



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109004037 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201710421175.3

(22)申请日 2017.06.07

(71)申请人 中国科学院物理研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村南三街8号

(72)发明人 霍雯雪 鲁金蕾 贾海强 陈弘

(74)专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

代理人 王勇

(51)Int.Cl.

H01L 31/0216(2014.01)

H01L 31/0232(2014.01)

H01L 31/09(2006.01)

H01L 31/18(2006.01)

B82Y 30/00(2011.01)

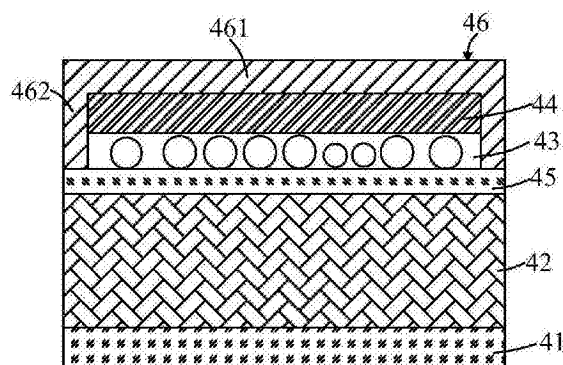
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

光电子器件及其制造方法

(57)摘要

本发明提供了光电子器件,所述光电子器件从下至上依次包括:用于使得入射光透射的第一绝缘层;用于实现光电转换的光电转换层;纳米颗粒层;以及金属薄膜层。本发明的光电子器件提高了对不同波长的光的吸收能力和耐压能力,对光能的利用率高。



1. 一种光电子器件,其特征在于,所述光电子器件从下至上依次包括:
用于使得入射光透射的第一绝缘层;
用于实现光电转换的光电转换层;
纳米颗粒层;以及
金属薄膜层。
2. 根据权利要求1所述的光电子器件,其特征在于,所述纳米颗粒层为多个彼此分离的金属纳米颗粒或金属氧化物纳米颗粒。
3. 根据权利要求2所述的光电子器件,其特征在于,所述纳米颗粒层通过对金属薄膜在氮气氛围或者氧气氛围条件下快速退火形成。
4. 根据权利要求3所述的光电子器件,其特征在于,所述金属薄膜包括银薄膜、金薄膜、镍薄膜、钛薄膜、镍-银薄膜或镍-金薄膜。
5. 根据权利要求3所述的光电子器件,其特征在于,所述纳米颗粒为呈球形或椭球形或不规则形貌的金属或金属氧化物纳米颗粒。
6. 根据权利要求1所述的光电子器件,其特征在于,所述光电子器件还包括位于所述纳米颗粒层和所述光电转换层之间的第二绝缘层,所述第二绝缘层用于透射所述入射光。
7. 根据权利要求1-6中任一项所述的光电子器件,其特征在于,所述光电子器件还包括用于将所述纳米颗粒层和所述金属薄膜层覆盖的绝缘保护盖。
8. 根据权利要求7所述的光电子器件,其特征在于,所述绝缘保护盖包括:
覆盖在所述金属薄膜层上的绝缘保护层;以及
设置在所述绝缘保护层的边缘的环形侧壁;
其中所述绝缘保护层和环形侧壁限定了用于容纳所述纳米颗粒层和所述金属薄膜层的容纳空间。
9. 一种用于如权利要求1所述的光电子器件的制备方法,其特征在于,包括下列步骤:
 - 1) 提供一个用于实现光电转换的光电转换层,在所述光电转换层的一个表面上生长用于使得入射光透射的第一绝缘层;
 - 2) 在所述光电转换层的另一个表面上沉积纳米颗粒层;
 - 3) 在所述纳米颗粒层上生长金属薄膜层。

光电子器件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光电领域,具体涉及一种光电子器件及其制造方法。

背景技术

[0002] 光电子器件在光电探测器、发光二极管、光电导开关和太阳能电池等都具有广泛的应用。

[0003] 研究人员发现提高光电子器件对入射光的吸收效率或者增大光引出效率能够极大地提高光电子器件的性能,例如增大光电探测器的响应灵敏度,增大光电导开关的响应灵敏度和开关比,提高发光二极管的外量子效率和太阳能电池的光能利用率。

[0004] 现有技术的光电子器件存在光吸收能力低和耐压能力低等问题。

[0005] 因此,目前迫切需要一种能够同时提高光吸收能力和器件耐压能力的光电子器件。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的上述技术问题,本发明的实施例提供了一种光电子器件,所述光电子器件从下至上依次包括:

[0007] 用于使得入射光透射的第一绝缘层;

[0008] 用于实现光电转换的光电转换层;

[0009] 纳米颗粒层;

[0010] 金属薄膜层。

[0011] 优选的,所述纳米颗粒层为多个彼此分离的金属纳米颗粒或金属氧化物纳米颗粒。

[0012] 优选的,所述纳米颗粒层通过对金属薄膜在氮气氛围或者氧气氛围条件下快速退火形成。

[0013] 优选的,所述金属薄膜包括银薄膜、金薄膜、镍薄膜、钛薄膜、镍-银薄膜或镍-金薄膜。

[0014] 优选的,所述纳米颗粒为呈球形或椭球形或不规则形貌的金属或金属氧化物纳米颗粒。

[0015] 优选的,所述光电子器件还包括位于所述纳米颗粒层和所述光电转换层之间的第二绝缘层,所述第二绝缘层用于透射所述入射光。

[0016] 优选的,所述光电子器件还包括用于将所述纳米颗粒层和所述金属薄膜层覆盖的绝缘保护盖。

[0017] 优选的,所述绝缘保护盖包括:

[0018] 覆盖在所述金属薄膜层上的绝缘保护层;以及

[0019] 设置在所述绝缘保护层的边缘的环形侧壁;

[0020] 其中所述绝缘保护层和环形侧壁限定了用于容纳所述纳米颗粒层和所述金属薄

膜层的容纳空间。

[0021] 本发明的实施例还提供上述光电子器件的制备方法,包括下列步骤:

[0022] 1) 提供一个用于实现光电转换的光电转换层,在所述光电转换层的一个表面上生长用于使得入射光透射的第一绝缘层;

[0023] 2) 在所述光电转换层的另一个表面上沉积纳米颗粒层;

[0024] 3) 在所述纳米颗粒层上生长金属薄膜层。

[0025] 本发明的光电子器件提高了对不同波长的光的吸收能力和耐压能力,对光能的利用率高。

附图说明

[0026] 以下参照附图对本发明实施例作进一步说明,其中:

[0027] 图1是根据本发明的第一个实施例的光电导开关的剖视图。

[0028] 图2是图1所示的光电导开关中的镍-银合金纳米颗粒层的扫描电镜图像。

[0029] 图3是根据本发明第二个实施例的光电导开关的剖视图。

[0030] 图4是根据本发明第三个实施例的光电导开关的剖视图。

[0031] 图5是根据本发明第四个实施例的光电导开关的剖视图。

[0032] 图6-13是图5所示的光电导开关在制备过程中的剖视图。

具体实施方式

[0033] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图通过具体实施例对本发明进一步详细说明。

[0034] 图1是根据本发明的第一个实施例的光电导开关的剖视图。如图1所示,光电导开关1从下至上依次包括氮化硅层11、由半绝缘的GaAs制成的光电转换层12、镍-银合金纳米颗粒层13和金薄膜层14。

[0035] 氮化硅层11用作入射光的入射面,入射光透过氮化硅层11入射到光电转化层12中,该光电转换层12吸收大部分入射光并产生光生载流子,导致其电阻减小。未被吸收的入射光继续入射到镍-银合金纳米颗粒层13,经过金薄膜层14的反射后再次入射到光电转换层12中,实现了对光线的二次吸收。

[0036] 一方面,氮化硅层11减小了表面漏电流,增加光电导开关1的耐压能力;另一方面减少入射光的反射,增加入射光的透射率。

[0037] 图2示出了镍-银合金纳米颗粒层13(即从光电导开关1移除金薄膜层14后)的扫描电子显微镜的图像,如图2所示,镍-银合金纳米颗粒层13中包括彼此分离的多个纳米颗粒,其中纳米颗粒大体上呈球形,其直径在100nm左右。本实施例的镍-银合金纳米颗粒层13可以通过在300~500℃的温度下对5~30nm的镍-银合金薄膜快速退火形成。当光线入射到镍-银合金纳米颗粒层13上时,镍-银合金纳米颗粒层13能改变入射光的方向。另外,本实施例的镍-银合金纳米颗粒层13增加了金薄膜层14的粘附性,避免其脱落,同时防止或抑制了金薄膜层14热凝结。以上效果提高了金属薄膜层对光的反射能力。

[0038] 图3是根据本发明第二个实施例的光电导开关的剖视图,其与图1基本相同,区别在于,光电导开关2中的镍-银合金纳米颗粒层23包括彼此分离、呈椭球形的镍-银合金纳米

颗粒。

[0039] 图4是根据本发明第三个实施例的光电导开关的剖视图。其与图1基本相同,区别在于,光电导开关3还包括设置在光电转换层32和镍-银合金纳米颗粒层33之间的二氧化硅层35。二氧化硅层35的绝缘性能良好,防止光电导开关3漏电,进一步提高了其耐压性能。另外二氧化硅层35具有优异的透光性能,允许入射光透射到镍-银合金纳米颗粒层33中。

[0040] 图5是根据本发明第四个实施例的光电导开关的剖视图,其与图4基本相同,区别在于,光电导开关4还包括覆盖在镍-银合金纳米颗粒层43和金薄膜层44上的绝缘保护盖46。绝缘保护盖46由氮化硅制成,其包括绝缘保护层461和位于绝缘保护层461边缘的环形侧壁462,绝缘保护层461和环形侧壁462限定了用于容纳镍-银合金纳米颗粒层43和金薄膜层44的容纳空间,由此绝缘保护盖46能够将镍-银合金纳米颗粒层43和金薄膜层44与外界隔离开来。绝缘保护盖46除了能够防止漏电外,还能防止镍-银合金纳米颗粒层43和金薄膜层44从二氧化硅层45脱落。

[0041] 在本发明的其他实施例中,绝缘保护盖46的材料包括但不限于包括二氧化硅、氧化铝、氮化铝、二氧化钛。

[0042] 在本发明的另一个实施例中,光电转换层为在蓝宝石衬底上沉积氮化镓基薄膜材料的发光二极管。

[0043] 在本发明的其他实施例中,光电转换层为在砷化镓衬底上生长铟镓砷磷基薄膜的太阳能电池。

[0044] 在本发明的其他实施例中,采用能够增透入射光的绝缘层代替上述实施例中的氮化硅层11,例如对入射光增透的二氧化硅层。

[0045] 在本发明的其他实施例中,采用供入射光透射的绝缘层代替上述实施例中的二氧化硅层35、45,包括但不限于氮化硅、氮化铝、二氧化硅、氧化铝、二氧化钛、有机绝缘薄膜层、无机绝缘薄膜层,更优选为50~200nm氮化硅、氮化铝、二氧化硅、氧化铝。

[0046] 在本发明的其他实施例中,可以采用球形或椭球形或不规则形貌的金纳米颗粒层,镍纳米颗粒层,钛纳米颗粒层以及镍-银合金纳米颗粒层,镍-金合金纳米颗粒层以及上述金属的氧化物纳米颗粒层代替上述实施例中的镍-银合金纳米颗粒层。上述纳米颗粒可以通过银薄膜、金薄膜、镍薄膜、钛薄膜、镍-银薄膜或镍-金薄膜在氮气氛围或者氧气氛围条件下快速退火形成。其中,退火金属薄膜类型包括但不限于包括上述类型。

[0047] 在本发明的其他实施例中,还可以采用气相燃烧法、脉冲金属丝蒸发、机械粉碎法、等离子体合成法或激光合成法制备金属纳米颗粒层。

[0048] 在本发明的其他实施例中,还可以采用激光干涉法,紫外曝光法,纳米压印法制备不同形状的纳米颗粒层图形并通过刻蚀方法转移到金属薄膜上,刻蚀方法包括但不限于包括离子束刻蚀(IBE)、反应离子刻蚀(RIE)、电感耦合等离子体反应离子刻蚀(ICP-RIE)、气浴刻蚀、等离子体刻蚀、激光刻蚀或化学湿法刻蚀。

[0049] 在本发明的其他实施例中,针对不同波长范围的入射光,选择对该波长范围的入射光反射较高的金属薄膜层。例如当入射光的波长在380~525纳米时,优选的Ag、Al、Cr薄膜层。当入射光的波长在525~610纳米时,优选的Ag、Al、Au薄膜层。当入射光的波长在610~640纳米时,优选的Ag、Cu、Au薄膜层。当入射光的波长在640~780纳米时,优选的Ag、Au、Cu薄膜层。当入射光的波长在780~2500纳米时,优选的Ag、Au、Cu薄膜层。

[0050] 以下将结合图6-13详细描述光电导开关4的制备步骤。

[0051] 1) 如图6所示,提供一个光电转换层42,利用现有技术中的薄膜生长工艺在光电转换层42的一个表面上生长氮化硅层41。

[0052] 2) 如图7所示,利用现有技术中的薄膜生长工艺在光电转换层42的另一个表面上沉积50nm的二氧化硅层45;

[0053] 3) 如图8所示,利用现有技术中的光刻工艺在二氧化硅层45边缘的上方形成环形掩膜层471;

[0054] 4) 如图9所示,在二氧化硅层45和环形掩膜层471的上方沉积20nm的镍-银薄膜43'后,通过化学剥离的方法(例如丙酮清洗)或者物理剥离方法移除环形掩膜层471(参见图8),其中覆盖在环形掩膜层471上的部分镍-银薄膜将随着环形掩膜层471一起被移除。

[0055] 5) 如图10所示,在300℃下快速退火形成90~120纳米的镍-银合金纳米颗粒层43。

[0056] 6) 如图11所示,利用现有技术中的光刻工艺在二氧化硅层45边缘的上方形成环形掩膜层472。

[0057] 7) 如图12所示,在镍-银颗粒层上通过电子束蒸镀、磁控溅射、热蒸发、PLD、MBE、MOCVD等工艺生长20nm的金薄膜层44。

[0058] 8) 如图13所示,通过化学剥离的方法或者物理剥离方法移除掩膜层472,其中覆盖在环形掩膜层472上的部分金薄膜层44将随着环形掩膜层472一起被移除。

[0059] 9) 在金薄膜层44上沉积氮化硅,其中覆盖在金薄膜层44上的氮化硅形成了绝缘保护层461,沉积在二氧化硅层45边缘的上方的氮化硅形成了环形侧壁462,所制备的光电导开关参见图5所示。

[0060] 虽然本发明已经通过优选实施例进行了描述,然而本发明并非局限于这里所描述的实施例,在不脱离本发明范围的情况下还包括所作出的各种改变以及变化。

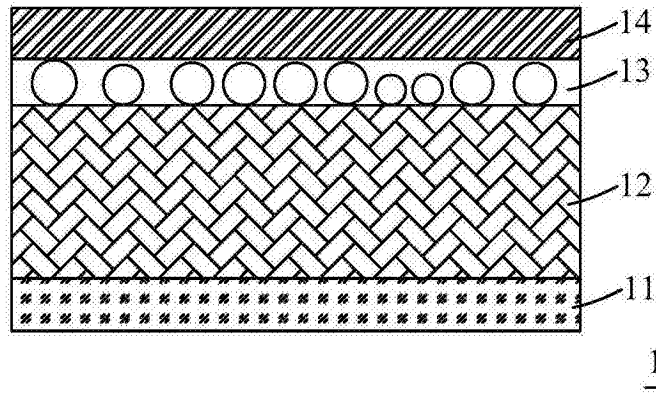


图1

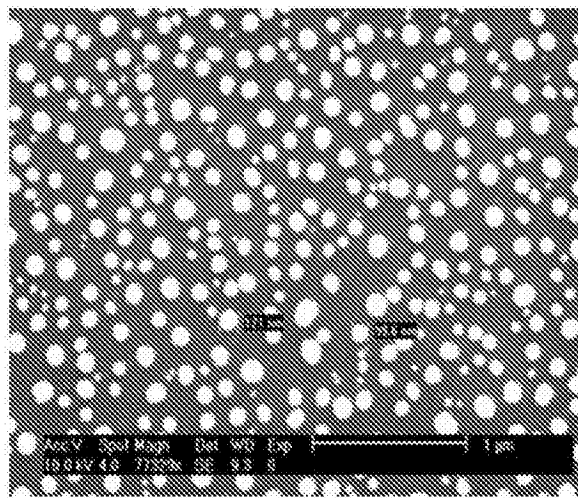


图2

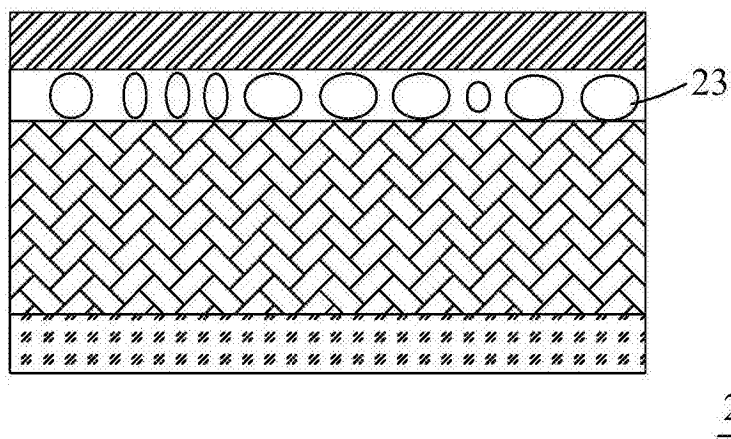


图3

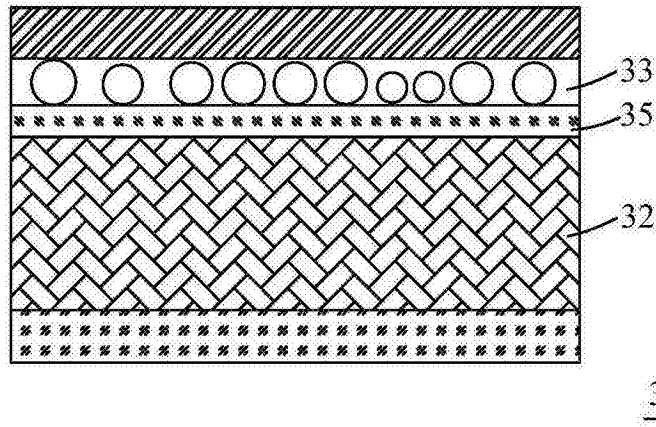


图4

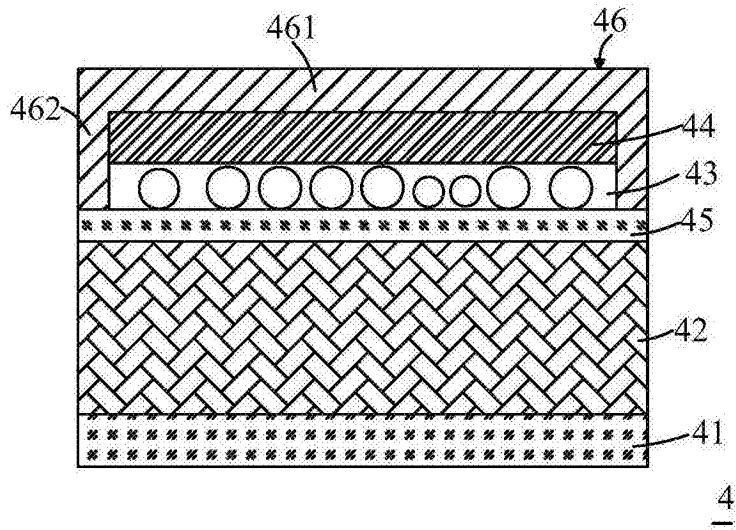


图5

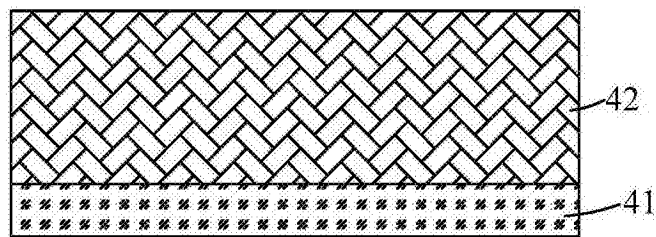


图6

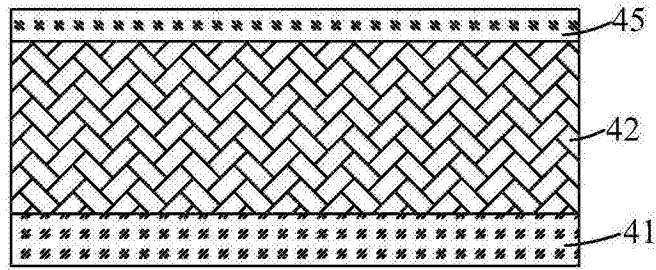


图7

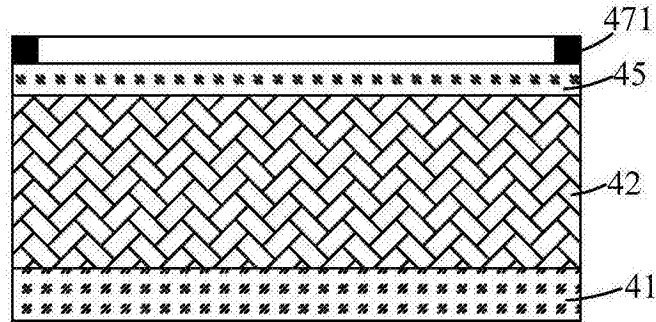


图8

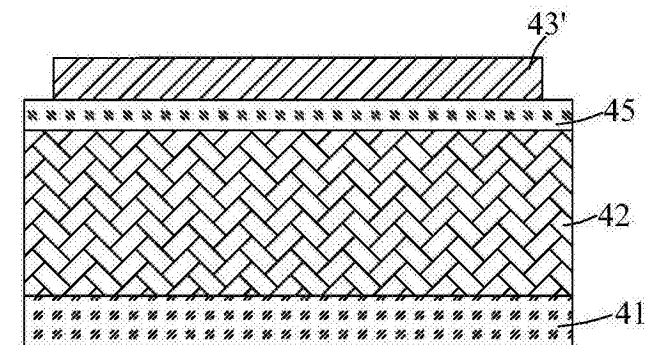


图9

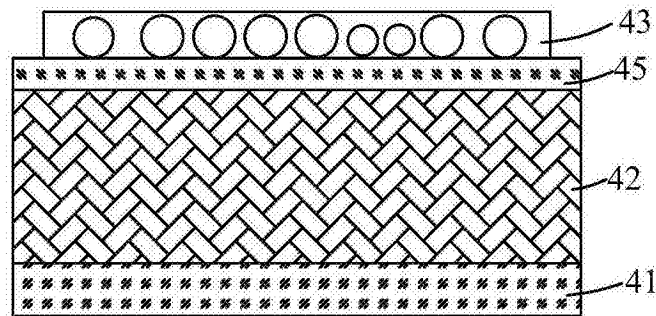


图10

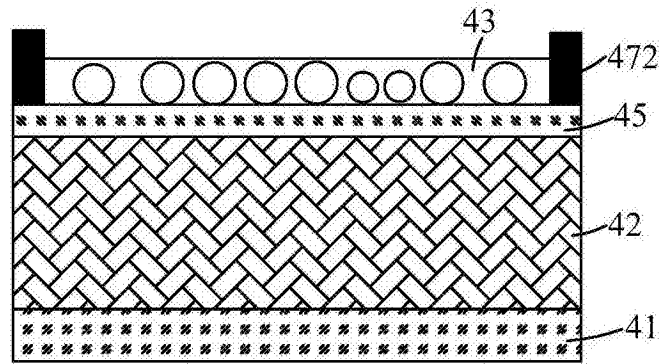


图11

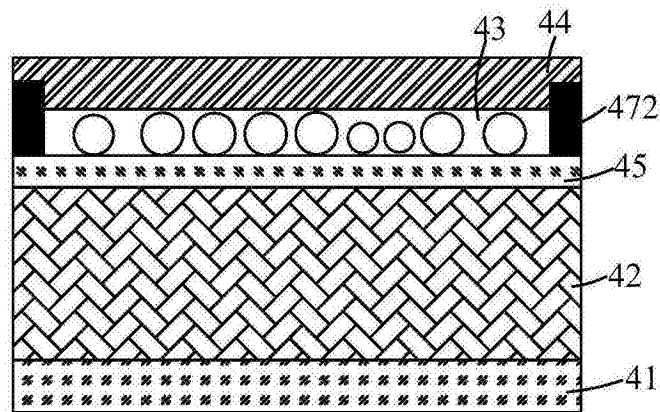


图12

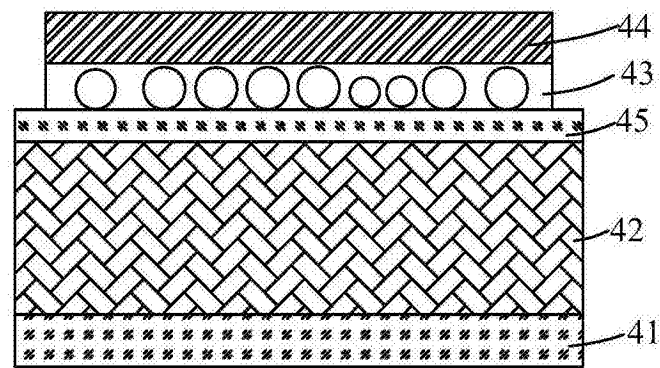


图13