



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200680041582.1

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100552995C

[22] 申请日 2006.11.28

[21] 申请号 200680041582.1

[30] 优先权

[32] 2005.12.16 [33] KR [31] 10-2005-0124256

[86] 国际申请 PCT/KR2006/005050 2006.11.28

[87] 国际公布 WO2007/083884 英 2007.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.7

[73] 专利权人 首尔 OPTO 仪器股份有限公司

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李在皓 尹丽镇

[56] 参考文献

JP2004-14899A 2004.1.15

JP9-107125A 1997.4.22

KR2002-0084710A 2002.11.11

审查员 戴永超

[74] 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

代理人 郭鸿禧 罗延红

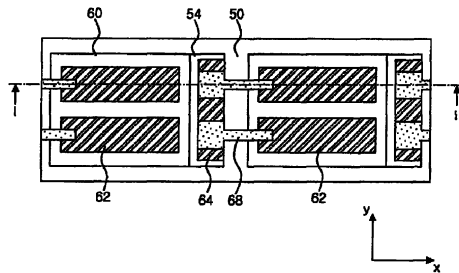
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

具有改进的透明电极结构的 AC 发光二极管

[57] 摘要

公开一种具有改进的透明电极结构的 AC 发光二极管。所述发光二极管包括形成在单个基底上的多个发光单元，每个发光单元具有第一导电型半导体层、位于第一导电型半导体层的一个区域上的第二导电型半导体层以及插入第一导电型半导体层和第二导电型半导体层之间的有源层。透明电极结构位于每个发光单元上。透明电极结构包括至少两个彼此分开的部分，或者包括中心部分和从所述中心部分的两侧侧向延伸的分支。同时，线电连接相邻的两个发光单元。因此，多个发光单元被电连接，从而可提供可在 AC 电源下被驱动的发光二极管。此外，采用改进的透明电极结构，从而可防止电流密度局部地增加。



1、一种 AC 发光二极管 (LED), 包括:

多个发光单元, 形成在单个基底上, 每个发光单元具有第一导电型半导体层、位于第一导电型半导体层的一个区域上的第二导电型半导体层以及插入第一导电型半导体层和第二导电型半导体层之间的有源层;

透明电极结构, 位于每个发光单元上, 并且具有至少两个彼此分开的部分;

线, 电连接相邻的两个发光单元, 以便位于相邻的两个发光单元中的一个发光单元上的透明电极结构的所述至少两个部分中的每个电连接到相邻的两个发光单元中的另外一个发光单元的第一导电型半导体层。

2、如权利要求 1 所述的 AC 发光二极管, 其中, 透明电极结构的所述至少两个部分中的每个具有沿电流在发光单元之间流动的方向延伸的形状。

3、如权利要求 1 所述的 AC 发光二极管, 还包括:

n 型电极, 形成在每个发光单元中的第一导电型半导体层的其他区域上;

p 型电极焊盘, 分别形成在每个发光单元上的透明电极结构的所述至少两个部分上,

其中, 所述线电连接 n 型电极和 p 型电极焊盘。

4、一种 AC LED, 包括:

多个发光单元, 形成在单个基底上, 每个发光单元具有第一导电型半导体层、位于第一导电型半导体层的一个区域上的第二导电型半导体层以及插入第一导电型半导体层和第二导电型半导体层之间的有源层;

透明电极结构, 位于每个发光单元上, 并且具有中心部分和从所述中心部分的两侧侧向延伸的分支;

线, 所述线的每根电连接相邻的两个发光单元, 以便位于相邻的两个发光单元中的一个发光单元上的透明电极结构电连接到相邻的两个发光单元中的另外一个发光单元的第一导电型半导体层。

5、如权利要求 4 所述的 AC LED, 其中, 所述中心部分具有沿电流在发光单元之间流动的方向延伸的形状, 所述分支垂直于所述电流流动的方向延伸。

6、如权利要求 4 所述的 AC LED, 还包括:

n型电极，形成在每个发光单元中的第一导电型半导体层的其他区域上；
p型电极焊盘，形成在每个发光单元上的透明电极结构的中心部分上，
其中，所述线的每根电连接n型电极和p型电极焊盘。

具有改进的透明电极结构的 AC 发光二极管

技术领域

本发明涉及一种 AC 发光二极管 (LED)，更具体地讲，涉及一种具有改进的透明电极结构的 AC LED。

背景技术

GaN 基的发光二极管 (LED) 已被应用和开发了大约 10 年。GaN 基 LED 使用改变相当大的 LED 技术，并且当前被用于各种应用，例如，全彩色 LED 显示器、LED 交通信号和白色 LED。近来，高效的白色 LED 有望替代荧光灯。具体地说，白色 LED 的效率达到近似于普通荧光灯的水平。

通常，LED 通过前向电流发射光，并需要 DC 电源。因此，当通过直接连接到 AC 电源来使用 LED 时，LED 根据电流的方向反复地导通/截止。结果，存在这样的问题：LED 不连续地发光，并且可能由于反向电流而易于损坏。

为了解决 LED 的这个问题，在 SAKAIT 等人的题为“LIGHT-EMITTING DEVICE HAVING LIGHT-EMITTING ELEMENTS”（具有发光元件的发光装置），的第 WO2004/023568(A1)号的 PCT 公布中已经公开了可以通过直接连接到高压 AC 电源来进行使用的 LED。

图 1 是示出根据第 WO 2004/023568(A1)号 PCT 公布的 AC LED 的局部平面图，图 2 是沿图 1 中的线 IV-IV 截取的剖视图。

参照图 1 和图 2，多个发光单元 1 形成在基底 10 上。此外，在每个发光单元 1 上设置 p 电极 22 和 n 电极 24。空气桥 (air bridge) 线 28 将彼此相邻的发光单元的 p 电极 22 和 n 电极 24 电连接，从而所述多个发光单元 1 相串联。

每个发光单元包括 n-GaN 层 14 和 p-GaN 层 20。尽管未示出，InGaN 有源层 (active layer) 可插入 n-GaN 层 14 和 p-GaN 层 20 之间。p 电极 22 形成在 p-GaN 层 20 上，n 电极 24 形成在 n-GaN 层 14 上。同时，空气桥线 28 将 p 电极 22 和 n 电极 24 电连接。

根据第 WO 2004/023568(A1)号 PCT 公布, LED (发光单元) 在绝缘基底 (例如, 蓝宝石基底) 上二维地串联, 以形成 LED 阵列。这样的两个 LED 阵列反向并联在蓝宝石基底上。结果, 提供可由 AC 电源驱动的单片发光装置。

然而, 当 p 电极 22 和 n 电极 24 如图 1 所示通过空气桥线 28 相连接时, 流过空气桥线 28 的前向电流局部地集中在每个 p 电极 22 的某个区域。因此, 在每个 p 电极 22 的该区域中电流密度增加, 而在每个 p 电极 22 的其他区域中电流密度相对降低。电流密度的局部增加不仅限制有源层的发光区域而且由于过度的电流密度而导致 p 电极 22 的剥落现象 (peeling phenomenon)。此外, 电流密度的局部增加提高了该区域中的结温度, 从而降低了发光效率。在增加电流以获得高输出功率的情况下, 这个问题变得更加严重。因此, 需要防止电流在 p 电极 22 上局部地集中并且使电流均匀地分散在整个 p 电极中的 LED。

发明内容

技术问题

本发明的目的在于提供一种适于防止电流在发光单元中局部地集中并允许电流均匀地分散的 AC 发光二极管。

技术方案

为了实现本发明的目的, 根据本发明的一方面的 AC 发光二极管包括形成在单个基底上的多个发光单元。每个发光单元包括第一导电型半导体层、位于第一导电型半导体层的一个区域的顶部上的第二导电型半导体层以及插入第一导电型半导体层和第二导电型半导体层之间的有源层。同时, 透明电极结构位于每个发光单元上。透明电极结构包括至少两个彼此分开的部分。此外, 线将相邻的两个发光单元电连接。线将位于相邻的两个发光单元中的一个上的透明电极结构的所述至少两个部分的每个电连接到相邻的两个发光单元中的另外一个的第一导电型半导体层。

根据本方面的一方面, 透明电极结构的分开的部分连接到与其相邻的第一导电型半导体层, 以便可分散流入透明电极结构中的电流, 从而防止电流密度的局部增加。

透明电极结构的所述至少两个部分的每个可具有沿电流在发光单元之间

流动的方向延伸的形状。因此，在透明电极结构中流动的电流也均匀分布在所述每个部分中。

同时，n型电极可形成在每个发光单元中的第一导电型半导体层的其他区域上，p型电极焊盘可分别形成在每个发光单元上的透明电极结构的所述至少两个部分上。此时，所述线电连接n型电极和p型电极焊盘。

为了实现本发明的目的，根据本发明的另一方面的AC发光二极管具有改变的透明电极结构。即，在本发明的另一方面中，透明电极结构位于每个发光单元上，并且具有中心部分和从所述中心部分的两侧侧向延伸的分支。因此，电流沿中心部分流动并还流到分支的端部，从而电流可被均匀地分散。

同时，所述线的每根电连接相邻的两个发光单元，以便位于相邻的两个发光单元中的一个发光单元上的透明电极结构电连接到相邻的两个发光单元中的另外一个发光单元的第一导电型半导体层。

此外，所述中心部分可具有沿电流在发光单元之间流动的方向延伸的形状。此外，所述分支垂直于电流在发光单元之间流动的方向延伸。因此，甚至可防止电流在中心部分的局部集中。

此外，n型电极可形成在每个发光单元中的第一导电型半导体层的其他区域上；p型电极焊盘可形成在每个发光单元上的透明电极结构的中心部分上。此时，所述线的每根电连接n型电极和p型电极焊盘。

技术效果

根据本发明，可提供能够防止电流在发光单元中局部地集中并允许电流均匀地分散的AC发光二极管。因此，可防止由于过度的电流局部集中导致的p电极的剥落现象。此外，电流在发光单元的整个区域中被均匀地分散，从而可提高发光效率。此外，由于电流被均匀地分散，因此与现有技术相比可增加电流，因此可提供具有高输出功率的AC发光二极管。

附图说明

图1是示出传统的AC发光二极管(LED)的平面图，图2是沿图1中的线IV-IV截取的剖视图。

图3是示出根据本发明的实施例的AC LED的平面图。

图4是用于示出根据本发明的实施例的AC LED的沿图3中的线I-I'截取的剖视图。

图5至图7是示出制造根据本发明的实施例的AC LED的方法的剖视图。图8和图9是示出根据本发明的其他实施例的AC LED的平面图。

具体实施方式

以下，将参照附图详细地描述本发明的优选实施例。下面的实施例仅以示例性为目的被提供，从而本领域的技术人员能够完全理解本发明的精神。因此，本发明不限于下面的实施例，而是可以以其他的形式实施本发明。在附图中，为了便于示出，夸大了部件的宽度、长度、厚度等。贯穿整个说明书和附图，相同的标号表示同样的部件。

图3是示出根据本发明的实施例的AC发光二极管(LED)的平面图，图4是沿图3中的线I-I'截取的剖视图。

参照图3和图4，多个发光单元57被布置在单个基底50上。基底50可以是绝缘基底或导电基底。

发光单元57的每个包括：第一导电型半导体层54；第二导电型半导体层60，布置在第一导电型半导体层的一个区域上；有源层56，插入第一导电型半导体层和第二导电型半导体层之间。这里，第一导电型和第二导电型分别是n型和p型或者p型和n型。

第一导电型半导体层54、有源层56和第二导电型半导体层60的每个可由GaN基半导体材料（即，(B, Al, In, Ga)N）形成。确定有源层56的组成成分和组成比例，以便有源层56发射具有期望的波长的光，例如，紫外光或蓝光。第一导电型半导体层54和第二导电型半导体层60的每个由具有比有源层的能带隙（band gap）高的能带隙的材料形成。

如在附图中所示，第一导电型半导体层54和/或第二导电型半导体层60可以形成为单层或多层结构。此外，有源层56可具有单量子阱结构或多量子阱结构。

同时，缓冲层52可插入发光单元57和基底50之间。采用缓冲层52以减小基底50和将形成在其上的第一导电型半导体层54之间的晶格失配。

n型电极64可以形成在第一导电型半导体层54的其他区域上，即，第一导电型半导体层54的与形成有第二导电型半导体层60的区域相邻的区域。n型电极64与第一导电型半导体层54欧姆接触。同时，透明电极结构62布置在第二导电型半导体层60上。透明电极结构62与第二导电型半导体层60

欧姆接触，并且透明电极结构 62 透射从有源层 56 发出的光。

如图 3 所示，透明电极结构 62 包括至少两个单独的部分。优选地，所述部分的每个具有沿用于驱动发光单元 57 的电流流动的方向（即，x 方向）延伸的形状。

同时，p 型电极焊盘 66 可以形成在所述部分的每个上。p 型电极焊盘 66 可以通过穿过透明电极结构 62 与第二导电型半导体层 60 接触。在这种情况下，优选地，p 型电极焊盘 66 和第二导电型半导体层 60 之间的接触电阻相对高。

如在附图中所示，线 68 将彼此相邻的发光单元的第一导电型半导体层 54 和透明电极结构 62 电连接。所述线的每根由导电材料（例如，金属）形成。线 68 将透明电极结构 62 的两个部分分别电连接到与其相邻的发光单元的第一导电型半导体层 54。同时，在形成 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66 的情况下，线 68 可分别将形成在第一导电型半导体层 54 上的 n 型电极 64 与形成在透明电极结构 62 的各个部分上的 p 型电极焊盘 66 电连接。

线 68 将发光单元 57 串联，以便形成发光单元的串联阵列。可形成多个这样的阵列，并且所述多个阵列可以彼此反向并联以连接到 AC 电源。此外，可形成桥式整流器（未示出），以连接到发光单元的串联阵列，并且发光单元可通过桥式整流器在 AC 电源下被驱动。

根据该实施例，由于透明电极结构 62 包括至少两个单独的部分，因此通过线 68 流入透明电极结构 62 的电流分散到各个单独的部分中。因此，与传统的单个电极（由图 1 中的 22 所指示）相比，可避免电流集中在一个区域上。此外，由于所述部分的每个具有沿电流流动的方向（即，x 方向）延伸的形状，因此甚至可避免电流在各个部分的一个区域中集中。

图 5 至图 7 是示出制造根据本发明的实施例的 AC LED 的方法的剖视图。

参照图 5，第一导电型半导体层 54、有源层 56 和第二导电型半导体层 60 形成在基底 50 上。此外，可在形成第一导电型半导体层 54 之前形成缓冲层 52。

基底 50 可以是 Al_2O_3 、SiC、ZnO、Si、GaAs、GaP、 LiAl_2O_3 、BN、AlN 或 GaN 基底。然而，基底 50 不限于此，并且可根据在基底 50 上形成的半导体层的材料进行不同的选择。在形成 GaN 基半导体层的情况下，主要使用蓝宝石或 SiC 基底作为基底 50。

形成缓冲层 52 以减少基底 50 和形成在其上的第一半导体层 54 之间的晶格失配, 并且缓冲层 52 可由例如 GaN 或 AlN 形成。当基底 50 是导电基底时, 优选地, 缓冲层 52 由绝缘层或半绝缘层形成。此外, 缓冲层 52 可由 AlN 或半绝缘的 GaN 形成。

第一导电型半导体层 54、有源层 56 和第二导电型半导体层 60 的每个可由 GaN 基半导体材料 (即, (B, Al, In, Ga)N) 形成。确定有源层 56 的组成成分和组成比例, 以便有源层 56 发射具有期望的波长的光。第一导电型半导体层 54 和第二导电型半导体层 60 的每个由具有比有源层 56 的能带隙高的能带隙的材料形成。可使用诸如金属有机化学汽相沉积 (MOCVD)、分子束外延或氢化物气相外延 (HVPE) 的技术使第一导电型半导体层 54、有源层 56 和第二导电型半导体层 60 间歇地或连续地生长。

这里, 第一导电型和第二导电型可分别是 n 型和 p 型或者 p 型和 n 型。在 GaN 基化合物半导体层中, 可通过使用 Si 作为杂质进行掺杂来形成 n 型半导体层, 可通过使用 Mg 作为杂质进行掺杂来形成 p 型半导体层。

参照图 6, 第二导电型半导体层 60、有源层 56 和第一导电型半导体层 54 被图案化以形成彼此间隔的发光单元 57。此时, 可一起图案化缓冲层 52。可通过光刻和蚀刻工艺图案化第一导电型半导体层 54、第二导电型半导体层 60 和有源层 56。

同时, 第二导电型半导体层 60 和有源层 56 被图案化以被布置在图案化的第一导电型半导体层 54 的一个区域上, 如附图所示。因此, 图案化的第一导电型半导体层 54 的一部分被暴露。

参照图 7, 在图案化的第二导电型半导体层 60 上形成透明电极结构 62。可使用剥离 (lift-off) 技术使透明电极结构 62 形成具有至少两个彼此分离的部分, 如图 3 所示。可选择地, 在使用诸如电子束蒸发的沉积技术形成透明电极层之后, 可通过光刻和蚀刻工艺图案化透明电极层, 以形成具有至少两个部分的透明电极结构 62。透明电极结构 62 可由任何能够透射从有源层 56 发出的光的电极材料形成, 并且不受特别限制。例如, 透明电极结构 62 可由 Ni/Au 或氧化铟锡 (ITO) 形成。

尽管在本实施例中描述了在形成发光单元 57 之后形成透明电极结构 62, 但是本发明不限于此, 也可以在发光单元彼此分离之前形成透明电极结构 62。具体地说, 当通过电子束蒸发技术沉积透明电极层时, 优选地, 在第二导电

型半导体层 60 生长之后并且在发光单元 57 彼此分离之前形成透明电极层。其后，在形成线 68 之前，以预定步骤图案化透明电极层以形成透明电极结构 62。

p 型电极焊盘 66 可局部地形成在透明电极结构 62 的区域上。可通过剥离技术形成 p 型电极焊盘 66。同时，在形成 p 型电极焊盘 66 之前，可图案化透明电极结构 62 以形成开口（未示出），通过所述开口暴露第二导电型半导体层 60。其后，在所述开口及其周缘部分上形成 p 型电极焊盘 66。结果，p 型电极焊盘 66 可通过所述开口与第二导电型半导体层 60 相接触。

同时，可在第一导电型半导体层 54 的其他区域上形成 n 型电极 64。也可通过剥离技术形成 n 型电极 64，并且可与 p 型电极焊盘 66 一起同时形成 n 型电极 64。p 型电极焊盘 66 和/或 n 型电极 64 可由 Ti/Au 形成。

随后，形成将彼此相邻的发光单元 57 电连接的线 68。所述线可连接 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66，从而形成参照图 3 和图 4 描述的 LED。

可通过空气桥工艺形成线 68，图 4 示出通过空气桥工艺形成的线。还可通过阶梯覆盖（step cover）工艺来形成线 68。

首先，将简要描述空气桥工艺的示例。在如图 7 所示的其上形成有 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66 的基底 50 上形成光致抗蚀剂（photoresist）之后，通过曝光工艺形成具有暴露 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66 的开口的第一光致抗蚀剂图案。其后，通过电子束蒸发技术形成薄金属层。在所述开口和光致抗蚀剂图案的整个表面上形成所述金属层。随后，在第一光致抗蚀剂图案上形成暴露所述开口和相邻发光单元之间的区域中的金属层的第二光致抗蚀剂图案。其后，通过电镀技术形成金等，然后去除第一光致抗蚀剂图案和第二光致抗蚀剂图案。结果，剩下分别连接彼此相邻的发光单元的 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66 的线，并且所有其他的金属层和光致抗蚀剂图案被去除。如在附图中所示，所述线以桥的形式电连接发光单元 57。

同时，阶梯覆盖工艺包括在具有如图 7 所示的 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66 的基底上形成绝缘层的步骤。其后，通过光刻和蚀刻工艺图案化所述绝缘层，以形成暴露 n 型电极 64 和 p 型电极焊盘 66 的开口。随后，通过电子束蒸发技术，填充所述开口，并形成覆盖绝缘层的顶表面的金属层。其后，通过光刻和蚀刻技术图案化金属层，以形成连接彼此相邻的发光单元 57 的线 68。可应用该阶梯覆盖工艺的不同变形。如果使用阶梯覆盖工艺，则线 68 由

绝缘层支撑，从而增加了可靠性。

如图3所示，线68可被形成为在n型电极64上彼此分开，但是也可在n型电极64上彼此相连。

图8是示出根据本发明的另一实施例的AC LED的平面图。

根据本实施例的AC LED具有与参照图3描述的AC LED大体上相同的构造。然而，在根据本实施例的AC LED中，透明电极结构72被划分为三个部分，并且线78在n型电极64上彼此相连。

透明电极结构72被划分为具有沿x方向延伸的形状的多个部分。可将透明电极结构72划分为不同数量的部分，以防止电流局部地集中。

同时，在线78在n型电极64上彼此相连的情况下，可增强所述线和n型电极之间的粘附。然而，线78可以在n型电极上彼此分开。

图9是示出根据本发明的另一实施例的AC LED的平面图。

参照图9，根据本实施例的AC LED具有与参照图3描述的AC LED大体上相同的构造。然而，透明电极结构82与图3的透明电极结构62不同。相应地，线88与图3的线68不同。以下，将描述所述不同。

透明电极结构82包括中心部分82a和从中心部分82a的两侧侧向延伸的分支82b。中心部分82a可具有沿电流在发光单元之间流动的方向（即，x方向）延伸的形状。此外，分支82b沿与所述电流流动的方向垂直的方向（即，y方向）延伸。

同时，线88电连接彼此相邻的发光单元。线88电连接n型电极64和透明电极结构82，具体地说，线88可电连接透明电极结构82的中心部分82a和n型电极64。

因此，可防止电流集中在中心部分82a的一个区域上，并且可通过分支82b将电流分散在发光单元区域中。

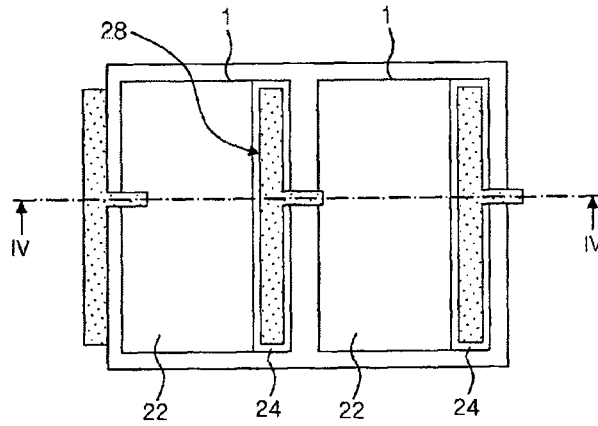


图 1

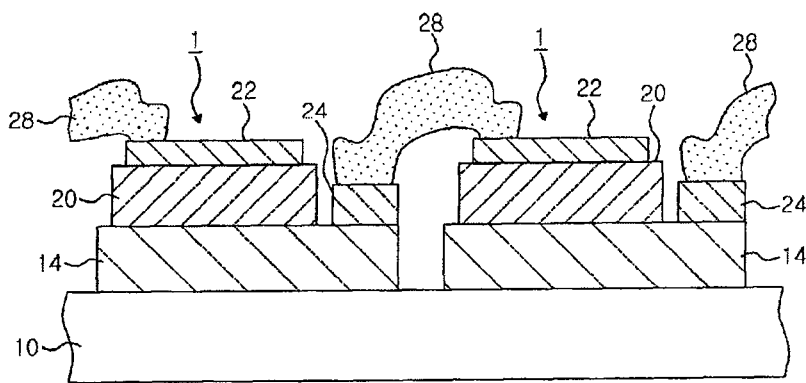


图 2

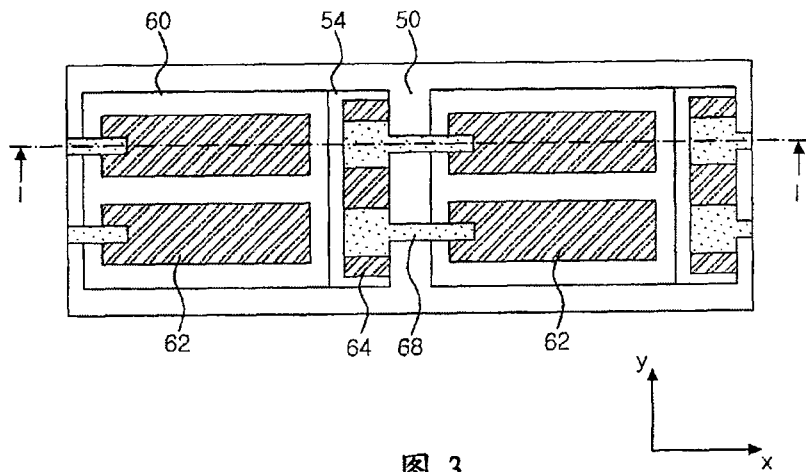


图 3

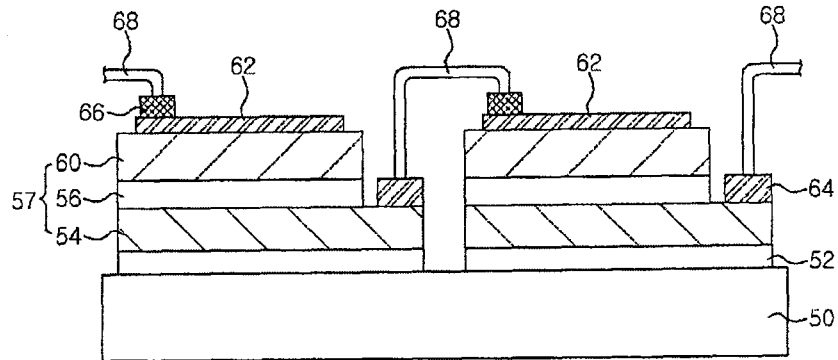


图 4

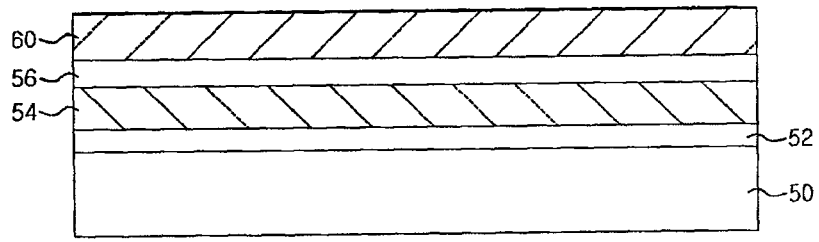


图 5

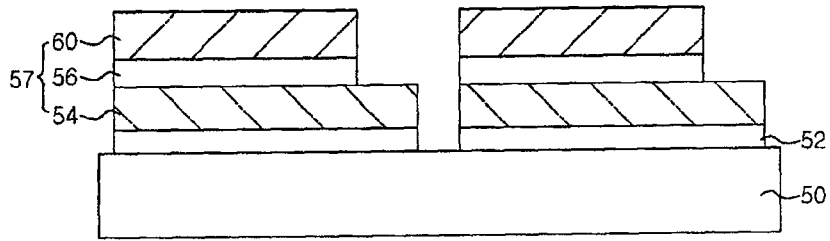


图 6

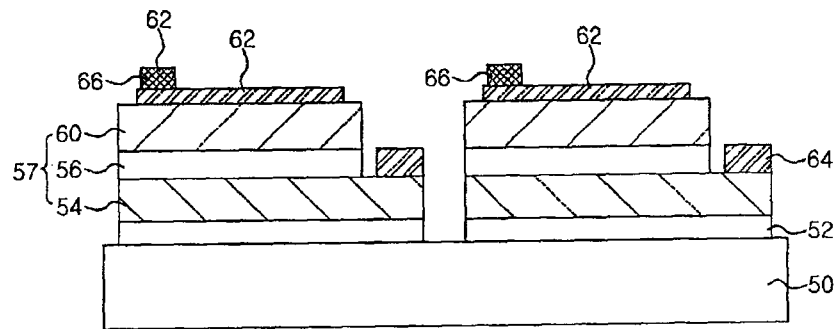


图 7

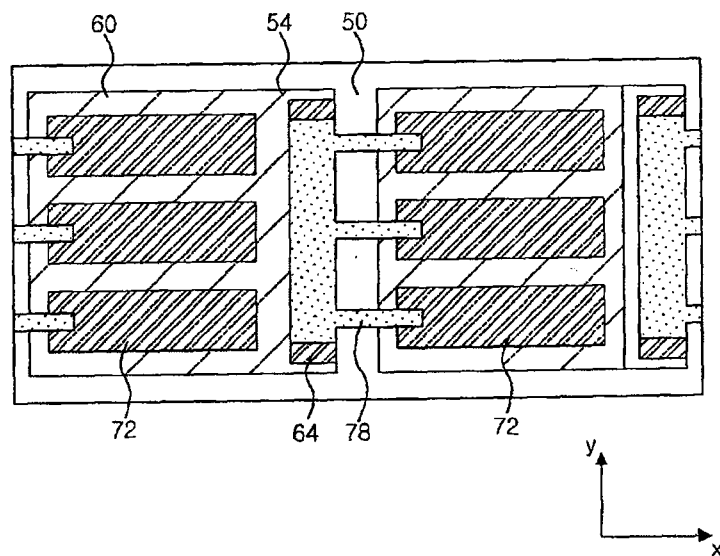


图 8

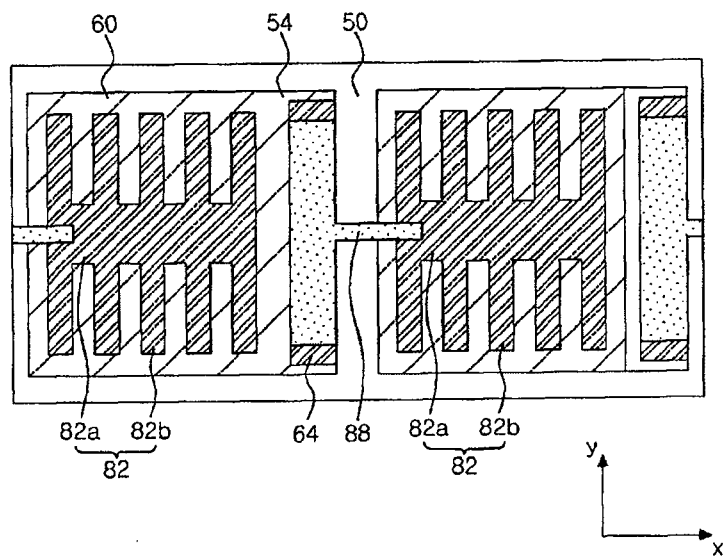


图 9