 2 の I - I 線断面図である。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 2 を参照すると、前記発光ダイオードは単一基板 2 0 を含み、前記単一基板 2 0 上には、上述したような複数の発光セル 4 0 が形成される。前記発光セル 4 0 は、それぞれ n 型の下部半導体層 4 2、前記下部半導体層の一部領域上に位置する p 型の上部半導体層 4 4、及び前記下部半導体層 4 2 と上部半導体層 4 4 との間に介在する活性層 4 3 を含む。また、前記発光ダイオードは、各発光セル 4 0 内に透明電極層 4 6 を含む。また、前記発光ダイオードは、絶縁層 9 9、配線層 1 0 0、マイクロレンズ 1 1 0 及び絶縁保護膜 1 2 0 を含む。本実施形態において、前記配線層 1 0 0 は、ステップカバー工程によって形成されるもので、図 2 に示した n 型電極パッド 6 0、p 型電極パッド 8 0 及び配線 5 2 を一体に含んでもよい。また、前記発光ダイオードは、前記発光セル 4 0 の下部にバッファ層 4 1 を含んでもよい。

20

【 0 0 5 4 】

再び図 1 2 を参照すると、前記下部半導体層 4 2、活性層 4 3 及び上部半導体層 4 4 は、それぞれ窒化ガリウム系列の半導体物質、すなわち、(B, Al, In, Ga)N で形成されてもよい。前記活性層 4 3 は、要求される波長の光、例えば、紫外線又は青色光を放出するように決定された組成元素及び組成比を有し、下部半導体層 4 2 及び上部半導体層 4 4 は、前記活性層 4 3 に比べてバンドギャップの大きい物質で形成されてもよい。前記下部半導体層 4 2 及び / 又は上部半導体層 4 4 は、図示したように、単一層又は多層構造で形成される。また、活性層 4 3 は、単一量子井戸又は多重量子井戸構造を有してもよい。

30

【 0 0 5 5 】

前記下部半導体層 4 2 は、側壁にその側壁の外周に沿って形成された段差部を有する。ここで、下部半導体層 4 2 に形成された段差部を基準にして、前記段差部の上側に形成された発光セル部分をメサと定義する。前記メサの側壁、メサ側壁は、上方に行くほどメサの幅が狭くなるように傾斜している。基板 2 0 の上面に対するメサ側壁の傾斜角は 1 5 度 ~ 8 0 度の範囲である。一方、前記メサの下側に位置する下部半導体層 4 2 も、基板 2 0 から上方に行くほど下部半導体層 4 2 の幅が狭くなるように傾斜した側壁を有することができる。基板 2 0 の上面に対する下部半導体層 4 2 の側壁の傾斜角は 1 5 度 ~ 8 0 度の範囲である。

40

【 0 0 5 6 】

上述した傾斜した構造により、各発光セル 4 0 上に形成される他の層、例えば、絶縁層 9 9 及び配線層 1 0 0 の連続的な蒸着を促進することができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 においては、前記メサ側壁の傾斜角は、その下側に位置する下部半導体層 4 2 の側壁の傾斜角と同一であるが、これに限定されるものではなく、これら傾斜角は互いに異なるように調節することができる。例えば、メサ側壁の傾斜角が下部半導体層 4 2 の側壁の傾斜角より小さくてもよい。これによって、活性層 4 3 で生成された光がメサ側壁を通じて容易に放出され、光抽出効率を向上させることができ、発光セル領域を相対的に広く確保することができる。

【 0 0 5 8 】

50

一方、前記各発光セル40は、それぞれ配線層100の下部、特に、p型電極パッド60の下部に電流遮断部48を有することができる。前記電流遮断部48は、各発光セル40の下部半導体層42、活性層43及び/又は上部半導体層44に形成される。電流遮断部48は、上部半導体層44の上部に形成された配線層100から直接電流が流れることを遮断し、透明電極層46での広い電流拡散を可能にする。電流遮断部48としては、例えば、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 又は TiO_2 のような絶縁物質を使用することができ、電流遮断部48は、互いに異なる屈折率を有する物質を交互に積層して形成された分布ブラッグ反射器(DBR、Distributed Bragg Reflector)である。前記分布ブラッグ反射器は、低屈折率層と高屈折率層が連続的に繰り返して積層された構造を有することができ、例えば、前記低屈折率層としては SiO_2 又は Al_2O_3 を用いることができ、前記高屈折率層としては Si_3N_4 又は TiO_2 を用いることができる。

10

【0059】

一方、上述したバッファ層41は、基板20が成長基板、特に、サファイア基板である場合、基板20とその上側に形成される下部半導体層42との格子不整合を緩和させるために採択される。

【0060】

前記透明電極層46は、前記上部半導体層44の上面に位置することができ、前記上部半導体層44の面積よりも狭い面積を有することができる。すなわち、透明電極層46は、上部半導体層44の縁部からリセスされる。したがって、透明電極層46の縁部で発光セル40の側壁を通じて電流が集中することを防止することができる。

20

【0061】

一方、前記絶縁層99は、各発光セル40のほぼ全面を覆ってもよい。前記絶縁層99は、各下部半導体層42上に各開口部を有しており、また、各上部半導体層44又は透明電極層46上に各開口部を有する。一方、各発光セル40の各側壁は絶縁層99によって覆われる。また、絶縁層99は、各発光セル40間の各領域内の基板20を覆ってもよい。絶縁層99は、シリコン酸化膜(SiO_2)又はシリコン窒化膜で形成される。

【0062】

配線層100が前記絶縁層99上に形成される。配線層100は、前記各開口部を通じて各下部半導体42上に、そして、上部半導体層44及び/又は透明電極層46上に所定のパターンで形成される。このとき、前記各開口部を通じて前記下部半導体層42及び前記上部半導体層44に形成される配線層100の一部は、図2に示したようなn型電極パッド60及びp型電極パッド80であって、前記絶縁層99上で隣接する各発光セルの各電極パッドを接続する配線層100の一部は、図2に示したような配線52である。

30

【0063】

前記配線層100は、透明電極層46を通じてその下側に位置する上部半導体層44に電氣的に接続される。一方、配線層100は、互いに隣接した各発光セル40において各下部半導体層42と各上部半導体層44をそれぞれ電氣的に接続し、各発光セル40の直列アレイを形成する。このようなアレイは複数個形成することができ、複数個のアレイが互いに逆並列に接続され、交流電源に接続されて駆動される。また、各発光セルの直列アレイに接続されたブリッジ整流器(図示せず)が形成され、前記ブリッジ整流器によって前記各発光セルが交流電源下で駆動されてもよい。前記ブリッジ整流器は、前記各発光セル40と同一の構造の各発光セルを配線層又は各配線を用いて結線することによって形成してもよい。前記配線層又は各配線は、導電物質、例えば、多結晶シリコンのようなドーピングされた半導体物質又は金属で形成してもよい。

40

【0064】

マイクロレンズ110は、前記配線層100及び前記絶縁層99を覆うように形成される。マイクロレンズ110は、半球状の凸面を有して凸レンズとして機能してもよい。マイクロレンズ110の水平方向直径は、マイクロメートルオーダーの大きさ、例えば、約 $9\mu\text{m}$ である。マイクロレンズ110は、前記透明電極層46よりも屈折率の低い物質、

50

例えば、ポリマーで形成してもよい。ポリマーとしては、例えば、PI (polyimide)、SU 8 (epoxy resin)、SOG (spin on glass) PMMA (poly methylmethacrylate)、PDMS (polydimethylsiloxane)、PC (polycarbonate)、シリコンゲル (silicon gel)、又はレジン (resin) を使用してもよい。透明電極層 46 及び / 又はマイクロレンズ 110 の屈折率は、それに接する物質層の屈折率によって変更可能である。上部半導体層が略 2.45 の屈折率を有する窒化ガリウム半導体層である場合、屈折率が 2.04 である ITO 層を透明電極層として使用すると好ましく、絶縁保護膜 120 として屈折率が 1.54 である SiO₂ を使用するとき、マイクロレンズの屈折率は、好ましくは、透明電極層 46 と絶縁保護膜 120 の中間屈折率である 1.67 ~ 1.8 の範囲内で選択される。好ましくは、マイクロレンズは、絶縁性を有するものが、場合によっては導電性を有するものであってもよい。

10

【0065】

一方、絶縁保護膜 120 は、マイクロレンズ 110 を覆うように形成される。絶縁保護膜 120 は、マイクロレンズ 110、配線層 100 が水分などによって汚染されることを防止し、外圧によって配線層 100 が損傷することを防止する。絶縁保護膜 120 は、透光性物質、例えば、シリコン酸化膜 (SiO₂) 又はシリコン窒化膜で形成されてもよい。

【0066】

図 13 ~ 図 16 は、図 12 に示したような発光ダイオードを製造する方法を説明するための各断面図である。

20

【0067】

図 13 を参照すると、基板 20 上には下部半導体層 42、活性層 43 及び上部半導体層 44 が形成される。また、下部半導体層 42 を形成する前に、基板 20 上にバッファ層 21 が形成される。

【0068】

前記基板 20 は、サファイア (Al₂O₃)、炭化シリコン (SiC)、酸化亜鉛 (ZnO)、シリコン (Si)、ガリウム砒素 (GaAs)、ガリウムリン (GaP)、リチウム アルミナ (LiAl₂O₃)、窒化ホウ素 (BN)、窒化アルミニウム (AlN) 又は窒化ガリウム (GaN) 基板であるが、これらに限定されるものではなく、基板 20 上に形成される半導体層の物質に応じて多様に選択可能である。

30

【0069】

バッファ層 41 は、基板 20 とその上側に形成される下部半導体層 42 との間の格子不整合を緩和するために形成され、例えば、窒化ガリウム (GaN) 又は窒化アルミニウム (AlN) で形成される。前記基板 20 が導電性基板である場合、前記バッファ層 41 は、絶縁層又は半絶縁層で形成されることが望ましく、AlN 又は半絶縁 GaN で形成される。

【0070】

下部半導体層 42、活性層 43 及び上部半導体層 44 は、それぞれ窒化ガリウム系列の半導体物質、すなわち、(B, Al, In, Ga)N で形成される。前記下部及び上部半導体層 42、44 及び活性層 43 は、金属有機化学気相成長 (MOCVD)、分子線成長 (molecular beam epitaxy) 又はハイドライド気相成長 (hydride vapor phase epitaxy; HVPE) 技術などを使用して断続的に又は連続的に成長される。

40

【0071】

ここで、前記下部及び上部半導体層は、それぞれ n 型及び p 型、又は、p 型及び n 型である。窒化ガリウム系列の化合物半導体層において、n 型半導体層は、不純物として、例えば、シリコン (Si) をドーピングして形成してもよく、p 型半導体層は、不純物として、例えば、マグネシウム (Mg) をドーピングして形成してもよい。

【0072】

50

電流遮断部 48 は、上部半導体層 44 の領域のうち配線層 100 の下側、特に、p 型電極パッド 80 (図 2 参照) の下側の任意の領域、例えば、下部半導体層 42、活性層 43 及び / 又は上部半導体層 44 の一部領域に形成される。電流遮断部 48 としては、例えば、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 又は TiO_2 のような絶縁物質を使用することができ、電流遮断部 48 は、互いに異なる屈折率を有する物質を交互に積層して形成された分布ブラッグ反射器である。

【0073】

前記電流遮断部 48 及び上部半導体層 44 上には透明電極層 46 が形成される。前記透明電極層 46 は、インジウムスズ酸化膜 (ITO) のような導電性酸化物で形成される。その後、フォトリソパターン (図示せず) をエッチングマスクとして使用して透明電極層 46、上部半導体層 44 及び活性層 43 と共に下部半導体層 42 の一部をエッチングする。これによって、フォトリソパターンの形状が前記各半導体層 42、43、44 に転写され、各側壁が傾斜した各メサが形成される。

10

【0074】

続いて、フォトリソパターンが各メサ上に残留する間、湿式エッチング工程によって透明電極層 46 がリセスされる。前記透明電極層 46 は、エッチャント及びエッチング時間を調節することによって、メサ上の上部半導体層 44 の縁部からリセスされる。その後、フォトリソパターンが除去される。

【0075】

その後、前記複数のメサを覆い、かつ各発光セル領域を限定するフォトリソパターン (図示せず) をエッチングマスクとして使用して下部半導体層 42 をエッチングし、分離された各発光セル 40 が形成される。このとき、バッファ層 41 も共にエッチングされ、基板 20 の上面が露出する。

20

【0076】

フォトリソパターンをエッチングマスクとして使用して下部半導体層 42 をエッチングする間、各メサはフォトリソパターンに覆われていることが望ましい。これによって、各メサのセル分離工程で損傷を受けることを防止することができる。また、前記セル分離工程によって、下部半導体層 42 に図示したように段差部が生成される。その後、フォトリソパターンが除去される。

【0077】

図 14 を参照すると、各発光セル 40 を有する基板 42 上に連続的な絶縁層 99 が形成される。絶縁層 99 は、各発光セル 40 の側壁及び上面を覆い、各発光セル 40 間の領域の基板 20 の上部を覆う。前記絶縁層 99 は、化学気相蒸着 (CVD) 技術を使用して、例えば、シリコン酸化膜又はシリコン窒化膜で形成される。

30

【0078】

前記各発光セル 40 の各側壁が傾斜して形成されており、さらに、下部半導体層 42 に段差部が形成されているので、前記絶縁層 99 は各発光セル 40 の各側壁を容易に覆うことができる。

【0079】

前記絶縁層 99 は、写真及びエッチング工程によってパターンニングされ、下部半導体層 42 を露出させる各開口部、及び透明電極層 46 と上部半導体層 44 を露出させる各開口部を有することができる。

40

【0080】

図 15 を参照すると、前記各開口部を有する絶縁層 99 上に配線層 100 が形成される。前記配線層 100 の一部は、前記各開口部を通じて各下部半導体層 42 及び各上部半導体層 44 に電氣的に接続され、互いに隣接した各発光セル 40 において各下部半導体層 42 と各上部半導体層 44 をそれぞれ電氣的に接続する。

【0081】

前記配線層 100 は、めっき技術又は電子ビーム蒸着のような気相蒸着技術を使用して形成することができる。前記発光セル 40 の各側壁上、下部半導体層 42 の側壁に段差部

50

が形成されているので、配線層 100 が発光セル 40 の側壁に安定的に形成され、配線の断線及び / 又は短絡を防止することができる。前記配線層 100 により、基板 20 上の各発光セル 40 は電流によって動作できるように配線される。

【0082】

図 16 を参照すると、前記のように配線された各発光セル 40 を覆うように、前記基板 20 上にマイクロレンズ 110 が形成される。マイクロレンズ 110 は、配線層 100 が形成された基板 20 上にポリマー層を形成した後、湿式エッチング工程を用いて形成される。マイクロレンズ 110 は、メサ側壁及びメサエッチングによって露出した第 1 の導電型下部半導体層 42 の一部領域を覆うことができる。これと異なって、ポリマー層を形成した後、フォトリソパターン（図示せず）をリフロー技術などを用いてレンズ形状に

10

【0083】

図 17 は、マイクロレンズの多様な形状を説明するための平面図である。

【0084】

一方、図 17 (a) に示すように、マイクロレンズ 110 は、平面図から見て円形状又は楕円形状である。マイクロレンズの水平断面は円形状又は楕円形状であってもよい。しかし、マイクロレンズ 110 の水平断面は、円形状又は楕円形状に限定されるものではなく、図 17 (b) 及び 17 (c) に示すように六角形状又は三角形状でもよく、四角形状である場合もあり、その他の形状でもよい。特に、前記マイクロレンズの水平断面形状が六角形状又は三角形状である場合、これらマイクロレンズ 110 をより稠密に配置することができる。

20

【0085】

前記マイクロレンズの形状は、製造の容易性、光抽出効率などを考慮して多様な形状を選択することができ、水平断面と垂直断面の形状を適宜組み合わせる選択することができる。垂直断面が図 17 (c) に示すような三角形状で、水平断面が図 17 (c) に示すような三角形状である場合、前記マイクロレンズは、三角ピラミッド、すなわち、四面体形状を有することができる。これによって、マイクロレンズに入射された光が外部に容易に放出される。

【0086】

併せて、マイクロレンズ 110 は、図 18 に示すように滑らかな表面を有してもよく、図 19 に示すように粗い表面を有するように形成されてもよい。

30

【0087】

図 12 に示すように、透明電極層 46 及びメサ側壁に多様な形状のマイクロレンズ 110 を配置することによって、活性層 43 で生成された光がマイクロレンズ 110 を通じて外部に放出され、光抽出効率を改善することができる。

【0088】

マイクロレンズ 110 が形成された基板 20 上には保護絶縁膜 120 が形成される。前記保護絶縁膜 120 は、化学気相蒸着技術を使用して透光性物質、例えば、シリコン酸化膜又はシリコン窒化膜で形成される。

40

【0089】

以上のように、本発明の一実施形態に係る発光ダイオードによって、発光セルの第 1 の電極パッドと第 2 の電極パッドとの間での電流分散特性が改善され、これにより発光の均一性及び電力効率を大きく向上することができる。特に、単一基板上に複数の発光セルを含む発光ダイオード、さらに、交流電源に接続されて用いられる発光ダイオードの場合、各発光セル全体が均一な光を発し、電力効率が大きく向上する。

【符号の説明】

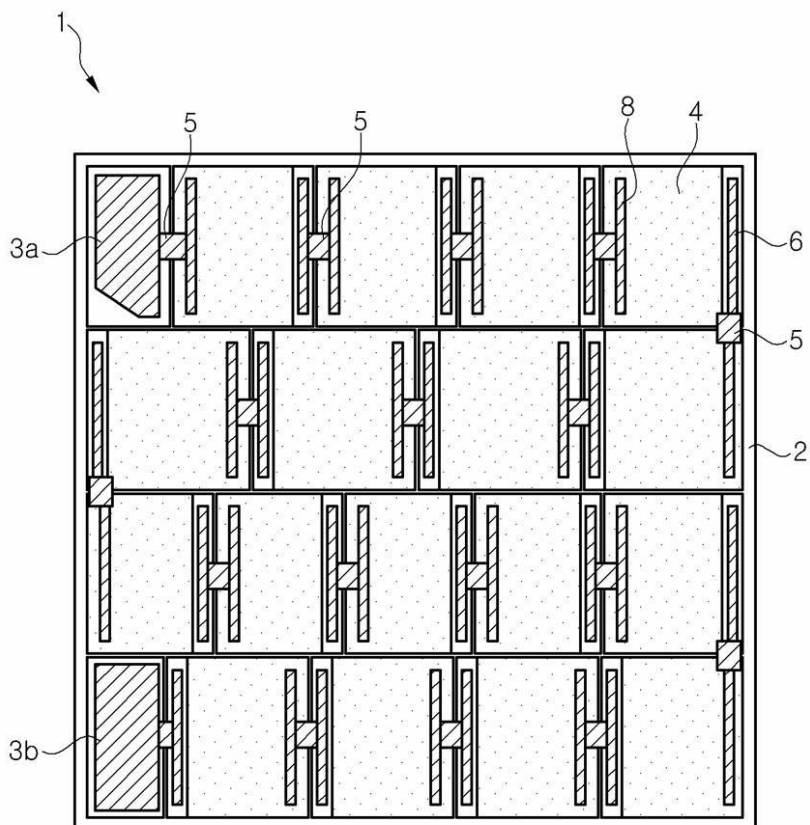
【0090】

20 : 基板、32 : 第 1 のボンディングパッド、34 : 第 2 のボンディングパッド、40 : 発光セル、52、54a、54b : 配線、60 : n 型電極パッド、80 : p 型電極パッド

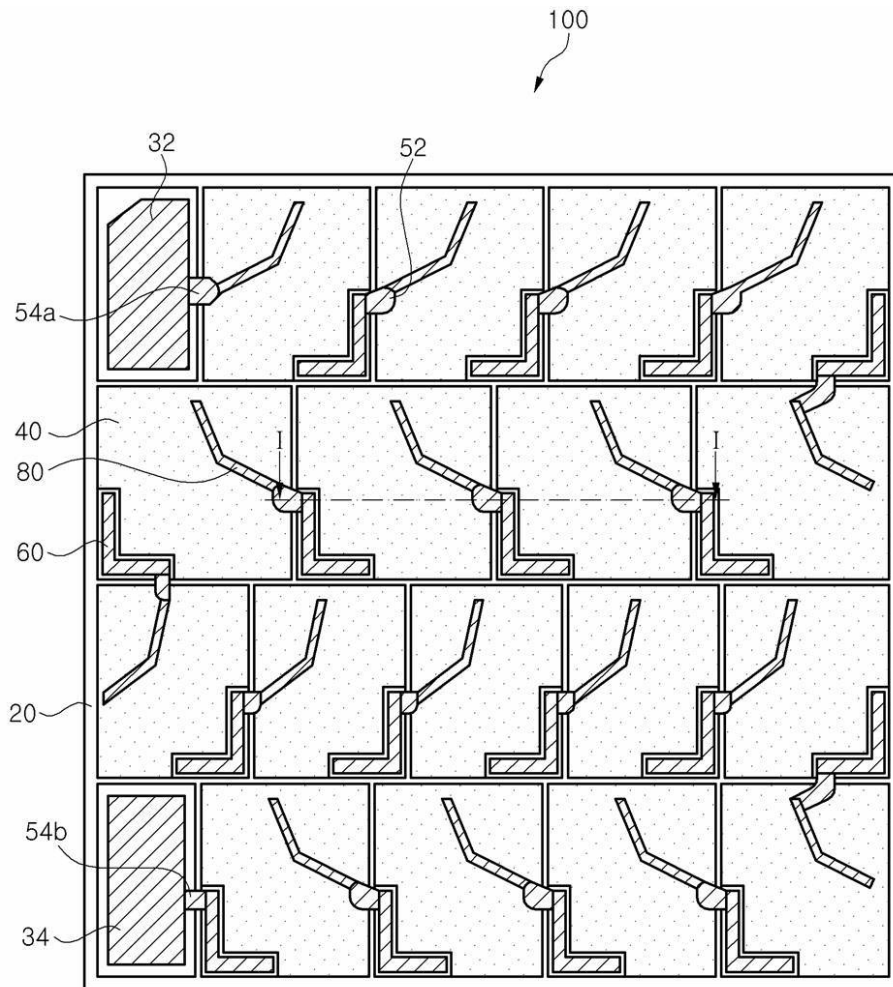
50

ド、 1 0 0 : 発光ダイオード

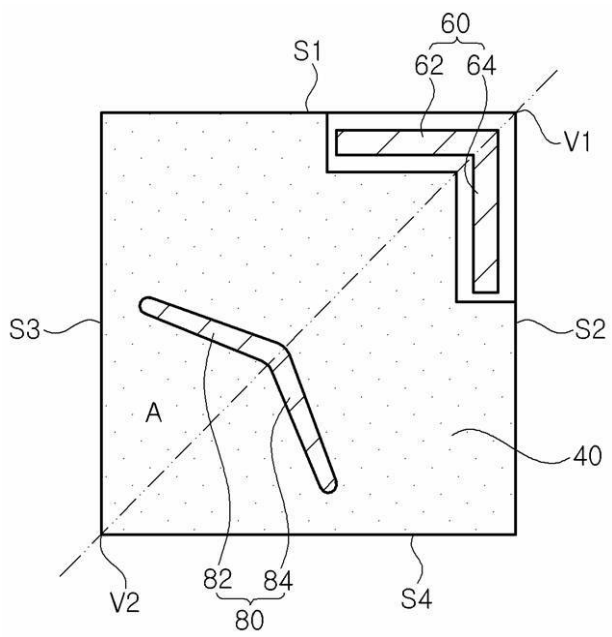
【 図 1 】



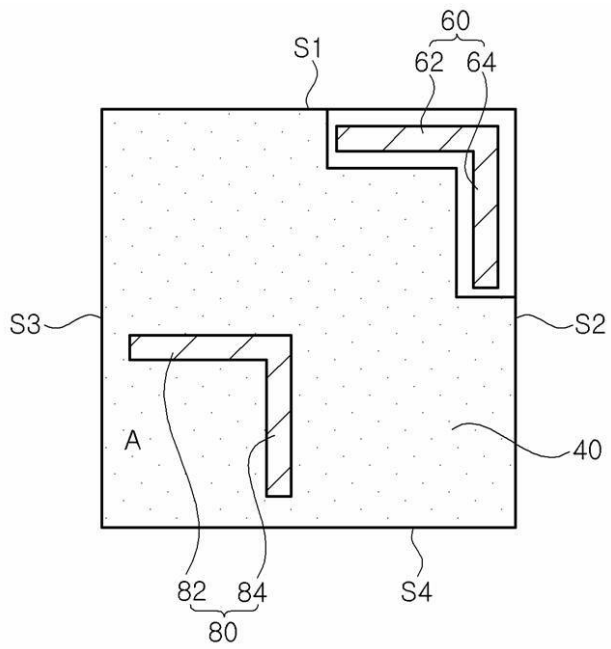
【図 2】



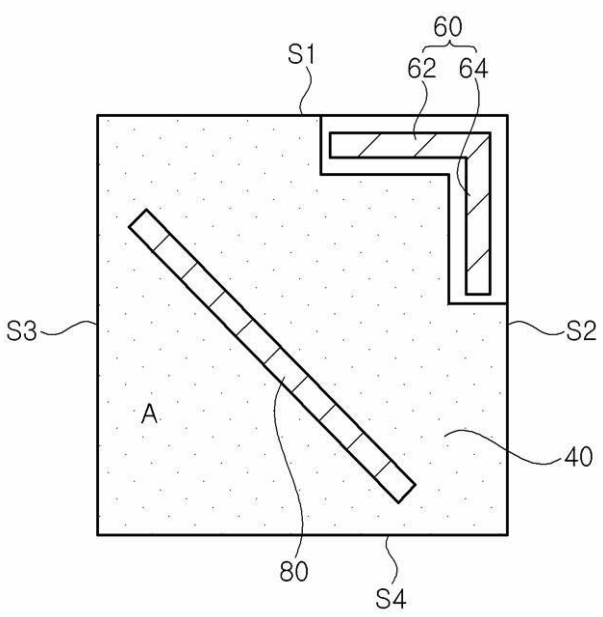
【図 3】



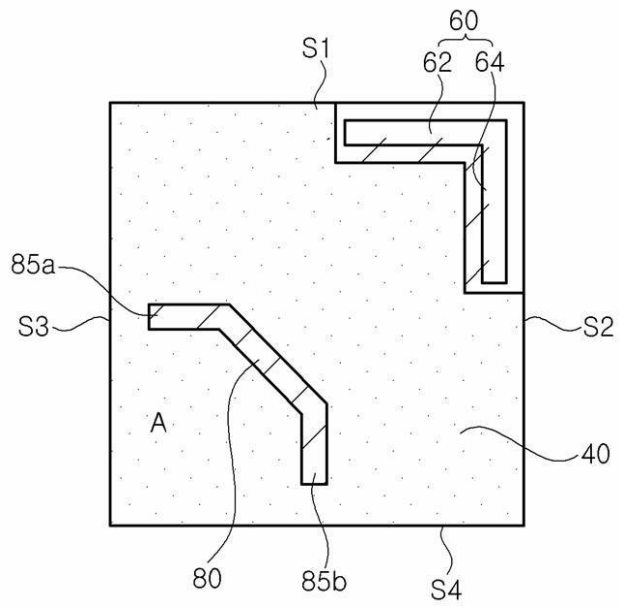
【 図 4 】



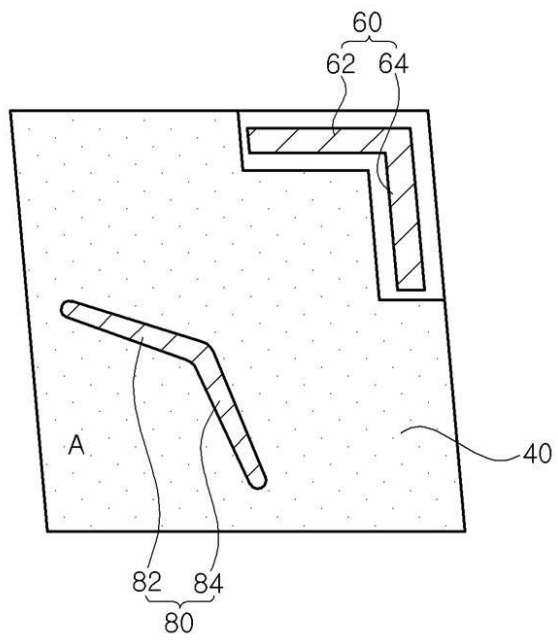
【 図 5 】



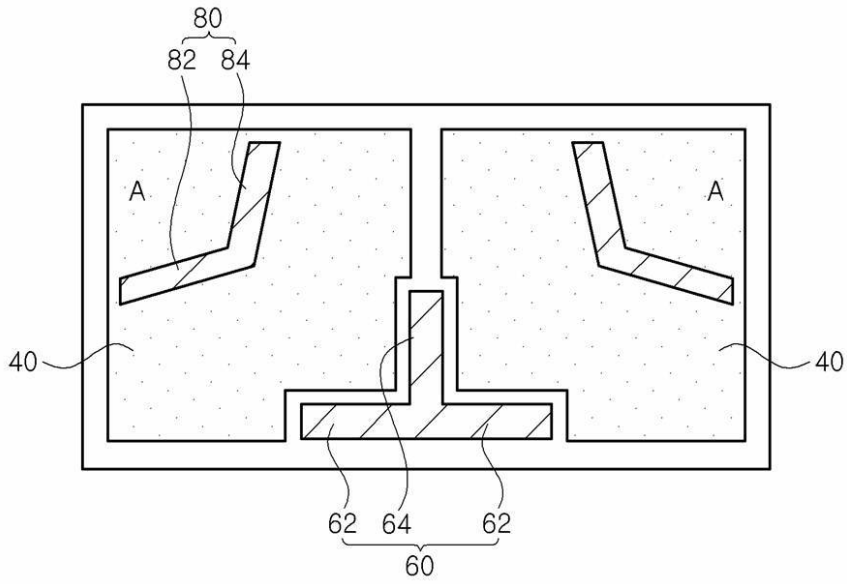
【図 6】



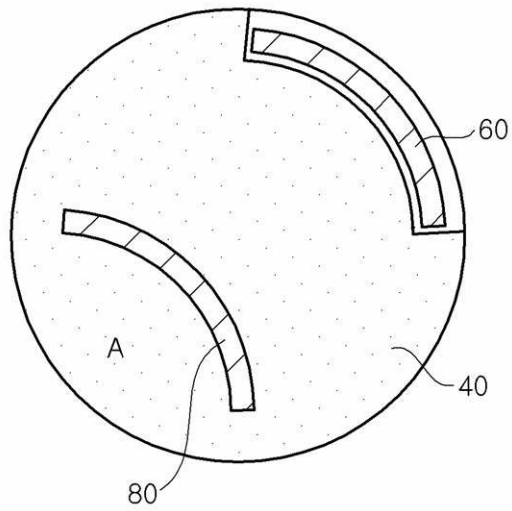
【図 7】



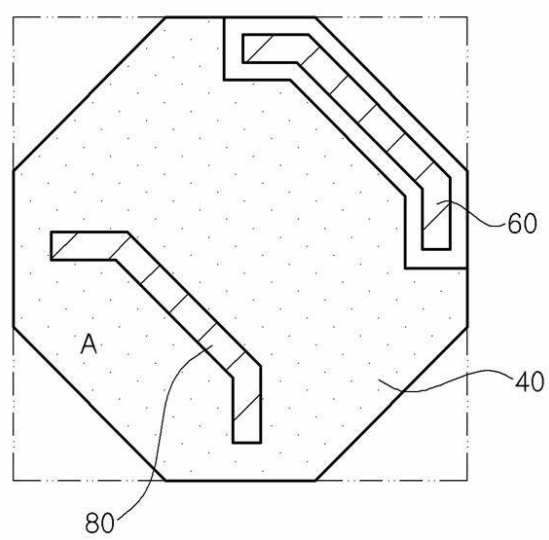
【 図 8 】



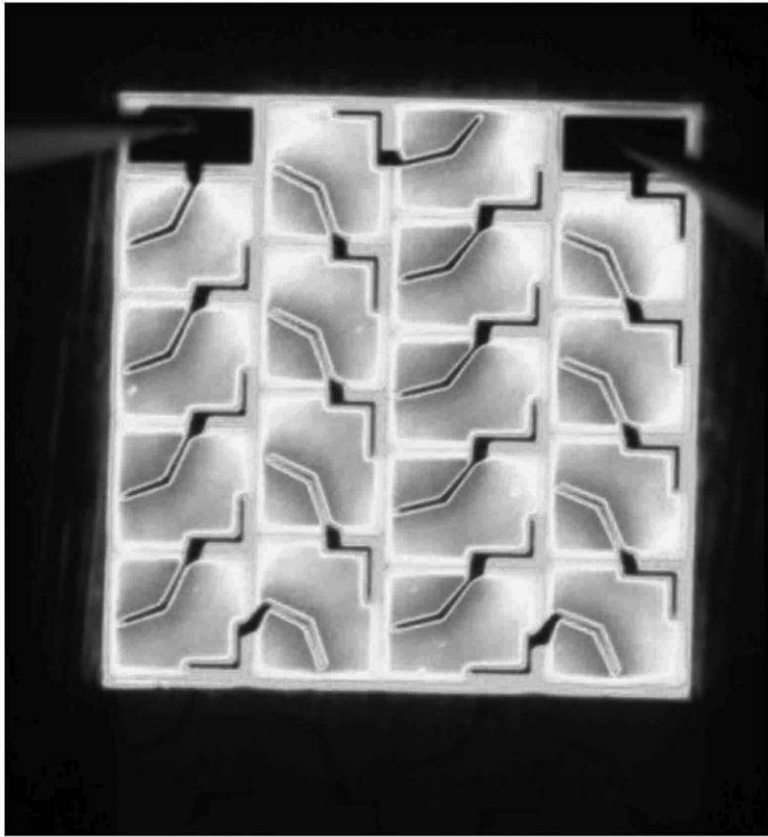
【 図 9 】



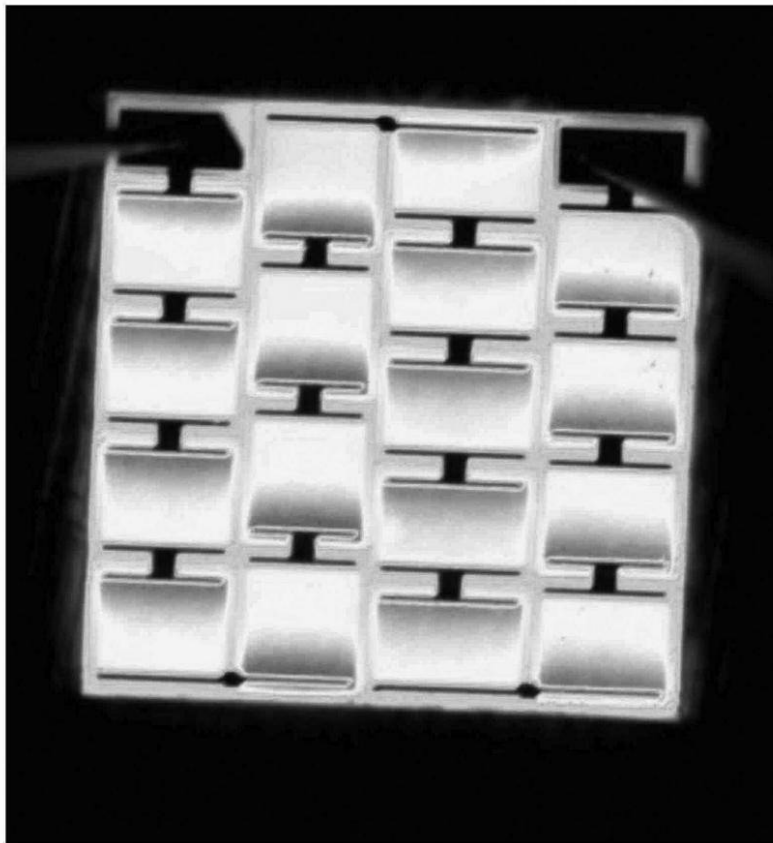
【 図 10 】



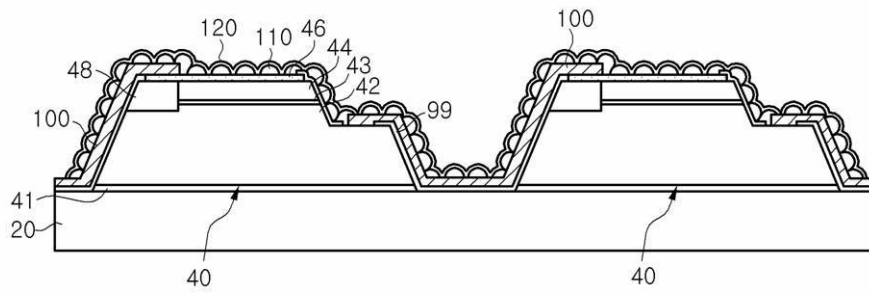
【図 11 a】



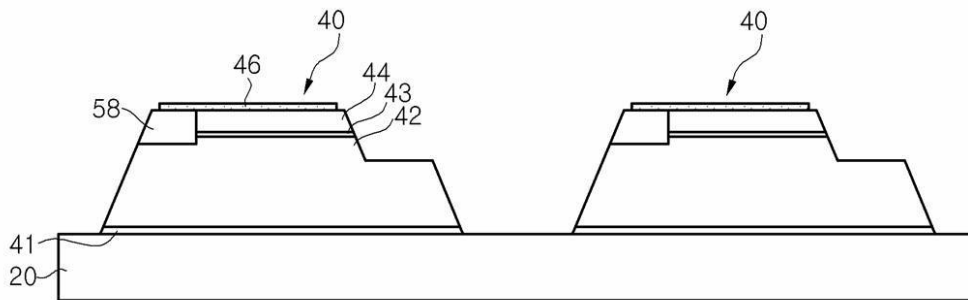
【図 11 b】



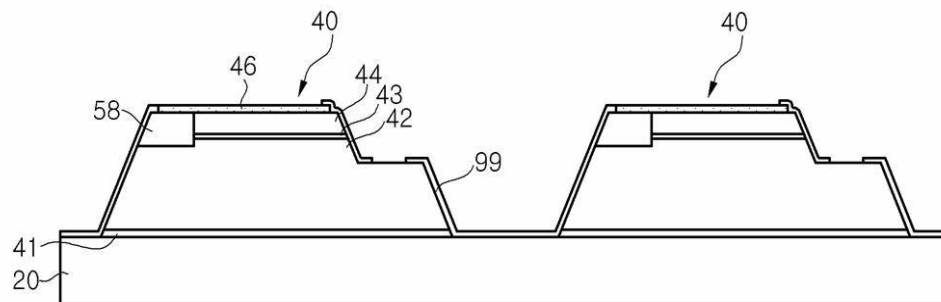
【図 1 2】



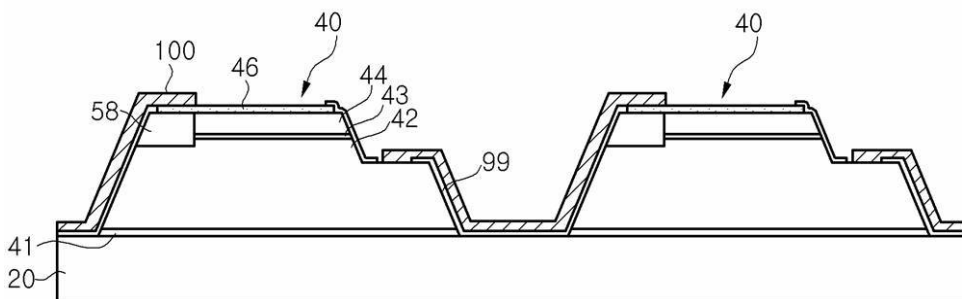
【図 1 3】



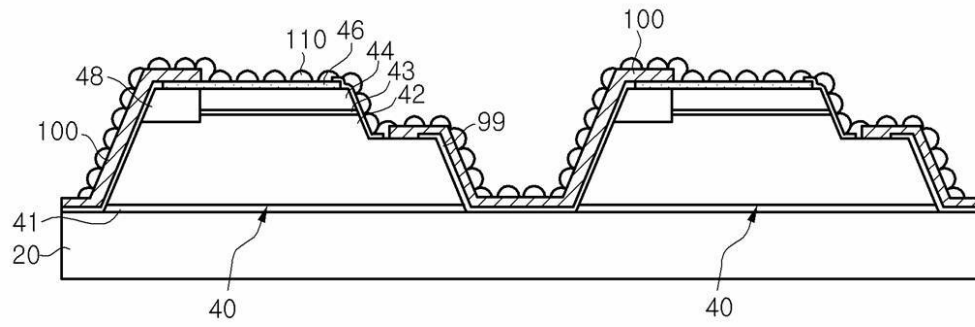
【図 1 4】



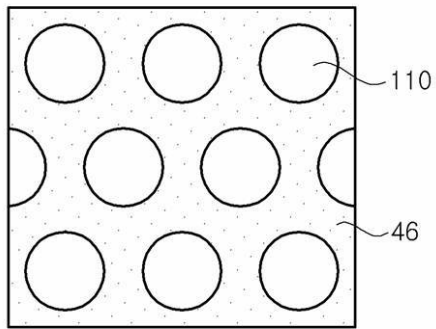
【図 1 5】



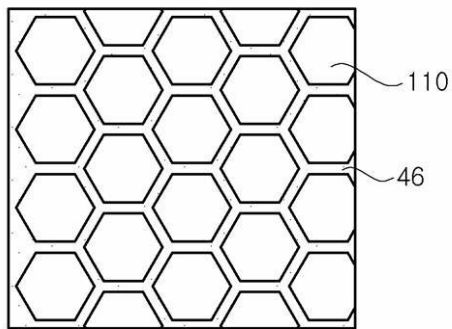
【図 16】



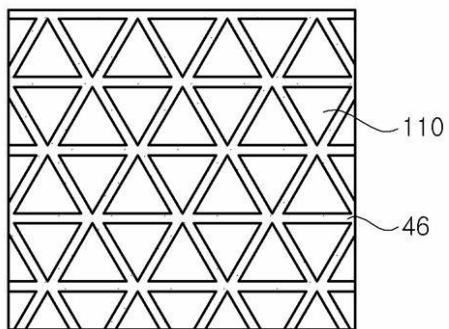
【図 17】



(a)

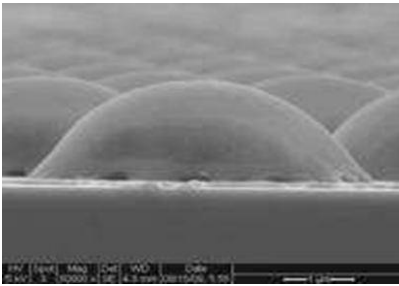


(b)

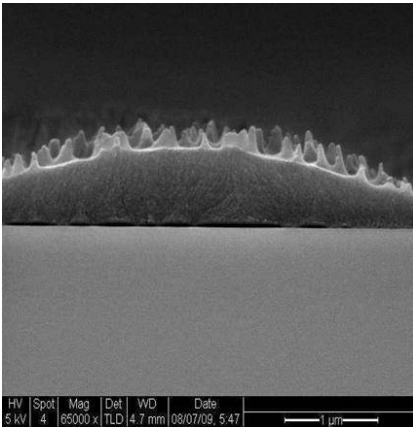


(c)

【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 石 昊 竣

大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 7 2 7 - 5 1 B - 3 6

(72)発明者 愼 鎭 哲

大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 7 2 7 - 5 1 B - 3 6

F ターム(参考) 5F041 AA05 CA40 CA64 CA65 CA66 CA88 CA93 CB02 CB14 CB15

CB25 EE17

5F141 AA05