



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110246749 A

(43)申请公布日 2019.09.17

(21)申请号 201910113343.1

(22)申请日 2019.02.14

(30)优先权数据

107107726 2018.03.07 TW

(71)申请人 优显科技股份有限公司

地址 中国台湾台北市信义区忠孝东路5段1
之1号13楼

(72)发明人 陈显德

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限
公司 11245

代理人 赵志刚 赵蓉民

(51)Int.Cl.

H01L 21/02(2006.01)

H01L 33/00(2010.01)

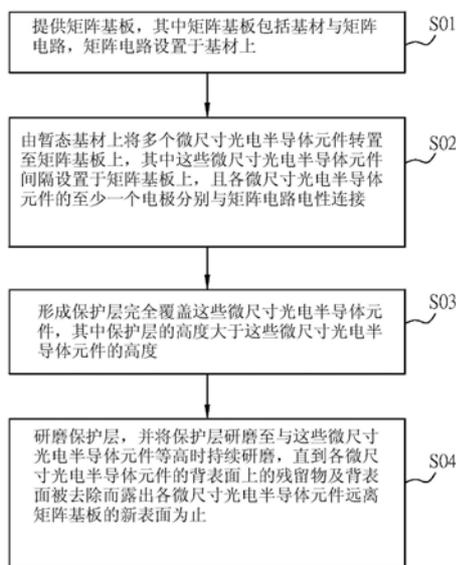
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

光电半导体装置的制造方法

(57)摘要

本申请公开一种光电半导体装置的制造方法,包括:提供矩阵基板,矩阵基板包括基材与矩阵电路,矩阵电路设置于基材上;由暂时性基材上将多个微尺寸光电半导体元件转置至矩阵基板上,其中这些微尺寸光电半导体元件间隔设置于矩阵基板上,且各微尺寸光电半导体元件的至少一个电极分别与矩阵电路电性连接;形成保护层完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件,保护层的高度大于这些微尺寸光电半导体元件的高度;以及研磨保护层,直到各微尺寸光电半导体元件的背表面上的残留物及背表面被去除而露出新表面为止。



1. 一种光电半导体装置的制造方法,包括:

提供矩阵基板,其中所述矩阵基板包括基材与矩阵电路,所述矩阵电路设置于所述基材上;

由暂时性基材上将多个微尺寸光电半导体元件转置至所述矩阵基板上,其中所述微尺寸光电半导体元件间隔设置于所述矩阵基板上,且各所述微尺寸光电半导体元件的至少一个电极分别与所述矩阵电路电性连接;

形成保护层完全覆盖所述微尺寸光电半导体元件,其中所述保护层的高度大于所述微尺寸光电半导体元件的高度;以及

研磨所述保护层,并将所述保护层研磨至与所述微尺寸光电半导体元件等高时持续研磨,直到各所述微尺寸光电半导体元件的背表面上的残留物及所述背表面被去除而露出各所述微尺寸光电半导体元件远离所述矩阵基板的新表面为止。

2. 根据权利要求1所述的制造方法,其中各所述微尺寸光电半导体元件分别具有重迭设置的p半导体层、发光层、n半导体层、未掺杂层与缓冲层,所述研磨工艺去除所述缓冲层与部分的所述未掺杂层。

3. 根据权利要求2所述的制造方法,其中所述研磨工艺去除所述缓冲层,并使所述未掺杂层的厚度小于1.8微米。

4. 根据权利要求1所述的制造方法,其中所述研磨工艺除使所述微尺寸光电半导体元件的所述背表面被抛平,也使所述微尺寸光电半导体元件的所述新表面与邻接的所述保护层远离所述矩阵基板的表面位于同一水平面,且使所述保护层与所述微尺寸光电半导体元件的高度差小于0.02微米。

5. 根据权利要求1所述的制造方法,进一步包括:

设置保护基材于所述微尺寸光电半导体元件上,使所述微尺寸光电半导体元件与所述保护层位于所述保护基材与所述矩阵基板之间。

6. 根据权利要求5所述的制造方法,其中所述保护层与所述保护基材的折射率相等,或相差10%以内。

7. 根据权利要求5所述的制造方法,其中所述保护层的折射率介于所述保护基材与所述微尺寸光电半导体元件之间。

光电半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明是涉及一种半导体装置,特别是涉及一种光电半导体装置的制造方法。

背景技术

[0002] 以氮化镓(GaN)为基底的发光二极管是磊晶(Epitaxy)于例如蓝宝石(sapphire)基材上,在制造光电半导体装置的过程中,若需去除蓝宝石基材,则会先将磊晶片以金属接合(metal bonding)的方式永久固定在例如硅基板上,再做蓝宝石基材的雷射剥离(laser lift-off, LLO)工艺。其中,雷射剥离工艺就是将位于氮化镓与蓝宝石基材界面的氮化镓解离成氮气(N₂)与镓金属,并在移除蓝宝石基材后,镓金属会残留在氮化镓的表面。传统上会以化学药品(例如盐酸)清洗氮化镓表面的镓金属残留物,使得发光二极管发出的光可减少被镓金属残留物挡住。之后,再接续黄光、镀金、蚀刻等工艺以及利用轮刀或雷射切割硅基板而得到一颗一颗的晶粒,最后,再一颗一颗晶粒进行封装。

[0003] 然而,在制造微发光二极管的光电半导体装置时,常将微发光二极管晶粒假固定在暂时性(transient)基材(例如为胶带但不限)上,并于暂时性基材的状态下做蓝宝石基材的雷射剥离工艺,之后,再接续巨量地将微发光二极管从暂时性基材转移并永久固定至目标基板上。由此可知,此暂时性基材的材料需要有假固定力而可稳定地将微发光二极管抓住在该暂时性基材上,并且该暂时性基材材料也需可以承受后续的雷射剥离工艺,但是,此假固定力又不可太大,否则无法顺利进行后续发光二极管的巨量转置。另外,若于雷射剥离后做化学药品(例如盐酸)清洗氮化镓表面镓金属残留物,此暂时性基材又得额外满足耐化性需求,这会增加暂时性基材的材料选择性上的困难;或者,根本没有材料可以同时满足上述要求。

发明内容

[0004] 有鉴于上述课题,本发明的目的为提供一种光电半导体装置的制造方法。本发明光电半导体装置的制造方法有别于传统利用酸洗去除晶背上残留物的作法,而且还可使光电半导体装置具有较高的发光效率。

[0005] 为达上述目的,依据本发明的一种光电半导体装置的制造方法,包括:提供矩阵基板,其中矩阵基板包括基材与矩阵电路,矩阵电路设置于基材上;由暂时性基材上将多个微尺寸光电半导体元件转置至矩阵基板上,其中这些微尺寸光电半导体元件间隔设置于矩阵基板上,且各微尺寸光电半导体元件的至少一个电极分别与矩阵电路电性连接;形成保护层完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件,其中保护层的高度大于这些微尺寸光电半导体元件的高度;以及研磨保护层,并将保护层研磨至与这些微尺寸光电半导体元件等高时持续研磨,直到各微尺寸光电半导体元件的背表面上的残留物及背表面被去除而露出各微尺寸光电半导体元件远离矩阵基板的新表面为止。

[0006] 在一实施例中,各微尺寸光电半导体元件分别具有重迭设置的p半导体层、发光层、n半导体层、未掺杂层与缓冲层,研磨工艺去除缓冲层与部分的未掺杂层。

- [0007] 在一实施例中,研磨工艺去除缓冲层,并使未掺杂层的厚度小于1.8微米。
- [0008] 在一实施例中,研磨工艺除使微尺寸光电半导体元件的背表面被抛平,也使微尺寸光电半导体元件的新表面与邻接的保护层远离矩阵基板的表面位于同一水平面,且使保护层与微尺寸光电半导体元件的高度差小于0.02微米。
- [0009] 在一实施例中,制造方法进一步包括:设置保护基材于这些微尺寸光电半导体元件上,使这些微尺寸光电半导体元件与保护层位于保护基材与矩阵基板之间。
- [0010] 在一实施例中,保护层与保护基材的折射率相等,或相差10%以内。
- [0011] 在一实施例中,保护层的折射率介于保护基材与微尺寸光电半导体元件之间。
- [0012] 承上所述,在本发明的光电半导体装置的制造方法中,是形成保护层以完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件后,再利用研磨工艺去除微尺寸光电半导体元件的背表面上的残留物及部分的微尺寸光电半导体元件,以露出微尺寸光电半导体元件远离矩阵基板的新表面,藉此去除背表面上的残留物,同时也去除微尺寸光电半导体元件的缺陷最多的缓冲层及部分的未掺杂层。因此,相较于传统发光二极管光电半导体装置的制造过程中利用酸洗以去除晶背上残留物的作法,本发明的光电半导体装置的制造方法不需使用化学药品去除残留物的工艺,而且也可提高发光效率。

附图说明

- [0013] 图1为本发明优选实施例的一种光电半导体装置制造方法的流程步骤示意图。
- [0014] 图2A至图2E分别为本发明一实施例的一种光电半导体装置的制造过程示意图。
- [0015] 图2F为本发明不同实施方式的光电半导体装置的示意图。
- [0016] 图3A至图3D分别为本发明另一实施例的光电半导体装置的制造过程示意图。

具体实施方式

- [0017] 以下将参照相关附图,说明依本发明优选实施例的光电半导体装置的制造方法,其中相同的元件将以相同的附图表及加以说明。
- [0018] 本发明所述的“光电半导体装置”,可应用于显示面板、广告看板、感测装置、背光模块或照明装置等。若光电半导体装置为显示器时,其可为单色或全彩显示器。
- [0019] 图1所示,其为本发明优选实施例的一种光电半导体装置制造方法的流程步骤示意图。如图1所示,本发明的光电半导体装置制造方法可包括:提供矩阵基板,其中矩阵基板包括基材与矩阵电路,矩阵电路设置于基材上(步骤S01);由暂时性基材上将多个微尺寸光电半导体元件转置至矩阵基板上,其中这些微尺寸光电半导体元件间隔设置于矩阵基板上,且各微尺寸光电半导体元件的至少一个电极分别与矩阵电路电性连接(步骤S02);形成保护层完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件,其中保护层的高度大于这些微尺寸光电半导体元件的高度(步骤S03);以及,研磨保护层,并将保护层研磨至与这些微尺寸光电半导体元件等高时持续研磨,直到各微尺寸光电半导体元件的背表面上的残留物及背表面被去除而露出各微尺寸光电半导体元件远离矩阵基板的新表面为止(步骤S04)。
- [0020] 以下,请配合参照图2A至图2E,以说明上述步骤S01至步骤S04的详细内容。其中,图2A至图2E分别为本发明一实施例的一种光电半导体装置1的制造过程示意图。
- [0021] 如图2A所示,首先,提供矩阵基板11,其中矩阵基板11包括基材111与矩阵电路

112,矩阵电路112设置于基材111上(步骤S01)。基材111可为可透光材质,例如但不限于是玻璃、石英或类似物、塑料、橡胶、玻璃纤维或其他高分子材料。基材111也可为不透光材质,例如是金属-玻璃纤维复合板、金属-陶瓷复合板。另外,基材111也可以是硬板或软板。软板具有可挠性(Flexible),又称可挠式基板,例如软性电路板,其材料可包含有机高分子材料,并为热塑性材料,例如但不限于为聚酰亚胺(PI)、聚乙烯(Polyethylene,PE)、聚氯乙烯(Polyvinylchloride,PVC)、聚苯乙烯(PS)、压克力(丙烯,acrylic)、氟化聚合物(Fluoropolymer)、聚酯纤维(polyester)或尼龙(nylon)等,在此不做任何限制。本实施例的矩阵电路112可包含多个电性连接垫D1、D2,两个电性连接垫D1、D2可为一组,且间隔配置。此外,依照基材111上所布设的矩阵电路112的形式,矩阵基板11可为主动矩阵(active matrix)基板,或是被动矩阵(passive matrix)基板。举例而言,若矩阵基板11为液晶显示装置中的主动式矩阵基板(TFT基板)时,其可布设有交错的数据线、扫描线与多个主动元件(例如TFT)。由于矩阵电路112与驱动主动式矩阵基板的技术为习知技术,也不是本发明的重点,本领域技术人员可找到相关内容,于此不再进一步作说明。

[0022] 接着,如图2B所示,由暂时性基材上将多个微尺寸光电半导体元件12转置至矩阵基板11上,其中这些微尺寸光电半导体元件12间隔设置于矩阵基板11上,且各微尺寸光电半导体元件12的至少一个电极E1分别与矩阵电路112电性连接(步骤S02)。本实施例的各微尺寸半导体元件12分别包含两个电极E1、E2,而且是间隔设置多个微尺寸半导体元件12在矩阵基板11上,并使这些微尺寸半导体元件12的电极E1、E2分别对应于矩阵电路11上的这些电性连接垫D1、D2,以通过导电材料C而分别使电极E1、E2与电性连接垫D1、D2电性连接。

[0023] 这些微尺寸半导体元件12可依需求而排列成直行、或横列、或行与列的矩阵状,或是排列成多边形或不规则状,并不限制。另外,各微尺寸半导体元件12的边长尺寸小于等于150微米,例如可介于1微米与150微米之间($1\mu\text{m}\leq\text{边长}\leq 150\mu\text{m}$)。在一些实施例中,微尺寸半导体元件12的尺寸可例如为 $25\mu\text{m}\times 25\mu\text{m}$,而且相邻两个微尺寸半导体元件12的最小间距例如可为1微米,或1微米以下,本发明并不限制。

[0024] 微尺寸半导体元件12可以为双电极元件(例如但不限于发光二极管),也可以是三电极元件(例如晶体管)。本实施例是以微尺寸半导体元件12为微发光二极管(μLED)为例。其中,微发光二极管的电极可为p极与n极在同一侧(水平结构),或是p极与n极分别位在上下两侧(上下导通型或垂直结构)。本实施例的微尺寸半导体元件12是以水平结构的 μLED 为例,且其两个电极E1、E2分别对应矩阵电路112上的一对电性连接垫D1、D2。此外,若以显色波长来分类,当微尺寸半导体元件12为 μLED 时,其可为蓝光发光二极管、或红光、绿光、红外线或紫外光等发光二极管,或其组合。

[0025] 在一些实施例中,步骤S02中的暂时性基材可例如但不限于为UV光固化胶带。另外,在进行步骤S02的转置工艺之前,微尺寸光电半导体元件12是先形成在基材(例如蓝宝石基材)上,且反置此基材而使微尺寸光电半导体元件12压合在暂时性基材上,进而使微尺寸光电半导体元件12的电极E1、E2接触暂时性基材而被暂时性基材黏住,之后,再以例如雷射剥离(LL0)技术剥离该基材后,使暂时性基材黏有多个微尺寸光电半导体元件12,之后再继续进行转置制程,以由暂时性基材上将多个微尺寸光电半导体元件12转置至矩阵基板11上,并使各微尺寸光电半导体元件12的电极E1、E2分别与矩阵电路112电性连接。

[0026] 但是,在进行雷射剥离基材的制程之后,微尺寸光电半导体元件12的晶背(背表面

121,即微尺寸光电半导体元件12远离矩阵基板11的表面)上会留有一些残留物R(例如但不限于为镓金属),造成微尺寸光电半导体元件12发出的光被阻挡而使发光效率降低,但是因为暂时性基材材料的缘故又无法以传统的化学药品清洗制程(例如酸洗)去除这些残留物R。此外,接合电极E1、E2、或电性连接垫D1、D2、或导电材料C若是不耐化学药品清洗制程(例如酸洗)的材料,也无法于微尺寸光电半导体元件12转置至矩阵基材11后进行化学药品清洗制程。

[0027] 因此,本案是利用非化学药品清洗制程的方式去除晶背上的残留物R。在步骤S03中,如图2C所示,是先形成保护层13完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件12,其中保护层13的高度 h_1 大于这些微尺寸光电半导体元件12的高度 h_2 。本实施例的保护层13的高度 h_1 为矩阵基板11与保护层13的顶面131的距离,而微尺寸光电半导体元件12的高度 h_2 为矩阵基板11与微尺寸光电半导体元件12的背表面121的距离。因此,保护层13将完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件12的背表面121与背表面121上的残留物R。在一些实施例中,保护层13为绝缘层,其材料例如但不限于环氧树脂、氧化硅(SiO_x)、或氮氧化硅(SiO_xNy),或其组合,或其他有机或无机的绝缘材料。

[0028] 最后,如图2D所示,研磨保护层13,并将保护层13研磨至与这些微尺寸光电半导体元件12等高时持续研磨,直到各微尺寸光电半导体元件12的背表面121上的残留物R及背表面121被去除而露出各微尺寸光电半导体元件12远离矩阵基板11的新表面122为止。(步骤S04)。于此,可利用研磨设备由保护层13的顶面131往矩阵基板11的方向研磨,待研磨到微尺寸光电半导体元件12的背表面121时继续研磨,除了会去除背表面121上的残留物R外更使背表面121被抛平,接着再持续研磨以去除部分的微尺寸光电半导体元件12而露出各微尺寸光电半导体元件12远离矩阵基板11的新表面122为止,因此,微尺寸光电半导体元件12的新表面122与邻接的保护层13远离矩阵基板11的表面132会位于同一水平面上。在一些实施例中,经研磨工艺后,保护层13与微尺寸光电半导体元件12的高度差可小于例如0.02微米。另外,微尺寸光电半导体元件12转置至矩阵基板11后,其背表面121可能会有高低倾斜不一的情况,利用此研磨工艺也可将光电半导体装置1抛磨出平坦面。此外,保护层13除了具有保护作用之外,更可使这些微尺寸光电半导体元件12可稳固地与矩阵基板11电性连接而不易脱落。

[0029] 图2E为本发明一实施例的微尺寸光电半导体元件的示意图。如图2E所示,若微尺寸光电半导体元件12以微发光二极管为例时,其可分别具有重迭设置的p半导体层P、发光层E、n半导体层N、未掺杂层U与缓冲层B,利用步骤S04的研磨工艺可去除缓冲层B与部分的未掺杂层U。在一些实施例中,研磨工艺可使未掺杂层U的厚度 d 小于1.8微米。具体来说,微发光二极管在长晶时将依序由长晶缺陷(Defect)最多的缓冲层B及未掺杂(undoped)层U,随后再长致密n半导体层N、发光层E与p半导体层P(图2E为反置)。因此,经上述的剥离与转置工艺后,缺陷最多的缓冲层B与未掺杂层U会朝上,使得由发光层E发出的光线需穿过缺陷多的缓冲层B及未掺杂层U,光线容易遇缺陷而被吸收,因而发光效率会降低。利用上述步骤S04的研磨工艺可将缺陷最多的缓冲层B及部分的未掺杂层U抛除掉,藉此也可增加微发光二极管的发光效率。

[0030] 承上,在本实施例的光电半导体装置1中,是形成保护层13以完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件12后,再利用研磨工艺去除微尺寸光电半导体元件12的背表面121上的残

留物R及部分的微尺寸光电半导体元件12,以露出微尺寸光电半导体元件12远离矩阵基板11的新表面122,藉此去除背表面121上的残留物R,同时也去除微尺寸光电半导体元件12的缺陷最多的缓冲层B及部分的未掺杂层U。因此,相较于传统发光二极管光电半导体装置的制造过程中利用化学药品清洗工艺以去除晶背上残留物的作法,本实施例的光电半导体装置1的工艺不需使用化学药品清洗工艺,而且也可提高发光效率。此外,由于微尺寸半导体元件12的尺寸相当小,其设置密度可相当高,使得制得的光电半导体装置1可具有比较高的分辨率,故特别适用于制作高分辨率的显示器,例如VR或AR头戴式显示器。

[0031] 请参照图2F所示,其为本发明不同实施方式的光电半导体装置1a的示意图。与图2E的光电半导体装置1主要的不同在于,本实施例的光电半导体装置1a的制造方法更可包括:设置保护基材14于这些微尺寸光电半导体元件12上,使这些微尺寸光电半导体元件12与保护层13位于保护基材14与矩阵基板11之间。于此,可例如利用黏着方式将保护基材14设置在这些微尺寸光电半导体元件12上,藉此保护微尺寸光电半导体元件12。在一些实施例中,保护基材14例如可为可透光的玻璃或保护膜材。在一些实施例中,保护层13与保护基材14的折射率相等或接近(两者折射率例如相差10%以内);或者,保护层13的折射率可介于保护基材14与微尺寸光电半导体元件12材料之间,这样的目的可使微尺寸光电半导体元件12所发出的光线可减少于微尺寸光电半导体元件12与保护层13的界面,及保护层13与保护基材14的界面被反射,使光线容易由保护基材14射出。

[0032] 请参照图3A至图3D所示,其分别为本发明另一实施例的光电半导体装置1b的制造过程示意图。

[0033] 图3A至图3C的光电半导体装置1b的制造过程可分别对应于图2B至图2D的光电半导体装置1的制造过程,两者主要的不同在于,本实施例的微尺寸半导体元件12b是以垂直结构的 μ LED为例。因此,只有一个电极E1藉由导电材料C与矩阵电路112电性连接,而另一电极,如图3D所示,可于各微尺寸光电半导体元件12的新表面122上形成导电层来构成此另一电极E2。

[0034] 此外,光电半导体装置1b及其制造过程的其他技术特征可参照光电半导体装置1的相同元件及其制造过程,在此不再赘述。

[0035] 综上所述,在本发明的光电半导体装置的制造方法中,是形成保护层以完全覆盖这些微尺寸光电半导体元件后,再利用研磨工艺去除微尺寸光电半导体元件的背表面上的残留物及部分的微尺寸光电半导体元件,以露出微尺寸光电半导体元件远离矩阵基板的新表面,藉此去除背表面上的残留物,同时也去除微尺寸光电半导体元件的缺陷最多的缓冲层及部分的未掺杂层。因此,相较于传统发光二极管光电半导体装置的制造过程中利用酸洗以去除晶背上残留物的作法,本发明的光电半导体装置的制造方法不需使用化学药品去除残留物的工艺,而且也可提高发光效率。

[0036] 以上所述仅为举例性,而非为限制性者。任何未脱离本发明的精神与范畴,而对其进行的等效修改或变更,均应包含于后附的申请权利要求中。

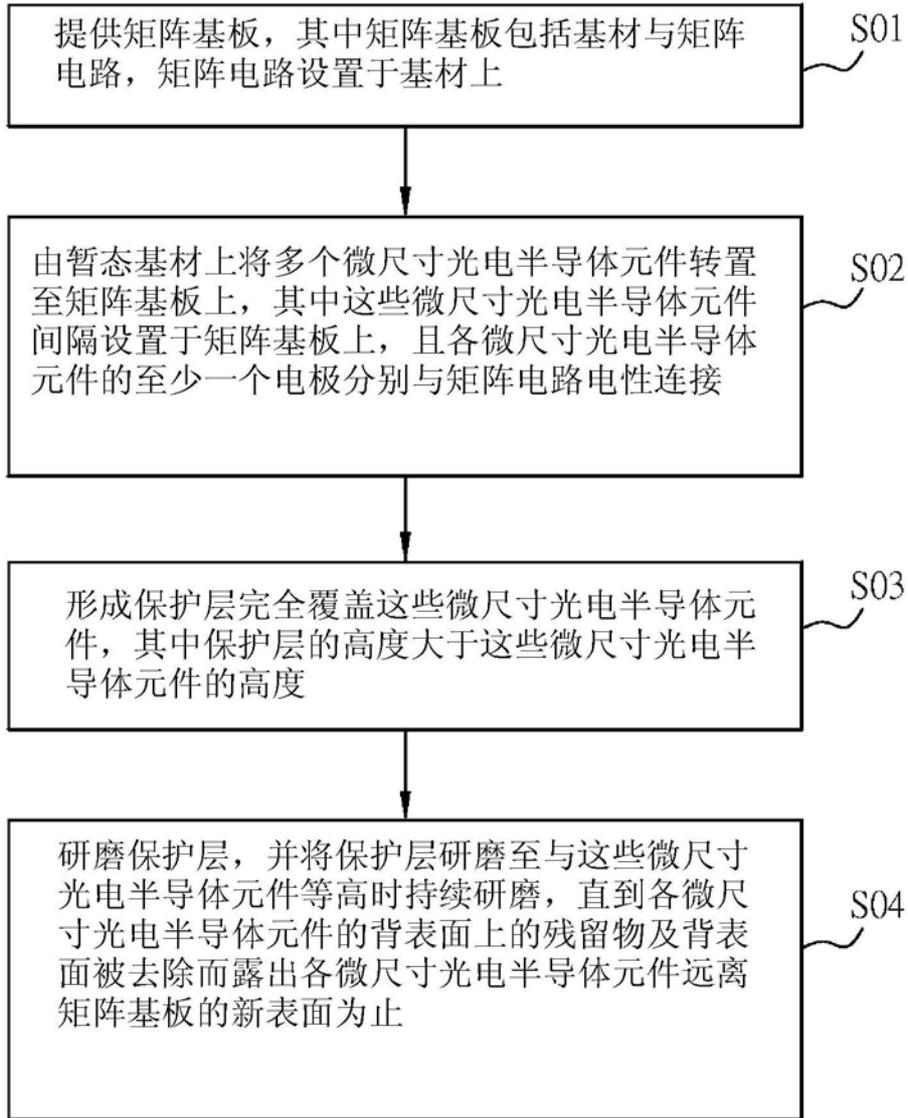


图1

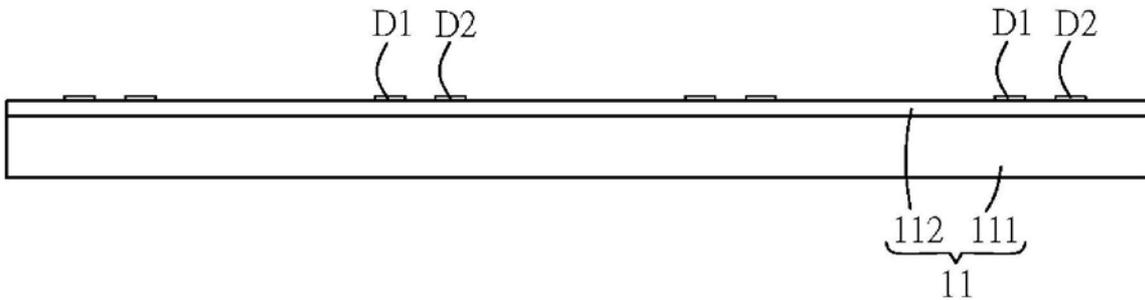


图2A

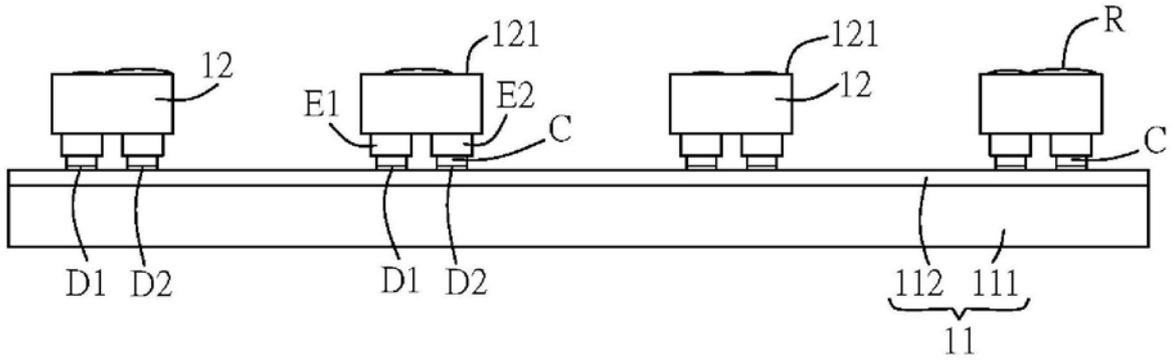


图2B

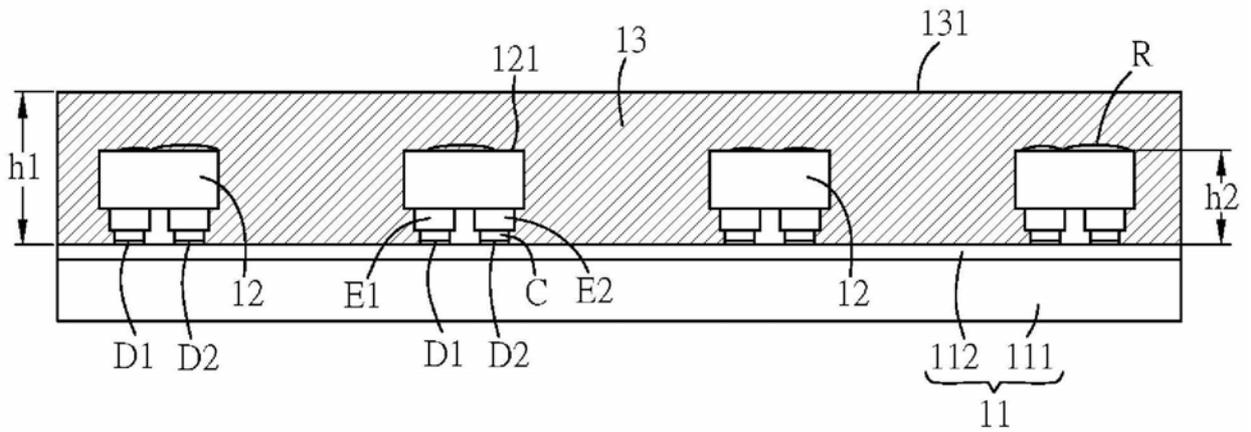


图2C

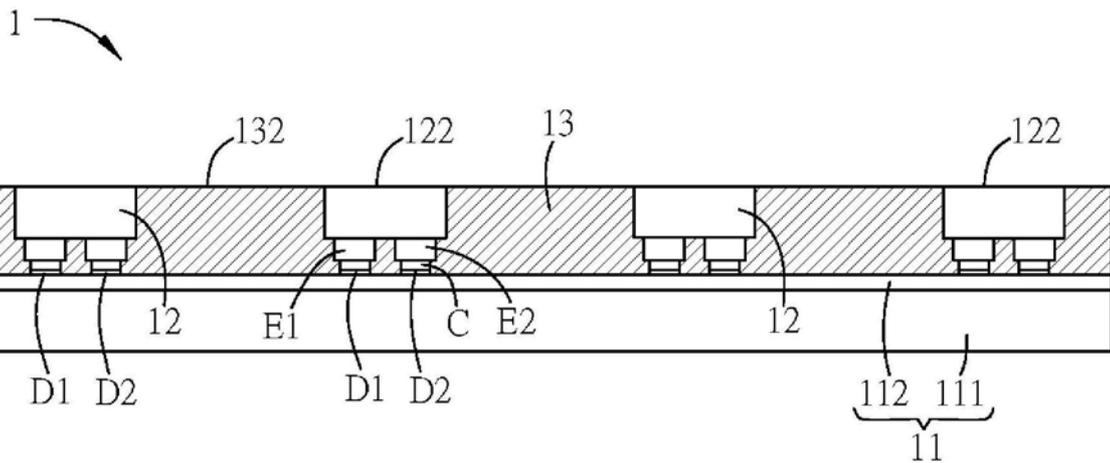


图2D

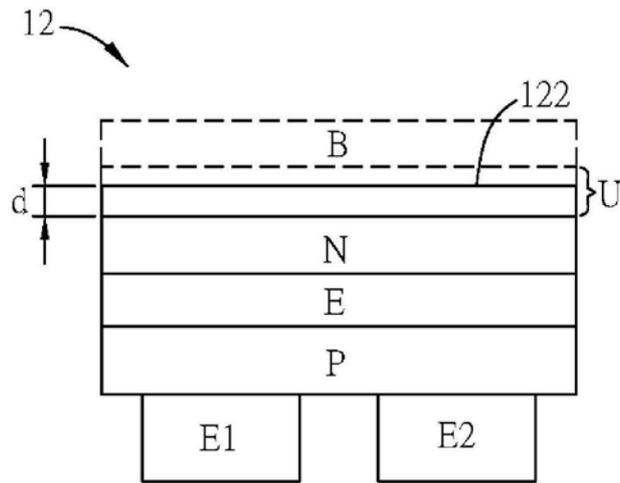


图2E

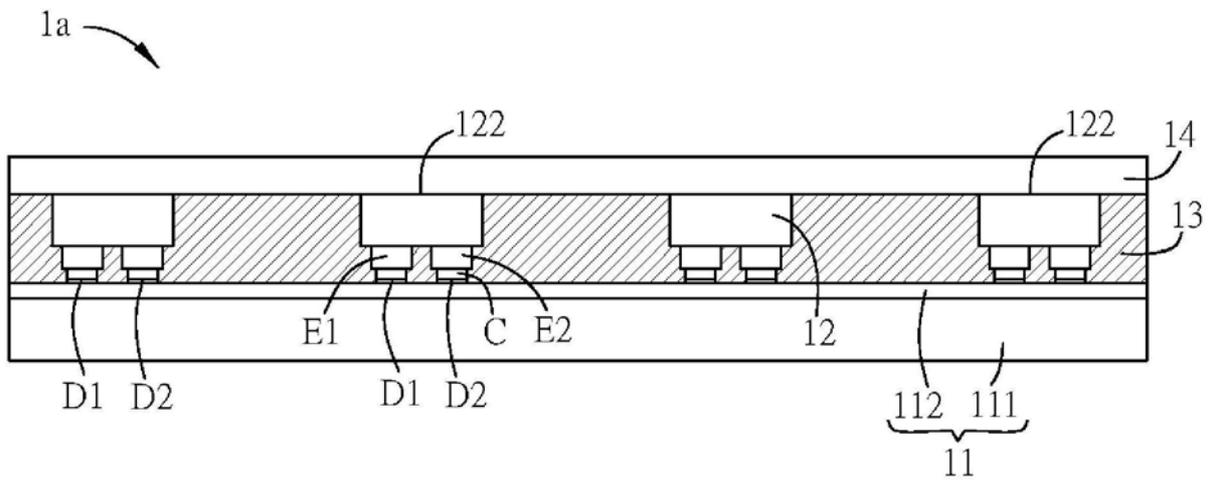


图2F

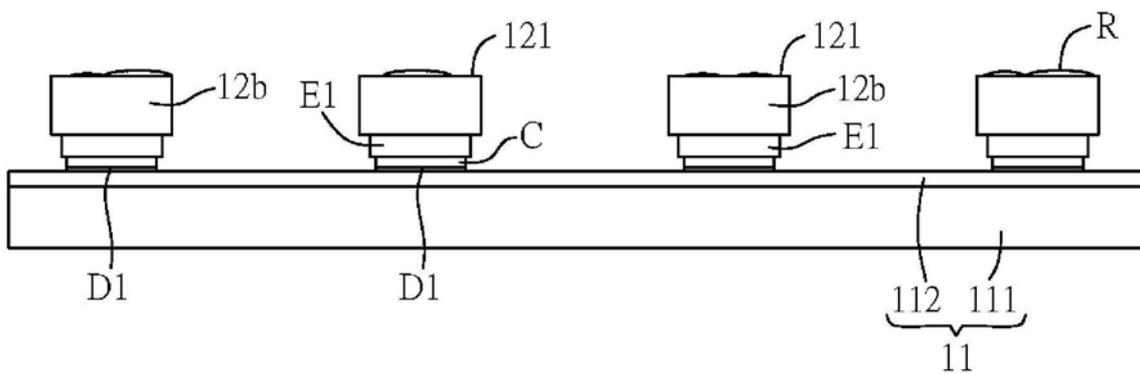


图3A

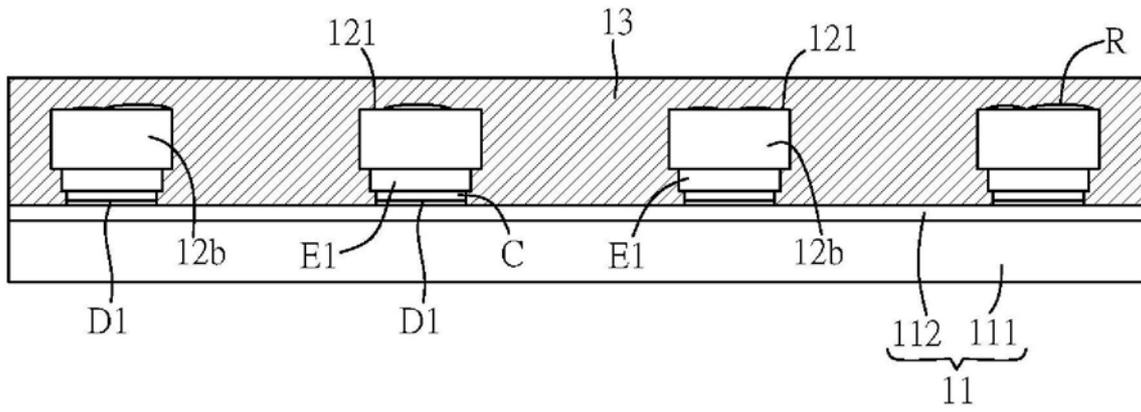


图3B

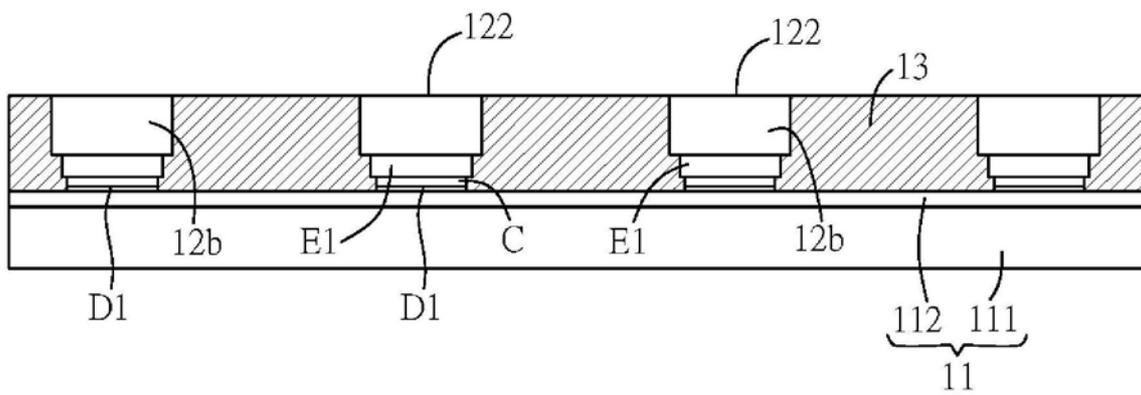


图3C

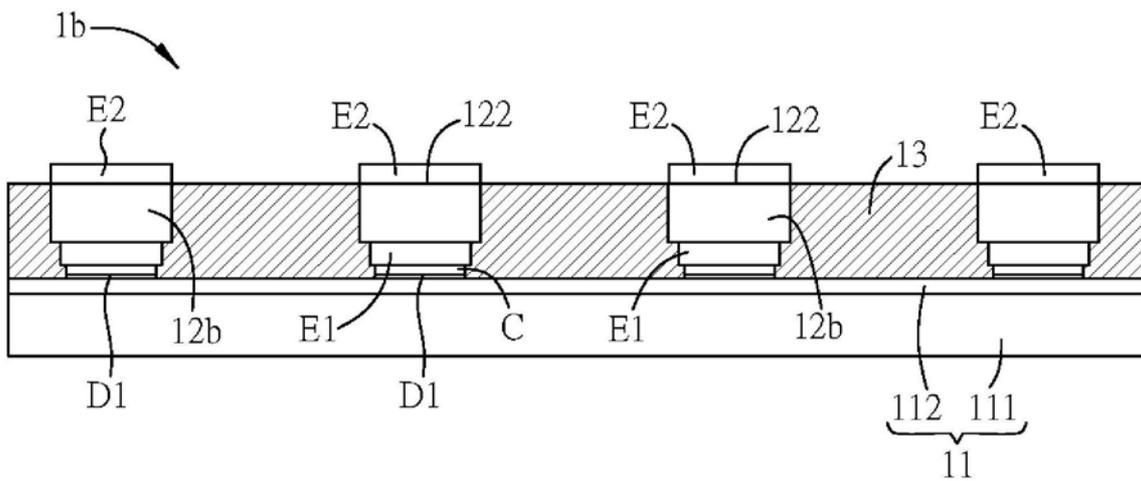


图3D