



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109216400 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201811268052.1

(22)申请日 2018.10.29

(71)申请人 厦门乾照光电股份有限公司

地址 361100 福建省厦门市火炬高新区(翔安)产业区翔天路259-269号

(72)发明人 刘伟 江方 陈丹丹 李涛
彭绍文

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李婷婷 王宝筠

(51)Int.Cl.

H01L 27/15(2006.01)

H01L 33/40(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

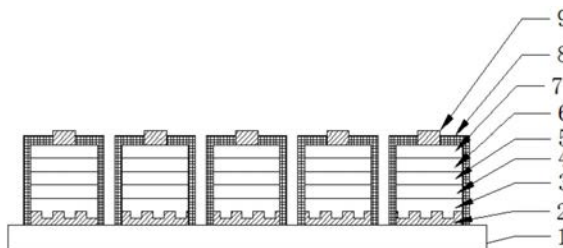
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

Micro LED阵列器件、巨量转移装置及相关方法

(57)摘要

本申请提供一种Micro LED阵列器件及其制作方法、巨量转移装置及转移方法,通过在Micro LED阵列器件的外延衬底上形成磁性纳米薄膜层,作为Micro LED阵列器件的一个电极,从而能够直接采用磁力对Micro LED阵列器件进行吸附,而无需额外增加设置磁性层,避免了磁性层的制作以及去除的工艺,能够简化Micro LED阵列器件的转移方法,进而提高Micro LED巨量转移的效率。



1. 一种Micro LED阵列器件,其特征在于,包括:
外延衬底;
位于所述外延衬底表面的磁性纳米薄膜层阵列,一个所述磁性纳米薄膜层作为一个所述Micro LED的第一电极;
位于每个所述磁性纳米薄膜层上的发光二极管结构,所述发光二极管结构至少包括沿背离所述外延衬底方向依次设置的第一型半导体层、多量子阱层、第二型半导体层和第二电极。
2. 根据权利要求1所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co、GaMnN、GaMnAs、GaMnSb或ZnO:Ni:GaFeN。
3. 根据权利要求1所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,所述磁性纳米薄膜层的厚度范围为70nm~120nm,包括端点值。
4. 根据权利要求1所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,所述磁性纳米薄膜层上具有纳米阵列图形。
5. 根据权利要求4所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,所述纳米阵列图形为圆柱形或立方体阵列图形。
6. 根据权利要求1所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,还包括缓冲层,所述缓冲层位于每个所述磁性纳米薄膜层背离所述外延衬底的表面。
7. 根据权利要求1所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,还包括透明导电层;
所述透明导电层位于每个所述第二型半导体层背离所述外延衬底的表面。
8. 根据权利要求7所述的Micro LED阵列器件,其特征在于,所述透明导电层为量子点导电膜,所述量子点导电膜包括红光量子点导电膜、绿光量子点导电膜和蓝光量子点导电膜。
9. 一种Micro LED阵列器件制作方法,其特征在于,用于制作形成权利要求1-8任意一项所述的Micro LED阵列器件,所述Micro LED阵列器件制作方法包括:
提供外延衬底;
在所述外延衬底上形成磁性纳米薄膜层;
依次外延生长第一型半导体层、多量子阱层和第二型半导体层;
自所述第二型半导体层朝向所述外延衬底方向刻蚀至所述外延衬底和所述磁性纳米薄膜层的界面处,形成多个Micro LED阵列器件;
在每个所述Micro LED上形成第二电极。
10. 根据权利要求9所述的Micro LED阵列器件制作方法,其特征在于,当所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co时,所述在在所述外延衬底上形成整层的磁性纳米薄膜层,具体包括:
在所述外延衬底上制备ZnO缓冲层;
在所述ZnO缓冲层上通入Co源,形成ZnO:Co薄膜层。
11. 根据权利要求10所述的Micro LED阵列器件制作方法,其特征在于,所述磁性纳米薄膜层背离所述外延衬底的表面还包括纳米阵列图形,所述在所述外延衬底上形成磁性纳米薄膜层之后还包括:
依次在所述磁性纳米薄膜层上形成光刻胶、激光直写曝光、显影,形成图形化磁性纳米

薄膜层。

12. 一种Micro LED阵列器件的巨量转移装置, 其特征在于, 包括:

第一吸附装置和第二吸附装置;

所述第一吸附装置包括静电吸附装置、静电控制电路和位于所述静电吸附装置上的多个静电吸附孔; 所述静电控制电路用于控制所述静电吸附孔的静电吸附力;

所述第二吸附装置包括转移接收装置、磁场控制电路和位于所述转移接收装置上的多个磁力吸附孔, 所述磁场控制电路用于控制所述磁力吸附孔对应位置的磁场强度。

13. 根据权利要求12所述的Micro LED阵列器件的巨量转移装置, 其特征在于, 所述转移接收装置上还设置有凹槽, 所述凹槽用于容纳转移后的Micro LED芯片。

14. 一种Micro LED阵列器件的巨量转移方法, 其特征在于, 应用在权利要求12-13任意一项所述的Micro LED阵列器件的巨量转移装置, 对权利要求1-8任意一项所述的Micro LED阵列器件进行转移中, 所述Micro LED阵列器件的巨量转移方法包括:

将所述Micro LED阵列器件的巨量转移装置的第一吸附装置移动至所述Micro LED阵列器件背离所述外延衬底的一侧, 并将所述第一吸附装置的静电吸附孔与所述Micro LED一一对准;

对所述第一吸附装置中的静电控制电路通电, 控制所述静电吸附孔的吸附力, 以使所述Micro LED阵列器件被吸附在所述第一吸附装置上;

去除所述Micro LED阵列器件的外延衬底;

将吸附有所述Micro LED阵列器件的第一吸附装置移动至第二吸附装置的转移接收装置的一侧, 将所述Micro LED阵列器件对准所述转移接收装置上的磁力吸附孔;

为所述第二吸附装置中的磁场控制电路通电, 并停止为所述静电控制电路通电, 以使所述Micro LED阵列器件在磁场作用下, 被吸附至所述转移接收装置上。

Micro LED阵列器件、巨量转移装置及相关方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体器件制作技术领域,尤其涉及一种Micro LED阵列器件、巨量转移装置及相关方法。

背景技术

[0002] LED(Light Emitting Diode,发光二极管)背光源的显示技术已广泛运用于各行各业。现有LED主要用于中大尺寸显示屏上。以55英寸4K电视为例,像素长宽约为200 μ m,而直下式背光的主流规格为3030(3mm $\times$ 3mm)。

[0003] 目前大多数发光二极管显示器像素间距为100微米以上,作为背光源尺寸远大于像素的尺寸无法成为点光源。只能以面光源搭配液晶与彩色滤光片的方式,实现高画质全彩效果。但是液晶显示会消耗大部分的光:光从离开背光模块,经过TFT(Thin Film Transistor,薄膜晶体管)、液晶、偏光片、彩色滤光片,然后到进入人眼,损失的光超过九成,大多数的光都在显示机壳里消耗掉了,光的利用率极差。

[0004] 随着LED技术发展,直接利用LED作为发光显示像素成为可能,约50~60微米的Mini LED以及15微米及以下的Micro LED逐渐被广泛应用。

[0005] 但是Micro LED制作过程中需要将Micro LED从最初的外延衬底上巨量转移到电路基板上,目前Micro LED技术发展的难点之一就在于Micro LED的巨量转移过程。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供一种Micro LED阵列器件及其制作方法、巨量转移装置及转移方法,利用磁力作用实现了Micro LED的巨量转移,该转移过程便于实现,提高转移效率。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0008] 一种Micro LED阵列器件,包括:

[0009] 外延衬底;

[0010] 位于所述外延衬底表面的磁性纳米薄膜层阵列,一个所述磁性纳米薄膜层作为一个所述Micro LED的第一电极;

[0011] 位于每个所述磁性纳米薄膜层上的发光二极管结构,所述发光二极管结构至少包括沿背离所述外延衬底方向依次设置的第一型半导体层、多量子阱层、第二型半导体层和第二电极。

[0012] 优选地,所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co、GaMnN、GaMnAs、GaMnSb或ZnO:Ni:GaFeN。

[0013] 优选地,所述磁性纳米薄膜层的厚度范围为70nm~120nm,包括端点值。

[0014] 优选地,所述磁性纳米薄膜层上具有纳米阵列图形。

[0015] 优选地,所述纳米阵列图形为圆柱形或立方体阵列图形。

[0016] 优选地,还包括缓冲层,所述缓冲层位于每个所述磁性纳米薄膜层背离所述外延衬底的表面。

- [0017] 优选地,还包括透明导电层;
- [0018] 所述透明导电层位于每个所述第二型半导体层背离所述外延衬底的表面。
- [0019] 优选地,所述透明导电层为量子点导电膜,所述量子点导电膜包括红光量子点导电膜、绿光量子点导电膜和蓝光量子点导电膜。
- [0020] 本发明还提供一种Micro LED阵列器件制作方法,用于制作形成上面任意一项所述的Micro LED阵列器件,所述Micro LED阵列器件制作方法包括:
- [0021] 提供外延衬底;
- [0022] 在所述外延衬底上形成磁性纳米薄膜层;
- [0023] 依次外延生长第一型半导体层、多量子阱层和第二型半导体层;
- [0024] 自所述第二型半导体层朝向所述外延衬底方向刻蚀至所述外延衬底和所述磁性纳米薄膜层的界面处,形成多个Micro LED阵列器件;
- [0025] 在每个所述Micro LED上形成第二电极。
- [0026] 优选地,当所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co时,所述在在所述外延衬底上形成整层的磁性纳米薄膜层,具体包括:
- [0027] 在所述外延衬底上制备ZnO缓冲层;
- [0028] 在所述ZnO缓冲层上通入Co源,形成ZnO:Co薄膜层。
- [0029] 优选地,所述磁性纳米薄膜层背离所述外延衬底的表面还包括纳米阵列图形,所述在所述外延衬底上形成磁性纳米薄膜层之后还包括:
- [0030] 依次在所述磁性纳米薄膜层上形成光刻胶、激光直写曝光、显影,形成图形化磁性纳米薄膜层。
- [0031] 本发明还提供一种Micro LED阵列器件的巨量转移装置,包括:
- [0032] 第一吸附装置和第二吸附装置;
- [0033] 所述第一吸附装置包括静电吸附装置、静电控制电路和位于所述静电吸附装置上的多个静电吸附孔;所述静电控制电路用于控制所述静电吸附孔的静电吸附力;
- [0034] 所述第二吸附装置包括转移接收装置、磁场控制电路和位于所述转移接收装置上的多个磁力吸附孔,所述磁场控制电路用于控制所述磁力吸附孔对应位置的磁场强度。
- [0035] 优选地,所述转移接收装置上还设置有凹槽,所述凹槽用于容纳转移后的Micro LED芯片。
- [0036] 本发明还对应提供一种Micro LED阵列器件的巨量转移方法,应用在上面所述的Micro LED阵列器件的巨量转移装置,对上面所述的Micro LED阵列器件进行转移中,所述Micro LED阵列器件的巨量转移方法包括:
- [0037] 将所述Micro LED阵列器件的巨量转移装置的第一吸附装置移动至所述Micro LED阵列器件背离所述外延衬底的一侧,并将所述第一吸附装置的静电吸附孔与所述Micro LED一一对准;
- [0038] 对所述第一吸附装置中的静电控制电路通电,控制所述静电吸附孔的吸附力,以使所述Micro LED阵列器件被吸附在所述第一吸附装置上;
- [0039] 去除所述Micro LED阵列器件的外延衬底;
- [0040] 将吸附有所述Micro LED阵列器件的第一吸附装置移动至第二吸附装置的转移接收装置的一侧,将所述Micro LED阵列器件对准所述转移接收装置上的磁力吸附孔;

[0041] 为所述第二吸附装置中的磁场控制电路通电,并停止为所述静电控制电路通电,以使所述Micro LED阵列器件在磁场作用下,被吸附至所述转移接收装置上。

[0042] 经由上述的技术方案可知,本发明提供的Micro LED阵列器件,通过在Micro LED阵列器件的外延衬底上形成磁性纳米薄膜层,作为Micro LED阵列器件的一个电极,从而能够直接采用磁力对Micro LED阵列器件进行吸附,而无需额外增加设置磁性层,避免了磁性层的制作以及去除的工艺,能够简化Micro LED阵列器件的转移方法,进而提高Micro LED巨量转移的效率。

[0043] Micro LED阵列器件中包括磁性纳米薄膜层,且本发明还提供一种Micro LED巨量转移装置,通过静电吸附装置的静电吸附和磁性转移装置磁力吸附,当转移至电路板或转移接收装置上时,直接控制巨量转移装置上的静电和磁场,使得Micro LED阵列器件能够在重力和磁力的作用下脱离静电吸附装置,落到转移接收装置上,从而实现对Micro LED阵列器件的转移。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0045] 图1为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件结构示意图;

[0046] 图2为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件制作方法流程图;

[0047] 图3-图5为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件制作方法工艺步骤图;

[0048] 图6为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件巨量转移装置示意图;

[0049] 图7为本发明实施例提供的一种静电吸附装置结构示意图;

[0050] 图8为本发明实施例提供的一种转移接收装置结构示意图;

[0051] 图9为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件巨量转移方法流程示意图;

[0052] 图10-图15为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件巨量转移方法工艺步骤图。

具体实施方式

[0053] 正如背景技术部分所述,目前Micro LED技术发展的难点之一就在于Micro LED的巨量转移过程。

[0054] 发明人发现,现有技术中提供采用粘结等方式进行巨量转移,但是,粘结方式需要粘结层设置以及后续的去除,使得巨量转移过程效率较低。或者现有技术中也提供了在发光二极管外部结构中增加设置磁性层,通过磁力进行吸附的结构,但是由于还需要粘附层将多个Micro LED阵列器件粘附在一起,后续还需要去除粘附层,以及附加设置的磁性层,造成Micro LED阵列器件巨量转移过程中,操作复杂,步骤较多。

[0055] 基于此,本发明提供一种Micro LED阵列器件,包括:

[0056] 一种Micro LED阵列器件,包括:

[0057] 外延衬底;

[0058] 位于所述外延衬底表面的磁性纳米薄膜层阵列,一个所述磁性纳米薄膜层作为一个所述Micro LED的第一电极;

[0059] 位于每个所述磁性纳米薄膜层上的发光二极管结构,所述发光二极管结构至少包括沿背离所述外延衬底方向依次设置的第一型半导体层、多量子阱层、第二型半导体层和第二电极。

[0060] 本发明提供的Micro LED阵列器件,通过在Micro LED阵列器件的外延衬底上形成磁性纳米薄膜层,作为Micro LED阵列器件的一个电极,从而能够直接采用磁力对Micro LED阵列器件进行吸附,而无需额外增加设置磁性层,避免了磁性层的制作以及去除的工艺,能够简化Micro LED阵列器件的转移方法,进而提高Micro LED巨量转移的效率。

[0061] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0062] 本发明实施例提供一种Micro LED阵列器件,请参见图1,图1为本发明实施例提供的一种Micro LED阵列器件结构示意图,其中,所述Micro LED阵列器件包括:外延衬底1;位于外延衬底1表面的磁性纳米薄膜层2阵列,一个磁性纳米薄膜层2作为一个Micro LED的第一电极;位于每个磁性纳米薄膜层2上的发光二极管结构,发光二极管结构至少包括沿背离外延衬底1方向依次设置的第一型半导体层4、多量子阱层5、第二型半导体层6和第二电极9。

[0063] 本发明实施例中不限定磁性纳米薄膜层的具体材料,只要能够具有磁性即可,在本发明的一个实施例中,所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co、GaMnN、GaMnAs、GaMnSb或ZnO:Ni:GaFeN。其中,ZnO:Co为掺杂了Co的ZnO薄膜。ZnO:Ni:GaFeN为掺杂了金属Ni的ZnO薄膜与GaFeN的复合膜。

[0064] 本实施例中不限定磁性纳米薄膜层的厚度,所述磁性纳米薄膜层的厚度范围为70nm~120nm,包括端点值。

[0065] 为了提高发光效率,本实施例中还可以在磁性纳米薄膜层上制作图形化,从而将发光二极管结构多量子阱层发出的光反射,增加出光量,提高发光二极管的发光效率。本实施例中不限定磁性纳米薄膜层上的图形,在本发明的一个实施例中,所述磁性纳米薄膜层上具有纳米阵列图形。所述纳米阵列图形具体为纳米尺寸量级的图形。本实施例中不限定纳米阵列图形的具体形状,所述纳米阵列图形可以为圆柱形或立方体阵列图形。也即,在磁性纳米薄膜层的俯视结构上,纳米阵列图形为圆形或矩形,但在立体结构上,为圆柱形或立方体形状。

[0066] 需要说明的是,在制作过程中,在外延结构上形成磁性纳米薄膜层后还可以包括形成缓冲层的步骤,缓冲层3,所述缓冲层3位于每个所述磁性纳米薄膜层2背离所述外延衬底1的表面。设置缓冲层的好处是改善薄膜生长质量,提升量子效应。

[0067] 本发明实施例中将磁性纳米薄膜层作为发光二极管的一个电极,因此,本实施例中所声称的位于磁性纳米薄膜层上的发光二极管结构为去掉一个电极的结构,即包括第一型半导体层、多量子阱层、第二型半导体层和第二电极。本实施例中不限定第一型半导体层和第二型半导体层的具体材质,第一型半导体层可以是N型GaN,也可以是P型GaN,或者其他

GaAs材质或GaP材质等。对应的,第二型半导体层可以是P型GaN,也可以是N型GaN,或者其他GaAs材质或GaP材质等。本实施例中为方便说明,可选的,第一型半导体层为N型GaN,第二型半导体层为P型GaN。

[0068] 为了提高导电性能,提高发光效率,本实施例中在P型GaN上还可以包括透明导电层7;所述透明导电层7位于每个所述第二型半导体层6背离所述外延衬底1的表面。另外,为了方便显示,形成彩色显示器,本实施例中透明导电层为量子点导电膜,所述量子点导电膜包括红光量子点导电膜、绿光量子点导电膜和蓝光量子点导电膜。将具有红光量子点、绿光量子点、蓝光量子透明导电层置于P型GaN之上,所述量子点导电膜为异方导电胶体混合各色量子点材料、通过旋涂、喷墨、滴注方式分布于P型GaN之上,异方导电胶体中导电颗粒占比为40%~70%,导电颗粒主要为ITO粉末、ZnO粉末、Ag纳米粒子、Al纳米粒子等。

[0069] 其中所述量子点为II-VI族或III-V族半导体化合物中的一种或两种以上混合而成,所述II-VI半导体化合物为CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgZnS、HgSeSTe、HgZnSeTe、CdHgSTe、CdHgSeTe中的任意一种。。

[0070] 所述III-V族半导体化合物为GaN、GaP、AlN、GaAs、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaN_P、InN_P、InN_{As}、InP_{As}、GaAlN_P、GaAlN_{As}、GaAlP_{As}、GaInP_{As}、InAlN_P、AlP_{As}中的任意一种。

[0071] 本实施例中红光量子点、绿光量子点、蓝光量子点透明导电层的尺寸小于5nm;通过红光量子点、蓝光量子点、绿光量子点及混有导电颗粒的透明导电层置于P型GaN层之上,形成产生多波长荧光的透明导电层,通过GaN基发光二极管本身蓝光激发,从而形成全彩化显示。

[0072] 本实施例中,还可以形成钝化膜8,钝化膜8主要为SiO₂、Si₃N₄、SiON_x、Al₂O₃中的任意一种,最终形成RGB三色Micro LED阵列芯片。

[0073] 需要说明的是,本实施例中不限定外延衬底的具体材质,外延衬底可以为Al₂O₃、SiC、GaAs、Si、AlGaInP等材料,本实施例中看可选为Al₂O₃。

[0074] 本发明提供一种Micro LED阵列器件,通过在Micro LED阵列器件的外延衬底上形成磁性纳米薄膜层,作为Micro LED阵列器件的一个电极,从而能够直接采用磁力对Micro LED阵列器件进行吸附,而无需额外增加设置磁性层,避免了磁性层的制作以及去除的工艺,能够简化Micro LED阵列器件的转移步骤,进而提高Micro LED巨量转移的效率。

[0075] 另外,本发明实施例还提供一种Micro LED阵列器件制作方法,如图2所示,用于制作形成上面实施例中所述的Micro LED阵列器件,所述Micro LED阵列器件制作方法包括:

[0076] S101:提供外延衬底;

[0077] 本实施例中不限定外延衬底的材质,可选的,本实施例中外延衬底的材料为单晶Al₂O₃衬底。

[0078] 在形成后续外延层结构之前,可以对外延衬底进行预处理,针对外延衬底材质不同,预处理方式不同。

[0079] 所述预处理包括:选用丙酮、异丙醇、去离子水超声清洗外延衬底的表面,甩干机甩干;置于MBE(Molecular Beam Epitaxy,分子束外延)或MOCVD(Metal-organic Chemical Vapor Deposition;金属有机化合物化学气相沉淀)腔体内,加热至600℃~900℃,退火30mins~60mins,降至室温。

[0080] S102:在所述外延衬底上形成磁性纳米薄膜层;

[0081] 请参见图3,在外延衬底上形成磁性纳米薄膜层20。

[0082] 本发明实施例中不限定磁性纳米薄膜层的具体材料,只要能够具有磁性即可,在本发明的一个实施例中,所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co、GaMnN、GaMnAs、GaMnSb或ZnO:Ni:GaFeN。其中,ZnO:Co为掺杂了Co的ZnO薄膜。ZnO:Ni:GaFeN为掺杂了金属Ni的ZnO薄膜与GaFeN的复合膜。

[0083] 当所述磁性纳米薄膜层的材质为ZnO:Co时,所述在在所述外延衬底上形成整层的磁性纳米薄膜层,具体包括:

[0084] 在所述外延衬底上制备ZnO缓冲层;

[0085] 具体包括:控制外延衬底的温度在300℃~700℃,Zn蒸发源300℃~400℃,生长ZnO缓冲层厚度10nm~80nm,关闭Zn蒸发源;外延衬底升温至600℃~900℃退火。

[0086] 在所述ZnO缓冲层上通入Co源,形成ZnO:Co薄膜层。

[0087] 再次控制Zn蒸发源温度300℃~400℃,Co蒸发源温度1300℃~1500℃,制备ZnO:Co薄膜厚度70nm~120nm。

[0088] 所述磁性纳米薄膜层背离所述外延衬底的表面还包括纳米阵列图形,所述在所述外延衬底上形成磁性纳米薄膜层之后还包括:

[0089] 依次在所述磁性纳米薄膜层上形成光刻胶、激光直写曝光、显影,形成图形化磁性纳米薄膜层。

[0090] 请参见图4,具体地,在已制备磁性纳米薄膜的外延衬底上通过匀胶、激光直写曝光、显影制备光刻胶纳米阵列图形,并通过ICP或RIE刻蚀在ZnO:Co磁性薄膜上形成纳米阵列图形,其中,激光直写设备激光功率 $150\mu\text{J}/\text{mm}^2 \sim 450\mu\text{J}/\text{mm}^2$,扫描速度200mm/s,步进100nm。本实施例中通过激光直写技术精确制备纳米阵列,简化光刻次数,提升图形化衬底精度,实现尺寸可控的纳米阵列,提升取光效率。

[0091] S103:依次外延生长第一型半导体层、多量子阱层和第二型半导体层;

[0092] 请参见图5,在磁性纳米薄膜层2的表面依次外延生长第一型半导体层4、多量子阱层5和第二型半导体层6。若包括缓冲层5,则还包括形成缓冲的步骤。

[0093] 本实施例中,在具有ZnO:Co纳米阵列的外延衬底上外延生长制备外延缓冲层、N-GaN层,MQW层、P-GaN层。

[0094] S104:自所述第二型半导体层朝向所述外延衬底方向刻蚀至所述外延衬底和所述磁性纳米薄膜层的界面处,形成多个Micro LED阵列器件。

[0095] 通过匀胶、曝光、选用ICP(Inductive Coupled Plasma,电感耦合等离子体)或RIE(Reactive Ion Etching,反应离子刻蚀)进行深刻蚀至衬底,实现Micro LED阵列。

[0096] S105:在每个所述Micro LED上形成第二电极;

[0097] 采用Egun(电子束)或Sputter(溅射工艺)蒸镀制备第二电极,并于第二电极上制备钝化膜,钝化膜主要为 SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiON_x 、 Al_2O_3 中的任意一种,最终形成RGB三色Micro LED阵列芯片。

[0098] 最后在完成发光二极管各层结构制作完成后,进行切割工艺,切割得到一个外延衬底上具有多个Micro LED阵列器件。需要说明的是,本实施例中不限定切割深度,切割工艺还可以切割外延衬底,但为了保证外延衬底是整体结构,切割外延衬底的深度不宜过深,

避免外延衬底出现裂痕,造成断裂。

[0099] 本发明实施例中提供的Micro LED阵列器件制作方法用于形成上面实施例中的Micro LED阵列器件,从而能够适用磁性巨量转移装置利用磁力进行巨量转移,而且由于磁性纳米薄膜作为Micro LED器件的一个电极,避免了额外增加设置磁性层并在转移完成后再去掉的步骤,进而能够提高Micro LED器件的巨量转移效率。

[0100] 本发明其他实施例中还提供一种Micro LED阵列器件的巨量转移装置,请参见图6所示,包括:第一吸附装置31和第二吸附装置32;

[0101] 第一吸附装置31包括静电吸附装置311、静电控制电路312和位于静电吸附装置311上的多个静电吸附孔,请参见图7;静电控制电路312用于控制静电吸附孔的静电吸附力;

[0102] 第二吸附装置32包括转移接收装置321、磁场控制电路322和位于转移接收装置321上的多个磁力吸附孔,请参见图8,磁场控制电路322用于控制磁力吸附孔对应位置的磁场强度。

[0103] 本实施例中第一吸附装置用于拾取Micro LED阵列器件,第二吸附装置用于接收转移后的Micro LED阵列器件。在现有技术条件下,Micro LED芯粒很难制作成完全规整的形状,不规则形状纯粹采用重力脱离,会造成转移位置偏移,巨量转移时会造成良率损失,本实施例中将静电吸附和磁力吸附结合进行转移,能够保证转移时的位置对准,从而提高巨量转移时的良率。

[0104] 其中,第一吸附装置用于吸附Micro LED阵列器件背离外延衬底的表面,第一吸附装置包括静电吸附装置和静电控制电路,静电吸附装置上包括多个静电吸附孔,本实施例中不限定静电吸附孔的大小,可以根据Micro LED器件的具体尺寸进行选择,静电吸附孔的孔直径范围为 $0.5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$,各区域静电吸附孔由静电控制电路分区分离控制,也即静电控制电路用于控制静电吸附孔的静电吸附力。本实施例中每个静电吸附孔可以由静电控制电路单独驱动控制静电的产生及湮灭,从而实现单颗芯粒吸取、转移、接收。

[0105] 第二吸附装置包括转移接收装置和磁场控制电路,以及位于转移接收装置上的多个磁力吸附孔,转移接收装置用于接收Micro LED器件,由于Micro LED的第一电极,也即本实施例中的下电极具有磁性,通过第二吸附装置中的磁场控制电路控制转移接收装置中的磁力吸附孔的磁场,从而吸附Micro LED器件,完成Micro LED阵列器件的转移。当Micro LED器件上制作形成有红光量子点、绿光量子点和蓝光量子点时,能够实现RGB三色Micro LED阵列转移。

[0106] 由于转移到转移接收装置时,需要进行对位,本实施例中为了使得对位更加精准和快速,所述转移接收装置上还设置有凹槽,所述凹槽用于容纳转移后的Micro LED芯片。

[0107] 凹槽尺寸根据Micro LED芯片大小可替换,凹槽深度 $2\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$,凹槽尺寸为 $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$,凹槽底部具有多个 $0.5\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ 磁力吸附孔,进行分区控制磁场,减小接收误差,误差小于 $1\mu\text{m}$;转移接收装置通过磁场控制电路控制磁场,吸取具有磁性半导体薄膜电极的下电极,并通过改变下磁场控制电路磁场大小、在重力及磁场吸附作用下实现Micro LED阵列芯片落入磁场转移接收装置的固定凹槽内,实现Micro LED阵列芯片的拾取及放置,达到显微器件巨量转移。

[0108] 另外,本实施例中静电吸附装置和磁场转移接收装置可拆卸,可根据LED阵列尺寸

大小选择合适尺寸装置。

[0109] 本发明还提供一种Micro LED阵列器件的巨量转移方法,请参见图9,所述巨量转移方法应用在上一实施例中所述的Micro LED阵列器件的巨量转移装置,对上面实施例中所述的Micro LED阵列器件进行转移中,所述Micro LED阵列器件的巨量转移方法包括:

[0110] S201:将所述Micro LED阵列器件的巨量转移装置的第一吸附装置移动至所述Micro LED阵列器件背离所述外延衬底的一侧,并将所述第一吸附装置的静电吸附孔与所述Micro LED一一对准;

[0111] 请参见图10所示,为形成在外延衬底1上的Micro LED阵列器件,最终要全部转移至转移接收装置上。

[0112] 本实施例中不限定Micro LED阵列器件的放置方向,在以地面为参考系的立体空间内,Micro LED阵列器件可以位于外延衬底的上方,此时,第一吸附装置移动至Micro LED阵列器件的上方,而Micro LED阵列器件还可以位于外延衬底的下方,此时第一吸附装置移动至Micro LED阵列器件的上方。下面实施例中,主要以Micro LED阵列器件可以位于外延衬底的上方为例进行说明。

[0113] S202:对所述第一吸附装置中的静电控制电路通电,控制所述静电吸附孔的吸附力,以使所述Micro LED阵列器件被吸附在所述第一吸附装置上;

[0114] 请参见图11,当在以地面为参考系的立体空间内,Micro LED阵列器件位于外延衬底的上方时,静电吸附力必须要大于所述Micro LED阵列器件的重力才能够将Micro LED阵列器件吸附并转移。

[0115] S203:去除所述Micro LED阵列器件的外延衬底。

[0116] 请参见图12,为去除外延衬底后的结构。

[0117] 本实施例中不限定去除Micro LED阵列器件的外延衬底的具体工艺,在本发明的一个实施例中可以通过激光剥离方法,将外延衬底去除,从而暴露出磁性纳米薄膜形成的发光二极管的第一电极。

[0118] 所述激光剥离设备采用波长260nm,优选的激光剥离方式为逐行扫描剥离,扫描频率1.6~3.2KHz,激光功率0.4W~2W。

[0119] S204:将吸附有所述Micro LED阵列器件的第一吸附装置移动至第二吸附装置的转移接收装置的一侧;将所述Micro LED阵列器件对准所述转移接收装置上的磁力吸附孔;

[0120] 外延衬底剥离后,将磁场转移接收装置于Micro LED阵列器件的下方,请参见图13,通过激光定位确定接收装置与吸附对位精度,确保Micro LED阵列芯片转移偏差小于 $0.5\mu\text{m}$,且为确保对准静电优选的磁性半导体薄膜电极与磁场转移接收装置的间距,优选的为 $5\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$,其中最优选项为 $10\mu\text{m}$ 。

[0121] 转移接收装置上可以设置凹槽,用于精确对准,凹槽尺寸根据Micro LED芯片大小可替换,凹槽深度 $2\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$,凹槽尺寸为 $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$,凹槽底部具有多个 $0.5\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ 磁力吸附孔,进行分区控制磁场,减小接收误差,误差小于 $1\mu\text{m}$ 。

[0122] S205:为所述第二吸附装置中的磁场控制电路通电,并停止为所述静电控制电路通电,以使所述Micro LED阵列器件在磁场作用下,被吸附至所述转移接收装置上。

[0123] 若在以地面为参考系的立体空间内,Micro LED阵列器件位于外延衬底的上方时,转移接收装置在吸附过程中,还可以借重力作用,从而减小磁力吸附作用。

[0124] 请参见图14,为所述第二吸附装置中的磁场控制电路通电,并停止为所述静电控制电路通电,以使所述Micro LED阵列器件在磁场作用下,被吸附至所述转移接收装置321上。最后,将转移接收装置与吸附装置分离,将Micro LED转移至转移接收装置上。

[0125] 本实施例中静电吸附基板与磁场强度精确控制吸附磁性电极,可有效进行Micro LED的巨量转移,实现工业化生产。

[0126] 需要说明的是,本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0127] 还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括上述要素的物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0128] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

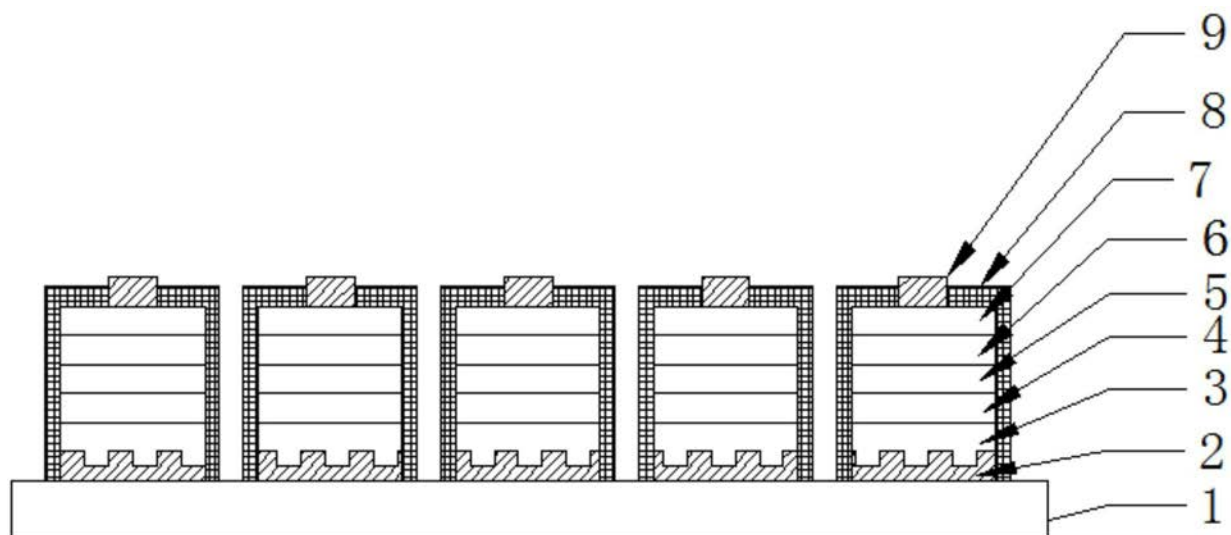


图1

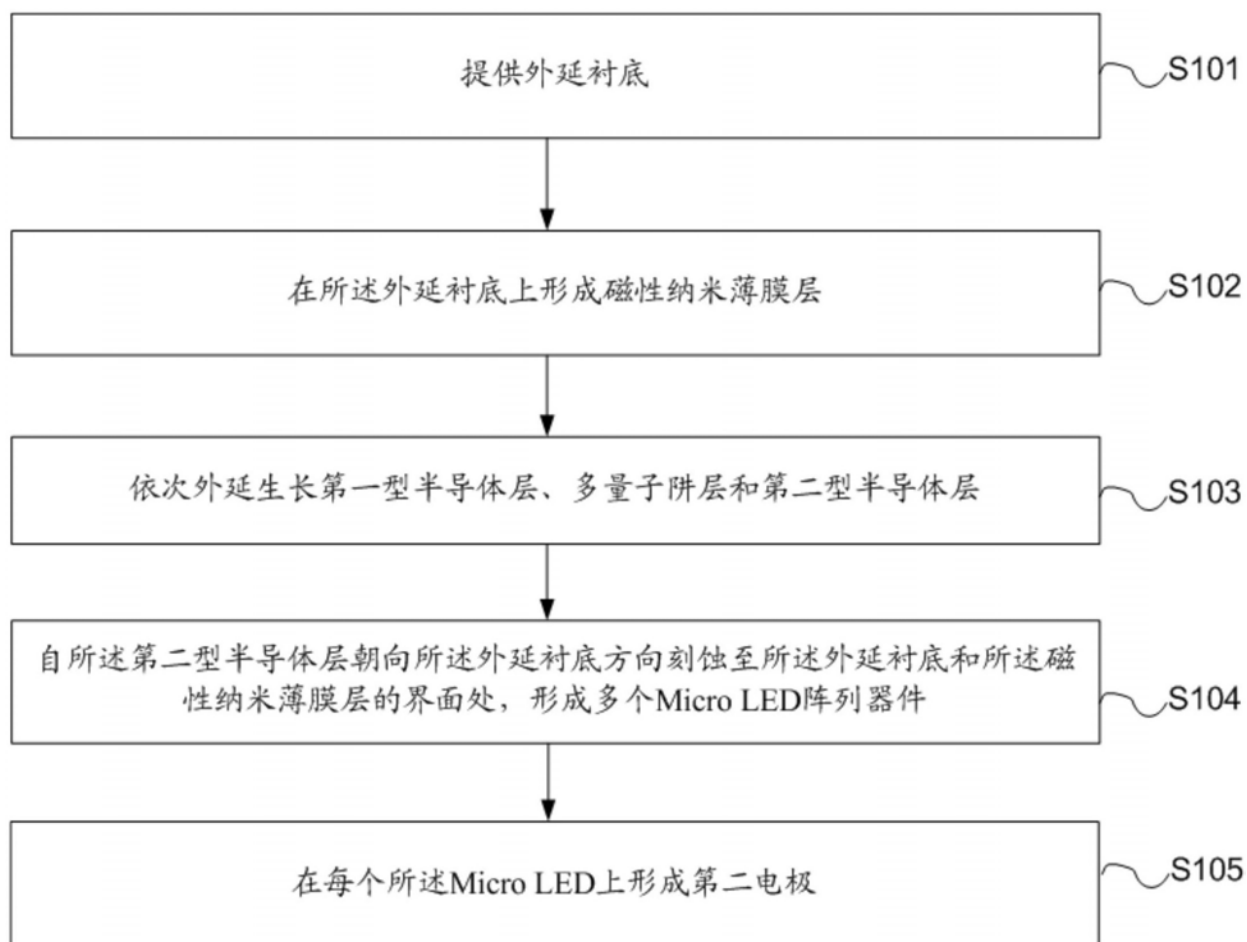


图2

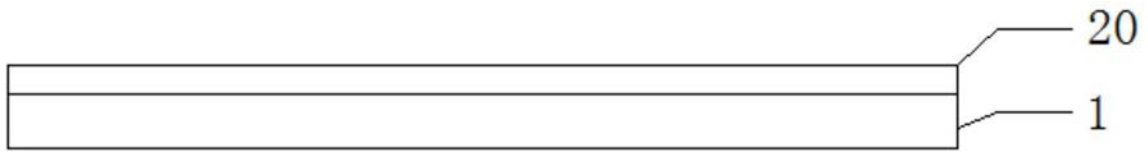


图3

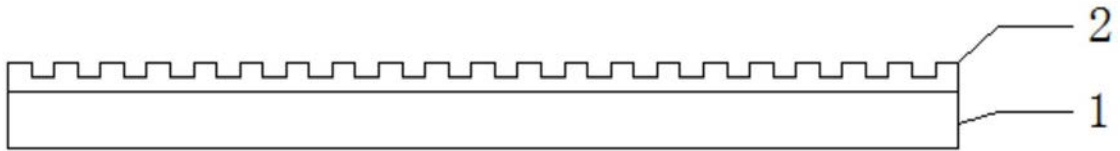


图4

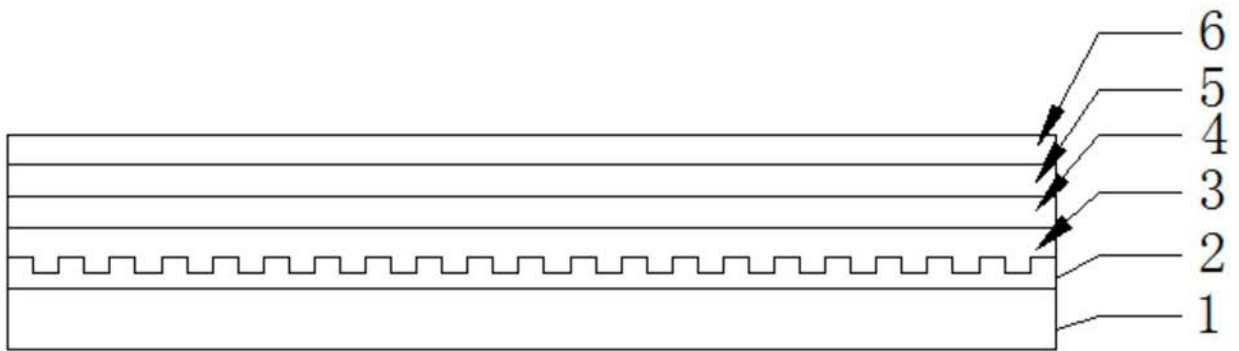


图5

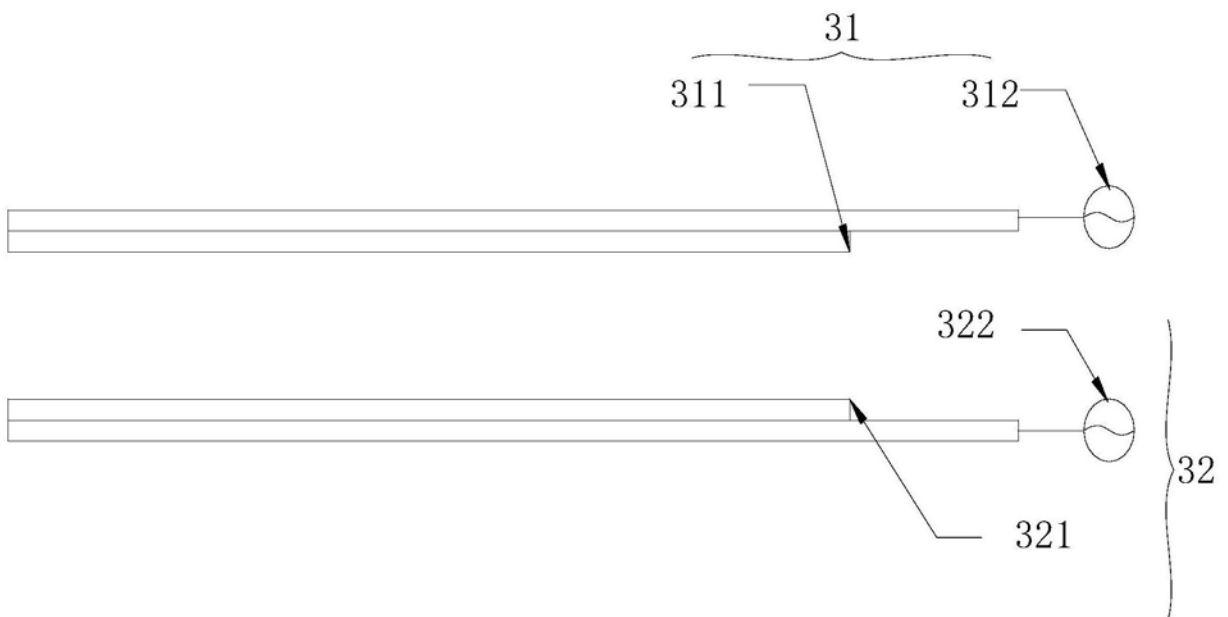


图6

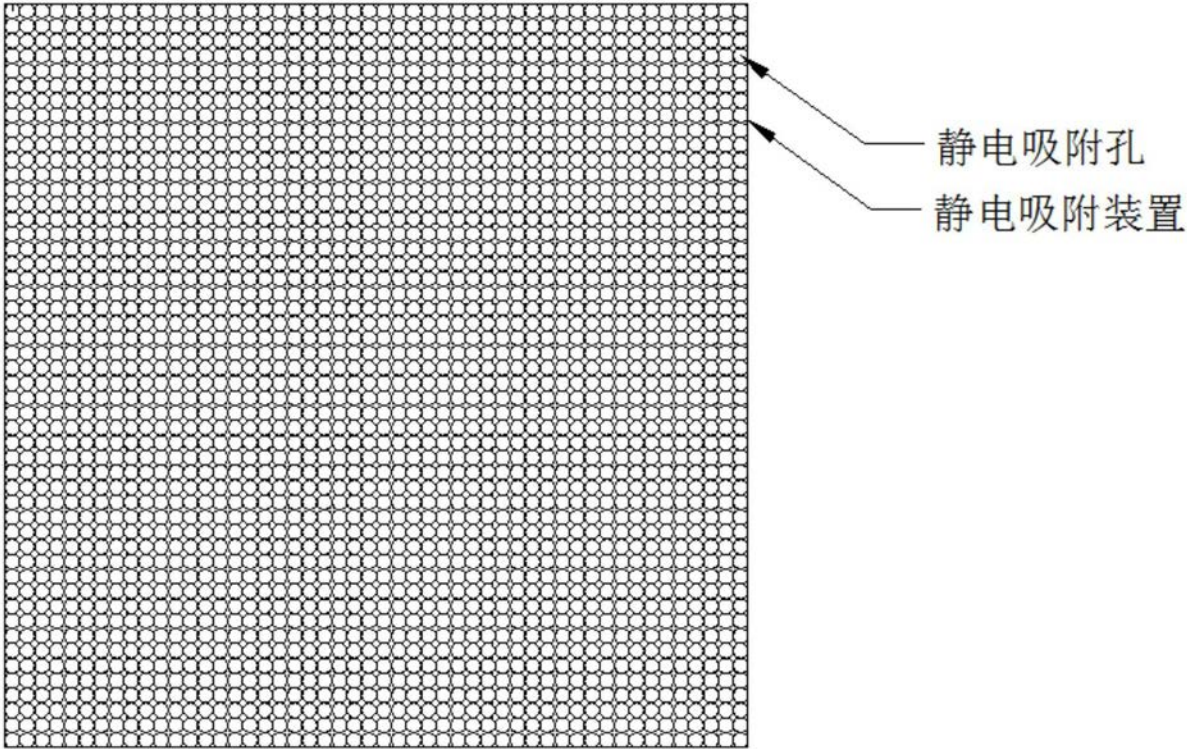


图7

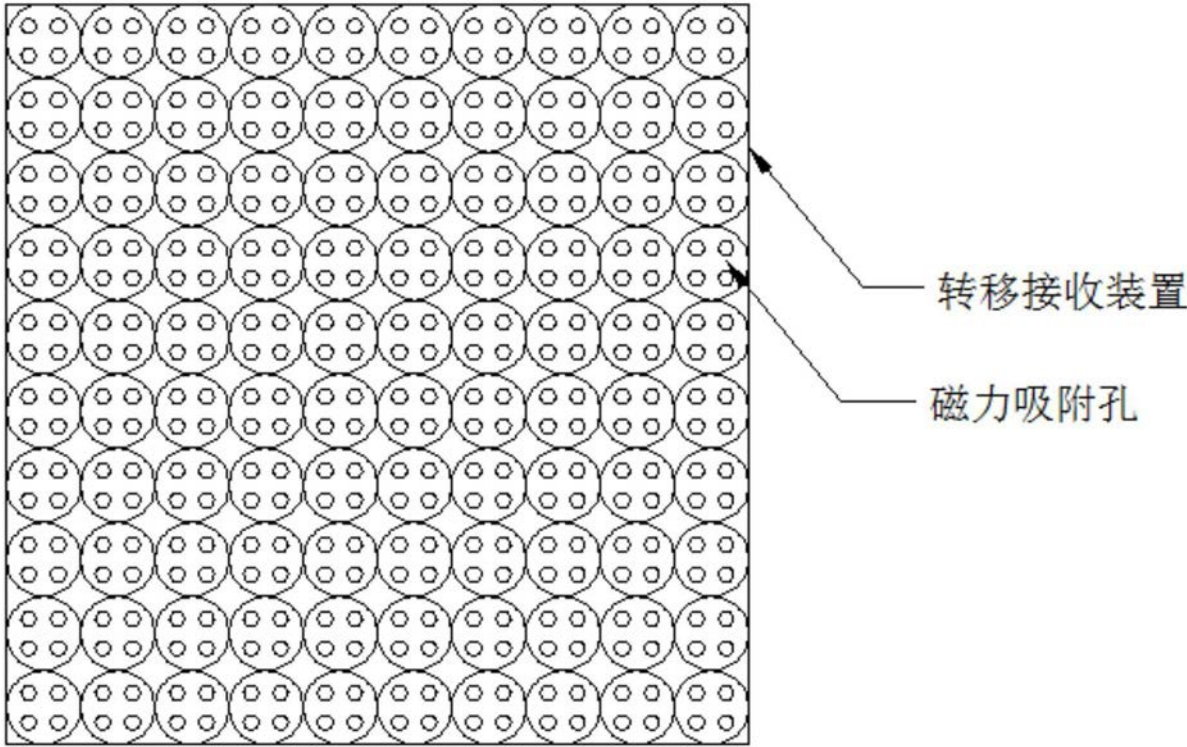


图8

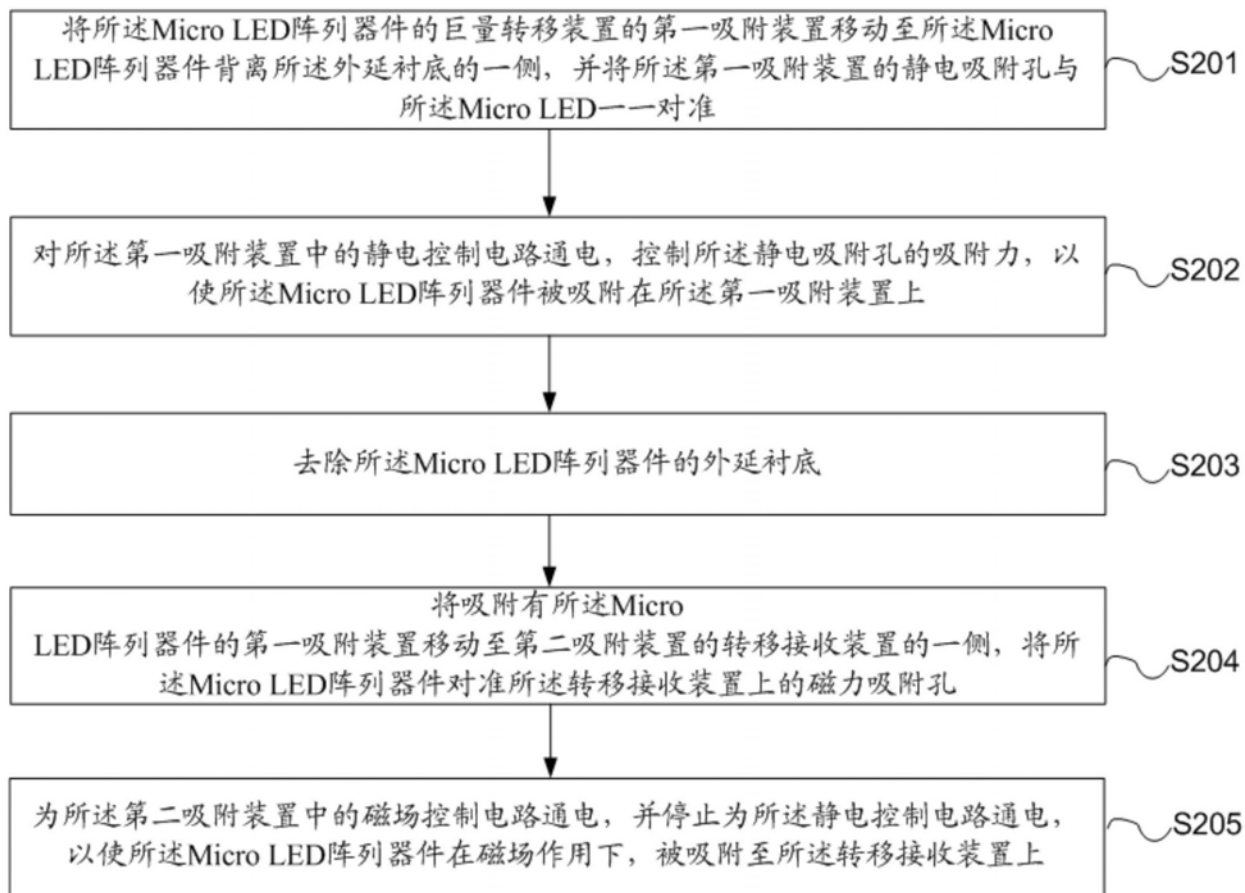


图9

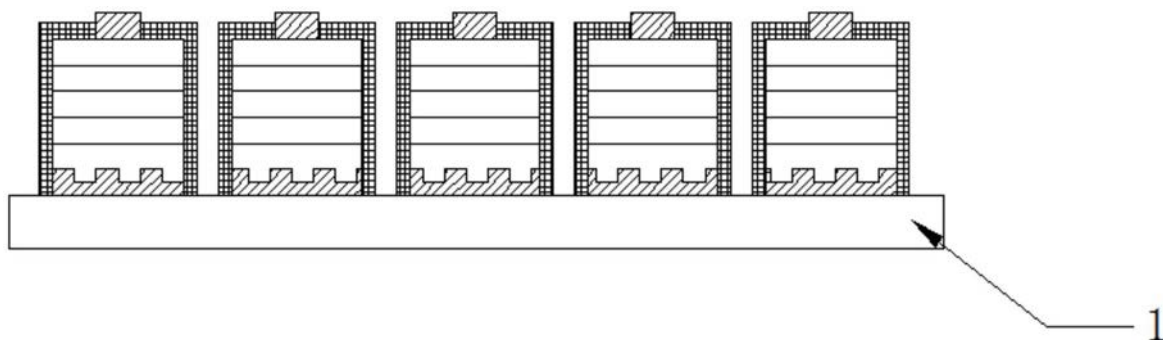


图10

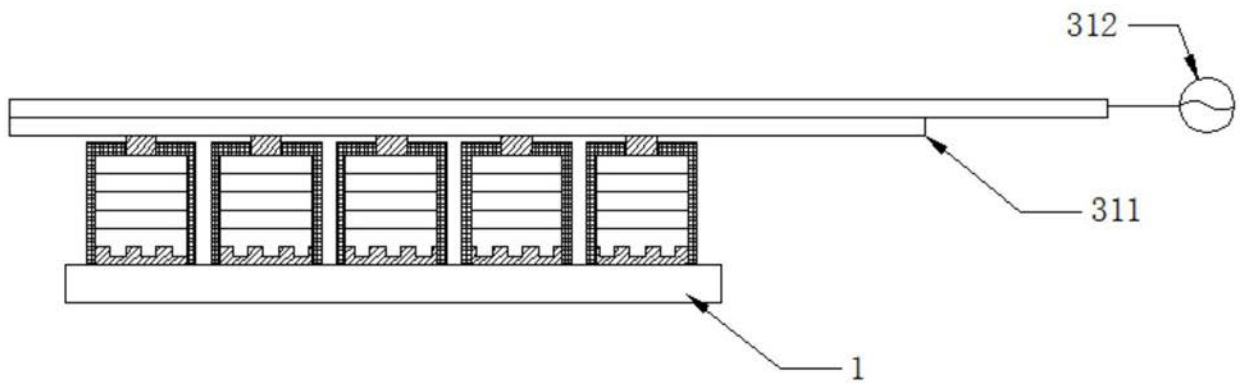


图11

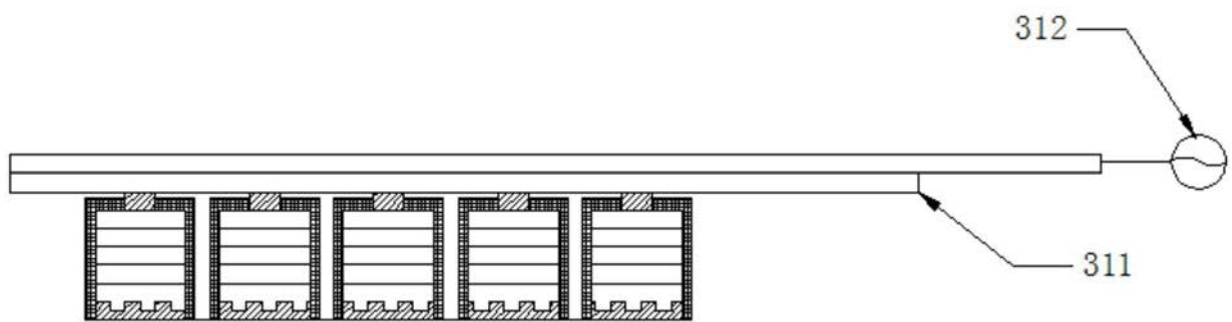


图12

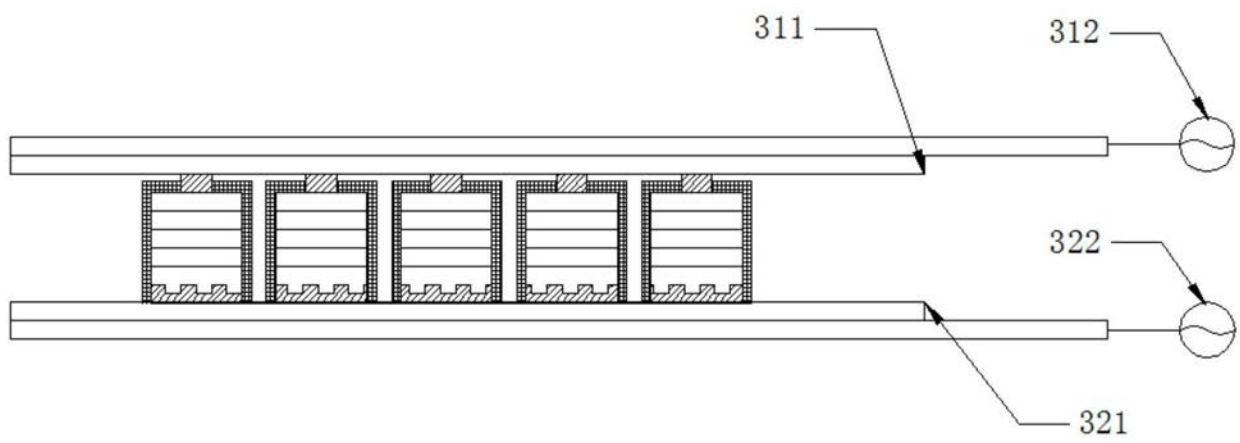


图13

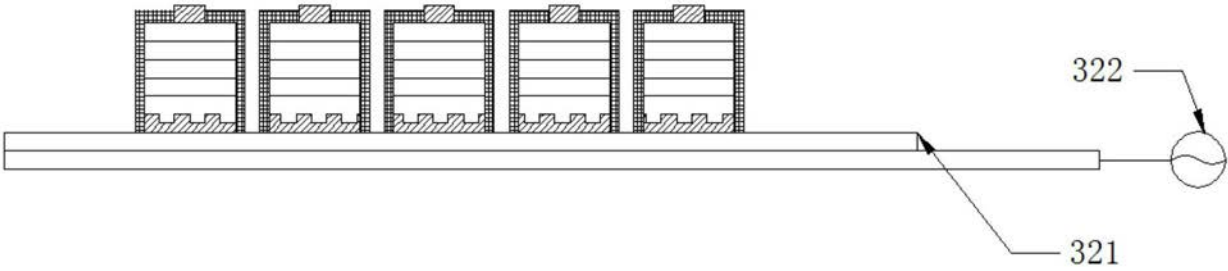


图14

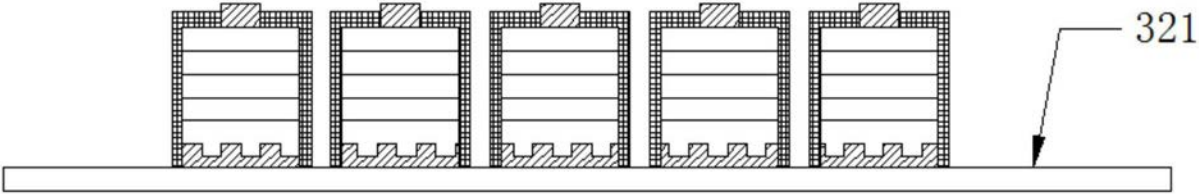


图15

专利名称(译)	Micro LED阵列器件、巨量转移装置及相关方法		
公开(公告)号	CN109216400A	公开(公告)日	2019-01-15
申请号	CN201811268052.1	申请日	2018-10-29
申请(专利权)人(译)	厦门干照光电股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	厦门干照光电股份有限公司		
[标]发明人	刘伟 江方 陈丹丹 李涛 彭绍文		
发明人	刘伟 江方 陈丹丹 李涛 彭绍文		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/40 H01L33/00		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/0095 H01L33/40		
代理人(译)	李婷婷		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请提供一种Micro LED阵列器件及其制作方法、巨量转移装置及转移方法，通过在Micro LED阵列器件的外延衬底上形成磁性纳米薄膜层，作为Micro LED阵列器件的一个电极，从而能够直接采用磁力对Micro LED阵列器件进行吸附，而无需额外增加设置磁性层，避免了磁性层的制作以及去除的工艺，能够简化Micro LED阵列器件的转移方法，进而提高Micro LED巨量转移的效率。

