

(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.

H01L 33/38 (2010.01)

F 1

H01L 33/00

210

テーマコード(参考)

5FO41

5F141

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)  
 (22) 出願日 平成23年6月16日 (2011.6.16)  
 (31) 優先権主張番号 10-2010-0070840  
 (32) 優先日 平成22年7月22日 (2010.7.22)  
 (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)

(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 425-851 キョンギード  
 アンサンーシ ダンウォンゲ ウォン  
 シードン 727-5 ブロック 1-3  
 6  
 (74) 代理人 110000408  
 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ  
 金 鐘 奎  
 大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 72  
 7-5 1B-36  
 (72) 発明者 イ ソ ラ  
 大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 72  
 7-5 1B-36

最終頁に続く

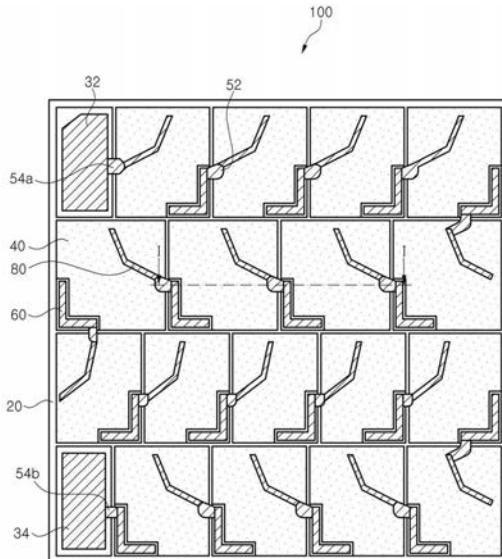
(54) 【発明の名称】発光ダイオード

## (57) 【要約】

【課題】单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の電極パッドと一緒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。

20

**【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。

**【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橢円形状で、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14】**

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15】**

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14に記載の発光ダイオード。

**【請求項16】**

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。

10

**【請求項17】**

前記電流遮断部は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{TiO}_2$ 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16に記載の発光ダイオード。

**【請求項18】**

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 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{Al}_2\text{O}_3$ が用いられ、前記高屈折率層としては $\text{Si}_3\text{N}_4$ 又は $\text{TiO}_2$ が用いされることを特徴とする請求項17に記載の発光ダイオード。

20

**【請求項19】**

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20】**

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19に記載の発光ダイオード。

30

**【請求項21】**

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19に記載の発光ダイオード。

**【請求項22】**

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21に記載の発光ダイオード。

**【請求項23】**

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22に記載の発光ダイオード。

40

**【請求項24】**

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21に記載の発光ダイオード。

**【請求項25】**

前記発光セルは円形状又は橢円形状で、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19に記載の発光ダイオード。

**【請求項26】**

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25に記載の発光ダイオード。

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気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SiO<sub>2</sub>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気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、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 又は $\text{TiO}_2$ 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プラ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プラグ反射器であって、前記分布プラグ反射器は、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 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{Al}_2\text{O}_3$ が用いられ、

前記高屈折率層としては $\text{Si}_3\text{N}_4$ 又は $\text{TiO}_2$ が用いられることを特徴とする請求項35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、IIII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、最近は、白熱電球や蛍光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IIII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上にはポンディングパッド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3a、3b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。

#### 【0006】

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の周辺のみに集中し、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、発光ダイオードの大面積化における大きな阻害要因となっている。

10

#### 【0007】

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】

#### 【0008】

【特許文献1】国際公開第2004/023568号

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

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】

#### 【0010】

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。

30

( 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

#### 【0011】

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。

#### 【0012】

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。

#### 【0013】

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橢円形状で、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、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{TiO}_2$ 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 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{Al}_2\text{O}_3$ が用いられ、前記高屈折率層としては $\text{Si}_3\text{N}_4$ 又は $\text{TiO}_2$ 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気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SiO<sub>2</sub>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気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。

10

**【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。

20

**【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、单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。

30

**【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。

40

【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。

50

【図15】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16】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17】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18】マイクロレンズの形状を説明するための写真である。

【図19】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充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。

【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。

【0033】

前記複数の発光セル40は、单一基板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54a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54b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】

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。

【0037】

これにより、導電材料層は、実際には、各発光セル間を電気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をそれぞれ電気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

10

20

30

40

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との間の距離を充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

10

20

30

40

50

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、台形その他の角部が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、橢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ので、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。

【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。40

10

20

30

40

50

【0051】

【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

【0052】

図12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

【0053】

図12を参照すると、前記発光ダイオードは单一基板20を含み、前記单一基板20上には、上述したような複数の発光セル40が形成される。前記発光セル40は、それぞれn型の下部半導体層42、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44、及び前記下部半導体層42と上部半導体層44との間に介在する活性層43を含む。また、前記発光ダイオードは、各発光セル40内に透明電極層46を含む。また、前記発光ダイオードは、絶縁層99、配線層100、マイクロレンズ110及び絶縁保護膜120を含む。本実施形態において、前記配線層100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60、p型電極パッド80及び配線52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40の下部にバッファ層41を含んでもよい。

20

【0054】

再び図12を参照すると、前記下部半導体層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で形成されてもよい。前記活性層43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42及び上部半導体層44は、前記活性層43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42及び/又は上部半導体層44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43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

【0055】

前記下部半導体層42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42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20の上面に対するメサ側壁の傾斜角は15度~80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42も、基板20から上方に行くほど下部半導体層42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20の上面に対する下部半導体層42の側壁の傾斜角は15度~80度の範囲である。

40

【0056】

上述した傾斜した構造により、各発光セル40上に形成される他の層、例えば、絶縁層99及び配線層100の連続的な蒸着を促進することができる。

【0057】

図12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42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42の側壁の傾斜角よりも小さくてもよい。これによって、活性層43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。

【0058】

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、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 又は $\text{TiO}_2$ のような絶縁物質を使用することができます。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プラグ反射器(DBR、Distributed Bragg Reflector)である。前記分布プラグ反射器は、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 $\text{SiO}_2$ 又は $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いることができ、前記高屈折率層としては $\text{Si}_3\text{N}_4$ 又は $\text{TiO}_2$ 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す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( $\text{SiO}_2$ )又はシリコン窒化膜で形成される。

20

## 【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層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に電気的に接続される。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をそれぞれ電気的に接続し、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9μm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SiO<sub>2</sub>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(SiO<sub>2</sub>)又はシリコン窒化膜で形成されてもよい。

20

## 【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。

## 【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(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、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(LiAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、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 4 8 は、上部半導体層 4 4 の領域のうち配線層 1 0 0 の下側、特に、p 型電極パッド 8 0 ( 図 2 参照 ) の下側の任意の領域、例えば、下部半導体層 4 2 、活性層 4 3 及び / 又は上部半導体層 4 4 の一部領域に形成される。電流遮断部 4 8 としては、例えば、 $\text{SiO}_2$  、  $\text{Al}_2\text{O}_3$  、  $\text{Si}_3\text{N}_4$  又は  $\text{TiO}_2$  のような絶縁物質を使用することができます。電流遮断部 4 8 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プラグ反射器である。

#### 【 0 0 7 3 】

前記電流遮断部 4 8 及び上部半導体層 4 4 上には透明電極層 4 6 が形成される。前記透明電極層 4 6 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、フォトレジストパターン ( 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 4 6 、上部半導体層 4 4 及び活性層 4 3 と共に下部半導体層 4 2 の一部をエッチングする。これによって、フォトレジストパターンの形状が前記各半導体層 4 2 、 4 3 、 4 4 に転写され、各側壁が傾斜した各メサが形成される。

10

#### 【 0 0 7 4 】

続いて、フォトレジスト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 4 6 がリセスされる。前記透明電極層 4 6 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 4 4 の縁部からリセスされる。その後、フォトレジストパターンが除去される。

#### 【 0 0 7 5 】

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レジストパターン ( 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 4 2 をエッチングし、分離された各発光セル 4 0 が形成される。このとき、バッファ層 4 1 も共にエッチングされ、基板 2 0 の上面が露出する。

20

#### 【 0 0 7 6 】

フォトレジスト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 4 2 をエッチングする間、各メサはフォトレジスト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 4 2 に図示したように段差部が生成される。その後、フォトレジストパターンが除去される。

#### 【 0 0 7 7 】

図 1 4 を参照すると、各発光セル 4 0 を有する基板 4 2 上に連続的な絶縁層 9 9 が形成される。絶縁層 9 9 は、各発光セル 4 0 の側壁及び上面を覆い、各発光セル 4 0 間の領域の基板 2 0 の上部を覆う。前記絶縁層 9 9 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

#### 【 0 0 7 8 】

前記各発光セル 4 0 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 4 2 に段差部が形成されているので、前記絶縁層 9 9 は各発光セル 4 0 の各側壁を容易に覆うことができる。

#### 【 0 0 7 9 】

前記絶縁層 9 9 は、写真及びエッチング工程によってパターニングされ、下部半導体層 4 2 を露出させる各開口部、及び透明電極層 4 6 と上部半導体層 4 4 を露出させる各開口部を有することができる。

40

#### 【 0 0 8 0 】

図 1 5 を参照すると、前記各開口部を有する絶縁層 9 9 上に配線層 1 0 0 が形成される。前記配線層 1 0 0 の一部は、前記各開口部を通じて各下部半導体層 4 2 及び各上部半導体層 4 4 に電気的に接続され、互いに隣接した各発光セル 4 0 において各下部半導体層 4 2 と各上部半導体層 4 4 をそれぞれ電気的に接続する。

#### 【 0 0 8 1 】

前記配線層 1 0 0 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 4 0 の各側壁上、下部半導体層 4 2 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、配線の断線及びノブ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ティ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、フォトレジストパターン（図示せず）をリフロー技術などを用いてレンズ形状に対応するように形成し、これをエッティングマスクとして使用してポリマー層を乾式エッチングすることによってマイクロレンズ 110 を形成することもできる。

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橢円形状である。マイクロレンズの水平断面は円形状又は橢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、円形状又は橢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て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。

30

#### 【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。

#### 【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。

40

#### 【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。

#### 【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、单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】

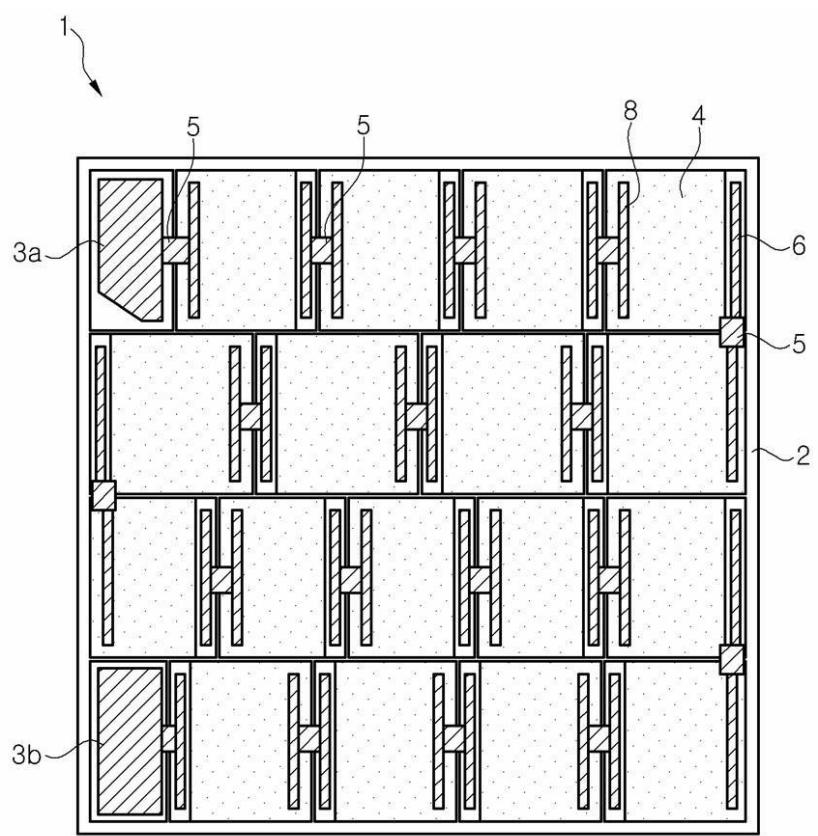
#### 【0090】

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

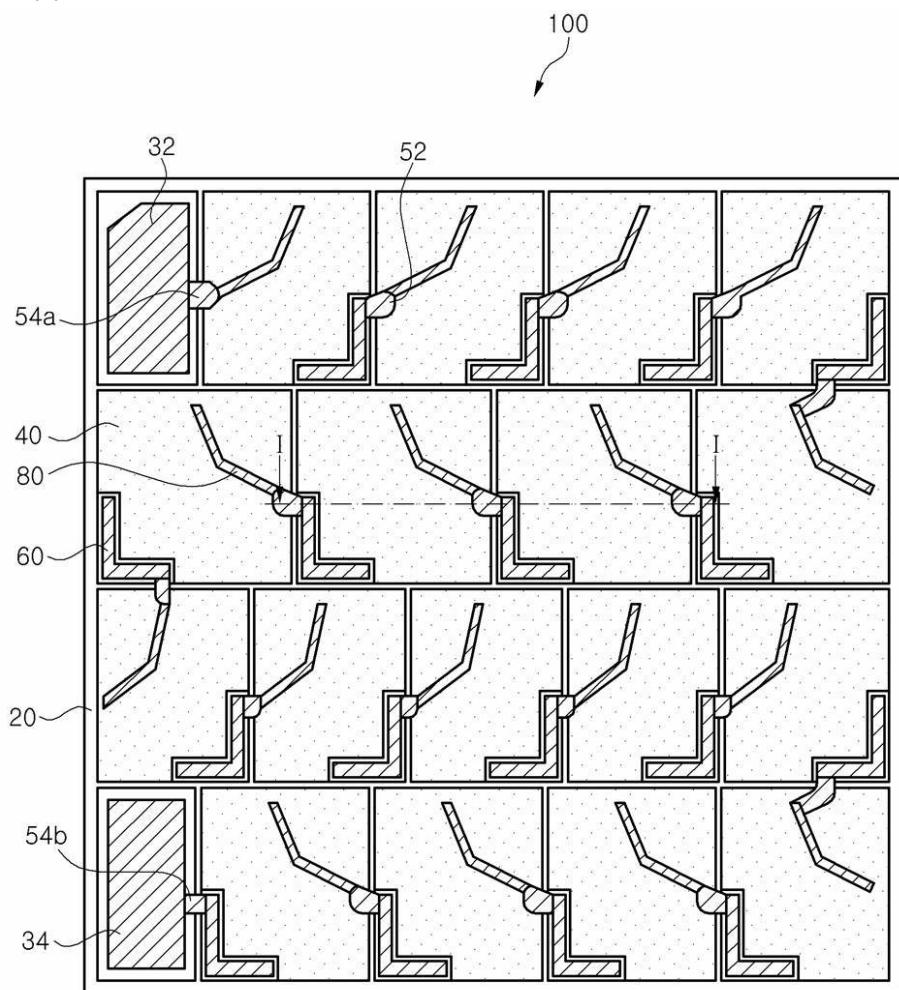
50

ド、100：発光ダイオード

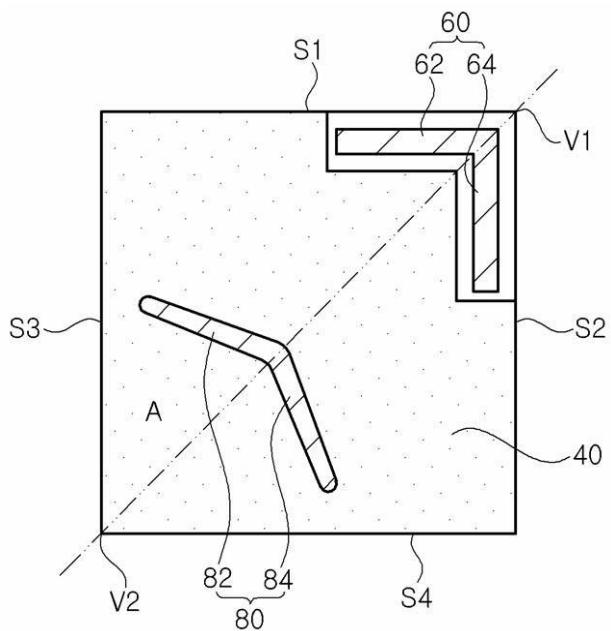
【図1】



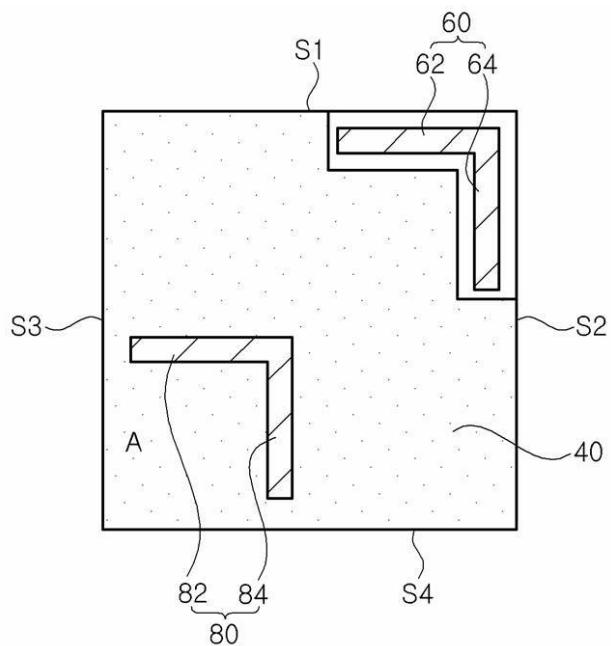
【図2】



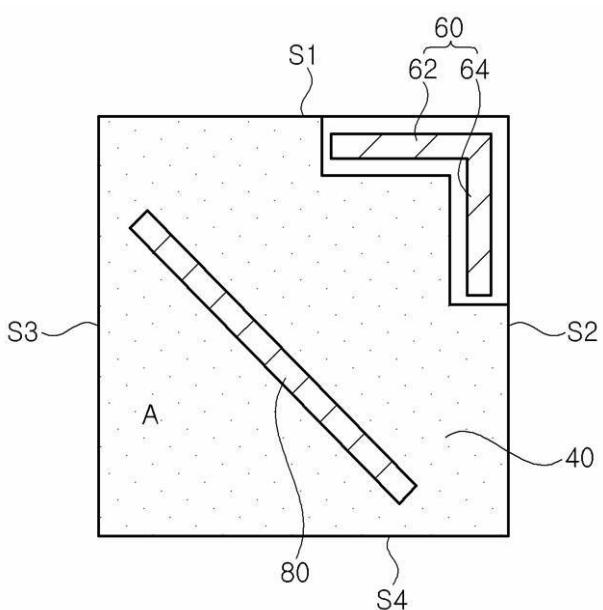
【図3】



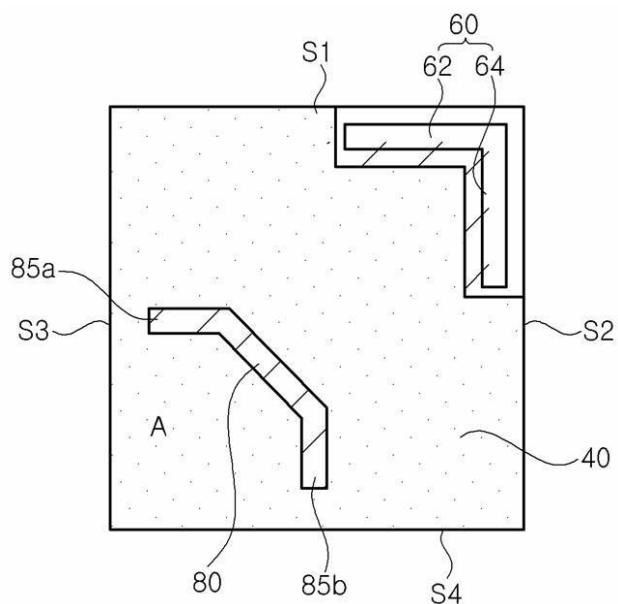
【図4】



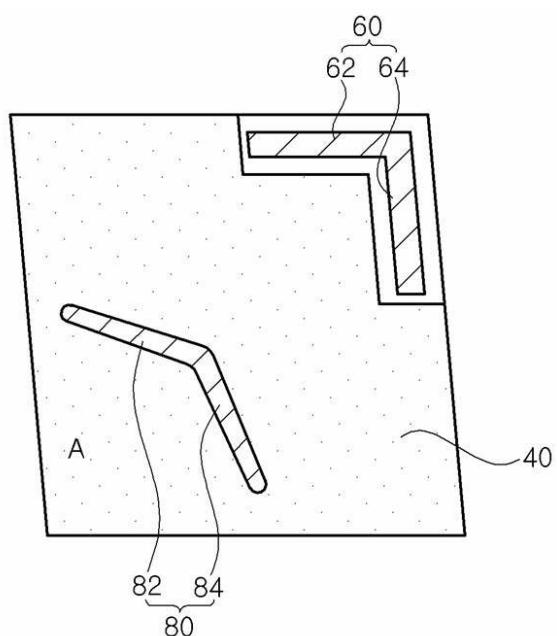
【図5】



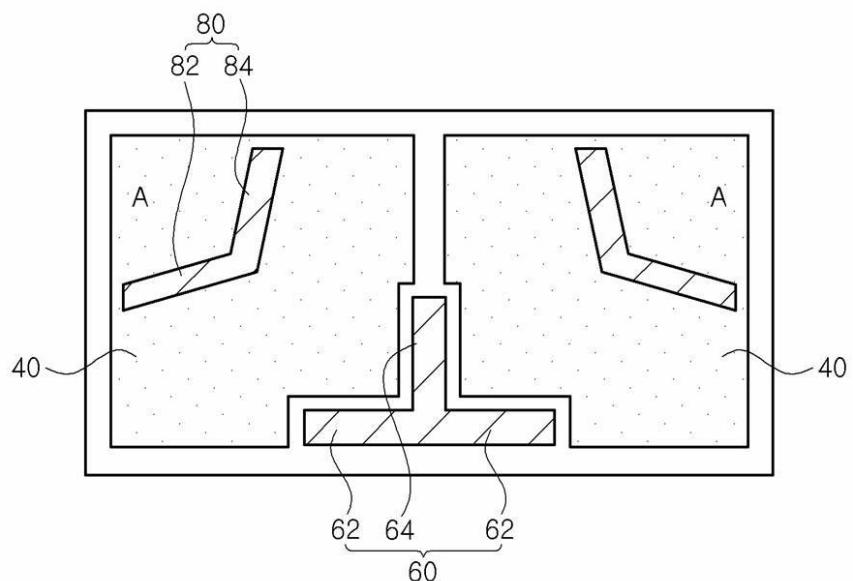
【図6】



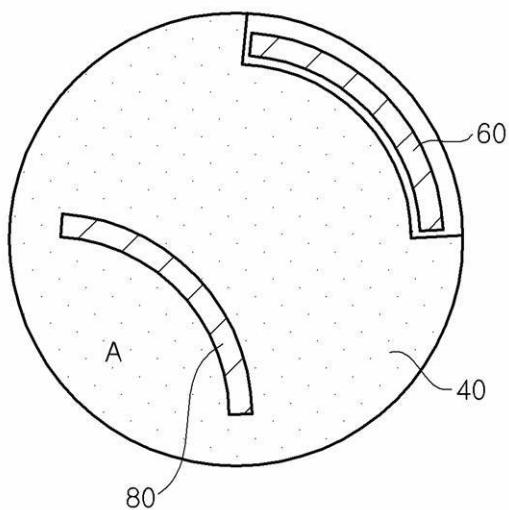
【図7】



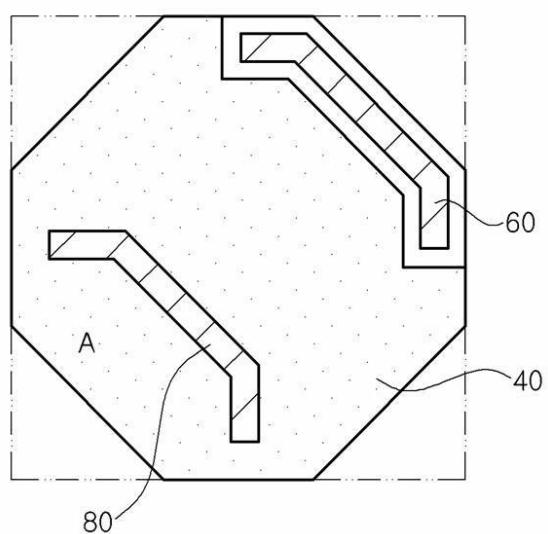
【図 8】



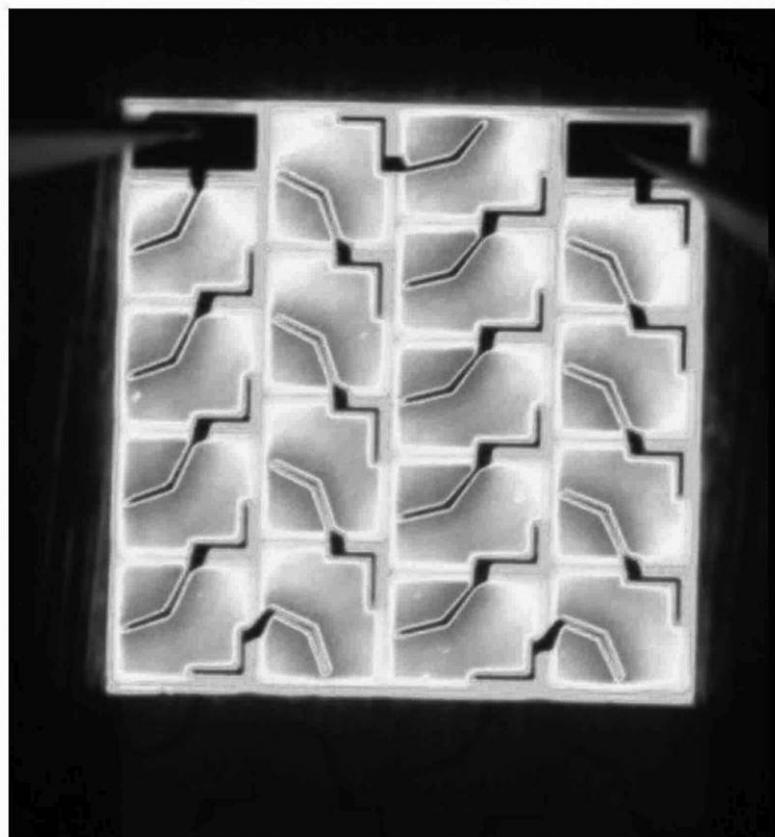
【図 9】



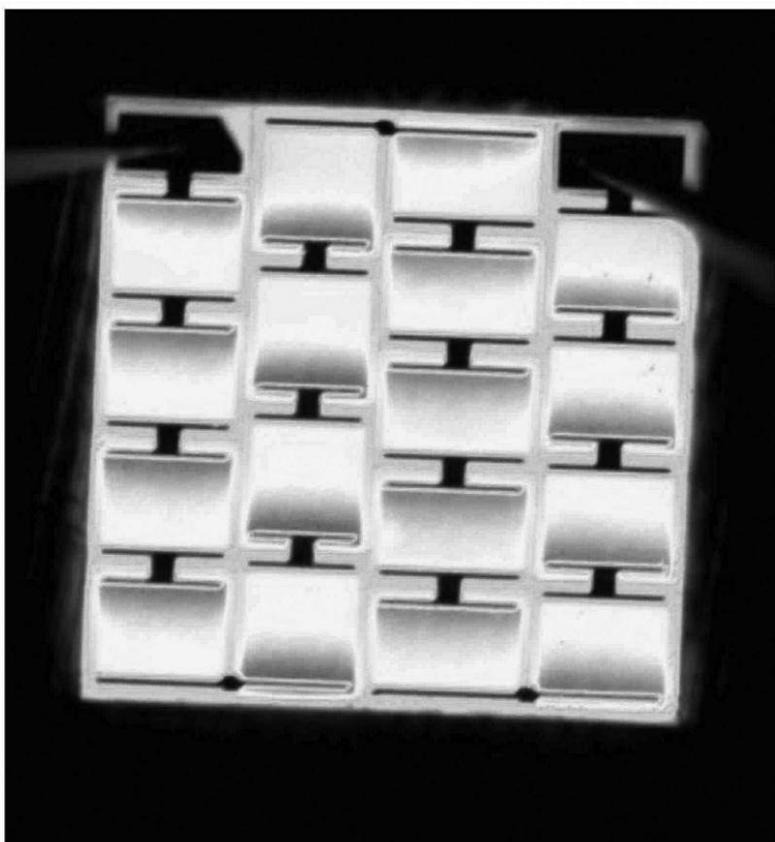
【図 10】



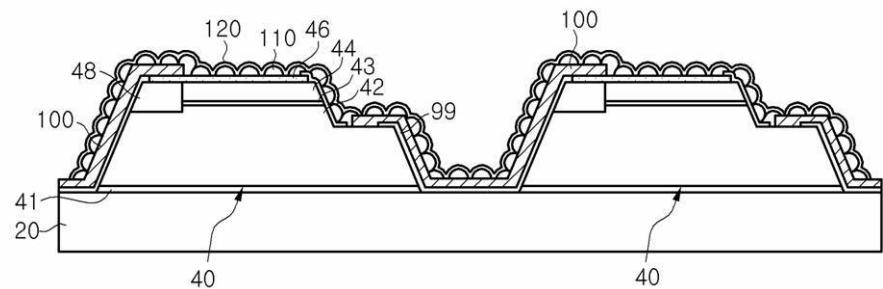
【図 1 1 a】



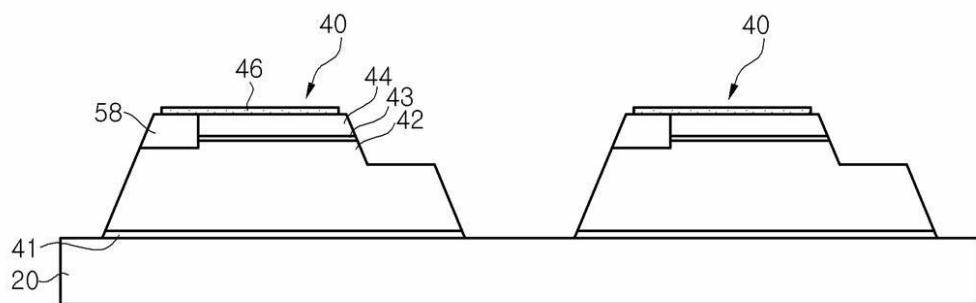
【図 1 1 b】



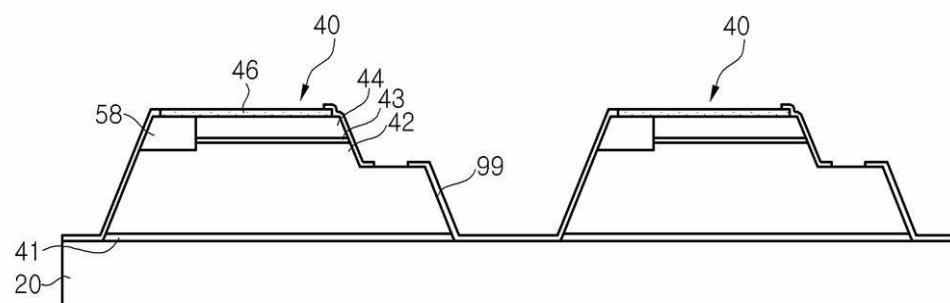
【図 1 2】



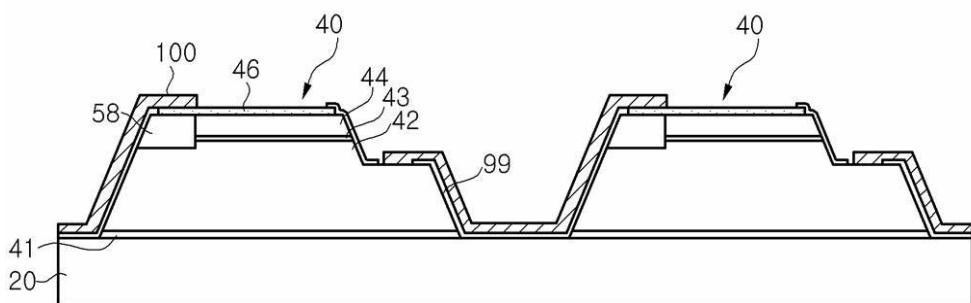
【図 1 3】



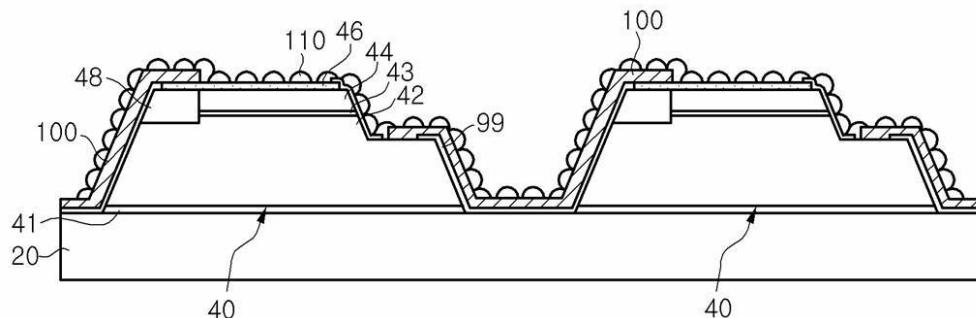
【図 1 4】



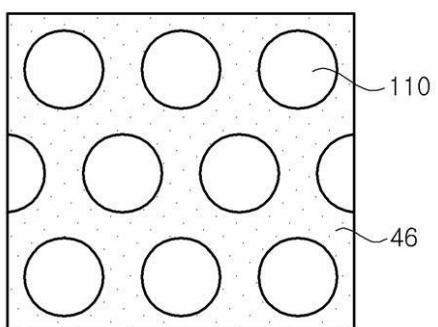
【図 1 5】



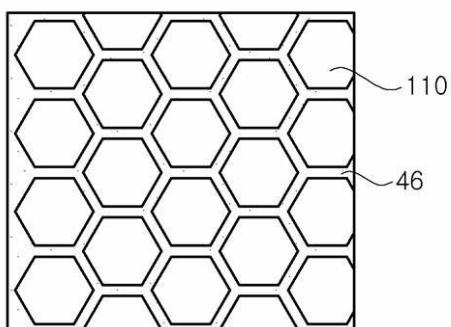
【図16】



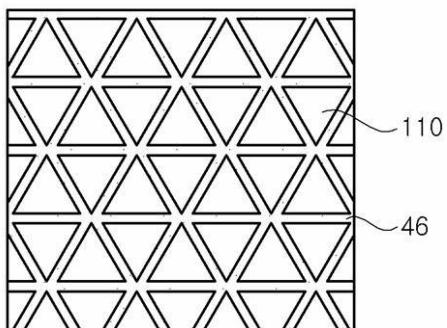
【図17】



(a)

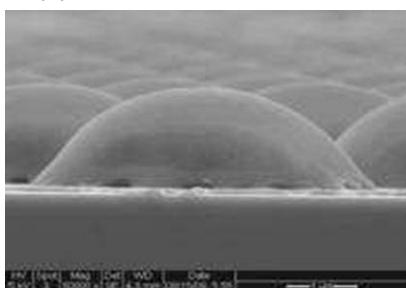


(b)

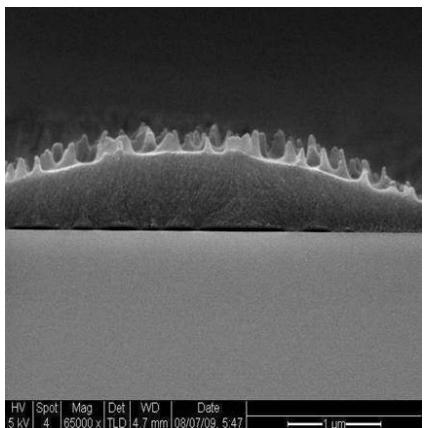


(c)

【図18】



【図19】



HV | Spot | Mag | Det | WD | Date  
5 kV | 4 | 65000 x | TLD | 4.7 mm | 08/07/09, 5.47 | —1 μm—

---

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 727-5 1B-36

(72)発明者 慎 鎮 哲

大韓民国京畿道安山市檀園区元時洞 727-5 1B-36

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

CB25 EE17

5F141 AA05