(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105449086 B
(45)授权公告日 2018.03.27

(21)申请号 201510957553.0
(22)申请日 2011.07.21
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105449086 A
(43)申请公布日 2016.03.30
(30)优先权数据
10-2010-0070840 2010.07.22 KR
10-2010-0106172 2010.10.28 KR
(62)分案原申请数据
201180035911.2 2011.07.21
(73)专利权人 首尔伟傲世有限公司
地址 韩国京畿道安山市
(72)发明人 金钟奎 李晓罗 石昊埈 慎镇哲
(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
代理人 刘灿强 王占杰
(51)Int.Cl.
H01L 33/58(2010.01)
H01L 33/62(2010.01)
(56)对比文件
US 2004077135 A1,2004.04.22,
US 2004077135 A1,2004.04.22,
JP 2007287849 A,2007.11.01,
US 2003075723 A1,2003.04.24,
JP 2007096117 A,2007.04.12,
JP 2000228562 A,2000.08.15,
CN 101305476 A,2008.11.12,
US 2009159909 A1,2009.06.25,
US 2010078658 A1,2010.04.01,
JP H0997922 A,1997.04.08,
US 2003205712 A1,2003.11.06,
WO 2009119889 A1,2009.10.01,
WO 2010024375 A1,2010.03.04,
US 2010097300 A1,2010.04.22,
JP 2008135554 A,2008.06.12,
审查员 杨慧敏

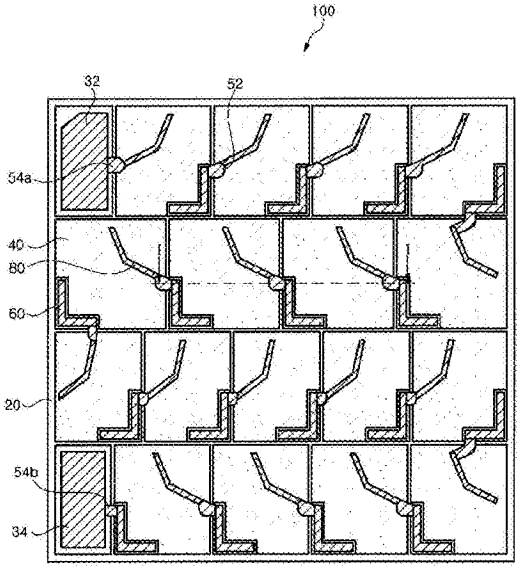
权利要求书1页 说明书11页 附图12页

(54)发明名称

发光二极管

(57)摘要

本发明的示例性实施例公开了一种包括发光单元、第一电极焊盘和第二电极焊盘的发光二极管。第一电极焊盘设置在第一区域处。第二电极焊盘具有线性形状并且设置成面对第一电极焊盘。第二电极焊盘与第二区域的边界一起限定外围区域。



CN 105449086 B

1.一种发光二极管,包括:

发光单元,包括处于发光单元的边界处的第一区域和与第一区域沿对角线相对的第二区域;

第一电极焊盘,设置在第一区域处;以及

第二电极焊盘,包括线性形状并且设置成面对第一电极焊盘,第二电极焊盘的线性形状的假想延伸线与第二区域的边界相交,从而第二电极焊盘与第二区域的边界一起限定外围区域。

2.如权利要求1所述的发光二极管,其中,第一电极焊盘包括沿着第一区域的轮廓彼此连接的至少两个线性部分或者至少一个弯曲部分。

3.如权利要求1所述的发光二极管,其中,发光单元包括四边形形状,第一电极焊盘包括分别平行于第一区域的两条边且在第一区域的顶点附近彼此相交的两个线性部分。

4.如权利要求3所述的发光二极管,其中,第二电极焊盘包括从第二电极焊盘的与第二区域的两条边相邻的端部朝着第一电极焊盘延伸且在第二电极焊盘的中间部分彼此相交的两个线性部分。

5.如权利要求4所述的发光二极管,其中,第二电极焊盘的线性部分之间限定的角度大于或等于第一电极焊盘的线性部分之间限定的角度。

6.如权利要求3所述的发光二极管,其中,第二电极焊盘包括单个线性部分,所述单个线性部分包括与第二区域的两条边相邻地设置的两个端部。

7.如权利要求1所述的发光二极管,其中,发光单元包括圆形或椭圆形的形状,第一电极焊盘沿着第一区域形成为弧形形状。

8.如权利要求7所述的发光二极管,其中,第二电极焊盘包括平行于第一电极焊盘的弧形形状。

发光二极管

技术领域

[0001] 本发明的示例性实施例涉及包括化合物半导体的发光二极管和适于AC操作的发光二极管。

背景技术

[0002] 发光二极管(LED)可以由化合物半导体制成,化合物半导体例如包括基于第III族氮化物的化合物半导体,发光二极管已经用在包括显示装置和背光单元的大范围的应用中,也已经用作作为现有的白炽灯和荧光灯的替代品的用于普通照明的光源。

[0003] 通常,LED根据由AC电源施加的电流的方向而重复地接通/断开。因此,当LED直接连接到AC电源时,LED不是连续地发光,并且有可能因反向电流而受到损伤。为了解决LED的这种问题,由Sakai等人提交的题目为“Light-emitting device having light-emitting elements(具有发光元件的发光装置)”的第WO 2004/023568(A1)号国际公开提出了一种直接连接到高电压AC电源的LED。

[0004] 图1示出了传统的AC发光二极管1。参照图1,AC发光二极管1包括形成在绝缘基底2上的多个矩形发光单元4。此外,结合焊盘3a、3b形成在基底2上。

[0005] 传统的发光二极管1包括在每个发光单元4上的n型电极焊盘6和p型电极焊盘8。将发光单元4部分地去除到预定的深度,以暴露发光单元4中的中间层的一部分。暴露的层通常为n型半导体层,n型电极焊盘6形成在暴露的n型半导体层的区域上。p型电极焊盘8形成在发光单元4的顶部处的p侧区域上。结合焊盘3a、3b与结合焊盘3a、3b之间的发光单元4通过布线5相互串联连接。相邻发光单元的p型电极焊盘8和n型电极焊盘6通过布线5相互连接。

[0006] 在这种传统的发光二极管1中,如果在对应的发光单元4中,n型电极焊盘6和p型电极焊盘8之间的距离大,则电流主要集中在p型电极焊盘8附近,从而在p型电极焊盘8附近发射强烈的光。此外,当p型电极焊盘8位于n型电极焊盘6附近时,在p型电极焊盘8与n型电极焊盘6之间的区域中亮度提高,但是在p型电极焊盘8与发光单元4的边界之间的区域中亮度明显降低。这就导致发光二极管的发光均匀性有明显的劣化,并且成为在制造大尺寸发光二极管时的主要障碍。

[0007] 在其它类型的传统发光二极管中,n型电极焊盘和p型电极焊盘可以成对角地在发光单元的相对的角部处设置成彼此面对。然而,在这些类型的发光二极管中,只有p型电极焊盘附近的亮度高,从而导致不均匀的发光。

发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 本发明的示例性实施例提供了一种在发光单元的具有不同极性的电极焊盘之间具有改善了的电流扩散特性以提供均匀的发光的发光二极管。

[0010] 本发明的附加的特征将在下面的描述中进行阐述,部分地通过描述将是清楚的,

或者可通过实践本发明而了解。

[0011] 技术方案

[0012] 本发明的示例性实施例公开了一种包括基底、多个发光单元、第一电极焊盘、第二电极焊盘和布线的发光二极管。多个发光单元设置在基底上。每个发光单元包括处于发光单元的边界处的第一区域和与第一区域相对的第二区域。第一电极焊盘设置在第一区域处。第二电极焊盘具有线性形状并且设置成面对第一电极焊盘。第二电极焊盘与第二区域的边界一起限定外围区域。布线将第一发光单元的第一电极焊盘连接到第二发光单元的第二电极焊盘。

[0013] 本发明的示例性实施例公开了一种包括发光单元、第一电极焊盘和第二电极焊盘的发光二极管。第一电极焊盘设置在第一区域处。第二电极焊盘具有线性形状并且设置成面对第一电极焊盘。第二电极焊盘与第二区域的边界一起限定外围区域。

[0014] 本发明的示例性实施例公开了一种包括基底、多个发光单元、布线层、绝缘层和微透镜的发光二极管。多个发光单元在基底上彼此分离。每个发光单元包括下半导体层、设置在下半导体层的至少一部分上的有源层、上半导体层以及透明电极层。布线层将第一发光单元的下半导体层电连接到与第一发光单元相邻的第二发光单元的上半导体层。绝缘层设置在布线层和所述多个发光单元之间，以防止由于布线层而导致的所述多个发光单元的短路。微透镜形成在所述多个发光单元上。

[0015] 本发明的示例性实施例公开了一种包括基底、多个发光单元、布线层和绝缘层的发光二极管。多个发光单元在基底上彼此分离。每个发光单元包括下半导体层、设置在下半导体层的至少一部分上的有源层、上半导体层以及透明电极层。布线层将第一发光单元的下半导体层电连接到与第一发光单元相邻的第二发光单元的上半导体层。绝缘层设置在布线层和所述多个发光单元之间，以防止由于布线层而导致的所述多个发光单元的短路。每个发光单元包括位于布线层下方的电流屏蔽件。

[0016] 有益效果

[0017] 应当理解，前述的总体描述和下面的详细描述是示例性的和说明性的，并且意图提供对所保护的本发明的进一步解释。

附图说明

[0018] 附图示出了本发明的示例性实施例，并且与描述一起用来解释本发明的原理，其中，包括附图来提供对本发明的进一步理解，并且附图被包含在本说明书中并且构成本说明书的一部分。

[0019] 图1是根据本发明示例性实施例的传统的包括多个发光单元的发光二极管的平面图。

[0020] 图2是根据本发明示例性实施例的发光二极管的平面图。

[0021] 图3是根据本发明示例性实施例的在图2中示出的发光二极管的发光单元的放大平面图。

[0022] 图4、图5、图6、图7、图8、图9和图10是根据本发明示例性实施例的发光单元的平面图。

[0023] 图11A和图11B是分别示出了根据本发明示例性实施例的示例和对比示例的发光

二极管的发光均匀性的测试结果的照片。

[0024] 图12是根据本发明示例性实施例的沿着图2中的发光二极管的I-I线截取的剖视图。

[0025] 图13、图14、图15和图16是示出了根据本发明示例性实施例的制造图12的发光二极管的方法的剖视图。

[0026] 图17示出了根据本发明示例性实施例的各种微透镜的平面图。

[0027] 图18和图19是根据本发明示例性实施例的各种微透镜的照片。

具体实施方式

[0028] 在下文中参照附图更充分地描述本发明，在附图中示出了本发明的示例性实施例。然而，本发明可以以许多不同的形式实施，并且不应被解释为局限于在此阐述的示例性实施例。相反，提供这些示例性实施例使得本公开是彻底的，并且这些示例性实施例将向本领域技术人员充分地传达本发明的范围。在附图中，为了清楚起见，可以夸大层和区域的尺寸和相对尺寸。附图中同样的标号表示同样的元件。可以省略在此包含的描述和公知功能的详细描述，以避免使本发明的主题变得模糊。

[0029] 将理解的是，当诸如层、膜、区域或基底的元件被称作“在”另一元件或层“上”、“连接到”或者“结合到”另一元件或层时，该元件可以直接在所述另一元件或层上，或者，也可以存在中间元件。相反，当元件被称作“直接在”另一元件或层“上”、“直接连接到”或者“直接结合到”另一元件或层时，不存在中间元件或中间层。如这里所使用的，术语“和/或”包括一个或多个相关所列项目的任意组合和所有组合。

[0030] 将理解的是，尽管在这里可使用术语第一、第二、第三等来描述不同的元件、组件、区域、层和/或部分，但是这些元件、组件、区域、层和/或部分不应受这些术语的限制。这些术语仅是用来将一个元件、组件、区域、层或部分与另一个区域、层或部分区分开来。因此，在不脱离本发明的教导的情况下，下面讨论的第一元件、组件、区域、层或部分可被命名为第二元件、组件、区域、层或部分。

[0031] 为了易于描述，在这里可使用空间相对术语，如“在…之下”、“在…下方”、“下”、“在…上方”、“上”等来描述如图所示的一个元件或特征与其它元件或特征的关系。将理解的是，空间相对术语意在包含除了在附图中描述的方位之外的装置在使用或操作中的不同方位。例如，如果附图中的装置被翻转，则被描述为“在”其它元件或特征“下方”或“之下”的元件随后将被定位为“在”其它元件或特征“上方”。因此，示例性术语“在…下方”可包括“在…上方”和“在…下方”两种方位。所述装置可被另外定位(旋转90度或者在其它方位)，并且相应地解释这里使用的空间相对描述符。

[0032] 这里使用的术语仅为了描述示例性实施例的目的，而不意图限制本发明。如这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式的“一个(种)”和“所述(该)”也意图包括复数形式。还将理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，说明存在所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或组件，但不排除存在或附加一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。

[0033] 在此参照作为本发明的理想实施例(和中间结构)的示意性图示的剖视图来描述本发明的实施例。这样，预计会出现例如由制造技术和/或公差引起的图示的形状变化。因

此，本发明的实施例不应该被理解为限制于在此示出的区域的具体形状，而是要包括例如由制造引起的形状上的偏差。例如，示出为矩形的注入区域在其边缘将通常具有倒圆或曲线的特征和/或注入浓度的梯度，而不是从注入区域到非注入区域的二元变化。同样地，通过注入形成的埋区可导致在埋区和通过其发生注入的表面之间的区域中出现一定程度的注入。因此，附图中示出的区域实际上是示意性的，它们的形状并不意图示出装置的区域的实际形状，并且不意图限制本发明的范围。

[0034] 除非另有定义，否则这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域的普通技术人员所通常理解的意思相同的意思。将进一步理解，除非这里明确定义，否则术语(例如，在通用的字典中定义的术语)应该被解释为具有与相关领域的上下文中它们的意思相一致的意思，而不是将以理想的或者过于正式的意义来解释它们的意思。

[0035] 在下文中，参照附图详细地描述本发明的示例性实施例。

[0036] 图2是根据本发明示例性实施例的发光二极管100的平面图。

[0037] 参照图2，发光二极管100可以包括基底20和多个发光单元40。发光二极管可以包括位于每个发光单元40上的第一电极焊盘60(在下文中称作“n型电极焊盘”)和第二电极焊盘80(在下文中称作“p型电极焊盘”)。发光二极管100可以包括形成在基底20上的第一结合焊盘32和第二结合焊盘34。

[0038] 多个发光单元40可以形成在单个基底20上，并且经由布线53彼此串联连接以形成阵列。每条布线52可以将一个发光单元40的n型电极焊盘60连接到与该n型电极焊盘60相邻的另一发光单元的p型电极焊盘80。第一结合焊盘32经由布线54a串联连接到位于阵列的一端处的发光单元的p型电极焊盘80，第二结合焊盘34经由布线54b串联连接到位于阵列的另一端处的另一发光单元的n型电极焊盘60。

[0039] 布线52、n型电极焊盘60和p型电极焊盘80可以是通过阶梯覆盖工艺(step cover process)形成的布线层的部分。也就是，布线52、n型电极焊盘60和p型电极焊盘80可以同时形成，并且可以包括在单个布线层中，在该单个布线层中，根据上面描述的位置和功能将布线层的对应的部分分为布线52、n型电极焊盘60和p型电极焊盘80。

[0040] 发光单元40的阵列可以在结合焊盘32、34之间彼此反向并联连接，以通过AC电源进行驱动。

[0041] 在一些情况下，可以通过包括下述步骤的阶梯覆盖工艺形成布线52：形成绝缘层以覆盖基底20和发光单元40；在绝缘层中形成开口以暴露电极焊盘60、80；在绝缘层中形成线形的导电材料层，从而导电材料层使相邻发光单元的电极焊盘连接到彼此。

[0042] 导电材料层可以基本上起到可以使发光单元彼此连接的布线52的作用。导电材料层可以由任何适合的导电材料制成。

[0043] 基底20可以是可使发光单元40彼此电绝缘的绝缘基底。可以使用蓝宝石基底作为用来生长用于发光单元40的氮化物半导体层的生长基底。每个发光单元40可以被构造成具有相同的面积或不同的面积。每个发光单元40可以包括顺序地形成在基底20上的n型半导体层、有源层和p型半导体层。每个发光单元40还可以在p型半导体层上包括透明电极层，例如，氧化铟锡(ITO)层。然而，相对于发光单元40的有源层，n型半导体层可以形成在发光单元40的上部并且p型半导体层可以形成在下部。

[0044] 图3是图2中示出的发光二极管的发光单元40的放大平面图。参照图3，发光单元40可以包括基本呈正方形的边界，并且可以在一个角部处沿着发光单元40的边界形成有n型电极焊盘60。n型电极焊盘60可以包括两个线性部分62、64，这两个线性部分62、64平行于发光单元40的所述一个角部的两条边S1、S2，并且在所述一个角部的顶点V1附近成直角(即，90度)彼此相交。发光单元40的所述一个角部可以对应于该发光单元的其上去除了p型半导体层和有源层以暴露n型半导体层的区域。

[0045] p型电极焊盘80可以形成为使得p型电极焊盘80的中心区域距与发光单元40的所述一个角部相对的相对角部有确定的距离，并且p型电极焊盘80的两个端部可以与发光单元40的边界相邻。p型电极焊盘80可以与所述相对角部的边界(即，发光单元40的两条边S3、S4)一起围绕该相对角部的外围区域A。p型电极焊盘80可以包括两个线性部分82和84，这两个线性部分82、84可以从p型电极焊盘80的与两条边S3、S4相邻的两个端部朝着n型电极焊盘60延伸，并且可以在n型电极焊盘60的中部彼此相交。具有这种构造，可以充分地缩短p型电极焊盘80与n型电极焊盘60之间的距离，而不显著地增大p型电极焊盘80后面的区域的面积(即，所述相对角部的外围区域A的面积)。这种构造基本防止了由拥挤在p型电极焊盘80附近的电流引起的不均匀的发光。

[0046] 可以通过连接发光单元40的两个角部处的顶点V1、V2的假想的对角线(在图3中用点划线表示)将外围区域A分为两个区域。由于这两个区域与p型电极焊盘80的两个端部相邻，所以亮度的降低不会严重。p型电极焊盘80的两个线性部分82、84之间限定的角度可以大于90度。

[0047] 在不脱离本发明的范围和精神的情况下，可以以各种方式修改平面图中的发光单元40和电极焊盘60、80的形状以及电极焊盘60、80在发光单元上的布置。例如，发光单元40的形状不限于正方形或矩形，可以使用诸如圆形形状、平行四边形形状或梯形形状的其它形状。此外，应当理解，n型电极焊盘60和p型电极焊盘80可以由一种或多种适合的电极材料形成。图4、图5、图6、图7、图8、图9、图10以及图11示出了根据本发明示例性实施例的发光单元40和电极焊盘60、80的各种形状和布置。

[0048] 在图4中，n型电极焊盘60和p型电极焊盘80可以布置在如图3所示的基本正方形(或矩形)的发光单元40上。然而，p型电极焊盘80的两个线性部分82、84之间限定的角度可以与n型电极焊盘60的两个线性部分62、64之间限定的角度相同。例如，p型电极焊盘80的两个线性部分82、84之间限定的角度可以为90度。

[0049] 在图5中，p型电极焊盘80可以由单个线性部分构成。p型电极焊盘80可以包括相对于与n型电极焊盘60相对的角部的两条边S3、S4相邻地设置的两个端部。虽然p型电极焊盘80由单个线性部分构成，但是p型电极焊盘80可以限定为与相对角部的边S3、S4一起围绕相对角部的外围区域A。此外，由于p型电极焊盘80的两个端部与相对角部的边S3、S4相邻，并且p型电极焊盘80的中心区域与n型电极焊盘60邻近，所以图5的发光装置同样具有改善了的发光均匀性。

[0050] 图6示出了图5中示出的发光装置的修改例，其中，p型电极焊盘80的线性部分的两个端部被弯曲成形成延伸臂85a、85b，与图5的发光装置相比，延伸臂85a、85b更靠近于相对角部的两条边S3、S4。延伸臂85a、85b可以朝着边S3、S4垂直地定向。延伸臂85a、85b可以与p型电极焊盘80的中心部分形成钝角。

[0051] 图7示出了具有平行四边形形状的发光单元40。

[0052] 图8示出了两个相邻的发光单元420、430，其中，单个n型电极焊盘60被共同包括在两个相邻的发光单元420、430中。参照图8，n型电极焊盘60的一个线性部分64被共同包括在两个相邻的发光单元420、430中，一个发光单元420中的n型电极焊盘60的另一线性部分62可以连接到另一发光单元430中的n型电极焊盘60的线性部分66而形成了直线。

[0053] 图9示出了具有圆形形状的发光单元40。在图9中，n型电极焊盘60可以具有沿着发光单元40的圆周的一部分形成的弧形形状，p型电极焊盘80可以与n型电极焊盘60平行地形成在发光单元40的上表面上，从而可以由p型电极焊盘80与发光单元40的弧形边界一起围绕并限定发光单元40的外围区域A。p型电极焊盘80的两个端部可以位于发光单元40的边界或圆周附近，p型电极焊盘80的面向n型电极焊盘60的中心区域可以定位成比p型电极焊盘80的两个端部更靠近于n型电极焊盘60。在一些情况下，发光单元40可以具有椭圆形形状或任何其它适合的包括曲线的几何形状。

[0054] 图10示出了具有八边形形状的发光单元40。可以通过从四形形形状的发光单元去掉由点划线表示的区域而形成八边形来形成该发光单元40。因此，n型电极焊盘60设置在八边形发光单元40的一个角部处。n型电极焊盘60可以具有与发光单元40的这个角部对应的形状。例如，两个短线性部分可以连接到n型电极焊盘60的中心处的单个延长的线性部分的两个端部，p型电极焊盘80可以具有与n型电极焊盘60的形状相同的形状，并且可以平行于n型电极焊盘60设置。p型电极焊盘80可以与八边形发光装置40的相对角部的边界一起围绕该相对角部的外围区域A。p型电极焊盘80的两个端部可以与发光单元40的边界正交和/或比p型电极焊盘80的中心区域更加靠近于发光单元40的边界。

[0055] 图11A和图11B是示出了发光二极管的发光度测试结果的图像。图11A是根据本发明示例性实施例的发光二极管(例如，根据图2的发光二极管)的发光度测试结果的例子(“示例”)。图11B是根据传统发光二极管的发光二极管(例如，根据图1的发光二极管)的发光度测试结果的例子(“对比示例”)。表1示出了图11A中的示例和图11B中的对比示例的电特性。图11A和图11B中的用于发光单元的半导体层的材料和发光单元的尺寸相同，但是图11A和图11B中的电极焊盘的布置不同。每个发光单元可以包括形成在每个发光单元的上侧处且厚度为1200埃(Å)的ITO层。

[0056] 在图11A中示出的示例的发光二极管中，发光二极管具有均匀的亮度。相反，在图11B中示出的对比示例的发光二极管中，在p型电极焊盘附近的区域与远离p型电极焊盘的区域之间存在亮度的差异。图11A和图11B中的相对暗的区域发射的光比其它区域发射的光亮。

[0057] 如从下面的表1所清楚的是，图11A中的示例的发光二极管具有比对比示例的功率效率好的功率效率。此外，与对比示例相比，示例的发光二极管具有更低的正向电压、更高的功率和更高的功率效率。

[0058] 表1

[0059] [表1]

[0060]

	正向电压		功率		波长		功率效率 WPE（%）
	平均值 [V]	标准差（Std）	平均值 [mW]	Std	平均值 [nm]	Std	
对比示例（图 11B）	56.92	2.70	362.87	19.19	454.25	0.89	31.88
示例（图 11A）	56.58	1.23	382.00	12.08	453.71	1.54	33.76

[0061] 图12是根据本发明示例性实施例的沿着图2的发光二极管100的I-I线截取的剖视图。

[0062] 参照图12，发光二极管100可以包括单个基底20和形成在单个基底20上的如上所述的多个发光单元40。每个发光单元40可以包括n型下半导体层43、可形成在n型下半导体层42的至少一部分上的p型上半导体层44以及置于下半导体层42和上半导体层44之间的有源层43。下半导体层42可以设置在基底20上，或者可选地，在一些情况下，下半导体层42可以形成在设置在基底20上的缓冲层41上。发光二极管100可以在每个发光单元40中包括透明电极层46。发光二极管100可以包括绝缘层99、布线层130、微透镜110和保护绝缘膜120。布线层130可以通过阶梯覆盖工艺形成，并且可以一体地包括n型电极焊盘60、p型电极焊盘80和布线52，如图2所示。

[0063] 参照图12，下半导体层42、有源层43和上半导体层44可以由诸如硼(B)、铝(Al)、铟(In)或镓(Ga)的氮化物的氮化镓基半导体材料形成。可以根据期望的发光波长(例如，紫外光或蓝光)来选择有源层43的材料和组成。下半导体层42和上半导体层44可以由具有比有源层43的带隙能高的带隙能的材料形成。下半导体层42和/或上半导体层44可以具有单层结构或多层结构。此外，有源层43可以具有单量子阱结构或多量子阱结构。

[0064] 在图12中，下半导体层42可以具有沿着发光二极管100的侧壁形成的阶梯部分。发光单元40的位于下半导体层42的阶梯部分上的区域可以限定为台面。台面侧壁可以倾斜成使得该台面的宽度可以随着远离基底20而逐渐减小。台面侧壁相对于基底20的上表面的倾斜角度可以在15度至80度的范围内。下半导体层42的位于台面下方的区域也可以具有侧壁，该侧壁倾斜成具有随着远离基底20而逐渐减小的宽度。下半导体层42的侧壁相对于基底20的上表面的倾斜角度可以在15度至80度的范围内。

[0065] 下半导体层42的这种倾斜构造可以有助于将要形成在发光单元40上的其它层(例如，绝缘层99和布线层130)的共形沉积。

[0066] 台面侧壁的倾斜角度可以与下半导体层42的位于台面侧壁下方的侧壁的倾斜角度相同。然而，本发明的示例性实施例不限于此，可以将这些倾斜角度调整成任何不同的且适合的角度。例如，台面侧壁的倾斜角度可以小于下半导体层42的侧壁的倾斜角度。结果，有源层43产生的光可以容易地发射穿过台面侧壁，从而改善了光提取效率，同时确保了用于发光单元的相对宽的区域。

[0067] 每个发光单元40可以包括位于布线层130的至少一部分下方(具体地讲，p型电极焊盘60下方)的电流屏蔽件48。可以对每个发光单元40的下半导体层42、有源层43和/或上

半导体层44设置电流屏蔽件48。电流屏蔽件48可以屏蔽来自形成在上半导体层44上的布线层130的电流的直接流动，以允许宽电流扩散在透明电极层46上。电流屏蔽件48可以由诸如二氧化硅(SiO_2)、氧化铝(Al_2O_3)、氮化硅(Si_3N_4)或二氧化钛(TiO_2)的绝缘材料形成，并且可以是可以通过交替地堆叠具有不同折射率的材料而形成的分布式布拉格反射器(DBR)。DBR可以具有折射率相对低的层和折射率相对高的层可重复地堆叠在彼此上方的结构。折射率相对低的层可以由SiO_2或Al_2O_3形成，折射率相对高的层可以由Si_3N_4或TiO_2形成。

[0068] 可以采用缓冲层41来减轻基底20与下半导体层42之间的晶格失配。具体地讲，如果基底20为生长基底(具体地讲，蓝宝石基底)，则可能会发生晶格失配。

[0069] 透明电极层46可以位于上半导体层44上，并且可以具有比上半导体层44的面积小的面积。透明电极层46可以从上半导体层44的边缘凹进。因此，可以防止电流穿过发光单元40的侧壁拥挤在透明电极层46的边缘处。

[0070] 绝缘层99覆盖发光单元40。绝缘层99可以具有形成在下半导体层42上的开口以及形成在上半导体层44或透明电极层46上的开口。发光单元40的侧壁可以被绝缘层99覆盖。绝缘层99还可以覆盖发光单元40之间的区域中的基底20。绝缘层可以由包括例如二氧化硅(SiO_2)或氮化硅在内的任何适合的材料形成。

[0071] 布线层130可以形成在绝缘层99上。布线层130可以(部分地，穿过开口)形成在下半导体层42、上半导体层44、电流屏蔽件48和/或透明电极层46上。布线层130的穿过开口形成在下半导体层42和上半导体层44上的部分可以是n型电极焊盘60和p型电极焊盘80，布线层130的连接相邻发光单元的电极焊盘的位于绝缘层99上的部分可以是布线52。

[0072] 布线层130可以经由透明电极层46电连接到上半导体层44。布线层130可以将发光单元40的下半导体层42连接到相邻发光单元的上半导体层44，以形成发光单元40的串联阵列。根据本发明的示例性实施例，发光二极管100可以具有彼此反向并联地连接且由AC电源驱动的多个串联阵列。桥式整流器(未示出)可以连接到发光单元的串联阵列，以使发光单元能够通过AC电源进行驱动。可以通过将具有与发光单元40的构造相同的构造的发光单元经由布线层或布线连接来形成桥式整流器。布线层或布线可以由任何适合的导电材料、掺杂的半导体材料(例如，多晶硅)或金属形成。

[0073] 微透镜110可以形成在布线层130和绝缘层99上。微透镜110可以具有半球形的凸表面，以起到凸透镜的作用。微透镜110可以具有微米级的水平直径，例如，9微米(μm)。微透镜110可以由折射率比透明电极层140的折射率低的材料形成。例如，微透镜110可以由聚合物形成。聚合物的示例可以包括聚酰亚胺(PI)、环氧树脂(SU-8)、旋涂玻璃(SOG)、甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚碳酸酯(PC)、硅树脂凝胶和树脂。透明电极层46和/或微透镜10的折射率可以根据与透明电极层46和/或微透镜110相邻的材料的折射率而变化。例如，如果使用折射率为2.45的氮化镓半导体层作为上半导体层44，则可以使用折射率为2.04的ITO层作为透明电极层46。此外，如果使用折射率为1.54的SiO_2层作为保护绝缘层120，则微透镜110可以具有范围为1.67～1.8的折射率，该折射率为介于透明电极层46的折射率和保护绝缘层120的折射率之间的折射率。因此，微透镜可以具有绝缘特性。然而，在一些情况下，微透镜可以是导电性的。

[0074] 保护绝缘层120可以形成为覆盖微透镜110。保护绝缘层120可以防止微透镜110和布线层130受到例如湿气的污染，并且防止布线层130受到外力的损坏。保护绝缘层120可以

由诸如以二氧化硅膜(SiO_2)或氮化硅膜为例的透光材料形成。

[0075] 图13、图14、图15和图16是示出了制造如图12所示的发光二极管的方法的剖视图。

[0076] 参照图13，可以在基底20上形成下半导体层42、有源层43和上半导体层44。可以在形成下半导体层42之前在基底20上形成缓冲层41。

[0077] 基底20可以为蓝宝石(Al_2O_3)、碳化硅(SiC)、氧化锌(ZnO)、硅(Si)、砷化镓(GaAs)、磷化镓(GaP)、锂-氧化铝($LiAl_2O_3$)、氮化硼(BN)、氮化铝(AlN)或氮化镓(GaN)的基底，或者为任何适合的材料。基底20可以根据形成半导体层42、43、44的材料而选自于各种材料。

[0078] 可以形成缓冲层41，以减轻基底20与下半导体层42之间的晶格失配。例如，可以由氮化镓(GaN)或氮化铝(AlN)形成缓冲层41。如果基底20为导电基底，则缓冲层41可以为绝缘层或半绝缘层。例如，可以由AlN或半绝缘的GaN形成缓冲层41。

[0079] 例如，可以由诸如B、Al、In或Ga的氮化物的GaN基化合物半导体材料形成下半导体层42、有源层43和上半导体层44。可以通过金属有机化学气相沉积(MOCVD)、分子束处延或氢化物气相外延(HVPE)不连续地或连续地形成下半导体层42、上半导体层44和有源层43。

[0080] 上半导体层44和下半导体层42可以分别为n型半导体层或p型半导体层，或者，反之亦然。可以通过将n型杂质(例如，硅(Si))掺杂到GaN基化合物半导体层中来形成n型半导体层，可以通过将p型杂质(例如，镁(Mg))掺杂到GaN基化合物半导体层中来形成p型半导体层。

[0081] 可以在上半导体层44的位于布线层130下方(例如，p型电极焊盘80下方)(见图2)的部分上形成电流屏蔽件48。在一些情况下，可以在下半导体层42、有源层43和/或上半导体层44的区域上形成电流屏蔽件48。可以由例如SiO_2、Al_2O_3、Si_3N_4或TiO_2的绝缘材料形成电流屏蔽件48，并且电流屏蔽件48可以为可通过在彼此上方交替地堆叠具有不同折射率的材料而形成的分布式布拉格反射器(DBR)。

[0082] 可以在电流屏蔽件48和上半导体层44上形成透明电极层46。例如，可以由诸如氧化铟锡(ITO)的任何适合的导电氧化物形成透明电极层46。可以利用光阻剂图案(未示出)作为蚀刻掩模来蚀刻透明电极层46、上半导体层44、有源层43和下半导体层42中的一些部分。结果，可以将光阻剂图案转移到半导体层42、44、44，以形成具有倾斜侧壁的台面。

[0083] 在台面上残留有光阻剂图案的同时，可以通过湿蚀刻使透明电极层46凹进。可以通过调节蚀刻时间利用蚀刻剂使透明电极层46从上半导体层44的位于台面上的边缘凹进，然后去除光阻剂图案。

[0084] 可以利用光阻剂图案(未示出)作为蚀刻掩模来蚀刻下半导体层42，以形成划分的发光单元40，其中，光阻剂图案可以覆盖多个台面同时限定多个发光单元区域。还可以蚀刻缓冲层41来暴露基底20的上表面。

[0085] 在通过光阻剂图案蚀刻下半导体层42的同时，可以通过光阻剂图案来覆盖台面。因此，可以防止台面在隔离工艺期间受到损坏。另外，可以通过隔离工艺在如附图所示的下半导体层42上形成阶梯部分。然后，可以去除光阻剂图案。

[0086] 参照图14，可以在发光单元40上形成连续的绝缘层99。绝缘层99可以覆盖发光单元40的侧壁和上表面以及位于发光单元40之间的区域中的基底20的上表面。可以通过化学气相沉积(CVD)由氧化硅或氮化硅形成绝缘层99。

[0087] 由于发光单元40的侧壁是倾斜的并且下半导体层42形成有阶梯部分，所以绝缘层

99可以容易地覆盖发光单元40的侧壁。

[0088] 可以通过光刻和蚀刻将绝缘层99图案化为具有可以暴露下半导体层42的开口和暴露透明电极层46的开口。开口还可以暴露上半导体层44。

[0089] 参照图15，可以在具有开口的绝缘层99上形成布线层130。可以通过开口使布线层130的一部分电连接到下半导体层42和上半导体层44，从而可以通过布线层130将相邻的发光单元的下半导体层42电连接到发光单元40的上半导体层44。

[0090] 可以通过镀覆或诸如电子束沉积的气相沉积来形成布线层130。由于可以在每个发光单元40的侧壁上(例如，在下半导体层42的侧壁上)形成阶梯部分，所以可以在发光单元40的侧壁上稳定地形成布线层130，从而防止了布线的断路和/或短路。可以通过布线层130使发光单元40在基底上相互连接。

[0091] 参照图16，可以在发光单元40上形成微透镜110。可以在于基底20上的布线层130上形成聚合物层之后通过湿蚀刻来形成微透镜110。微透镜110可以覆盖通过台面蚀刻暴露的下半导体层42的一些区域和台面侧壁。在一些情况下，在形成聚合物层之后，可以通过回流技术使光阻剂图案(未示出)形成为透镜形状，然后可以利用光阻剂图案作为蚀刻掩模使聚合物层经受干蚀刻以形成微透镜110。

[0092] 图17示出了根据本发明示例性实施例的各种微透镜的平面图。

[0093] 如图17中的(a)所示，在平面图中，微透镜110可以具有圆形或椭圆形的形状。例如，微透镜110的水平横截面可以呈圆形或椭圆形的形状。然而，微透镜110的水平横截面可以不限于圆形或椭圆形的形状，而是可以具有包括例如如图17中的(b)和图17中的(c)所示的六边形形状、三角形形状或四边形形状在内的任何适合的形状。当微透镜的水平横截面具有六边形形状或三角形形状时，微透镜110可以按更为密集的布置设置。

[0094] 微透镜110的形状可以为水平横截面形状和竖直横截面形状的任何适合的组合，并且可以基于诸如制造和光提取效率的各种因素来进行选择。例如，当微透镜110具有如图17中的(c)所示的三角形形状的竖直横截面和如图17中的(c)所示的三角形形状的水平横截面时，微透镜110可以具有四面体形状。结果，进入微透镜110的光可以被容易地反射到外部。

[0095] 另外，微透镜110可以具有如图18所示的光滑表面，或者可以具有如图19所示的不平坦表面。

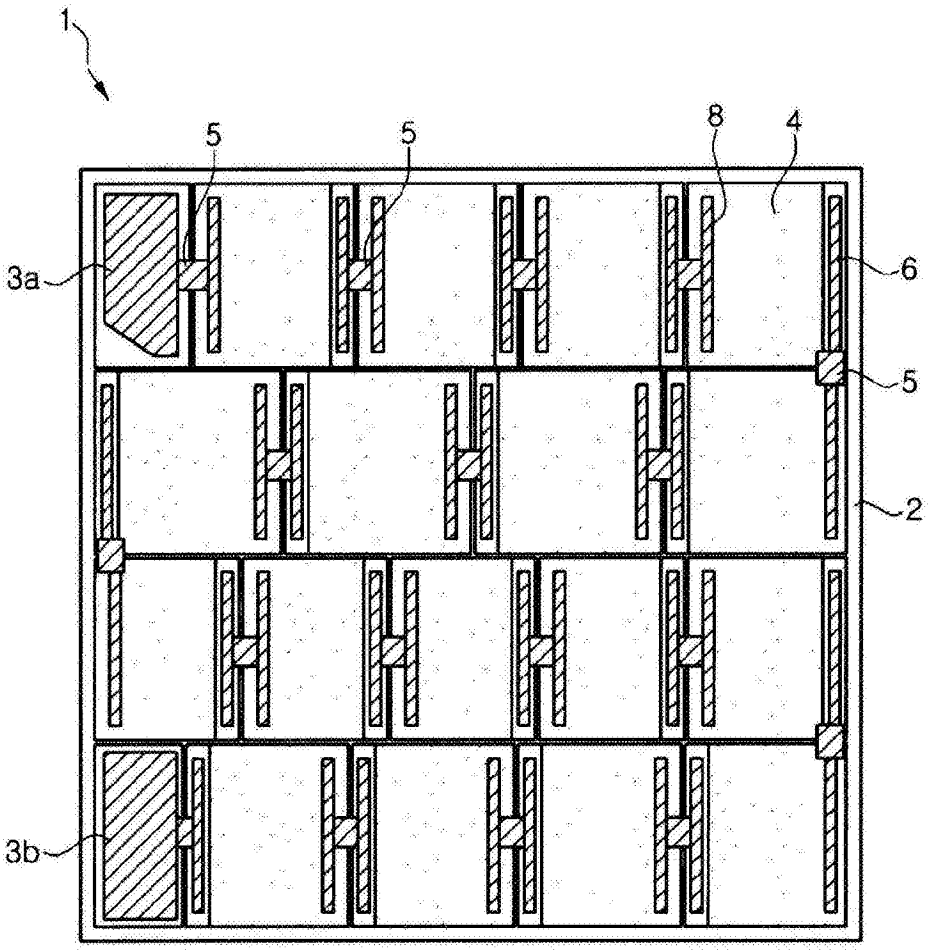
[0096] 在图12中，当具有各种形状的微透镜110设置在透明电极46和台面侧壁上时，在有源层43中产生的光可以穿过微透镜110发射，从而改善了光提取效率。

[0097] 可以在微透镜110上形成保护绝缘膜120。可以通过化学气相沉积由透光材料(例如，氧化硅或氮化硅)形成保护绝缘膜120。

[0098] 根据本发明示例性实施例的发光二极管100通过发光单元中的在第一电极焊盘和第二电极焊盘之间的改善的电流扩散特性而具有明显改善的发光均匀性和功率效率。具体地讲，包括位于单个基底上的多个发光单元的发光二极管(例如，AC发光二极管)使得发光单元能够发射均匀的光，并且具有明显改善的功率效率。

[0099] 虽然已经结合附图参照一些示例性实施例描述了本发明，但是本领域技术人员将清楚的是，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以在本发明中做出各种修改和改变。因此，应当理解，实施例仅仅是通过举例说明的方式提供的，而不是给出实施例来提供对本

发明的完全公开和对本领域技术人员提供对本发明的彻底的理解。因此，本发明意图覆盖本发明的修改和变型，只要这些修改和变型落在权利要求及其等同物的范围内。



现有技术

图1

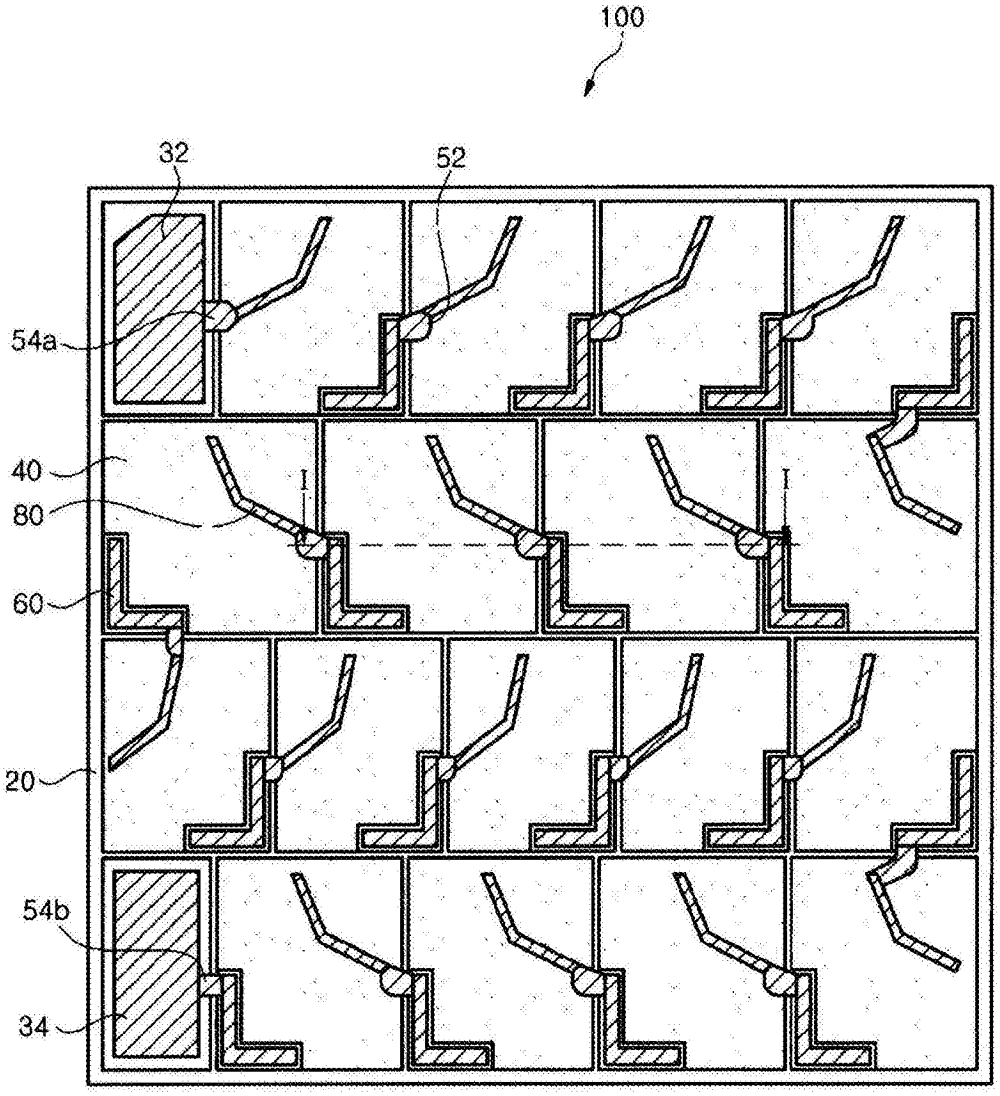


图2

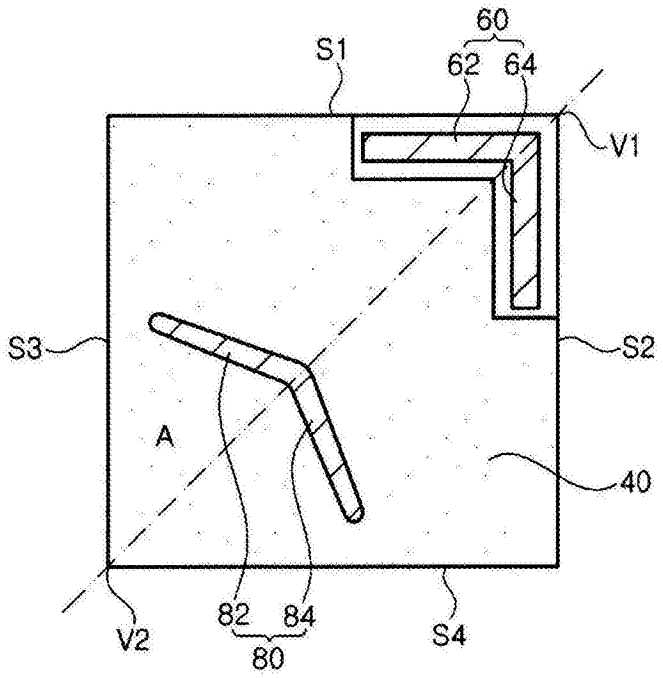

60
S1
62
64
V1
S3
S2
A
40
V2
82
84
80
S4

图3

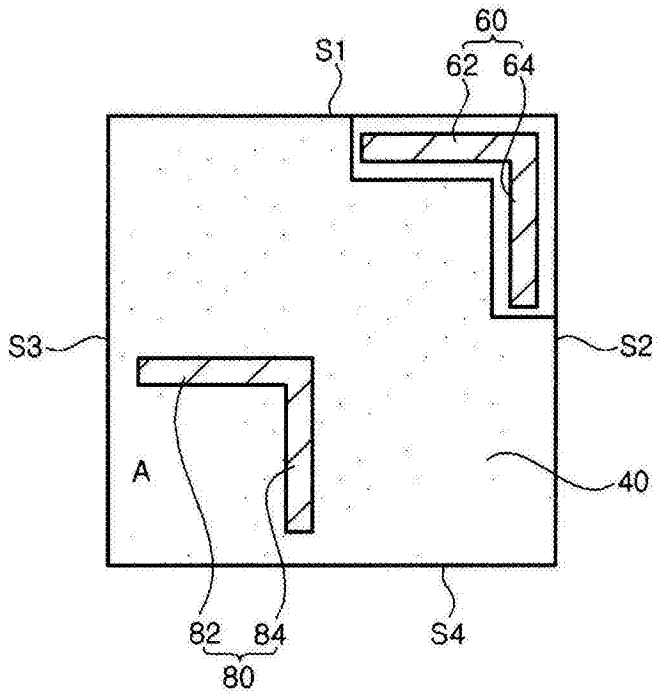

60
S1
62
64
S3
S2
A
40
82
84
80
S4

图4

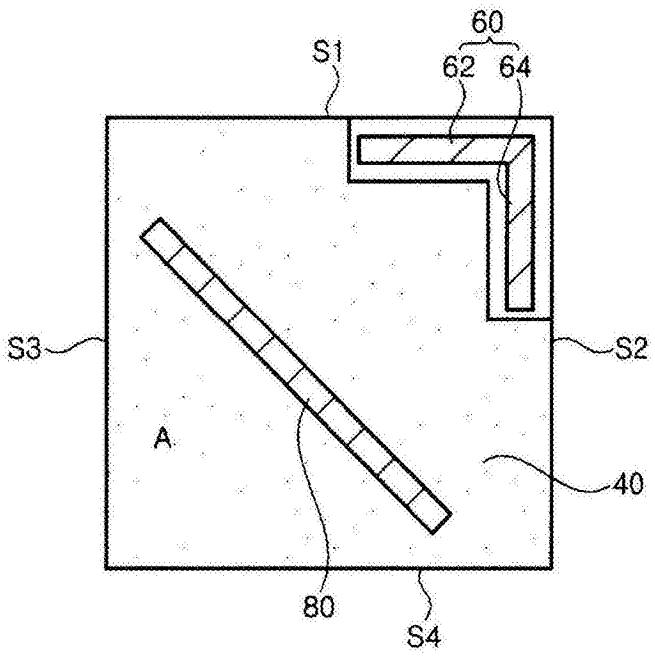


图5

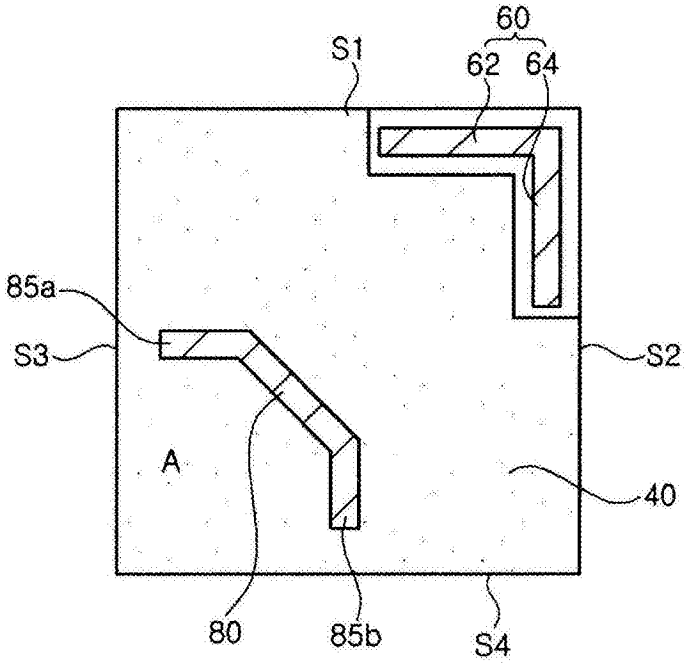


图6

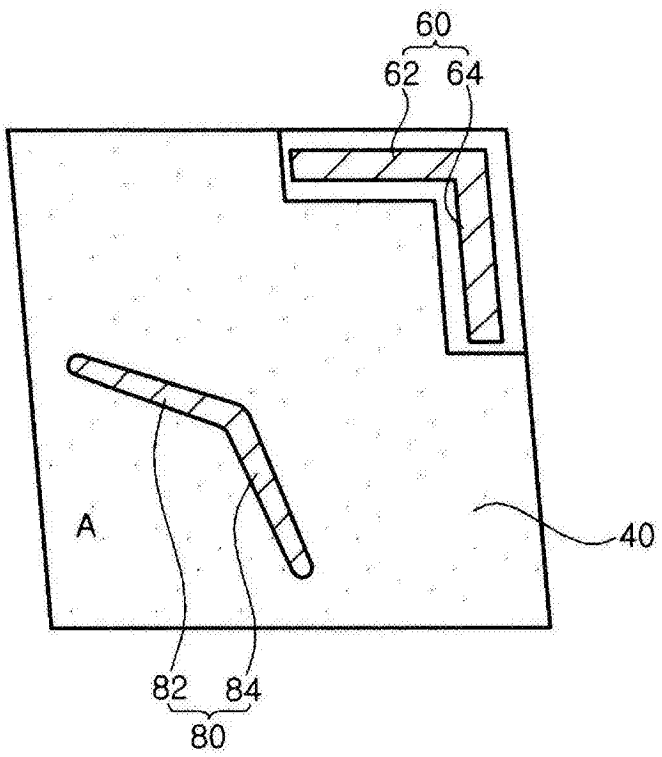


图7

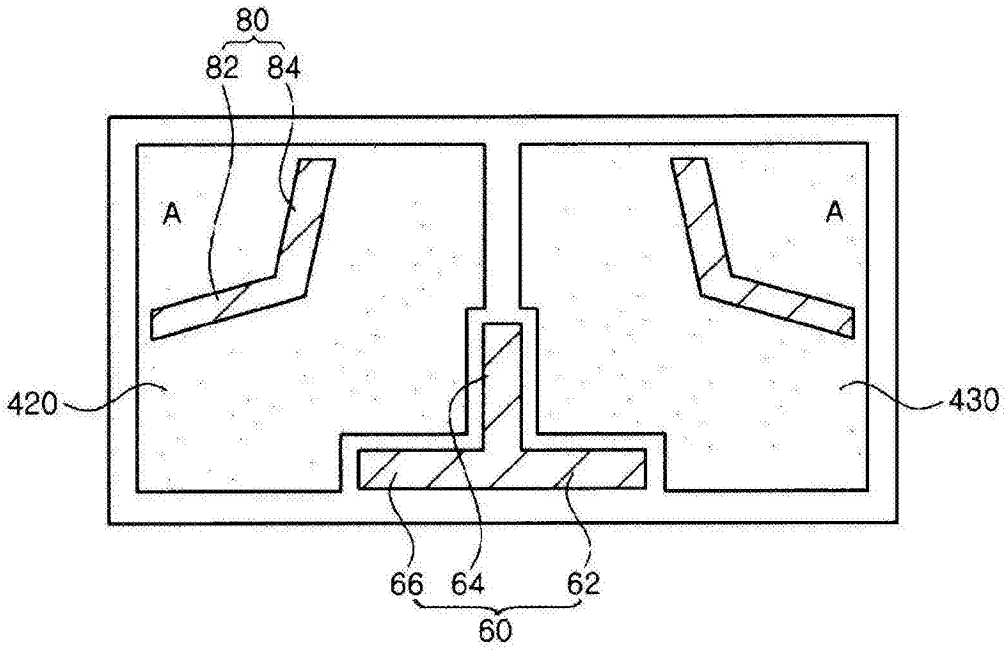


图8

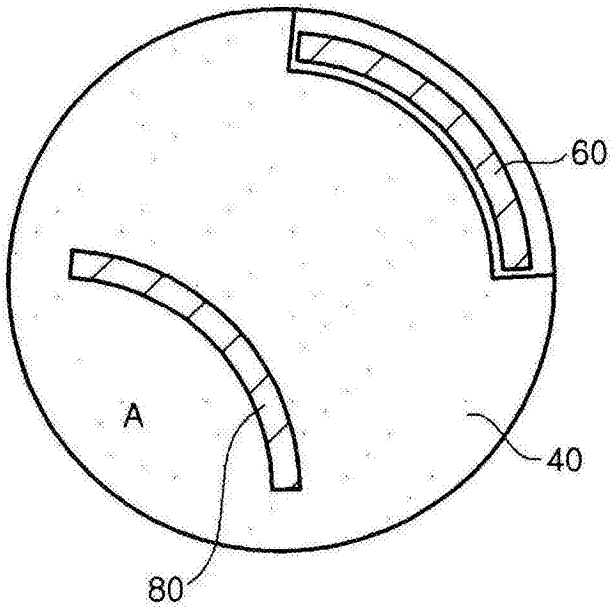


图9

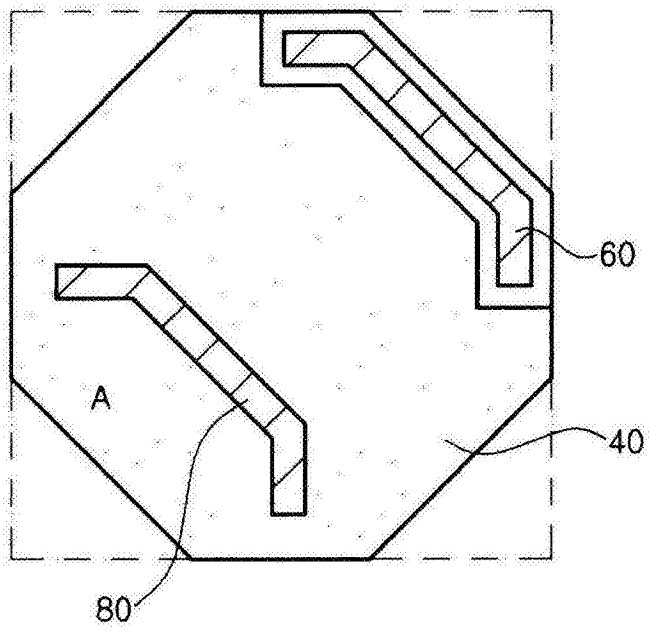


图10

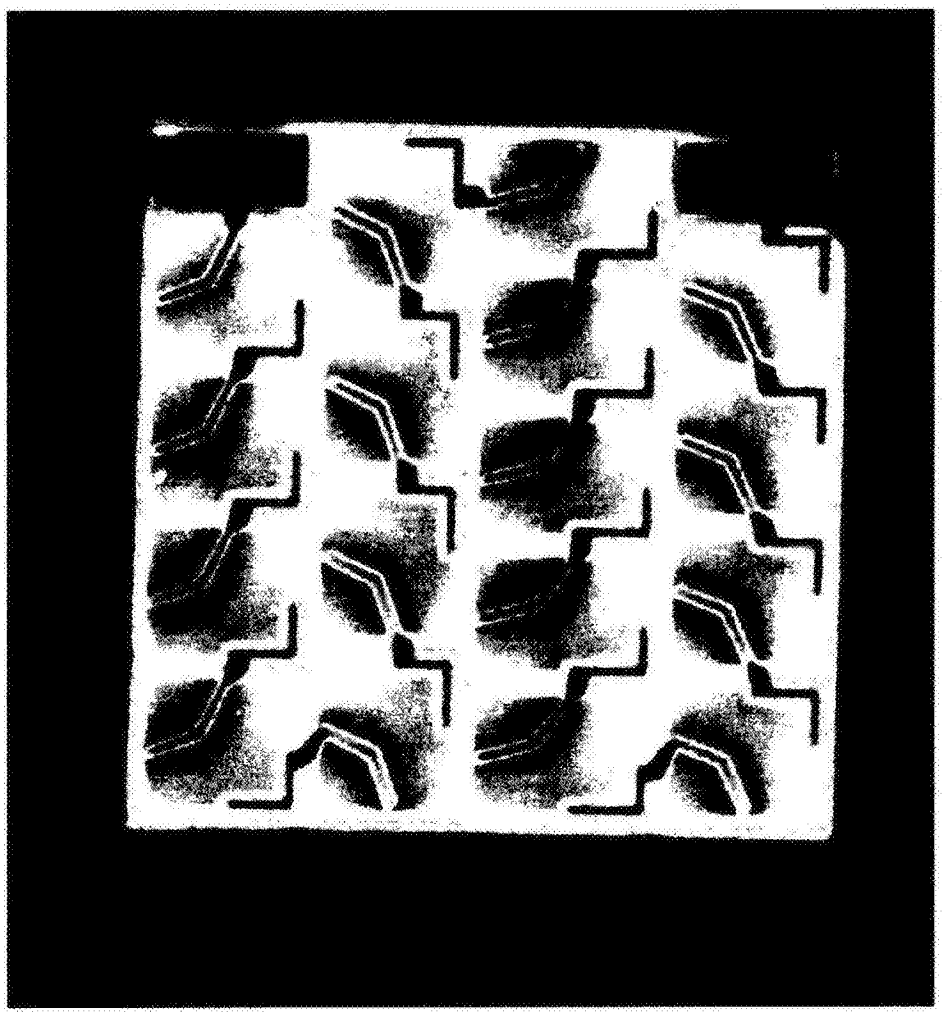


图11A

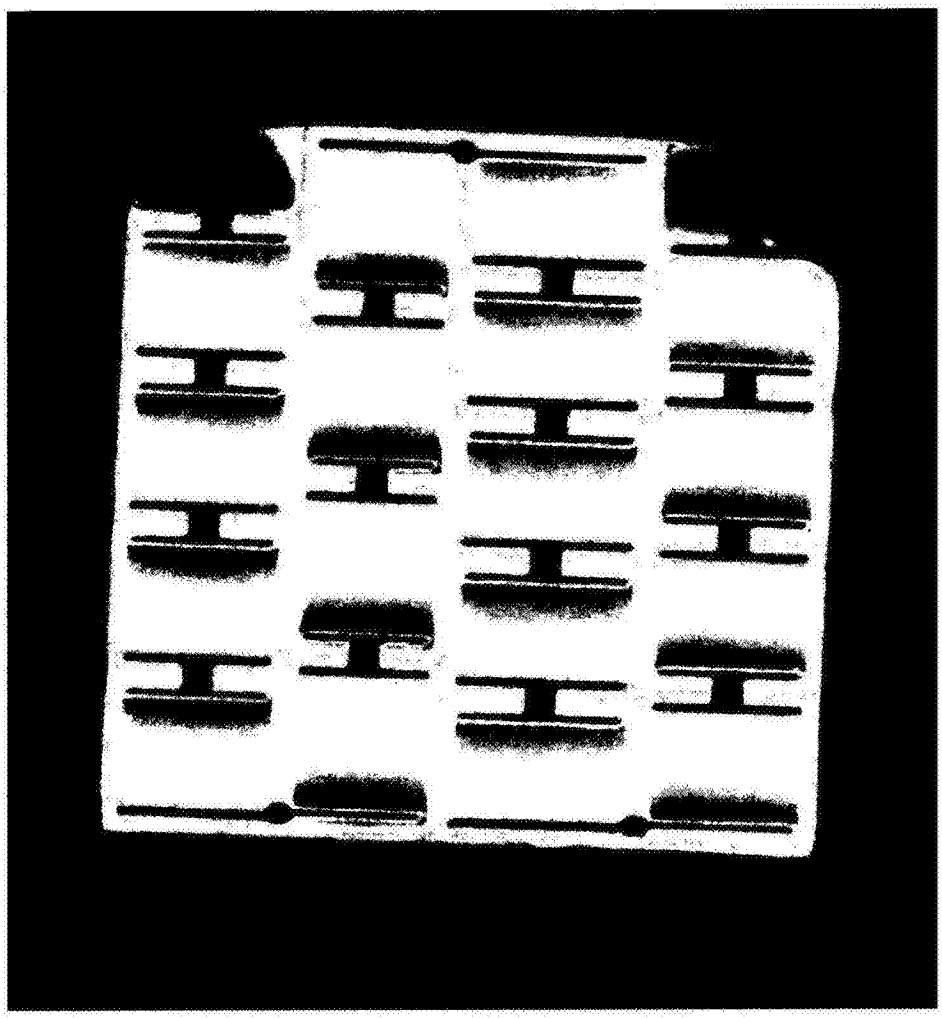


图11B

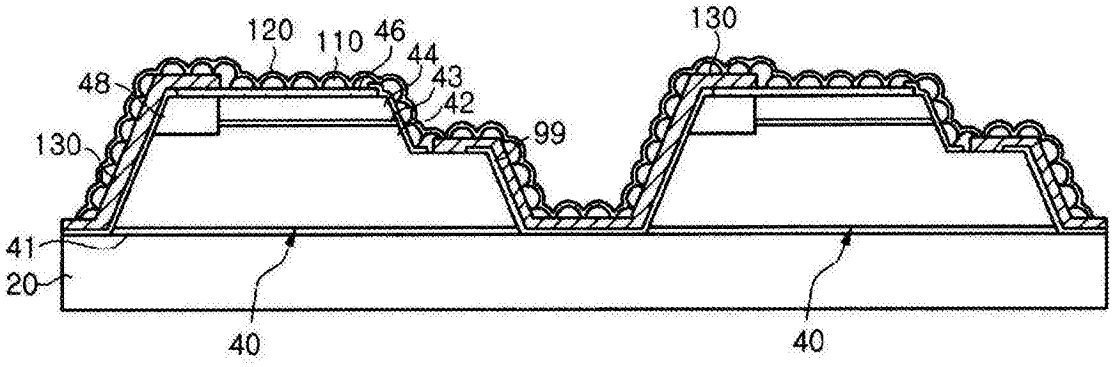


图12

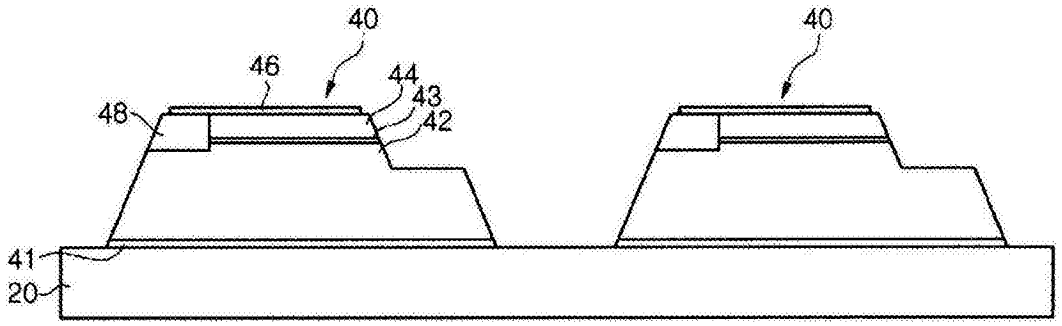

40
40
46
44
43
42
48
41
20

图13

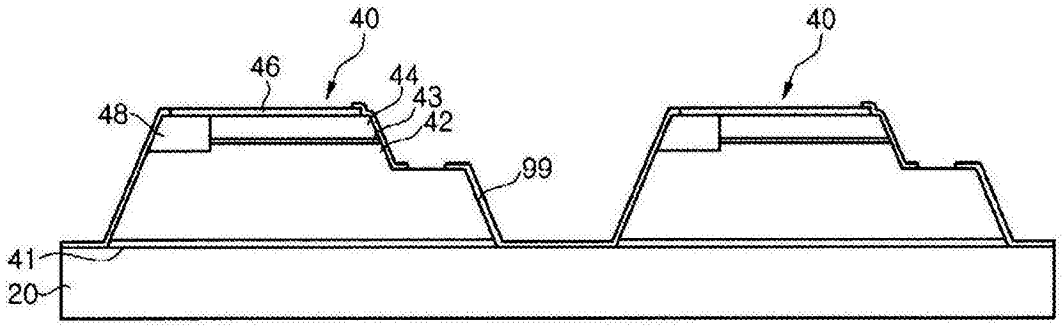

40
40
46
44
43
42
48
99
41
20

图14

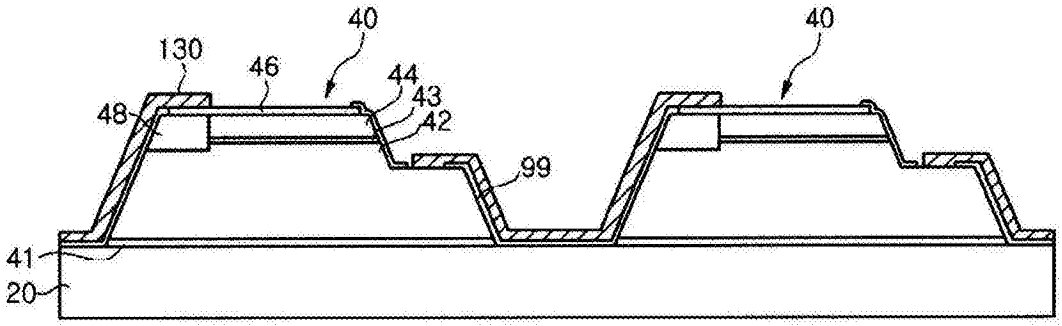

40
40
130
46
44
43
42
48
99
41
20

图15

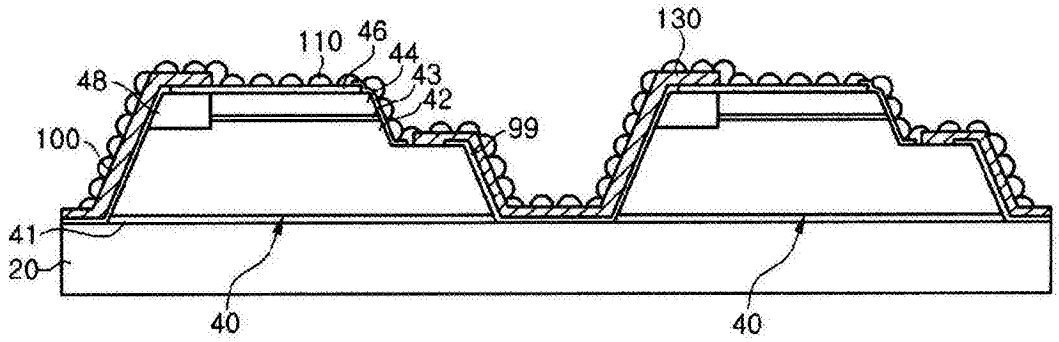
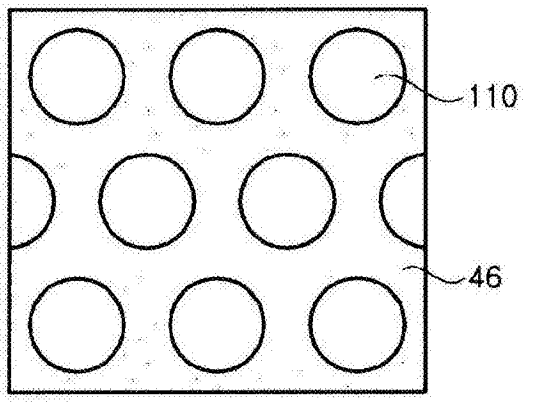
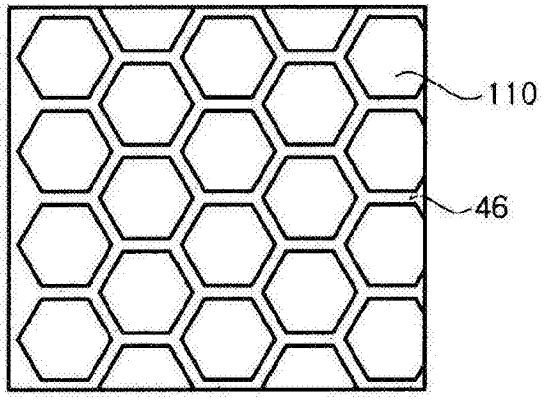


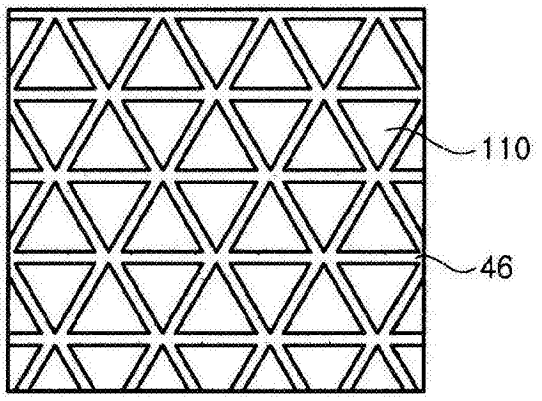
图16



(a)



(b)



(c)

图17

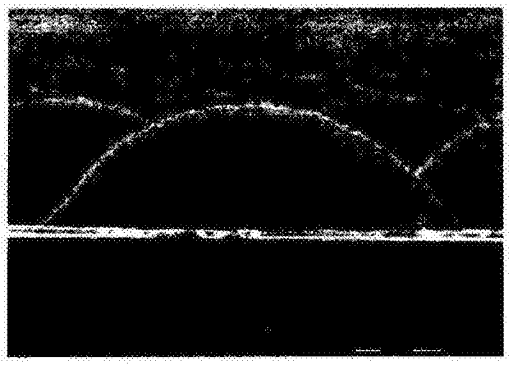


图18

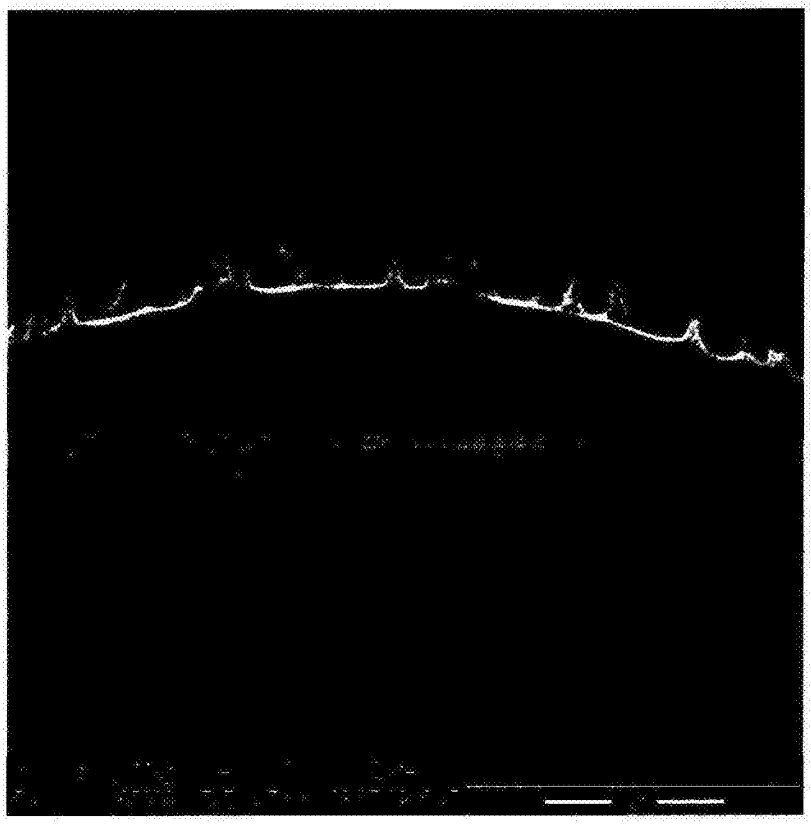


图19