



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101222015 B

(45) 授权公告日 2010. 05. 12

(21) 申请号 200810025948. 7

审查员 王磊

(22) 申请日 2008. 01. 19

(73) 专利权人 鹤山丽得电子实业有限公司

地址 529728 广东省鹤山市共和镇祥和路
301 号

(72) 发明人 樊邦弘 翁新川 叶国光

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2006/138465 A2, 2006. 12. 28, 说明书
第 9 页第(0046) — 第 13 页第(0070), 第 19 页第
(0092) — 第 25 页第(0119), 附图 1, 7 — 18.

CN 1870307 A, 2006. 11. 29, 说明书第 4 页第
1 行 — 第 5 页第 14 行, 附图 1 — 2.

US 2007/0085089 A1, 2007. 04. 19, 全文.

US 2007/0187702 A1, 2007. 08. 16, 全文.

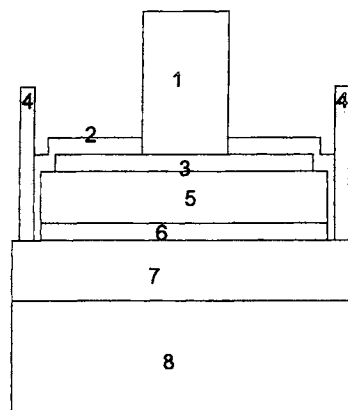
权利要求书 3 页 说明书 4 页 附图 9 页

(54) 发明名称

发光二极管、具有其的封装结构及其制造方
法

(57) 摘要

本发明提供了一种发光二极管。该发光二极管包括:蓝宝石衬底;形成于蓝宝石衬底的正面上的 n 型半导体材料层;形成于 n 型半导体材料层上的发光层;形成于发光层上的 p 型半导体材料层;保护层,覆盖 p 型半导体材料层;穿透保护层形成于 p 型半导体材料层上的阳极;以及围绕 n 型半导体材料层形成并与之电接触的阴极;以及形成于蓝宝石衬底的背面上的背镀金属层或导电胶,所述背镀金属层或导电胶接触 n 型半导体层和阴极。本发明还提供了具有该发光二极管的封装结构及该发光二极管的制造方法。根据本发明的发光二极管的发光效率增加了 50% 以上。



1. 一种发光二极管,包括:
蓝宝石衬底;
形成于蓝宝石衬底的正面上的 n 型半导体材料层;
形成于 n 型半导体材料层上的发光层;
形成于发光层上的 p 型半导体材料层;
形成于 p 型半导体材料层上的阳极;
沿 n 型半导体材料层边缘形成并与 n 型半导体材料层电接触的阴极;
以及形成于蓝宝石衬底的背面上的背镀金属层或导电胶,所述背镀金属层或导电胶接触 n 型半导体材料层和阴极。
2. 根据权利要求 1 所述的发光二极管,还包括形成于 p 型半导体材料层上的保护层,所述阳极穿透所述保护层与 p 型半导体材料层接触。
3. 根据权利要求 2 所述的发光二极管,还包括形成于 p 型半导体材料层和阳极之间覆盖 p 型半导体材料层的透明电极层,保护层覆盖透明电极层。
4. 根据权利要求 3 所述的发光二极管,所述阳极位于透明电极层的中心。
5. 根据权利要求 3 所述的发光二极管,其中透明电极层的厚度为发光二极管发射的光的波长的四分之一。
6. 根据权利要求 3 或 4 或 5 所述的发光二极管,其中透明电极层的材料选自 ITO、RuO₂、NiO₂、ZnO 或其组合。
7. 根据权利要求 1 所述的发光二极管,其中阴极横截面的形状为圆环、椭圆环、多边形环或由直线和曲线组合成的封闭形环。
8. 根据权利要求 1 所述的发光二极管,其中阴极由不吸收光的反射性金属或金属氧化物制成。
9. 根据权利要求 1 或 7 所述的发光二极管,其中阴极的材料选自 Cr、Al、Ag、Au、Ti、ITO、ZnO、RuO₂ 或其组合。
10. 根据权利要求 1 所述的发光二极管,其中阴极形成于 n 型半导体材料层的周边部分上。
11. 根据权利要求 10 所述的发光二极管,其中阴极形成于其上的 n 型半导体材料层的周边部分的厚度小于 n 型半导体材料层的其他部分的厚度。
12. 根据权利要求 1 所述的发光二极管,其中阴极形成于衬底上且接触 n 型半导体材料层的侧面。
13. 根据权利要求 1、10、11 或 12 所述的发光二极管,其中阴极和阳极的厚度为 2 微米以上。
14. 根据权利要求 1、10、11 或 12 所述的发光二极管,其中在 n 型半导体材料层和阴极之间以及在 p 型半导体材料层和阳极之间形成有欧姆接触层。
15. 根据权利要求 1 所述的发光二极管,其中背镀金属层或导电胶与阴极形成为一体。
16. 一种发光二极管封装结构,包括:
发光二极管,包括:
蓝宝石衬底;
形成于蓝宝石衬底的正面上的 n 型半导体材料层;

形成于 n 型半导体材料层上的发光层；

形成于发光层上的 p 型半导体材料层；

形成于 p 型半导体材料层上的阳极；以及

沿 n 型半导体材料层边缘形成并与 n 型半导体材料层电接触的阴极；

形成于阳极上的焊线；以及

形成于蓝宝石衬底的背面上的背镀金属层或导电胶，所述背镀金属层或导电胶接触 n 型半导体材料层和阴极，

其中焊线和背镀金属层或导电胶分别电连接至导电支架，导电支架用于与外部电路连接。

17. 根据权利要求 16 所述的发光二极管封装结构，还包括形成于 p 型半导体材料层上的保护层，所述阳极穿透所述保护层与 p 型半导体材料层接触。

18. 根据权利要求 17 所述的发光二极管封装结构，还包括形成于 p 型半导体材料层和阳极之间的覆盖 p 型半导体材料层的透明电极层，保护层覆盖透明电极层。

19. 根据权利要求 18 所述的发光二极管封装结构，所述阳极形成于透明电极层的中心部分上。

20. 根据权利要求 18 所述的发光二极管封装结构，其中透明电极层的厚度为发光二极管发射的光的波长的四分之一。

21. 根据权利要求 18、19 或 20 所述的发光二极管封装结构，其中透明电极层的材料选自 ITO、RuO₂、NiO₂、ZnO 或其组合。

22. 根据权利要求 16 所述的发光二极管封装结构，其中阴极横截面的形状为圆环、椭圆环、多边形环或由直线和曲线组合成的封闭形环。

23. 根据权利要求 16 所述的发光二极管封装结构，其中阴极由不吸收光的反射性金属或金属氧化物制成。

24. 根据权利要求 16 或 22 所述的发光二极管封装结构，其中阴极的材料选自 Cr、Al、Ag、Au、Ti、ITO、ZnO、RuO₂ 或其组合。

25. 根据权利要求 16 所述的发光二极管封装结构，其中阴极形成于 n 型半导体材料层的周边部分上。

26. 根据权利要求 25 所述的发光二极管封装结构，其中阴极形成于其上的 n 型半导体材料层的周边部分的厚度小于 n 型半导体材料层的其他部分的厚度。

27. 根据权利要求 16 所述的发光二极管封装结构，其中阴极形成于衬底上且接触 n 型半导体材料层的侧面。

28. 根据权利要求 16 所述的发光二极管封装结构，其中背镀金属层或导电胶与阴极形成为一体。

29. 根据权利要求 16、25、26、27 或 28 所述的发光二极管封装结构，其中阴极和阳极的厚度为 2 微米以上。

30. 根据权利要求 16、25、26、27 或 28 所述的发光二极管封装结构，其中在 n 型半导体材料层和阴极之间以及在 p 型半导体材料层和阳极之间形成有欧姆接触层。

31. 发光二极管的制造方法，包括：

制备蓝宝石衬底；

在蓝宝石衬底的正面上依次生长 n 型半导体材料层,发光层和 p 型半导体材料层的叠层结构;

使用刻蚀方法,移除上述叠层结构的周边部分,直至暴露 n 型半导体材料层的周边部分;

在 n 型半导体材料层的周边部分上形成阴极;

在 p 型半导体材料层上形成阳极;

在蓝宝石衬底的背面背镀金属层或导电胶,所述背镀金属层或导电胶接触 n 型半导体材料层和阴极,

其中焊线和背镀金属层或导电胶分别电连接至导电支架,导电支架用于与外部电路连接。

32. 根据权利要求 31 所述的发光二极管的制造方法,还包括在形成阴极和阳极之前,形成保护层以覆盖叠层结构并暴露 n 型半导体材料层的周边部分。

33. 根据权利要求 31 所述的发光二极管的制造方法,还包括在 p 型半导体材料层和阳极之间形成覆盖 p 型半导体材料层的透明电极层。

34. 根据权利要求 33 所述的发光二极管的制造方法,所述阳极形成于透明电极层的中心部分上。

35. 根据权利要求 31 所述的发光二极管的制造方法,其中 n 型半导体材料层的周边部分的厚度小于 n 型半导体材料层的其他部分的厚度。

36. 根据权利要求 35 所述的发光二极管的制造方法,其中背镀金属层或导电胶与阴极形成为一体。

发光二极管、具有其的封装结构及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发光二极管、具有该发光二极管的封装结构及该发光二极管的制造方法,尤其涉及一种采用环形阴极的发光二极管,具有该发光二极管的封装结构及该发光二极管的制造方法。

背景技术

[0002] 发光二极管(LED)是用半导体材料制作的正向偏置的PN结二极管。其发光机理是当在PN结两端注入正向电流时,注入的非平衡载流子(电子-空穴对)在扩散过程中复合发光,这种发射过程主要对应光的自发发射过程。制作半导体发光二极管的材料是重掺杂的,热平衡状态下的N区有很多迁移率很高的电子,P区有较多的迁移率较低的空穴。由于PN结阻挡层的限制,在常态下,二者不能发生自然复合。而当给PN结加以正向电压时,沟道区导带中的电子则可逃过PN结的势垒进入到P区一侧。于是在PN结附近稍偏于P区一边的地方,处于高能态的电子与空穴相遇时,便产生发光复合。这种发光复合所发出的光属于自发辐射。

[0003] 一般而言,传统的发光二极管(LED)的制造方法是在衬底上外延生长包括n型半导体材料层、发光层和p型半导体材料层的层叠结构。随着发光二极管发射的光的波长不同,发光二极管所采用的材料和结构也不同。例如,对于发射蓝光和绿光二极管,通常采用蓝宝石作为衬底,而采用氮化镓外延结构作为层叠结构。由于蓝宝石衬底为绝缘衬底,所以发光二极管的阴极和阳极均设置在正面。因此电极占据了发光二极管芯片中相当大的面积,容易引起发光二极管中扩散电流的分布不均匀。并且由于电极的对于发光二极管发射的光的吸收作用而导致发光二极管的亮度降低。

发明内容

[0004] 因此,本发明提供一种具有增加亮度的发光二极管。

[0005] 本发明还提供了具有上述发光二极管的封装结构和上述发光二极管的制造方法。

[0006] 根据本发明的一方面,提供了一种发光二极管。该发光二极管包括:蓝宝石衬底;形成于蓝宝石衬底的正面上的n型半导体材料层;形成于n型半导体材料层上的发光层;形成于发光层上的p型半导体材料层;形成于p型半导体材料层上的阳极;以及形成于蓝宝石衬底的背面上的背镀金属层或导电胶,所述背镀金属层或导电胶接触n型半导体层。

[0007] 优选地,还包括沿n型半导体材料层边缘形成并与n型半导体材料层电接触的阴极,所述背镀金属层或导电胶接触阴极。

[0008] 优选地,其中背镀金属层或导电胶与阴极形成为一体。

[0009] 优选地,根据本发明的发光二极管还包括形成于p型半导体材料层上的保护层,所述阳极穿透所述保护层与p型半导体材料层接触。

[0010] 优选地,根据本发明的发光二极管还包括形成于p型半导体材料层和阳极之间覆盖P型半导体材料层的透明电极层,保护层覆盖透明电极层。

[0011] 优选地,所述阳极位于透明电极层的中心。

[0012] 优选地,透明电极层的厚度为发光二极管发射的光的波长的四分之一。透明电极层的材料例如选自ITO、RuO₂、NiO₂、ZnO 或其组合。

[0013] 优选地,阴极由不吸收光的反射性金属或金属氧化物制成。阴极的材料例如选自Cr、Al、Ag、Au、Ti、ITO、ZnO、RuO₂ 或其组合。

[0014] 优选地,阴极形成于n型半导体材料层的周边部分上。阴极形成于其上的n型半导体材料层的周边部分的可以厚度小于n型半导体材料层的其他部分,从而增加电极的厚度。或者,阴极可以形成于衬底上且接触n型半导体层的侧面。阴极和阳极的厚度优选为2微米以上。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供了一种包括发光二极管的发光二极管封装结构。该发光二极管包括:蓝宝石衬底;形成于蓝宝石衬底的正面上的n型半导体材料层;形成于n型半导体材料层上的发光层;形成于发光层上的p型半导体材料层;形成于p型半导体材料层上的阳极;沿n型半导体材料层边缘形成并与n型半导体材料层电接触的阴极;形成于阳极上的焊线;以及形成于蓝宝石衬底的背面上的背镀金属层或导电胶,所述背镀金属层或导电胶接触n型半导体层和阴极,其中焊线和背镀金属层或导电胶分别电连接至导电支架,导电支架用于与外部电路连接。

[0016] 优选地,背镀金属层或导电胶与阴极接触,更优选地,背镀金属层或导电胶与阴极形成为一体。

[0017] 根据本发明的又一方面,提供了一种发光二极管的制造方法。所述方法包括:制备蓝宝石衬底;在蓝宝石衬底的正面上依次生长n型半导体层,发光层和p型半导体层的叠层结构;使用刻蚀方法,移除上述叠层结构的周边部分,直至暴露n型半导体层的周边部分;形成保护层以覆盖上述的叠层结构并暴露n型半导体材料层的周边部分;在n型半导体材料层的周边部分上形成呈环状的阴极;在p型半导体层上形成阳极;在蓝宝石衬底的背面背镀金属层或导电胶,所述背镀金属层或导电胶接触n型半导体层和阴极,其中焊线和背镀金属层或导电胶分别电连接至导电支架,导电支架用于与外部电路连接。

[0018] 本发明采用了在蓝宝石衬底背面背镀金属的结构,省略了在阴极上的焊线,由于发光二极管中的焊线为金线,因此可以有效地节约成本,同时可以大幅度地提高发光二极管的出光效率,并且由于发光二极管的阴极为环状结构,使得电流更均匀地分布在发光表面。而且通过蚀刻层叠结构的周边部分而使得阴极形成于厚度减小的n型半导体层上,增加了电极的厚度,从而增加了电流并改善了电流分布的均匀性。而且阴极由不吸收光的反射性材料制成,减小了光吸收和使得发光亮度增加。

附图说明

[0019] 图1为根据本发明的一实施例的发光二极管的剖面示意图;

[0020] 图2为根据本发明的另一实施例的发光二极管的剖面示意图;

[0021] 图3为根据本发明的又一实施例的发光二极管的剖面示意图;

[0022] 图4A至4E以及图5为显示根据本发明的实施例的发光二极管的制造方法的步骤的剖面示意图;

[0023] 图6为根据本发明的一实施例的发光二极管的封装结构的示意图;

- [0024] 图 7 为根据本发明的一实施例的发光二极管的封装结构的示意图 ; 以及
- [0025] 图 8 为根据本发明发光二极管的正面示意图。

具体实施方式

[0026] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0027] 如图 1 和 2 所示, 根据本发明的一实施例的发光二极管包括蓝宝石衬底 8、形成于蓝宝石衬底 8 上的 n 型半导体材料层 7、形成于 n 型半导体材料层 7 上的发光层 6 和形成于发光层 6 上的 p 型半导体材料层 5。由 p 型半导体材料层 5、发光层 6 和 n 型半导体层 7 构成的叠层结构可以由例如氮化镓材料的半导体材料形成。该发光二极管还可以包括形成于 p 型半导体材料层 5 上覆盖 p 型半导体材料层 5 的透明电极层 3。透明电极层 3 优选由选自 IT0、RuO₂、NiO₂、ZnO 或其组合的金属氧化物制成。透明电极层 3 的厚度优选为发光二极管发射的光的波长的四分之一。阳极 1 形成于透明电极层 3 的中心部分上, 例如呈柱状。值得注意的是, 透明电极层 3 可以增加发光二极管的电流分布的均匀性, 然而对于发光二极管而言透明电极层 3 并不是必须的。阳极 1 也可以直接形成于 p 型半导体层 5 上。

[0028] 阴极 4 沿 n 型半导体材料层边缘形成并与 n 型半导体材料层电接触。阴极 4 可以形成于 n 型半导体层 7 的周边部分上, 如图 1 所示。

[0029] 在上述发光二极管蓝宝石衬底 8 的背面背镀金属层或固晶导电胶 9 接触 n 型半导体层 7 和阴极 4, 并在阳极 1 上形成焊线 10, 从而形成如图 5 所示的结构。优选地, 如图 6 可以将背镀金属层或固晶导电胶 9 与阴极 4 一体形成。

[0030] 本发明阴极 4 的端面形状如图 8 所示, 其可为圆环、椭圆环、多边形环或由直线和曲线组合成的封闭形环状 ; 阴极 4 的任意横截面形状与其端面形状一致。n 型半导体层 7 的周边部分的厚度可以小于其他部分的厚度, 从而形成台阶状。而阴极 4 则形成于较低的 n 型半导体层 7 上, 从而增加阴极 4 的厚度, 如图 2 所示。或者, 阴极 4 可以形成于衬底 8 上而接触 n 型半导体层 7 的侧面, 如图 3 所示。阴极 4 优选由不吸收光的反射性金属或金属氧化物制成以减小阴极的光吸收。例如, 阴极 4 的材料选自 Cr、Al、Ag、Au、Ti、IT0、ZnO、RuO₂ 及其组合。阴极 4 和阳极 1 的厚度优选为 2 微米以上。在 n 型半导体层 7 和阴极 4 之间以及在 p 型半导体层 5 和阳极 1 之间形成有欧姆接触层。

[0031] 保护层 2 覆盖透明电极层 3 并将阴极 4 与透明电极层 3 隔开, 以防止阴极 4 与透明电极层 3 接触而导致漏电失效。保护层 2 由绝缘材料形成, 例如 SiO₂、Si₃N₄、SiN0、TiO₂、SOG 等。

[0032] 本发明采用了在蓝宝石衬底背面背镀金属的结构, 省略了在阴极上的焊线, 由于发光二极管中的焊线为金线, 因此可以有效地节约成本, 同时可以大幅度地提高发光二极管的出光效率, 并且由于发光二极管的阴极 4 为环状结构, 使得电流更均匀地分布在发光表面。而且通过蚀刻层叠结构的周边部分而使得阴极 4 形成于厚度减小的 n 型半导体层 7 上, 增加了电极的厚度, 从而增加了电流并改善了电流分布的均匀性。而且阴极 4 由不吸收光的反射性材料制成, 减小了光吸收和使得发光亮度增加。

[0033] 现将参考图 4A 至 4E 描述根据本发明的一实施例的发光二极管的制造方法。首先, 制备蓝宝石衬底 8, 其厚度不大于 100 微米并不小于 5 微米。然后在蓝宝石衬底 8 的正面上依次生长 n 型半导体层 7, 发光层 6 和 p 型半导体层 5 的叠层结构, 如图 4A 所示。该叠层结

构可以由例如氮化镓材料的半导体材料通过外延生长方法形成。接着,如图 4B1 所示,使用刻蚀方法,移除上述叠层结构的周边部分,直至 n 型半导体层 7 的周边部分被暴露。n 型半导体层 7 可以被进一步蚀刻使得 n 型半导体材料层 7 的周边部分的厚度小于中心部分的厚度,例如形成台阶状,如图 4B2 所示。然后例如利用掩模和镀膜的方法在 p 型半导体材料层 5 上形成透明电极层 3,如图 4C 所示。形成保护层 2 以覆盖透明电极层 3 和上述的层叠结构,仅暴露 n 性半导体层 7 的周边部分,如图 4D 所示。然后利用镀覆方法,在 n 型半导体材料层的周围形成阴极 4 并在透明电极 3 的中心部分上形成穿透保护层 2 并与之接触的阳极 1,如图 4E 所示。阳极 1 和阴极 4 可以同时或先后形成。而且如上所述,也可以省略透明电极层 3。阴极 4 和阳极 1 的厚度优选为 2 微米以上。

[0034] 将上述形成的发光二极管的衬底 8 减薄后,进行切割捡晶后,利用背镀金属或固晶导电胶 9 接触 n 型半导体层 7 和阴极 4,并在阳极 1 上形成焊线 10,从而形成如图 5 所示的封装结构。优选地,如图 6 可以将背镀金属或固晶导电胶 9 与阴极 4 一体形成,从而进一步简化工艺步骤。然后,将焊线 10 和背镀金属或固晶导电胶 9 分别电连接至导线支架 12,并在套帽 11 中灌入环氧树脂,从而形成发光二极管封装结构,如图 7 所示。

[0035] 本发明采用了在蓝宝石衬底背面背镀金属的结构,省略了在阴极上的焊线,由于发光二极管中的焊线为金线,因此可以有效地简化加工工艺、节约制作成本,同时可以大幅度地提高发光二极管的出光效率,并且由于本发明的发光二极管的阴极围绕 n 型半导体层形成,因此使得电流更均匀地分布在发光表面。而且由于阴极由不吸收光的反射性金属制成,减小了光吸收。另外,因为发光二极管阴极和阳极的厚度增加,可以增加发光二极管的电流以增加亮度并使得电流的分布更加均匀。与传统相同尺寸的发光二极管相比,本发明的二极管的发光效率增加了 50% 以上。

[0036] 本发明可以应用于高亮度发光二极管。

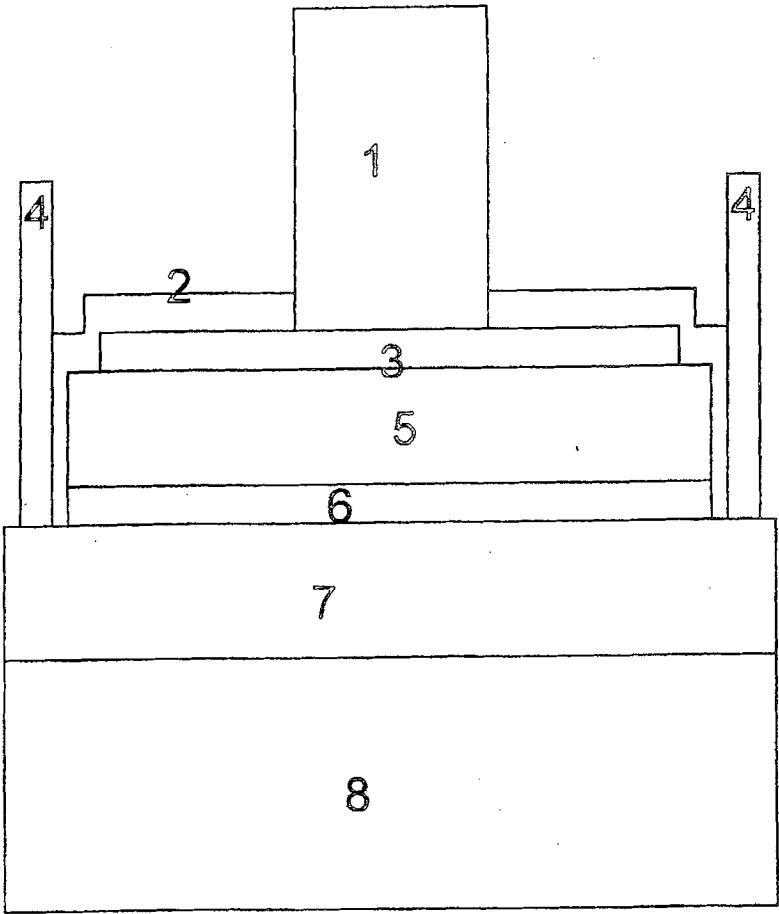


图 1

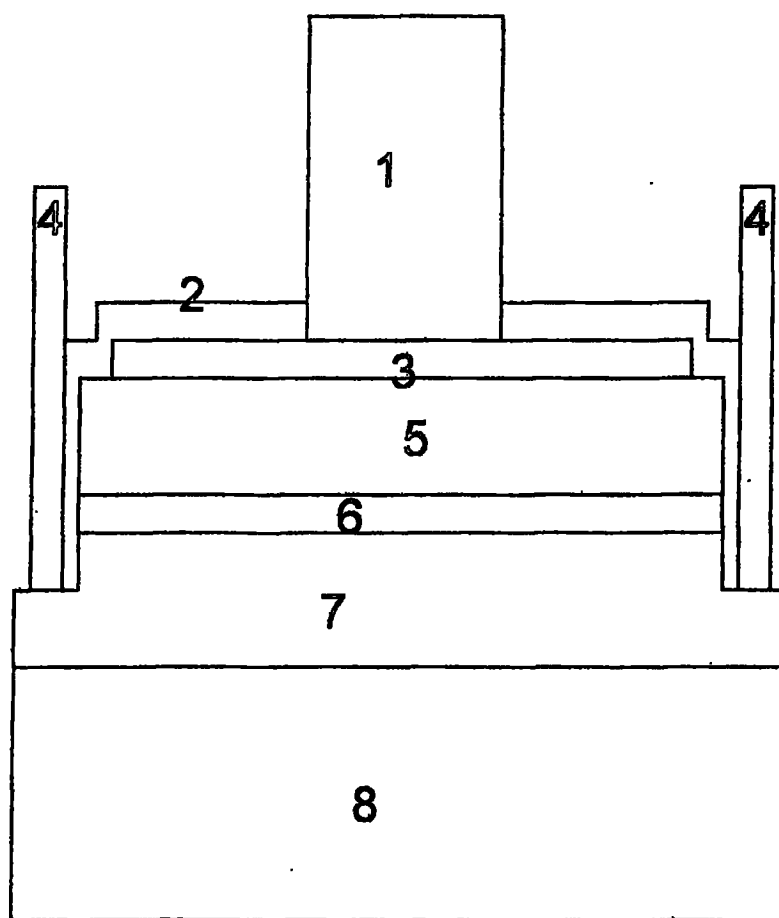


图 2

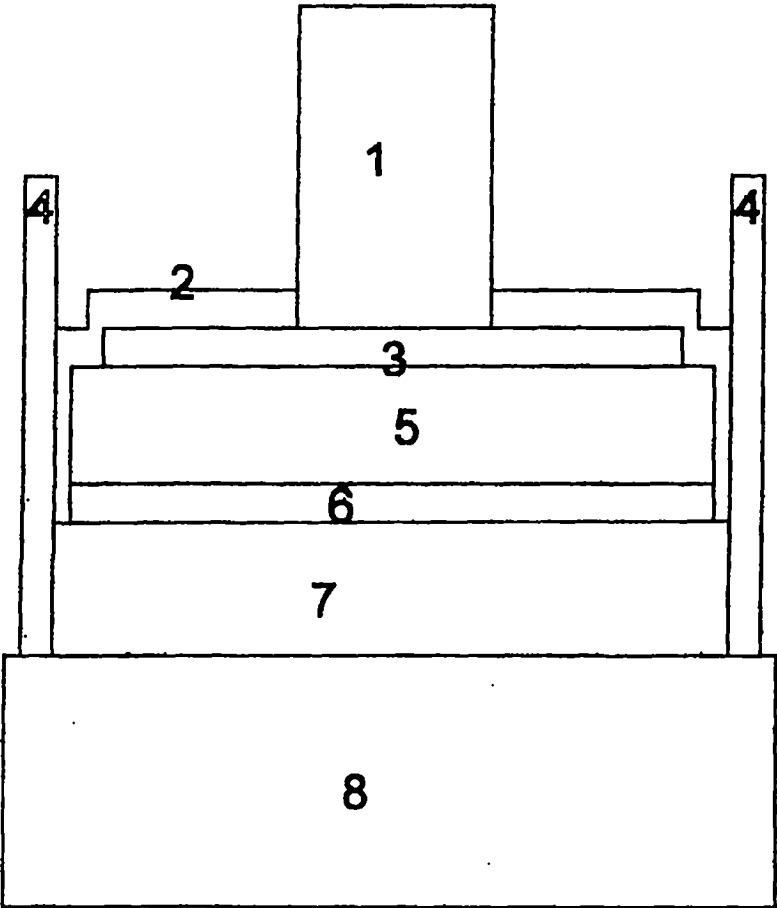


图 3

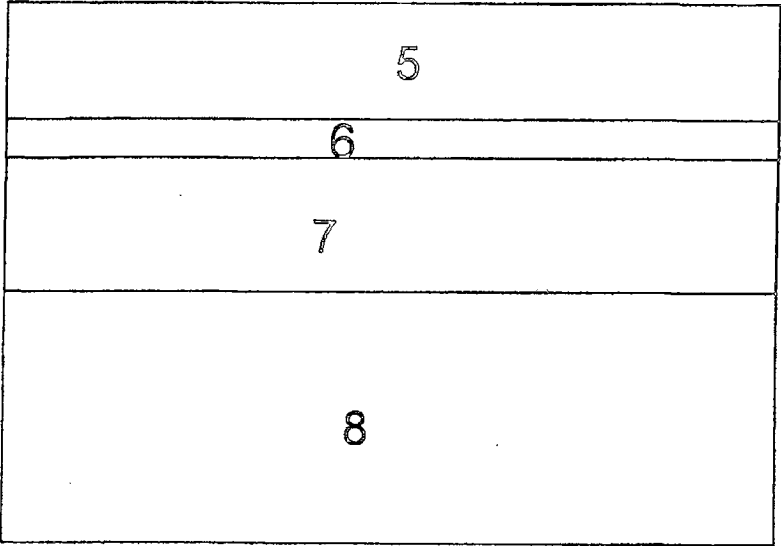


图 4A

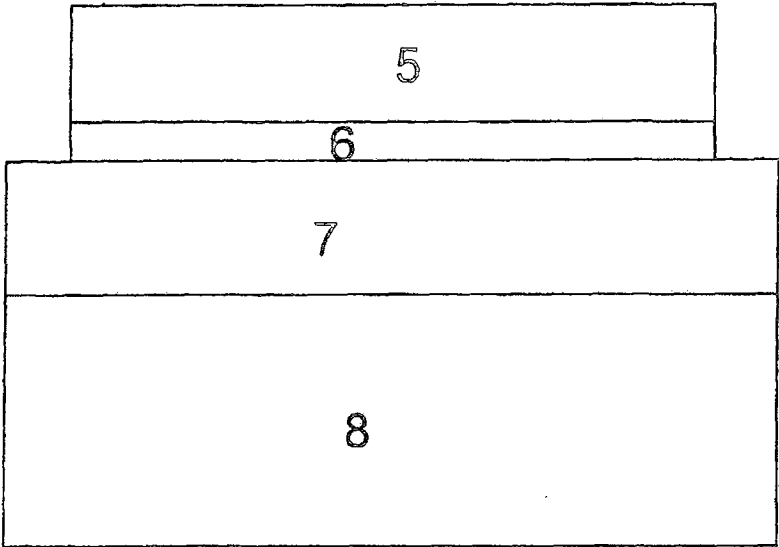


图 4B1

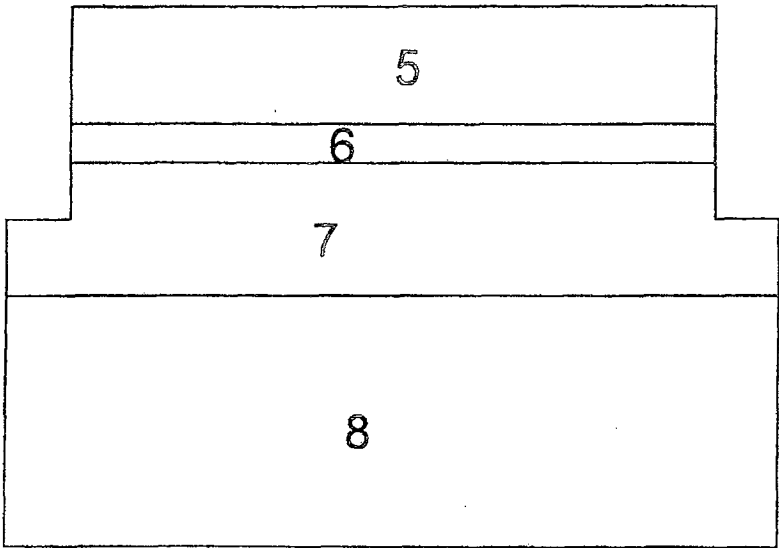


图 4B2

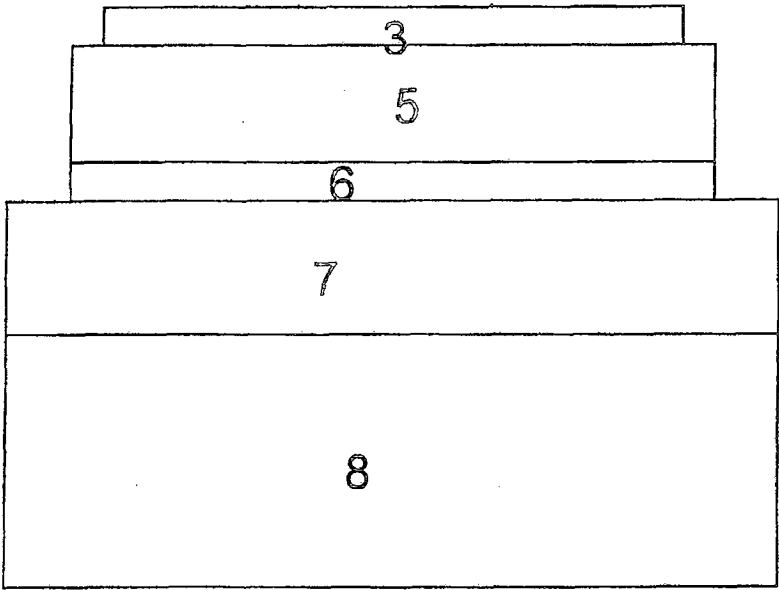


图 4C

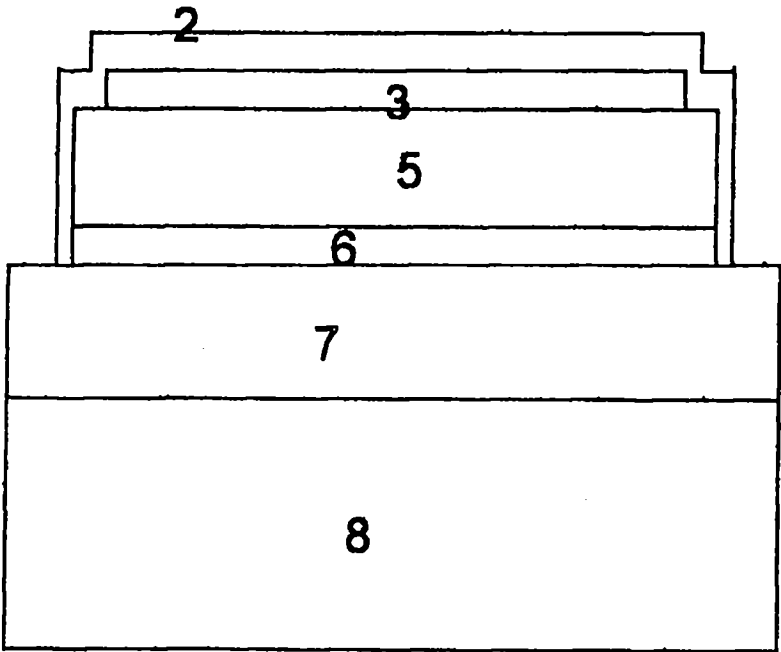


图 4D

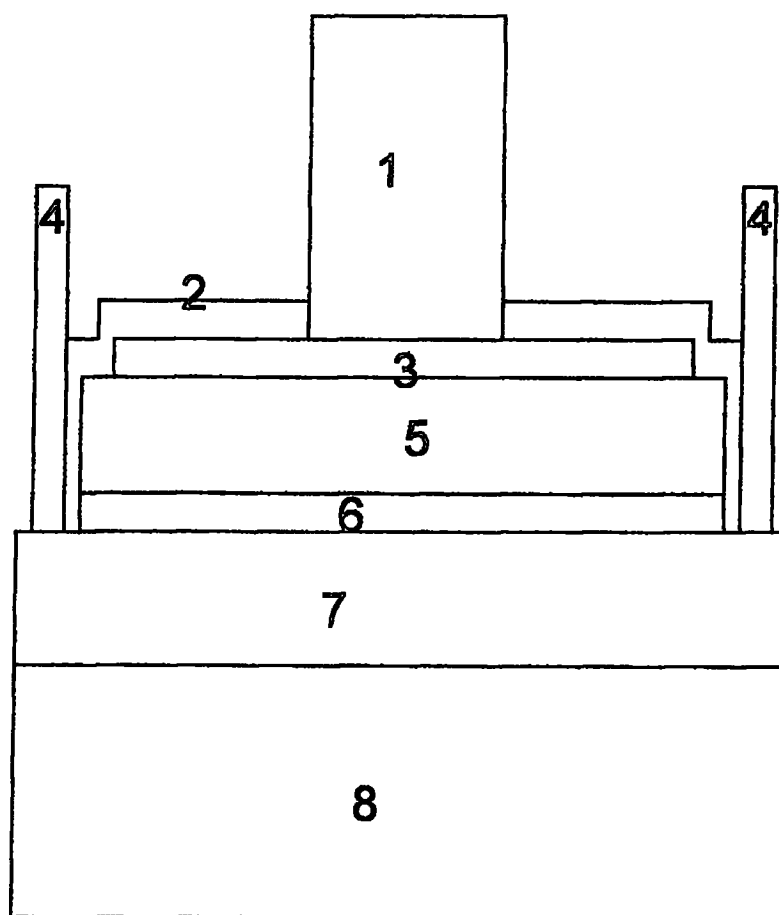


图 4E

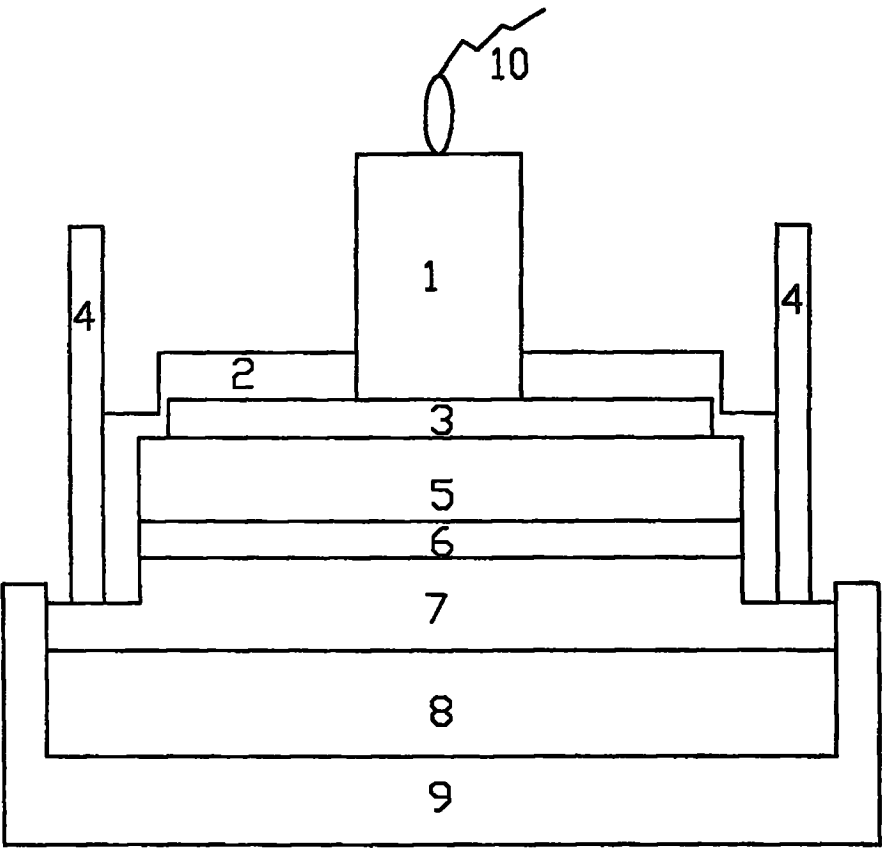


图 5

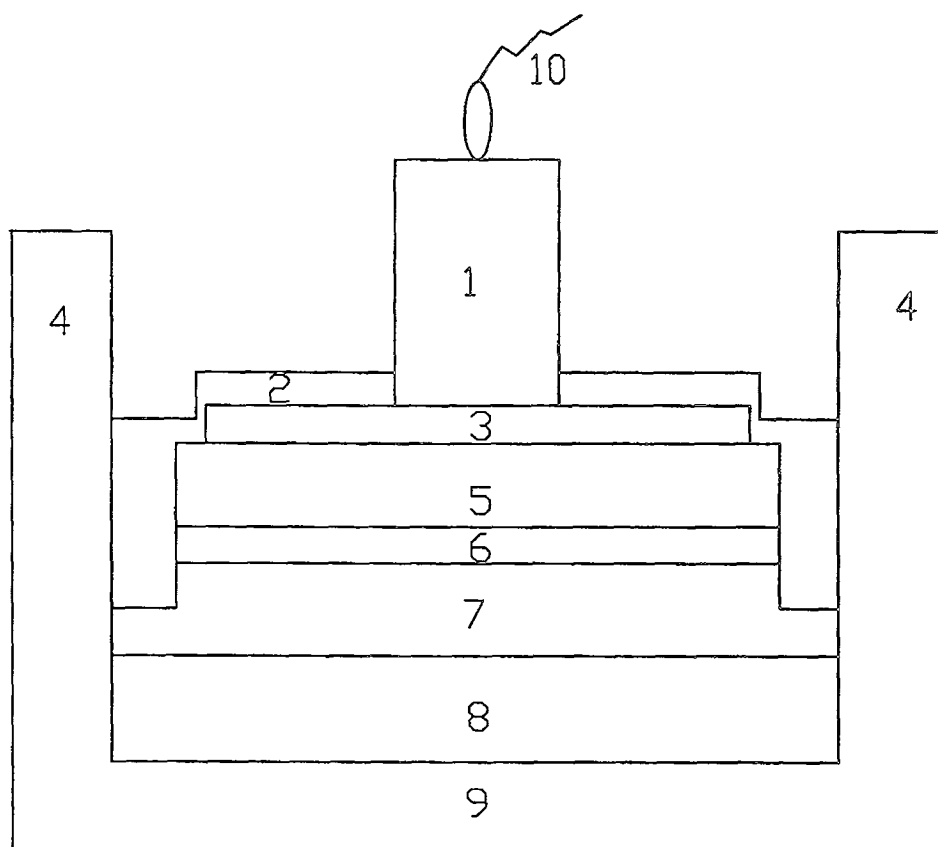


图 6

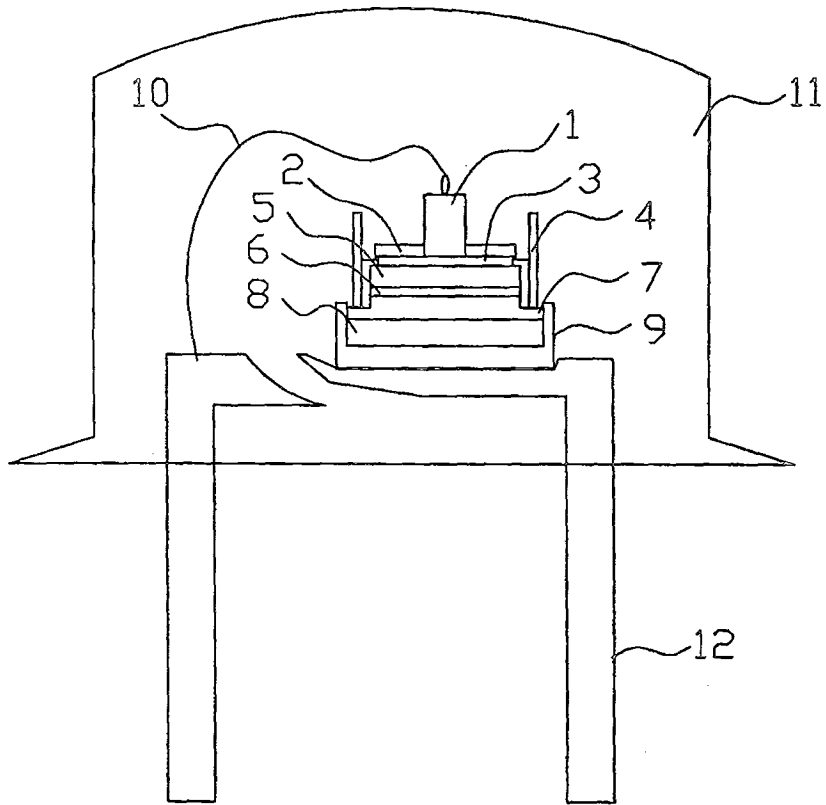


图 7

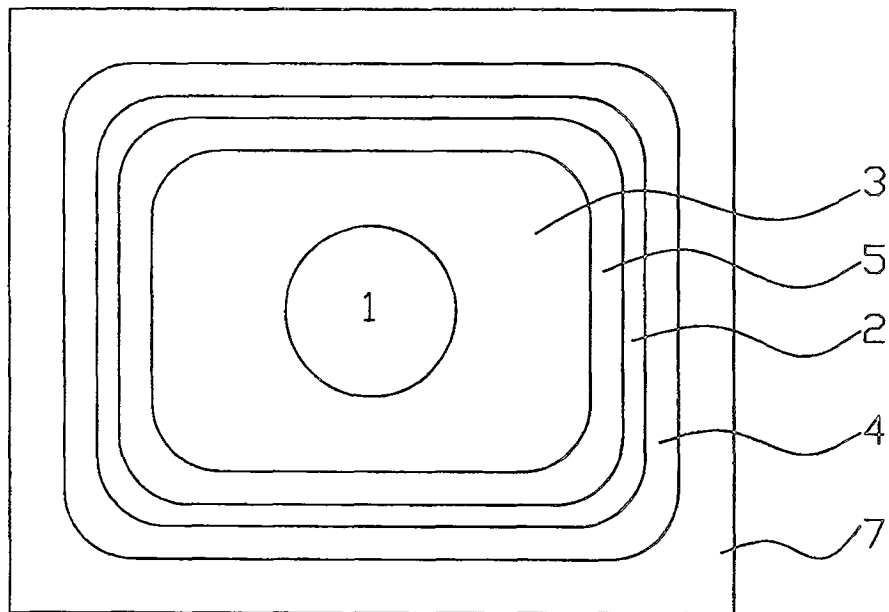


图 8